SUMÁRIO:

Apresentações Audiência Pública “Estimativas e Compromissos” (29/08/2019):

Gustavo Luedemann 2

Mauro Meirelles 16

Paulo Moutinho 36

Apresentações Audiência Pública “Instrumentos Financeiros” (12/09/2019)

Juliano Assunção 54

Linda Murasawa 68

Ronaldo Seroa da Motta 89

Apresentações Audiência Pública “Planos Setoriais” (26/09/2019)

Fábio Marques 104

Giampaolo Queiroz Pellegrino 123

Ricardo Esparta 157

Apresentações Audiência Pública “Plano ABC” (10/10/2019)

Eduardo Brito Bastos 173

Leila Harfuch 185

Raoni Rajão 198

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado 224

Marcelo de Medeiros 238

Apresentações Audiência Pública “Aspectos Jurídicos” (31/10/2019)

André Lima 249

Rachel Biderman 265

Larissa Schmidt 310

Auditoria Tribunal de Contas da União (TCU) - Acórdão 2330 de 2019 Plenário TCU 320

Perguntas orientadoras utilizadas na avaliação 326

Matriz - Métrica para Cumprimento da Norma 333

Contribuição Instituto Vale 369

Contribuição LACLIMA 372

Contribuição “Como interpretar o aumento da regeneração na Amazônia Brasileira?” – Climate Policy Initiative (CPI) 433

Atividade: Contribuição “Governança Climática e os Planos Setoriais” (André Andrade) 438

Contribuição “Mudança do Clima: A agenda de mudança do clima deixou a esfera estritamente ambiental e hoje influencia diretamente a competitividade econômica” (CNI) 448

Contribuição “Revisão de gastos públicos para ações em Mudanças do Clima e análises das políticas fiscal e tributária: resultados preliminares” (Karen Cope e Marcelo Ling) 455

Contribuição “Contribuição do WWF-Brasil para o processo de avaliação da política nacional de Mudanças do Clima (PNMC) da Comissão de Meio ambiente do Senado Federal” (WWF-Brasil) 468

Contribuição “Resposta Senado Federal” (Eduardo Assad) 481

Contribuição - Artigos científicos (Paulo Saldiva) 490

Contribuição - Avaliação da Política Pública sobre Mudança do Clima (Ana Paula Veiga) 560

Contribuição - O modelo de cálculo da contribuição para o aumento da temperatura média da superfície, e do nível médio do mar, métricas da mudança global do clima e do Acordo de Paris (Luiz Gylvan Meira Filho) 566

Documento elaborado por: Palestrante Gustavo Luedemann

Data: 29/08/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Estimativas e Compromissos”

Estimativas e compromissos na PNMC:

Qual caminho?

29/08/2019 – CMA/SF

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Gustavo Luedemann

Sumário

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

1 Histórico das emissões de GEE no Brasil

2 Compromissos

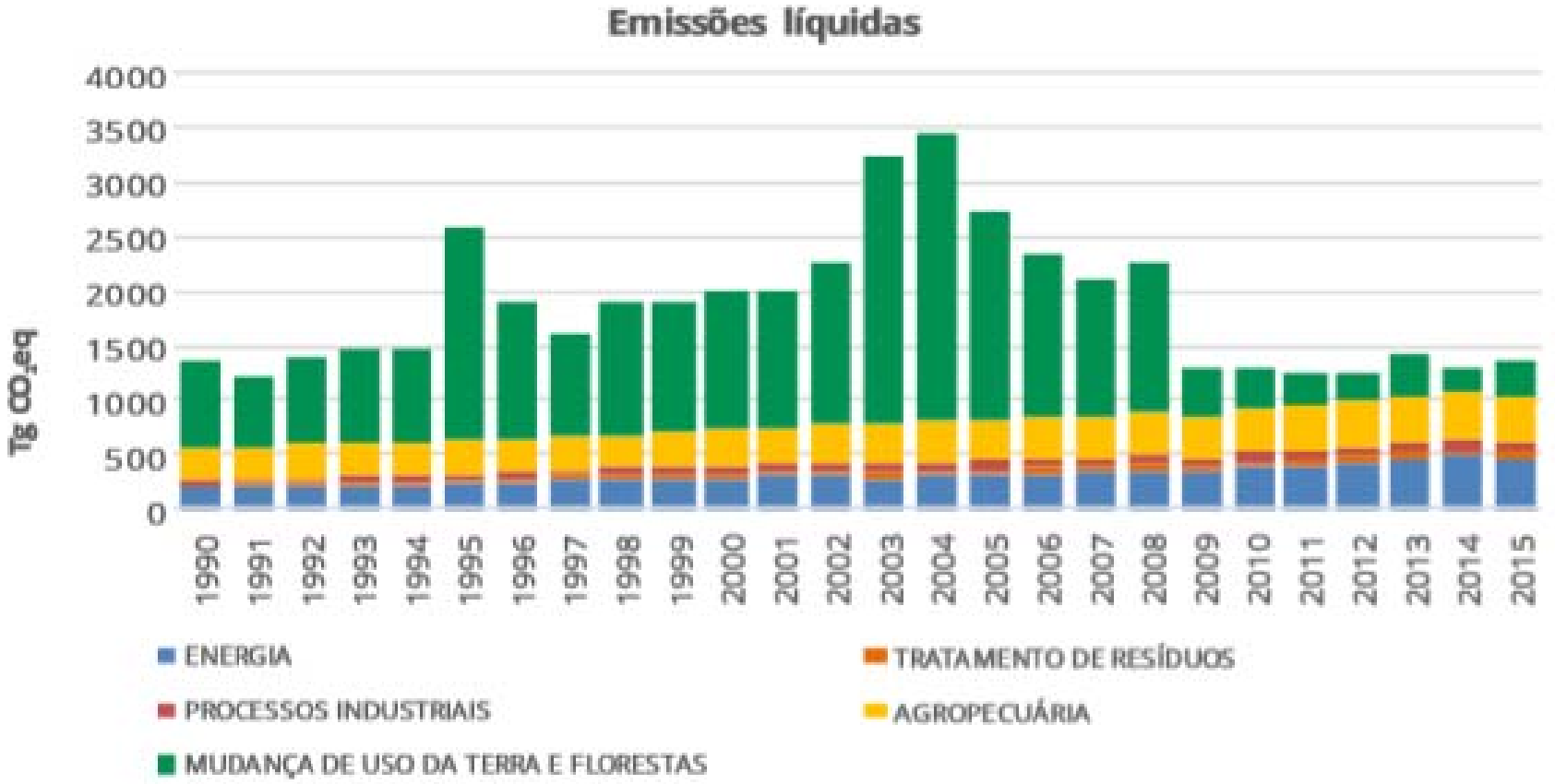
3 Possíveis caminhos

4 Ferramentas já disponíveis

5 Conclusão

Histórico das emissões de GEE no Brasil

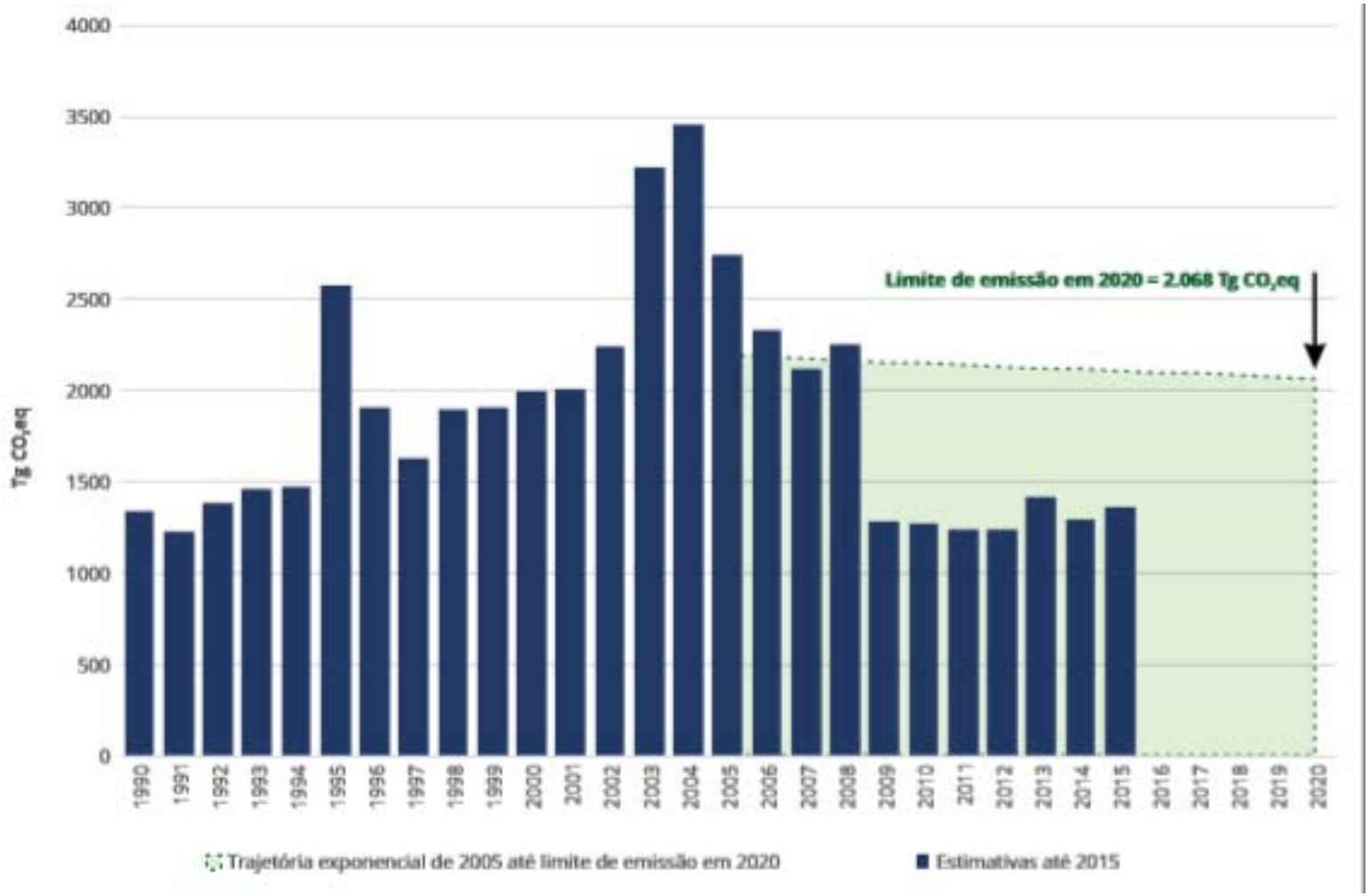
ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada



Estimativas de emissões, até 2015, por setor.
Fonte: Sirene/MCTIC.

Compromissos

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada



Estimativas de emissões, até 2015, e compromisso de limite de emissões para 2020 definido por decreto.
Fonte: Sirene/MCTIC.

Compromissos

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Compromissos a partir de 2020

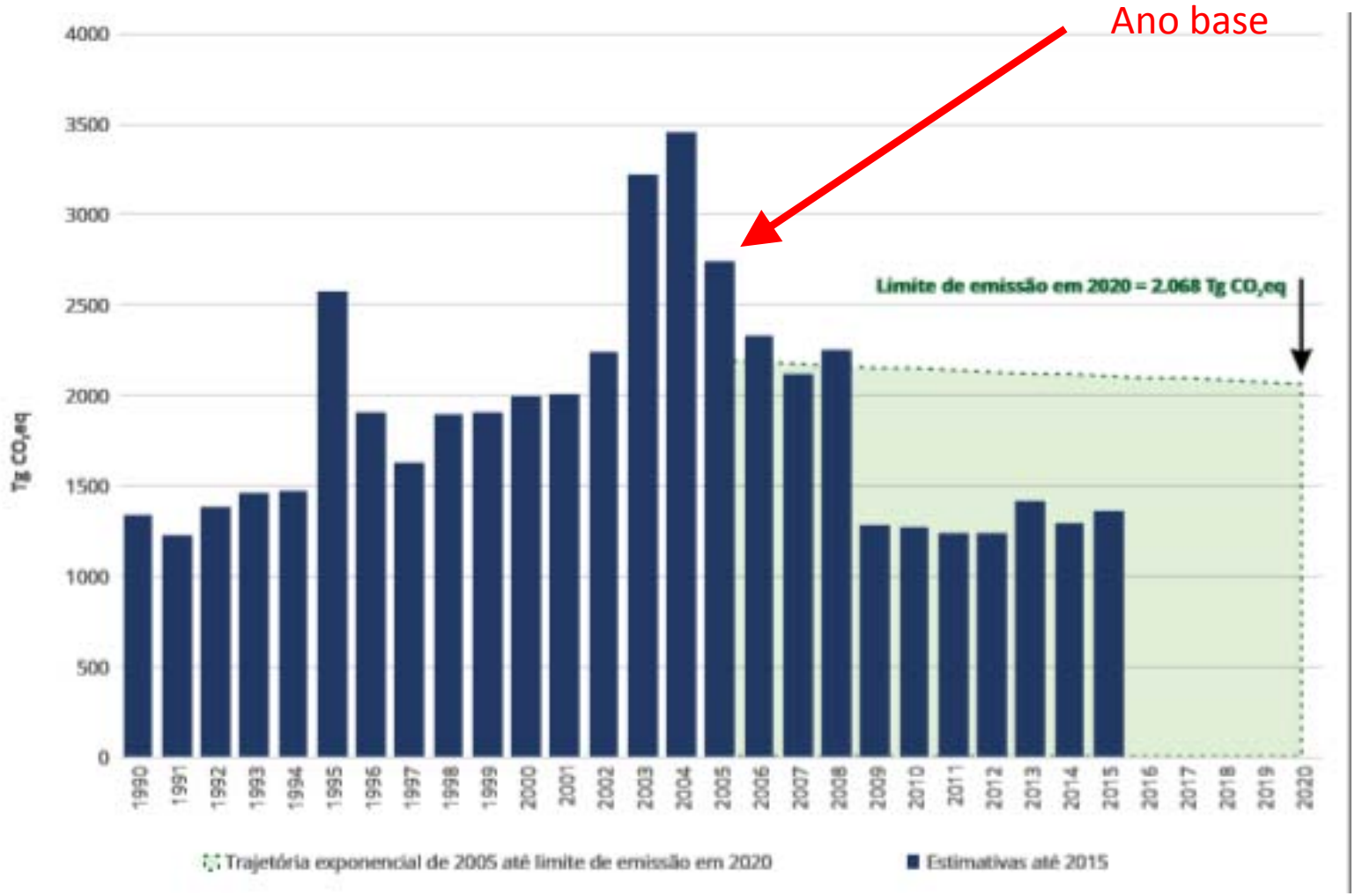
Acordo de Paris
Brasil submeteu sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC)
Compromisso:

Redução em 37% no ano de 2025;
Redução indicativa de 43% nas emissões de 2030

Ano base 2005

Compromissos

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada



Estimativas de emissões, até 2015, e compromisso de limite de emissões para 2020 definido por decreto.
Fonte: Sirene/MCTIC.

Possíveis caminhos

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

- Fórum Brasileiro de Mudança do Clima elaborou uma "Proposta Inicial de Implementação da NDC"

https://www.fbmc.com.br/documentos

Possíveis caminhos

- MCTIC contribuiu com possíveis trajetórias utilizando modelos de otimização multisetoriais

https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/documentos/index.html

Possíveis caminhos

- **Acordo de Paris Artigo 4,**

  Para 19:

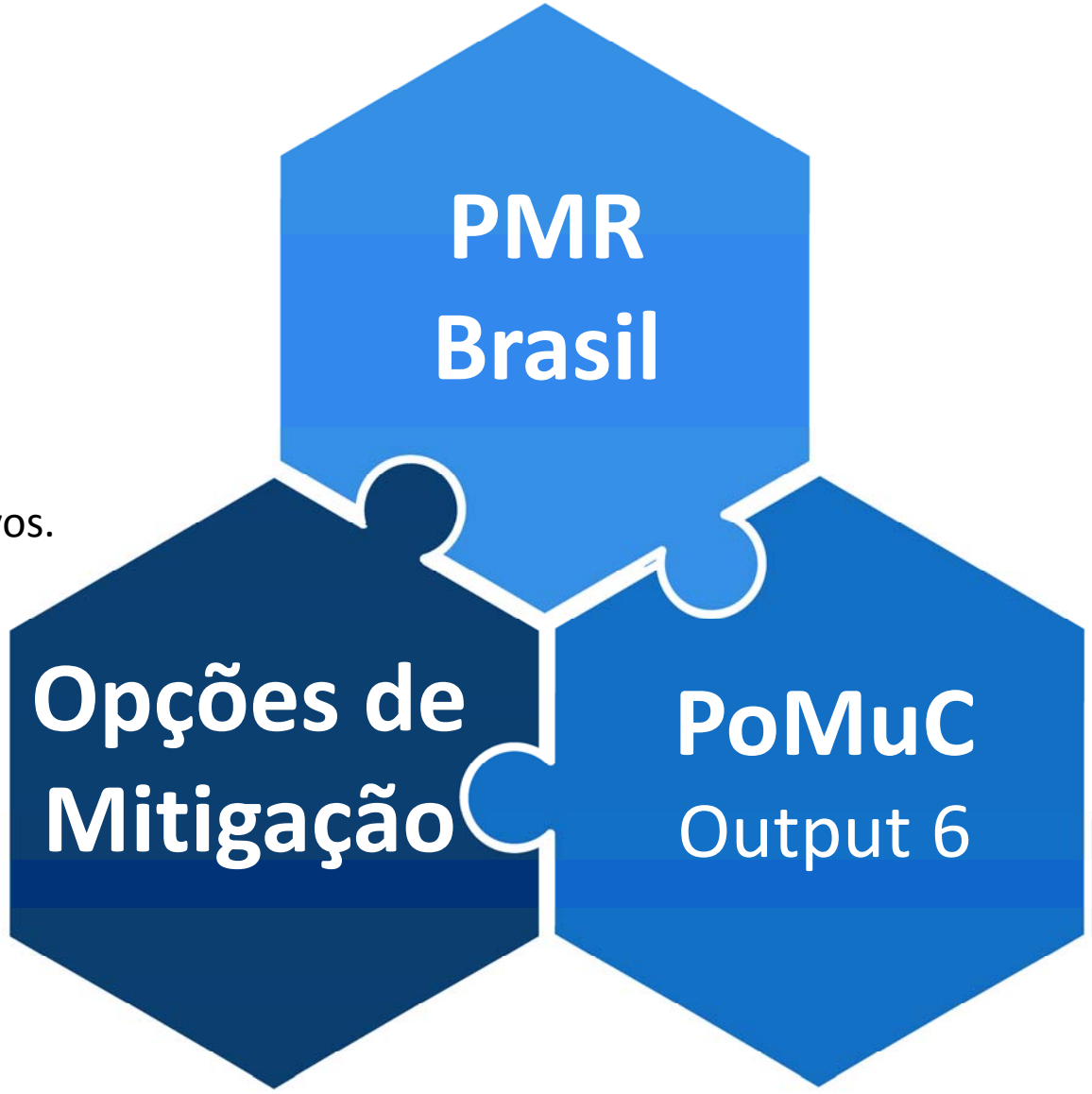
- Todas as Partes deverão envidar esforços para formular e comunicar estratégias de longo prazo para um desenvolvimento de baixa emissão de gases de efeito estufa

https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/documentos/index.html

Ferramentas já disponíveis

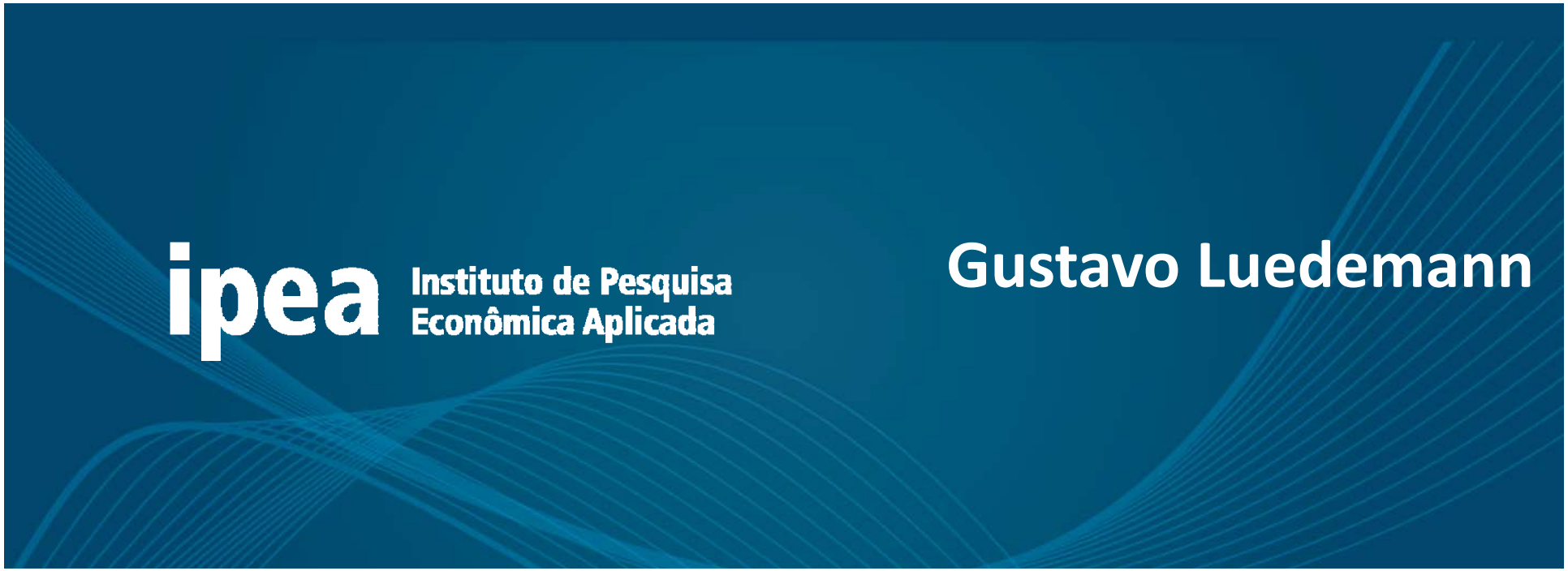
ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

- Governo Federal dispõe de estudos que permitem desenhar politicas públicas capazes de atingir metas mitigando impactos negativos.



Fim

GUSTAVO.LUEDEMANN@IPEA.GOV.BR



Projeto PoMuC

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

- Registro de emissões por agentes (empresas)

PoMuC
Programa Políticas sobre Mudança do Clima

Produto elaborado para:
Ministério da Fazenda
Cooperação Alemã para o Desenvolvimento
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Produto 1 – Análise da questão, cenário e objetivos do PNR GEE

Elaborado por:
Consórcio GFA-WayCarbon-UBA Austria

umweltbundesamt · WAY CARBON · GFA CONSULTING GROUP

Raoni Rajão
Felipe Bittencourt
Sarah Irffi
Tiago Pinheiro
Matheus Brito
Fábio Marques
Lidiane Vieira
Rodrigo Ferreira
Patrick Bürgi
Gustavo Luedemann

giz · MINISTÉRIO DA FAZENDA · MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

Fonte: Ministério do Meio Ambiente - http://diretoriopre.mma.gov.br/index.php/category/83-bmub-pomuc-politicas-sobre-mudanca-do-clima?doc=2 acesso em 28/08/2019

Documento elaborado por: Palestrante Mauro Meirelles Oliveira Santos

Data: 29/08/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Estimativas e Compromissos”

Gases de Efeito Estufa

Compromissos Internacionais, Inventários, Estimativas, Metas Nacionais

Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima
Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal
Audiência Pública

Brasília, 29 de agosto de 2019

Mauro Meirelles de Oliveira Santos

Especialista em inventários de gases de efeito estufa

Revisor internacional de inventários da Convenção do Clima - UNFCCC

Aviso legal

- Todas as indicações, dados e resultados desta apresentação foram compilados e cuidadosamente revisados pelo autor. O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações não pode ser responsabilizado por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas nesta apresentação, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações aqui apresentadas.
- Os resultados, as interpretações, as recomendações, as estimativas e as conclusões expressas nesta apresentação são de responsabilidade do autor, não refletindo a opinião do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, nem de outros órgãos do governo participantes e consultados para elaboração desta apresentação.

Convenção do Clima – UNFCCC

- Os países em desenvolvimento devem submeter uma Comunicação Nacional (**CN**), periodicamente, à UNFCCC
  - Contém o **inventário nacional** de gases de efeito estufa
- Status das submissões
  - CN Inicial – em 10/12/2004
  - Segunda CN – em 30/11/2010
  - Terceira CN – em 20/04/2016
  - Quarta CN – em elaboração – previsão 12/2020
- A UNFCCC auxilia financeiramente o Brasil a fazer a sua **CN**.

Inventário Nacional de GEE

- O inventário nacional segue **metodologias do IPCC** e aprovadas pela UNFCCC.
- Há diferenciação entre países industrializados e **em desenvolvimento**.
- O inventário é um **exercício complexo**, envolvendo dados básicos (normalmente públicos) e parâmetros que ligam esses dados às suas respectivas emissões.
- A publicação de um inventário nacional inclui os dados de atividade, parâmetros e fatores de emissão necessários para a **reprodução dos cálculos**.
- Quanto **mais preciso** é um inventário, **maior o seu custo**.
- O inventário nacional **estima as emissões totais do país**, *incluindo – mas não necessariamente individualizando* – as reduções conseguidas por ações nacionais, tenham sido elas motivadas por lei, pela população ou pelo mercado.
- **Exemplos:**
  - Uma nova torre eólica não aparece ligada a redução de combustíveis fósseis
  - As reduções das emissões de um aterro sanitário que seja projeto MDL são mostradas
  - Uma troca de combustíveis de uma indústria, de óleo pesado para gás, não é individualizada

LEI Nº 12.187 (29/12/2009)

- Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
- NAMAS – *National Appropriate Mitigation Actions*
  - Submetidas à UNFCCC em 29/01/2010

- Decreto 7390/2010 – atende à Lei 12.187 e detalha as NAMAs

  (esse decreto foi substituído pelo 9578/2018, com mesmos dados)
- Estimativas Anuais do MCTIC (conforme pede o decreto)
  - Quatro edições até agora (2013, 2014, 2016 e 2017)
  - A quinta edição está para ser publicada
  - As Estimativas Anuais são atualizações do último inventário
    - *Utilizam-se todos os novos dados de atividade, possíveis de reunir*
    - *São mantidos fatores de emissão e parâmetros*

Compromissos

- A Lei 12.187 (2009) estabeleceu **metas voluntárias** até 2020: redução **entre 36,1% e 38,9%** de suas emissões projetadas até 2020.
  - Esse compromisso é repetido em nossas **NAMAs**.
- Com o Acordo de Paris, o Brasil informou, na sua NDC – Contribuição Nacionalmente Determinada (21/09/2016), o **compromisso** de:
  - Reduzir as emissões de gases de efeito estufa em **37% abaixo dos níveis de 2005**, em 2025 (*43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030*)
- A NDC brasileira consta de duas partes: a **primeira contém o compromisso** propriamente dito; **a segunda**, exercícios numéricos e sugestões de **ações não cobráveis internacionalmente**.
  - Considerando as emissões de 2005 como 2,1 Gt CO2e, o limite em 2025 seria de 1,3 Gt CO2e e 1,2 Gt CO2e 2030
  - Notar que os inventários nacionais devem **recalcular** toda sua **série histórica** desde que haja melhores dados ou novas metodologias a seguir → *o III Inventário já alterou essa série, inclusive para 2005*
  - Há várias ações listadas para as quais ainda não há mecanismo de controle, tais como **controle de desmatamento ilegal** ou **aumento de eficiência energética**

Observações sobre o Acordo de Paris

- O inventário não se baseia em metas globais de temperatura. Há modelos mundiais que reúnem todos os inventários dos países e simulam os aumentos de temperatura. Os cálculos mais atuais indicam que as metas iniciais de todos os países dentro do Acordo de Paris **não reduzirão a temperatura global abaixo de 3 graus Celsius** em relação à média antes da Era Industrial. O Acordo de Paris pedia 2º C pelo menos, com vistas a se atingir 1,5º C.
- → *Um comprometimento maior é pedido a todos os países*

A questão das métricas – GWP e GTP

No Brasil, o CH_4 (metano) é um das principais fontes de emissão, por causa principalmente da fermentação entérica do gado bovino (*arroto do boi*).

O CH_4 precisa ser multiplicado pelo **GWP** (ou pelo ***GTP***) para ser convertido a *equivalente de CO2* → **28 (*ou 4*)**

Isso faz toda a diferença em comparações!

Os países industrializados usam os valores do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC – AR4.

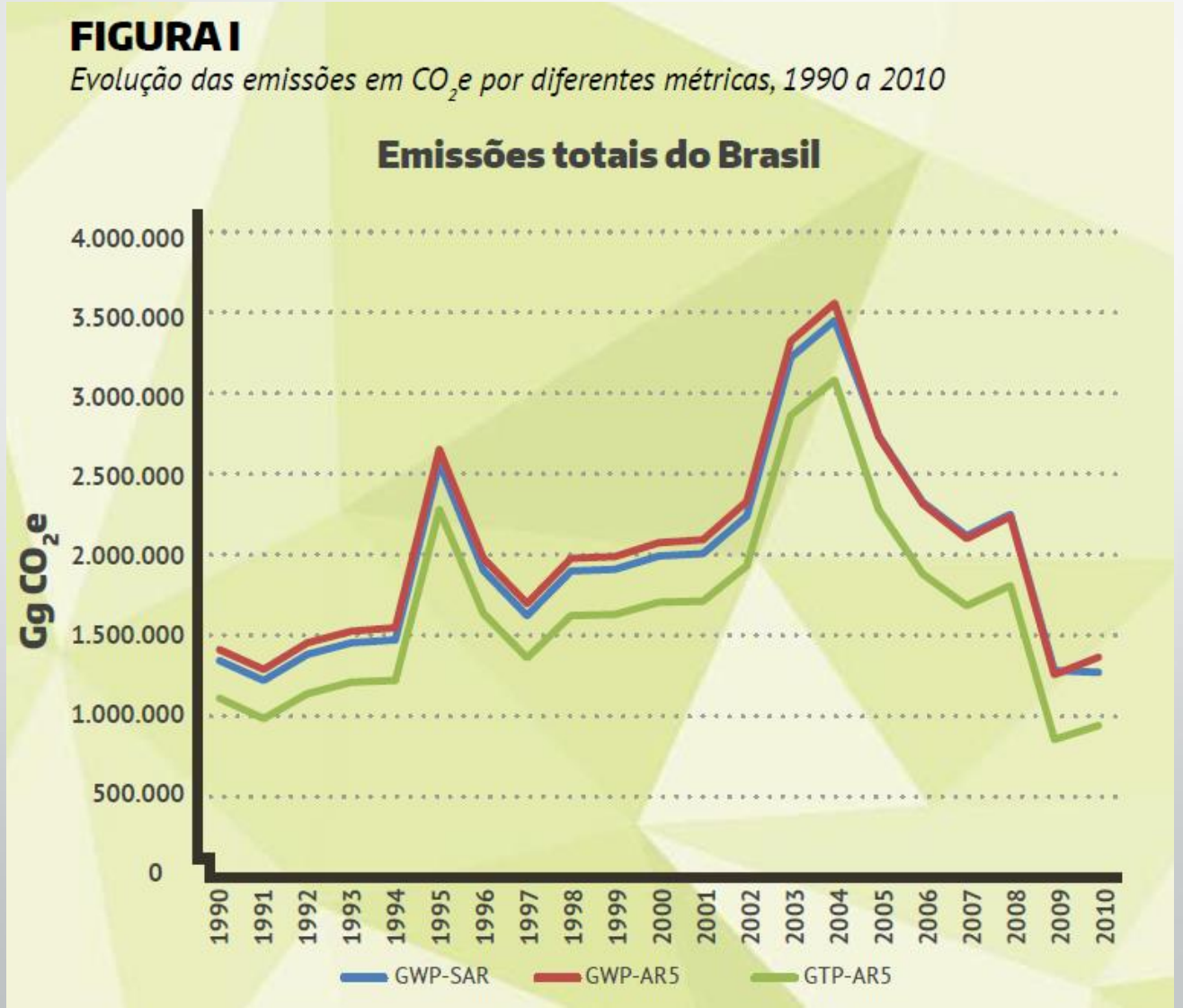
O Brasil demonstrou que, para as metas visando controle de temperatura, o GTP (AR5) é o mais indicado, mas ele ainda não foi aceito para uso internacional nos inventários sob a UNFCCC.

Gás	GWP1 100 anos SAR-1995	GWP2 100 anos AR5-2014	GTP 100 anos AR5-2014	GWP3 100 anos AR4-2007
CO_2	1	1	1	1
CH_4	21	28	4	25
CH_4 fóssil	21	30	6	25
N_2O	310	265	234	298
HFC-23	11.700	12.400	12.700	14.800
HFC-32	650	677	94	675
HFC-125	2.800	3.170	967	3.500
HFC-134a	1.300	1.300	201	1.430
HFC-143a	3.800	4.800	2.500	4.470
HFC-152a	140	138	19	124
CF_4	6.500	6.630	8.040	7.390
C_2F_6	9.200	11.100	13.500	12.200
SF_6	23.900	23.500	28.200	22.800

Emissões brasileiras – III Inventário Nacional

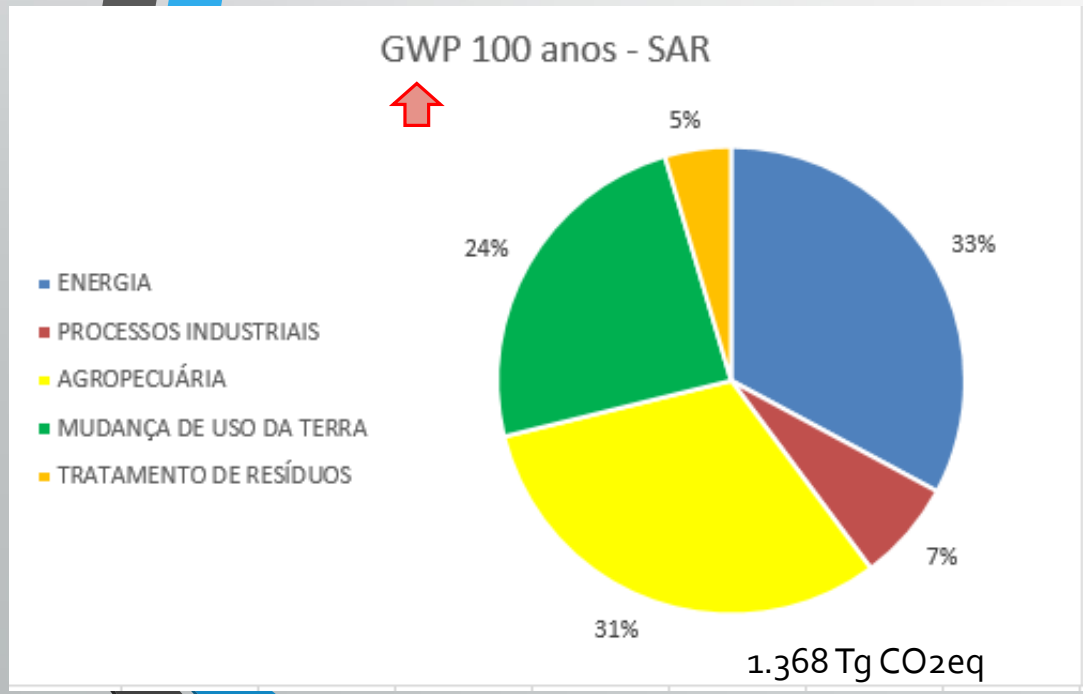
FIGURA I

Evolução das emissões em CO_2e por diferentes métricas, 1990 a 2010

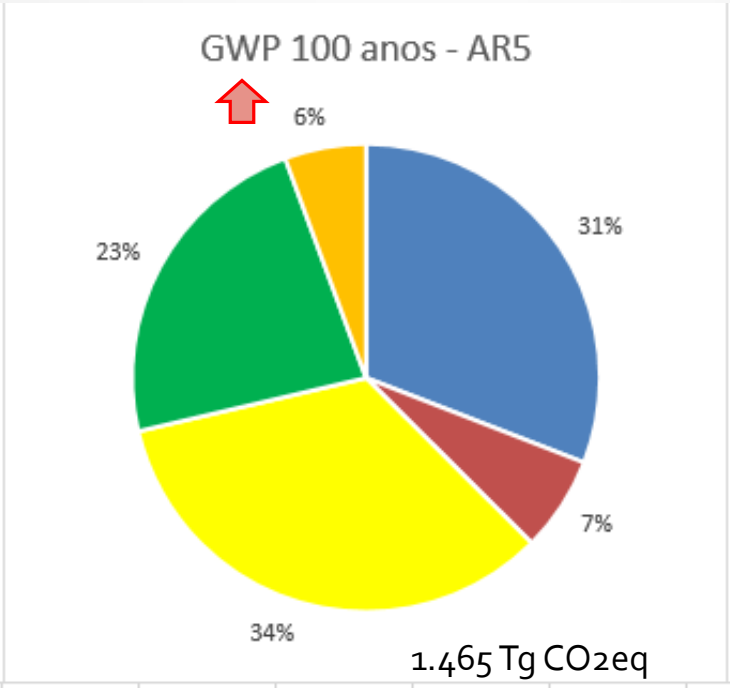


Efeito das diferentes métricas
Emissões de 2015 (Estimativas 4ª. Edição)

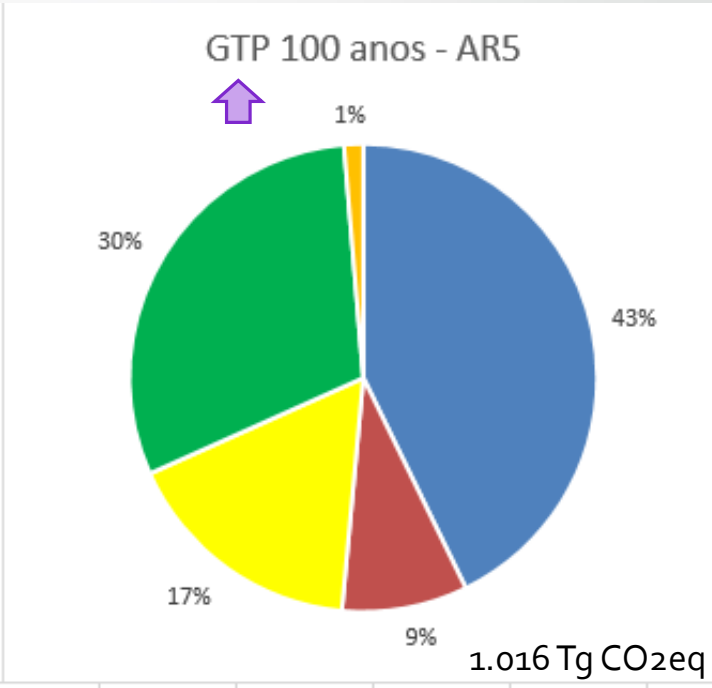
GWP usado para o Decreto 7390 (9578) **GWP usado para o Acordo de Paris (NDC)** **GTP citado na NDC – segunda parte**



1.368 Tg CO2eq



1.465 Tg CO2eq



1.016 Tg CO2eq

Emissões brasileiras – Estimativas 4ª. Edição

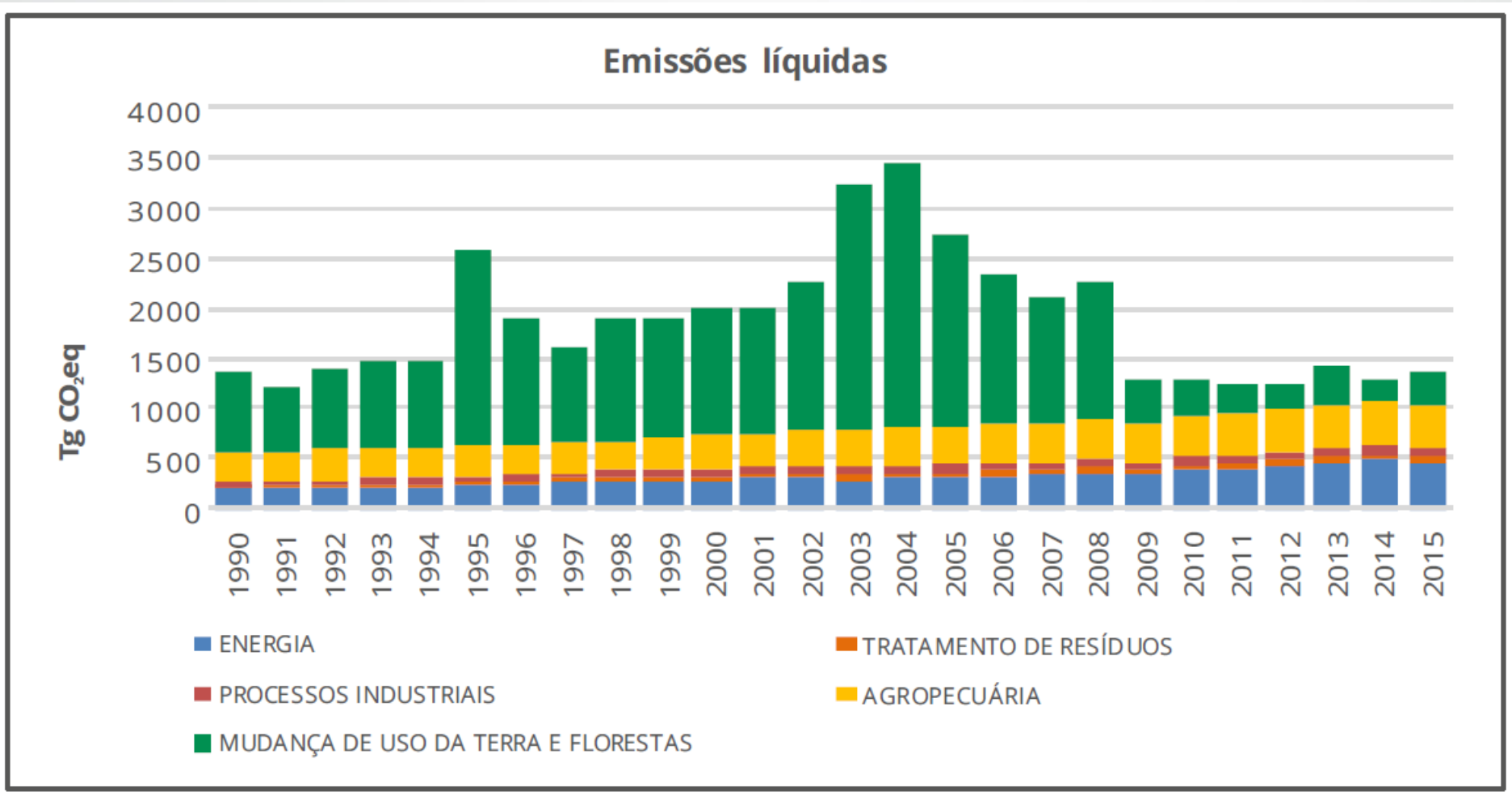
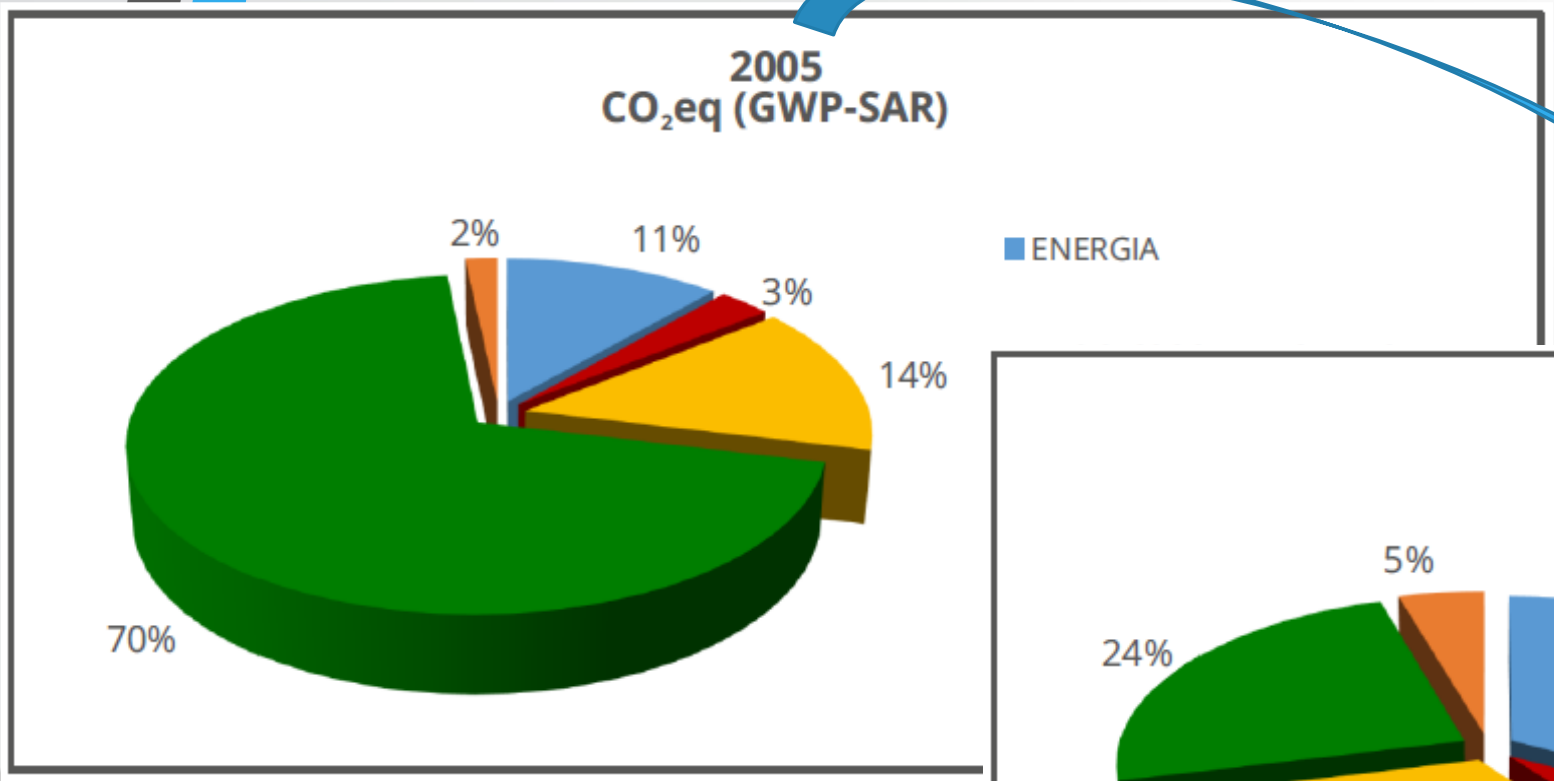
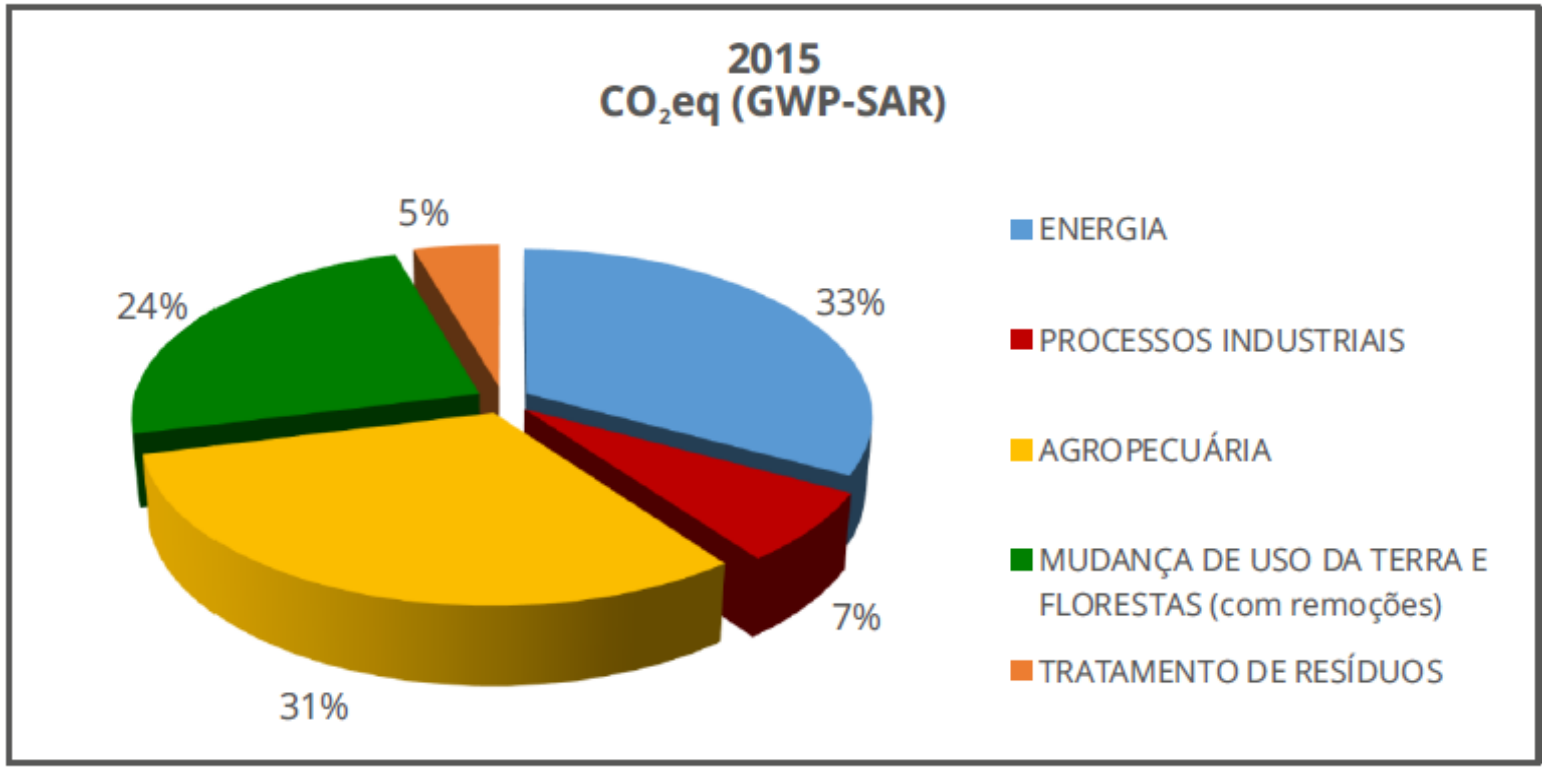


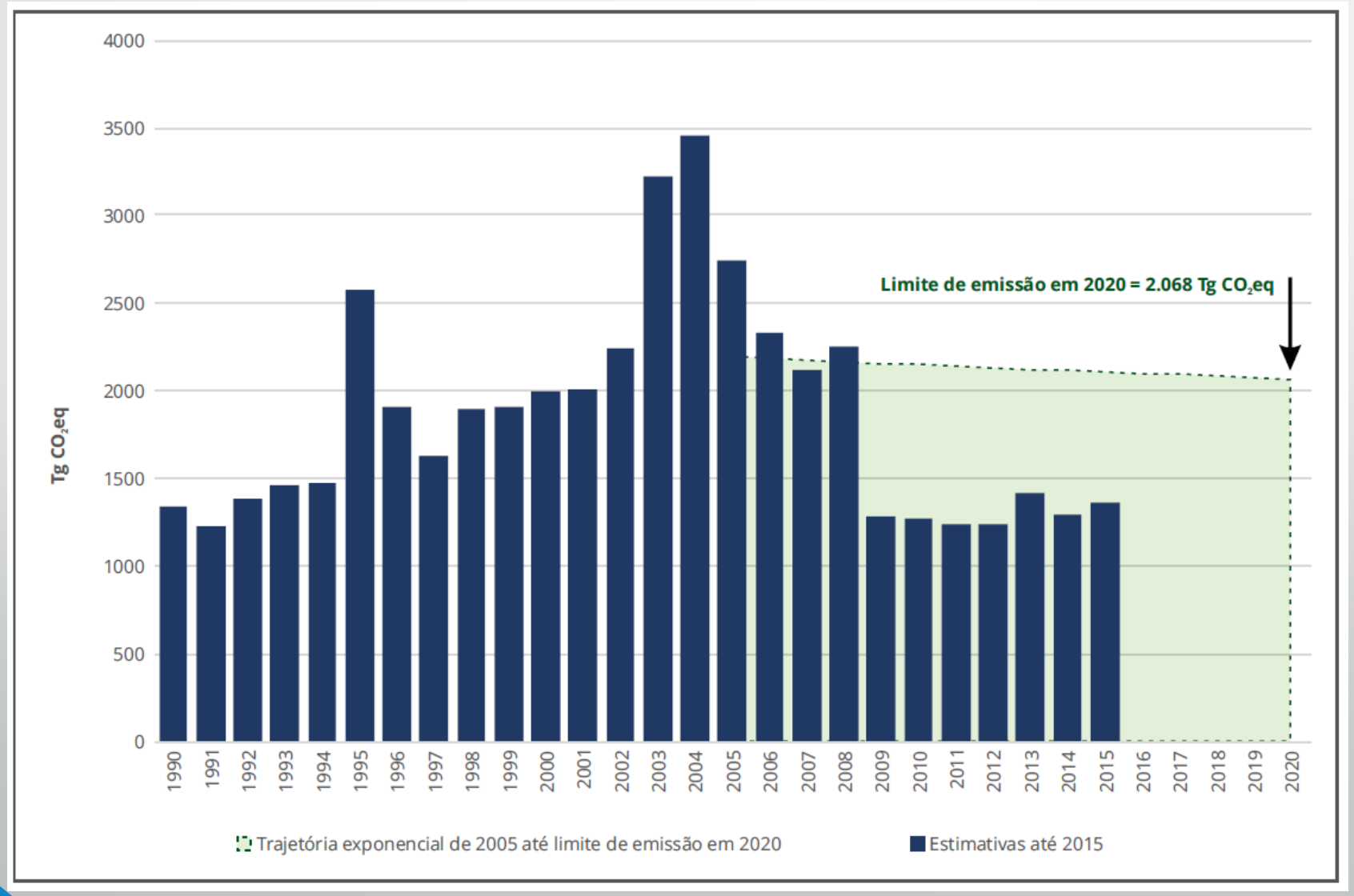
Figura I – Emissões líquidas de gases de efeito estufa no Brasil, por setor, de 1990 a 2015 (Tg = milhões de toneladas).

Emissões brasileiras – Estimativas 4ª. Edição



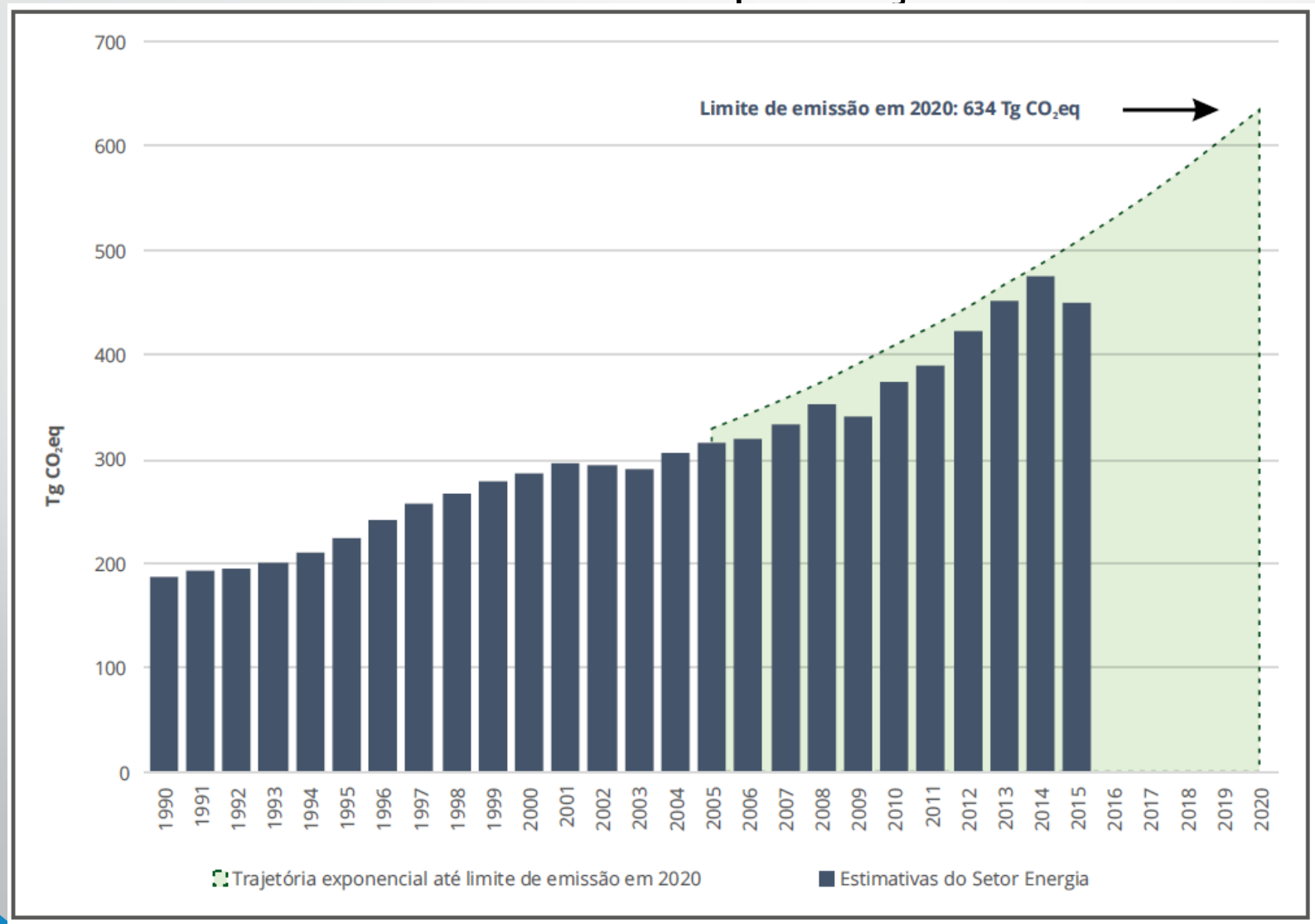


Meta do Decreto 7390 – Estimativas 4ª. Edição



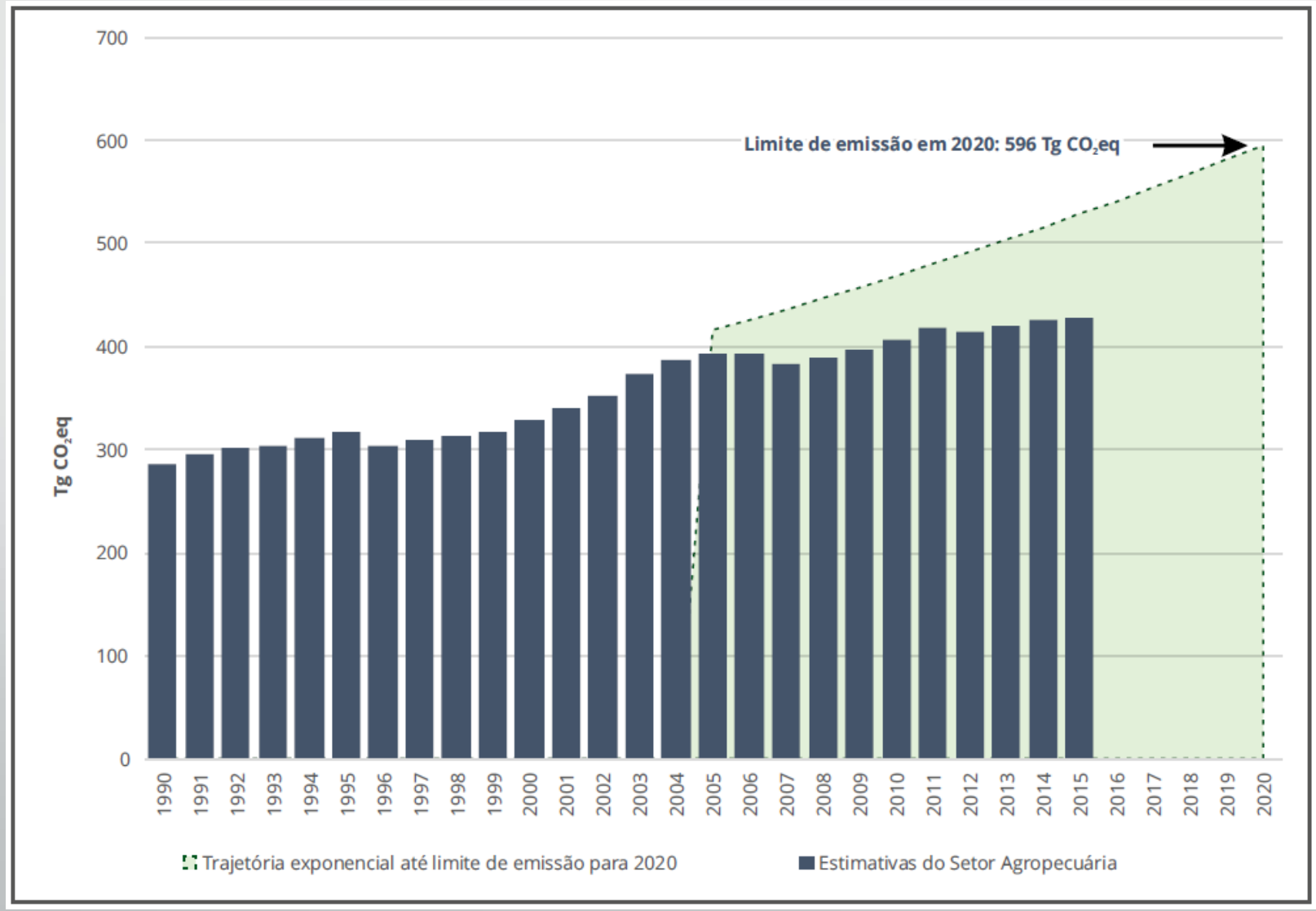
Meta do Decreto 7390 – Energia

Estimativas 4ª. Edição

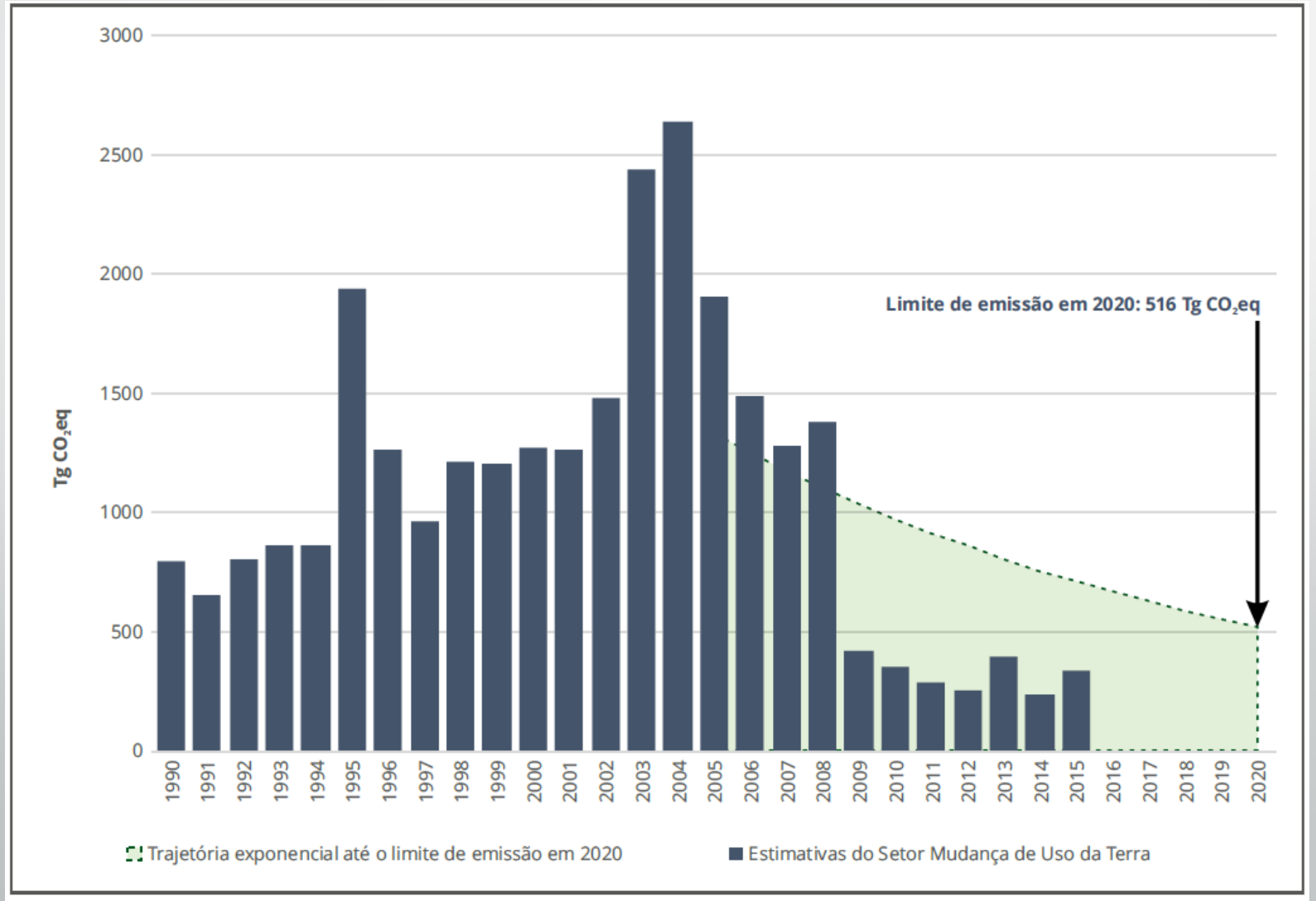


Meta do Decreto 7390 – Agropecuária

Estimativas 4ª. Edição

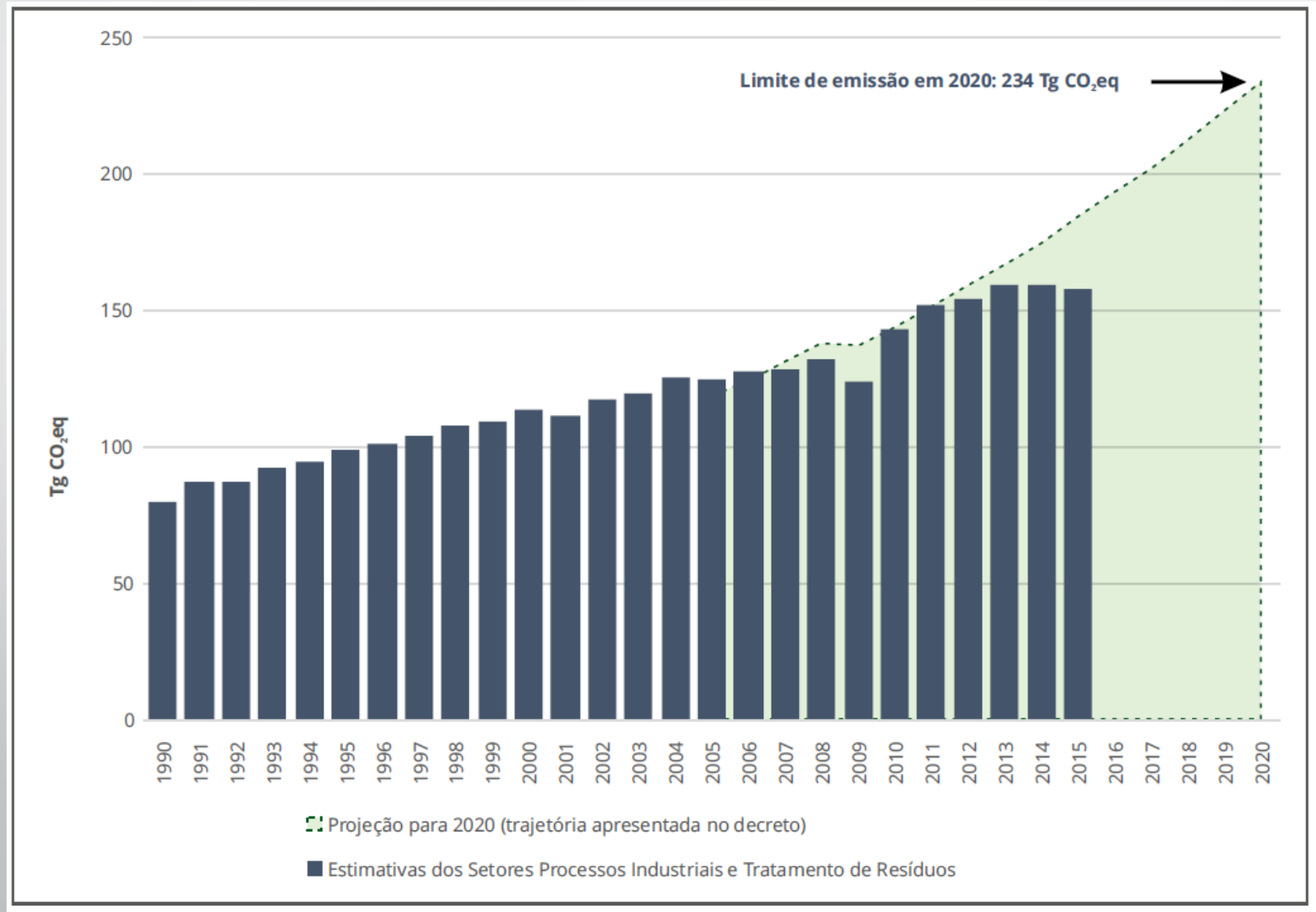


Meta do Decreto 7390 – Mudança do Uso da Terra
Estimativas 4ª. Edição

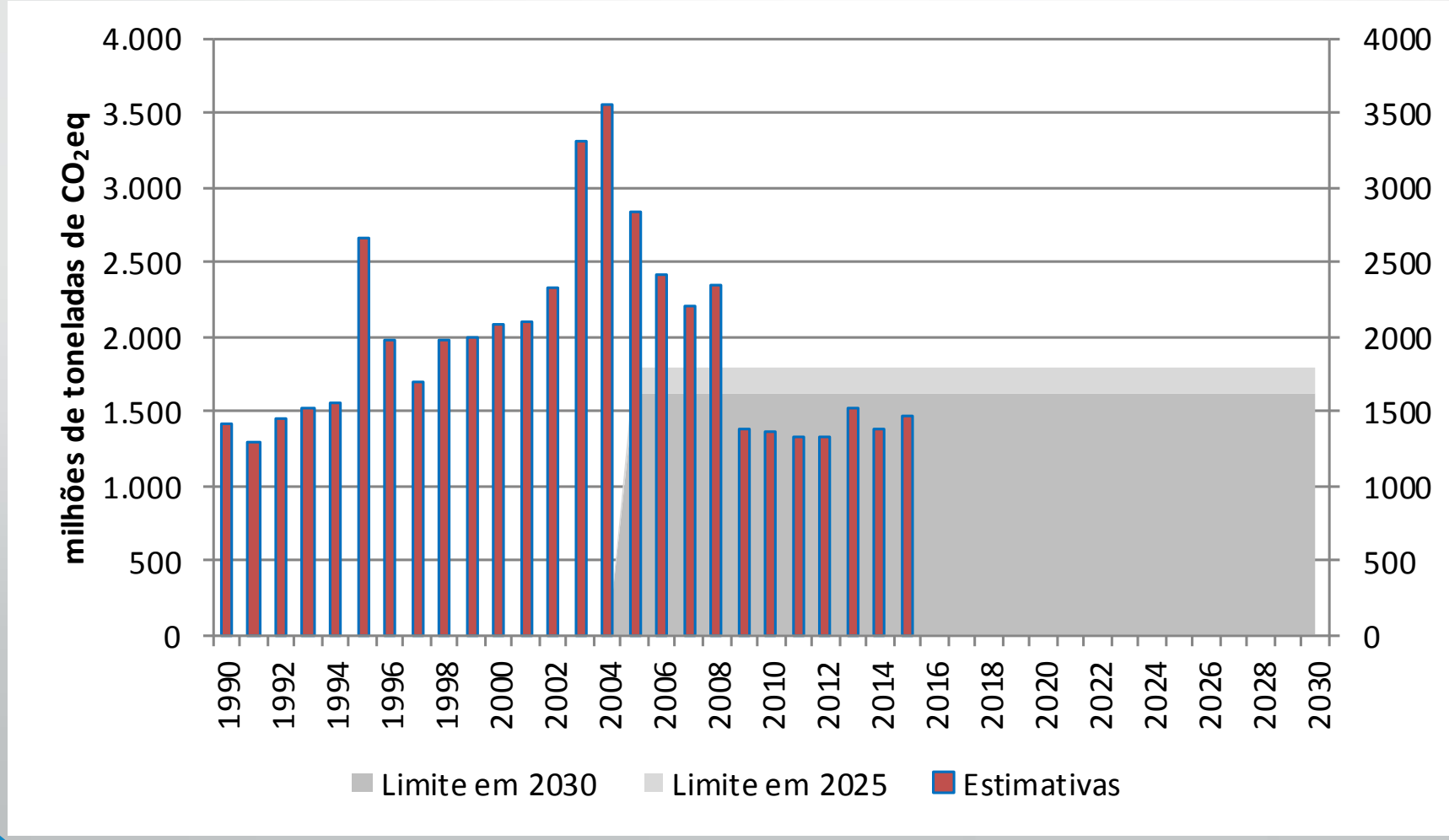


Meta do Decreto 7390 – Processos Industriais e Resíduos

Estimativas 4ª. Edição



Metas do Acordo de Paris com os dados das Estimativas 4ª. Edição (AR5)



Obrigado pela atenção!

mauro.meirelles.mct@gmail.com

- Fonte de dados: Comunicações Nacionais e Estimativas Anuais estão publicadas no portal do SIRENE (Sistema de Registro Nacional de Emissões):

  https://sirene.mctic.gov.br

Documento elaborado por: Palestrante Paulo Moutinho

Data: 29/08/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Estimativas e Compromissos”

Comissão de Meio Ambiente
Audiência Pública – Senado Federal
Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC

PNMC

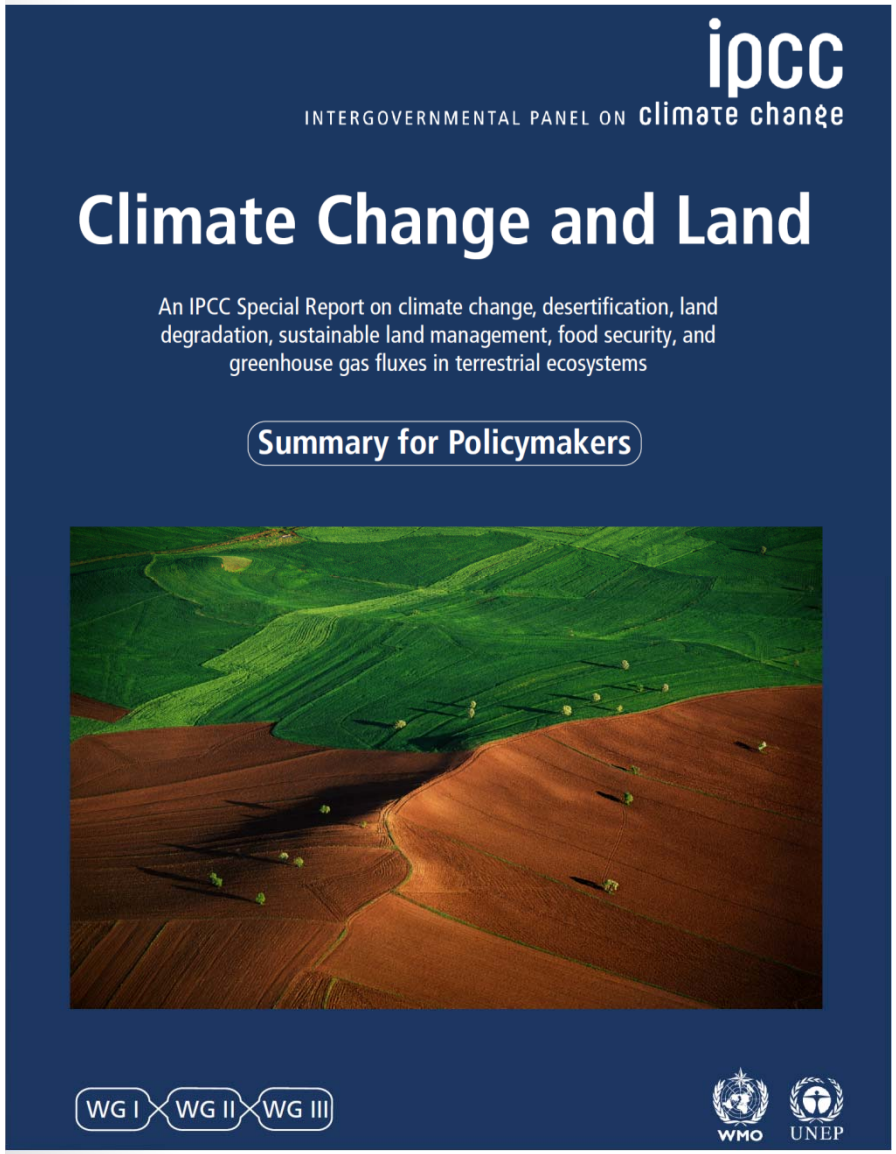
Já sabemos o caminho para uma economia de baixa emissão de carbono.

Paulo Moutinho, Ph.D.
Pesquisador Sênior – IPAM
moutinho@ipam.org.br
Brasília, 29 de agosto de 2019

IPAM
Amazônia

IPAM
Amazônia
Woods Hole Research Center
EDF
Environmental Defense Fund
Finding the ways that work
USP
Universidade de São Paulo
UFG
Eletrobras
Eletronorte
ADEPARÁ
imaflora
UnB
COICA
Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica
CEPLAC
IEB
Instituto Internacional de Educação do Brasil
Embrapa
Amazônia Oriental
FVPP
SEBRAE
SENAR
The Nature Conservancy
Imazon
fbds
UFMG
EMATER-PARÁ
IDESAM
Ideflor-bio
ISA
WWF
APIB
COIAB
COOPROPAC
Cooperativa de Produtores Familiares Rurais de Pacajá
FETAGRI
Instituto Louis Dreyfus
Povo do Acre
GOVERNO DO MARANHÃO
GOVERNO DE TODOS NÓS
GOVERNO DE RORAIMA
GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
AMAPÁ
GOVERNO DO ESTADO
GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
FUNAI
giz
ICMBio
MMA
CAAREAPA
CFR
CASAS FAMILIARES RURAIS
MMTCC
CONTAG
CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
AMAGGI
Cargill
CIDS
INICIATIVA VERDE
FGV
CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL
Brasil

Mudança Climática Global (IPCC Special Report – Ag 2019



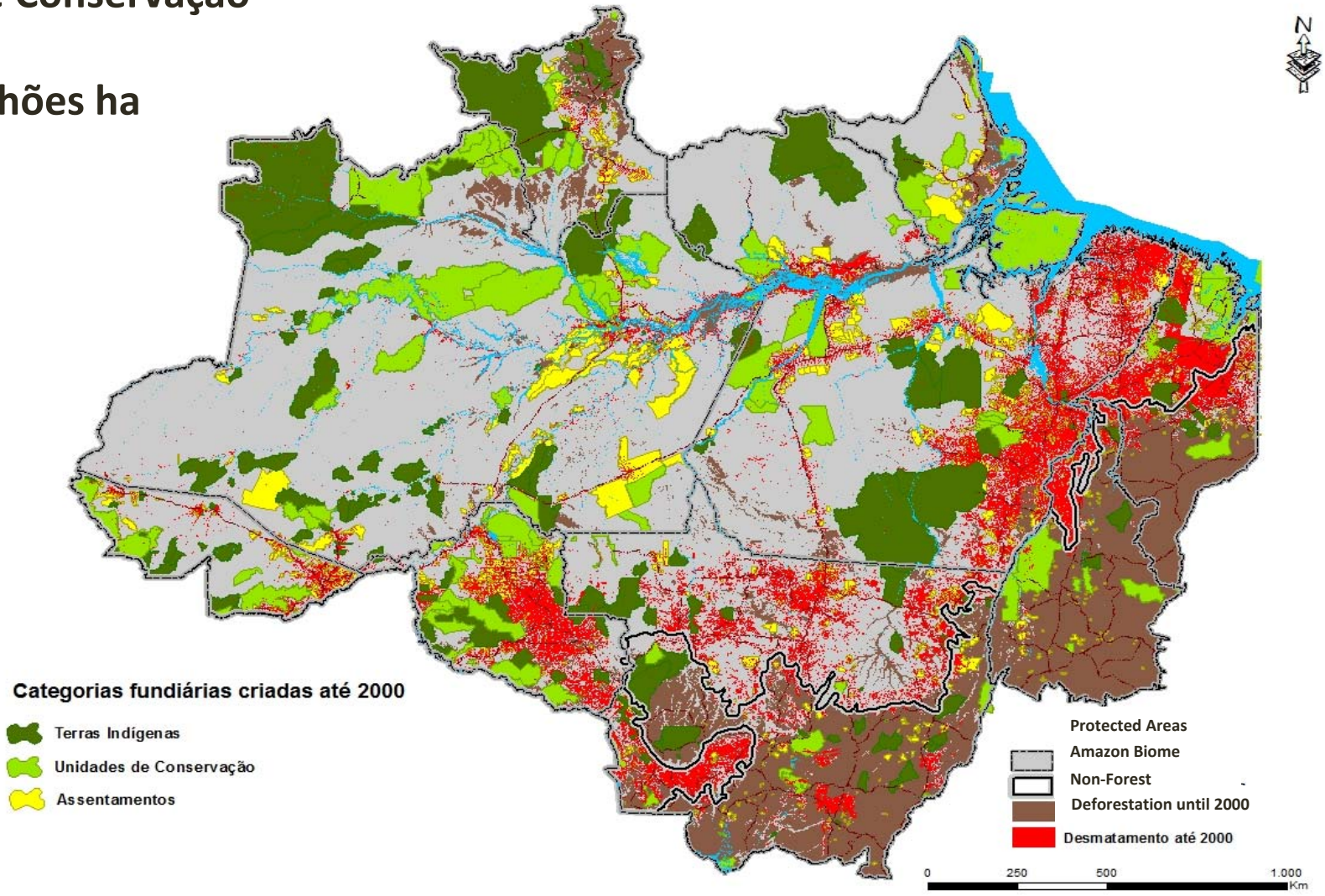
https://www.ipcc.ch/report/srccl/

- ✓ Temos que reduzir a zero o desmatamento
- ✓ Incentivar fortemente o reflorestamento
- ✓ Aumentar a produção de alimentos de modo sustentável
- ✓ Produzir biocombustíveis de modo sustentado.

Terras Indígenas
 # 212
Área: 69 milhões ha

Unidades de Conservação
 # 149
Área: 54 milhões ha

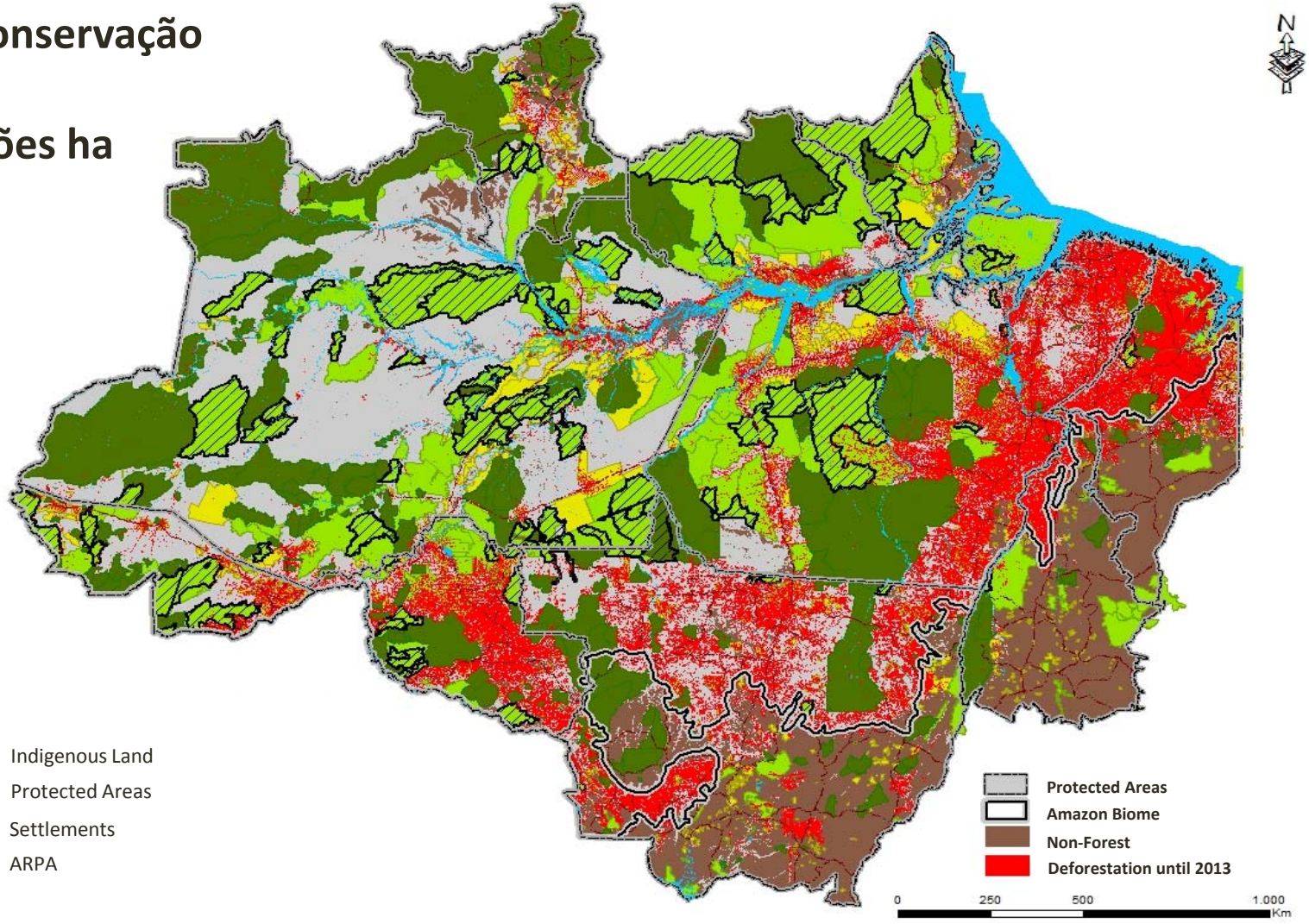
2000

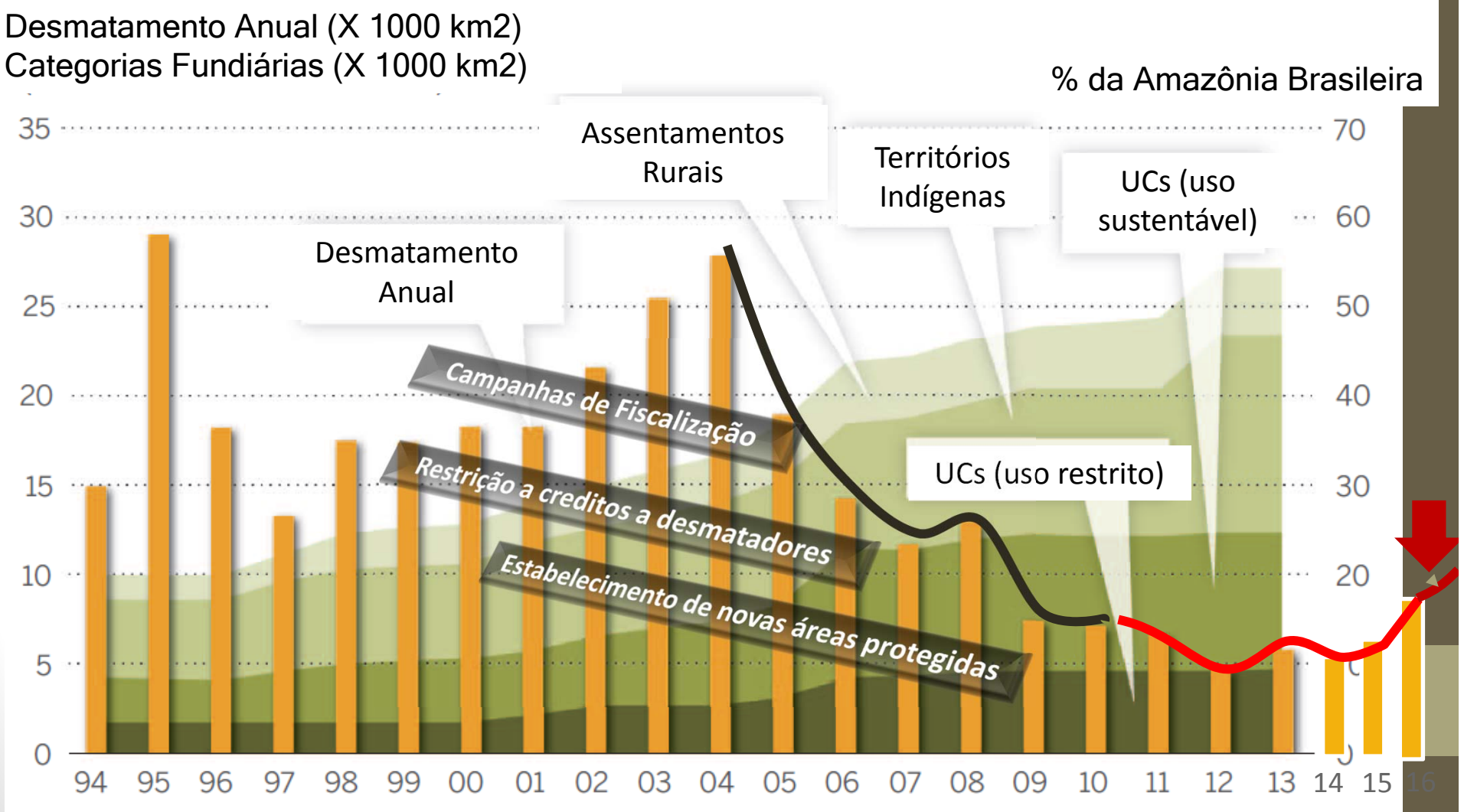


Terras Indígenas
 # 381
Área: 112 milhões ha

Unidades de Conservação
 # 311
Área: 125 milhões ha

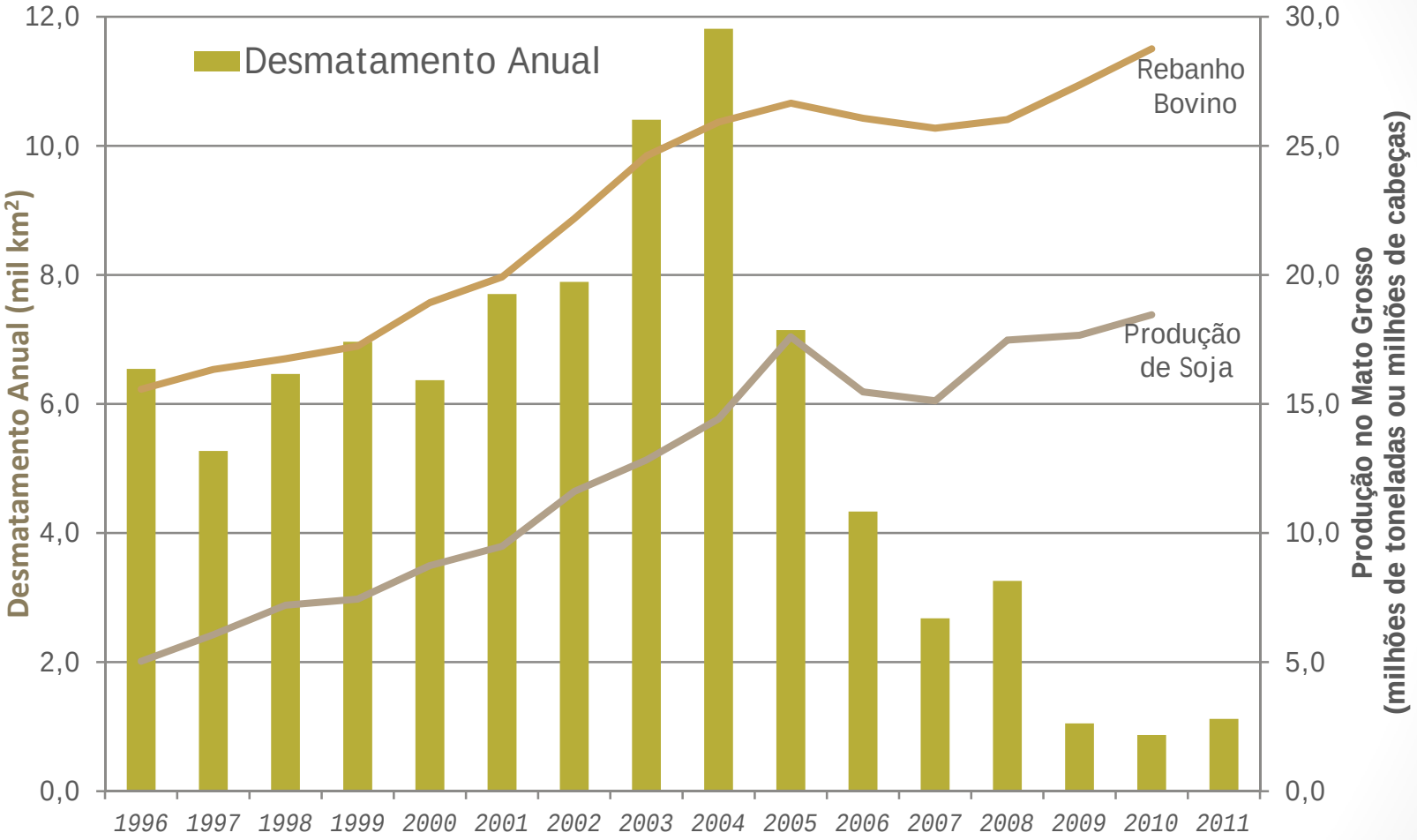
2015



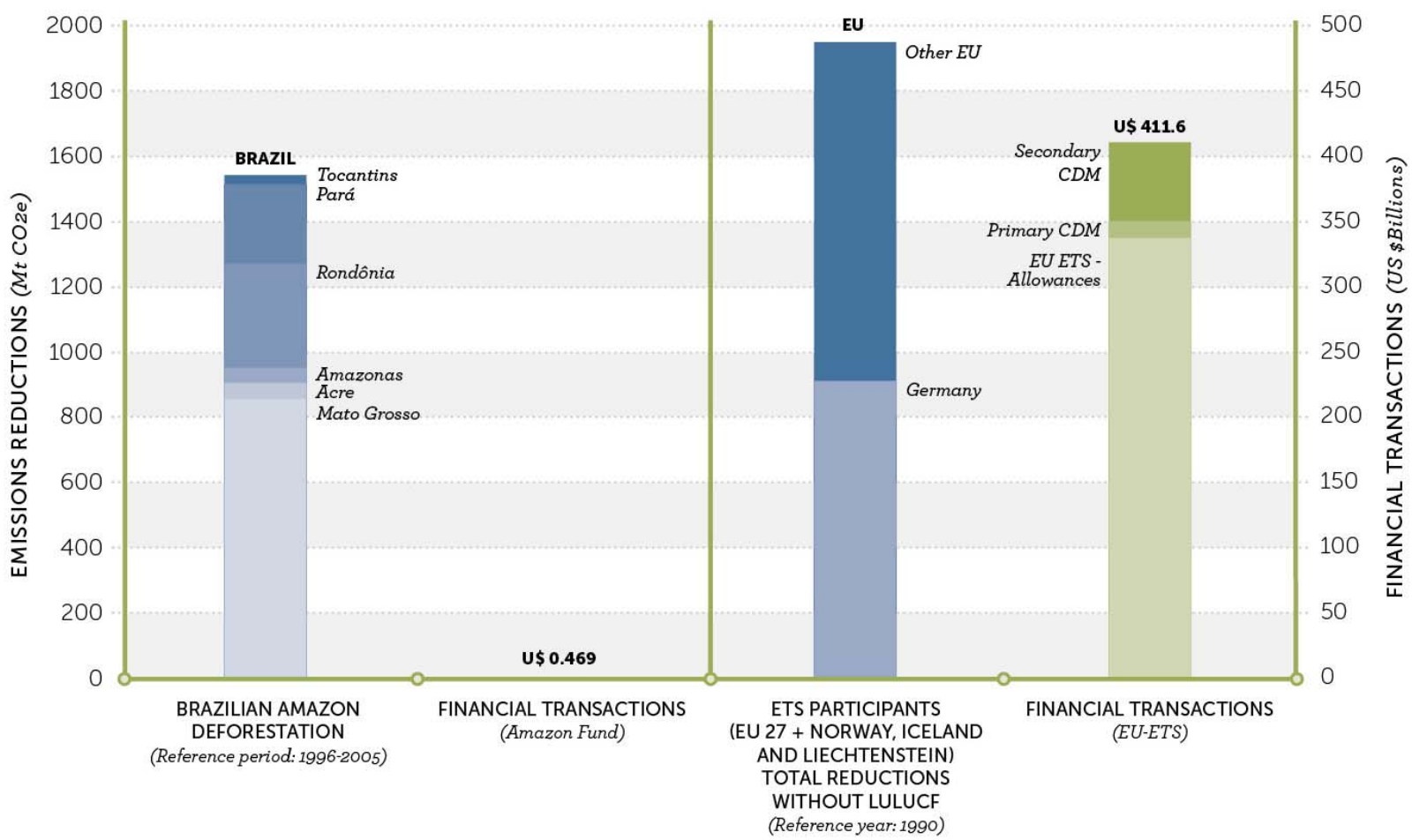


Source: Nepstad D., D. McGrath, C. Stickler, A. Alencar, A. Azevedo et *al.* 2014. Science 344, 1118; Soares et al. 2010. PNAS www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913048107

É possível !

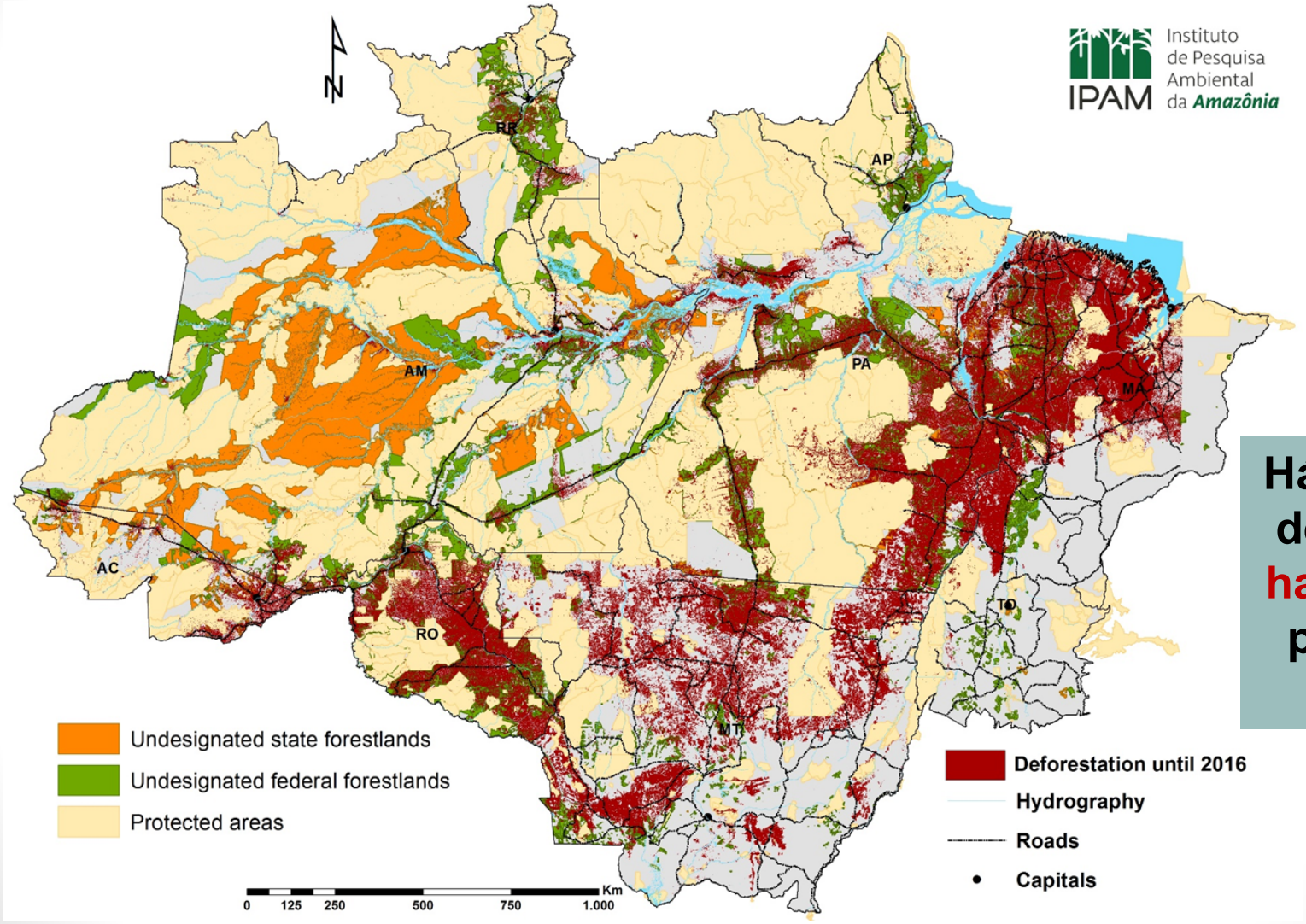

Desmatamento Anual
Rebanho Bovino
Produção de Soja
Desmatamento Anual (mil km²)
Produção no Mato Grosso (milhões de toneladas ou milhões de cabeças)
12,0
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011

Redução de Emissões, compensação e Finanças Verdes



Nepstad 2012 (http://news.mongabay.com/2012/0925-nepstad-greenpeace-report.html).
Source for EU-ETS Emission reduction: http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/time_series_annex_i/items/3814.php
Source for EU-ETS finances: State and Trends of the Carbon Market Report 2011
http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/ENVIRONMENT/EXTCARBONFINANCE/0,,contentMDK:22928492~pagePK:64168445~piPK:64168309~theSitePK:4125853,00.html
Source for Amazon Deforestation emission: PRODES/INPE http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php

Estancar a grilagem em florestas públicas

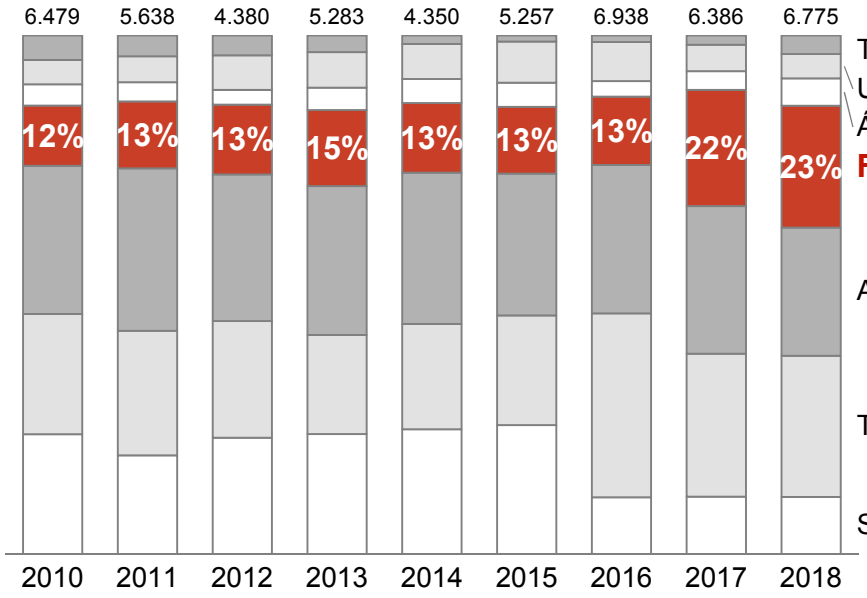


Há um estoque de 64 milhões ha de florestas públicas não destinadas

Fonte: Azevedo-Ramos, C & P. Moutinho 2018. Land Use Policy.

Desmatamento por Categoria Fundiária

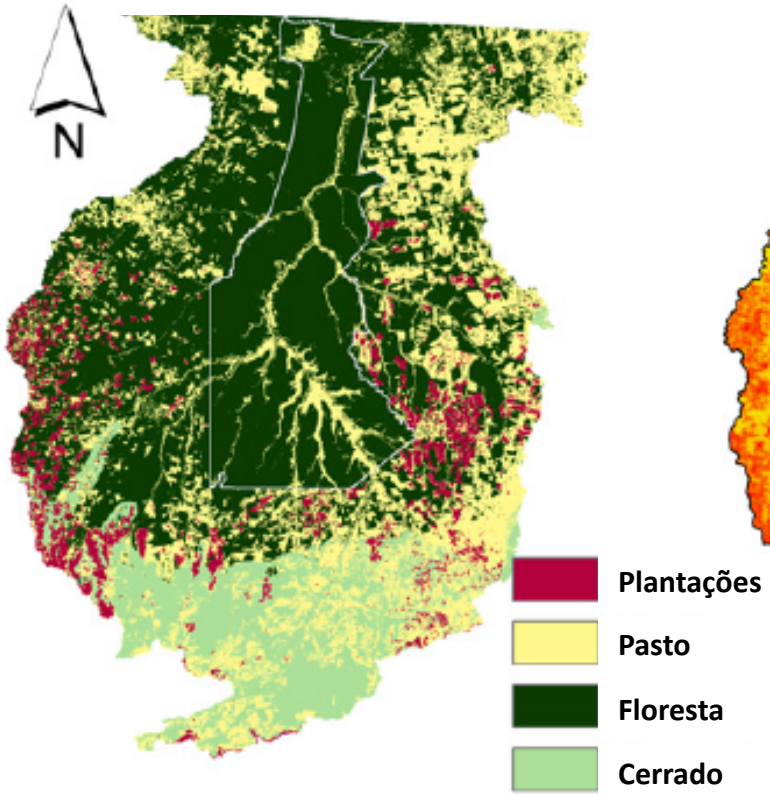
Área desmatada da Amazônia por categoria fundiária (km2)



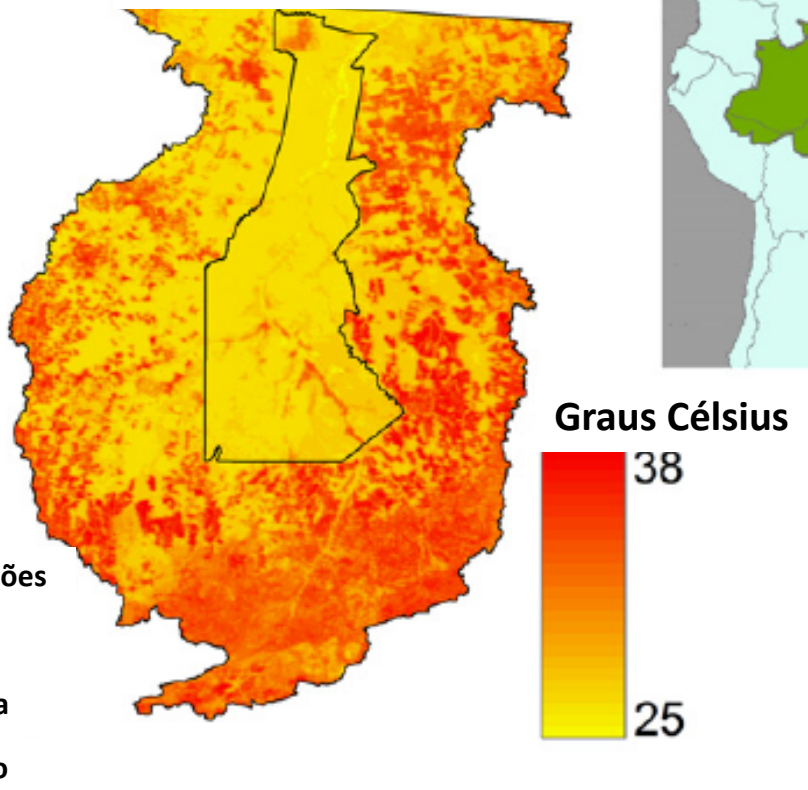
	Crescimento da área desmatada (TACC 2013-18)	Área da Amazônia por categoria (% da área total)
Terras Indígenas	7%	25%
Unidades de Conservação	-2%	21%
Áreas de Proteção Ambiental	9%	2%
Florestas não destinadas	**16%**	**14%**
Assentamentos Rurais	2%	8%
Terras Privadas	13%	21%
Sem Informação	-9%	9%
	5%	100 %

Fonte: IPAM

Uso da Terra - 2010



Temperatura - 2010



Bacia do Rio Xingu

Floresta tem um impacto direto sobre o clima:
10% de redução na cobertura florestal leva a uma redução de 50mm/ano na "evapotranspiração" e a um aumento de 0.5o C em temperatura.

IPAM Amazônia

Fonte: Silvério, D.V., et al. 2015. Environmental Research Letters 10:104015. doi:10.1088/1748-9326/10/10/104015

“Savanização”

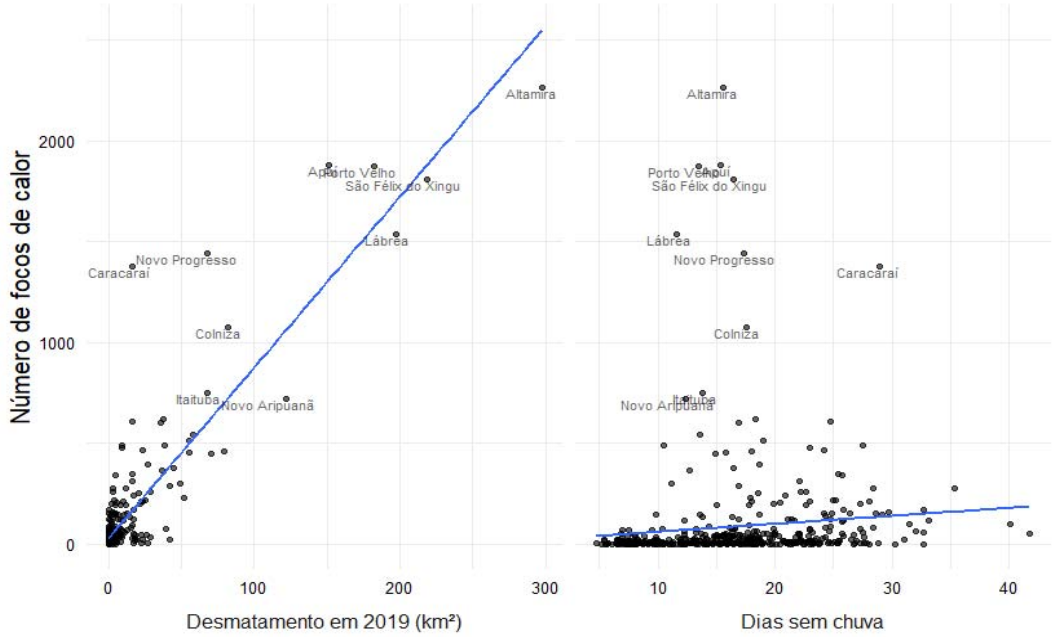
Fonte: Brando, P. et al. 2014. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought–fire interactions. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1305499111.

Queimando Ativos Econômicos

https://ogimg.infoglobo.com.br/in/23902458-30b-22a/FT1086A/652/xdesmatamento.jpg.pagespeed.ic.9XgrmJ1R5V.jpg

Desmatamento:
a origem do fogo de 2019.

É isto que importa!



PSA/REDD+ - Uma realidade no Brasil!

ICMS ecológico

Compensação ambiental

Bolsa Verde

Bolsa Floresta

ProAmbiente

Cobrança pelo uso e descarte da água

Isenção fiscal para RPPNs

Certificação

IR ecológico

Fundo Amazônia

ISA Acre, PCI MT, Pará 2020, etc.

CONSERV - IPAM

Ações comuns de PSA/REDD+

- Sequestro e emissão evitada de Carbono.
- Proteção de Biodiversidade.
- Proteção de nascentes de água.
- Beleza cênica.

Medidas de Mitigação e Adaptação

- ✓ Consolidação das áreas
- ✓ Alocação de terras públicas
- ✓ Mecanismo financeiro inovador e de longo prazo
- ✓ Política Florestal, Agrária e Extrativista
- ✓ PNGTI
- ✓ Proteção a Integridade funcional da floresta

Finanças Verdes

- Investimentos Sustentáveis na agricultura: mudança de postura *Programa ABC.*
- Investimentos na Agricultura Familiar: Assistência Técnica.
- Gasto Tributário (R$ 458 Bilhões 2011-2018; Reforma Tributária Verde).
- Inovação financeira/Credito Verde: FPE, ICMS Verde, REDD+, PSA, PRONAF Verde.
- **Conservação ambiental/florestal como investimento econômico**.

Receita para o Desmatamento e Quebra da Agricultura

O enfraquecimento do licenciamento ambiental (PL 3.729/2004 – Lei Geral de Licenciamento)
A anulação dos direitos indígenas e de seus territórios (PEC 215/2000 – Acaba com demarcação de Terras Indígenas (TIs) e PEC 132/2015 – Indenização a ocupantes de TIs)
A venda de terras para estrangeiros (PL 2289/2007 – PL 4059/2012)
A redução das áreas protegidas e Unidades de Conservação (UCs) (MP 756/2016 e MP 758/2016 – Redução de UCs da Amazônia no Pará)
A liberação de agrotóxicos (PL 6299/2002 – PL do Veneno)
A facilitação da grilagem de terras, ocupação de terras públicas de alto valor ambiental e fim do conceito de função social da terra (MP 759/2016)
O ataque a direitos trabalhistas de trabalhadores do campo (PL 6422/2016 – Regula normas do trabalho rural, PEC 287/2016 – Reforma previdenciária e PLS 432/2013 – Altera o conceito de trabalho escravo)
O ataque a direitos de populações ribeirinhas e quilombolas. (MP 759/2016 e PL 3.729/2004)
A flexibilização das regras de Mineração (PL 37/2011 – Código de Mineração)

IPAM
Amazônia

ipam.org.br

Documento elaborado por: Palestrante Juliano Assunção

Data: 12/09/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Instrumentos Financeiros”

CONTRIBUIÇÕES À COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE DO SENADO FEDERAL

CLIMATE POLICY INITIATIVE

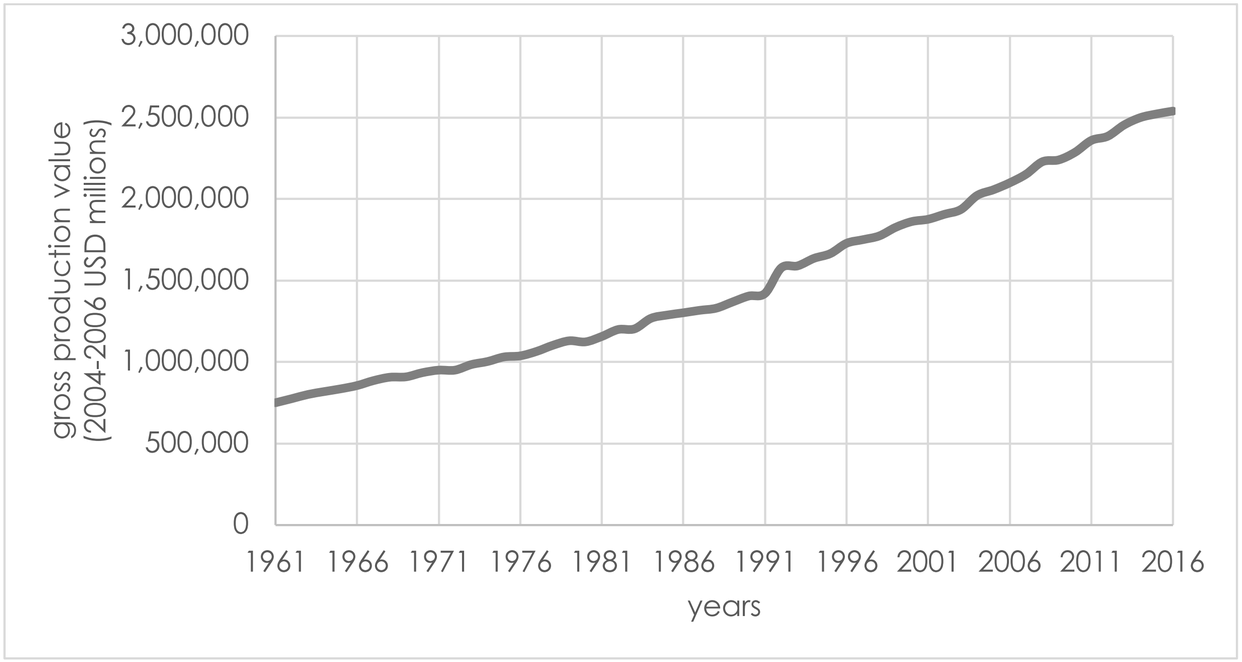
NÚCLEO DE AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS CLIMÁTICAS DA PUC-RIO

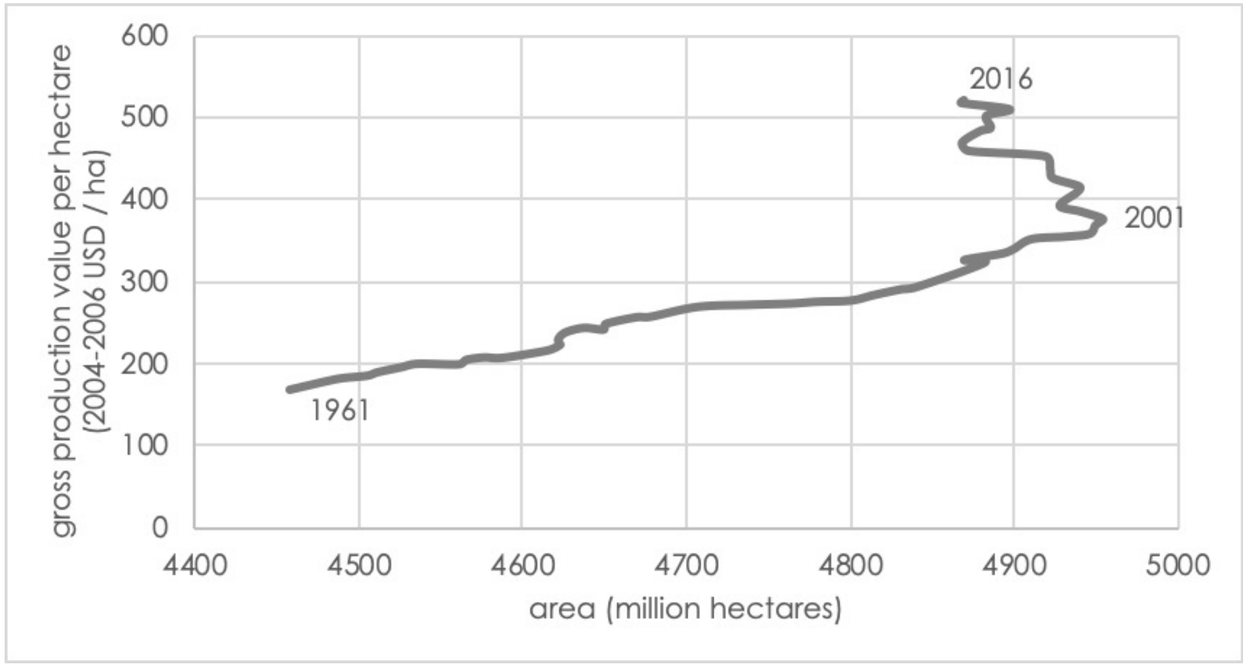
JULIANO ASSUNÇÃO

SET/2019

PANO DE FUNDO

TENDÊNCIAS NO MUNDO (1961-2016)





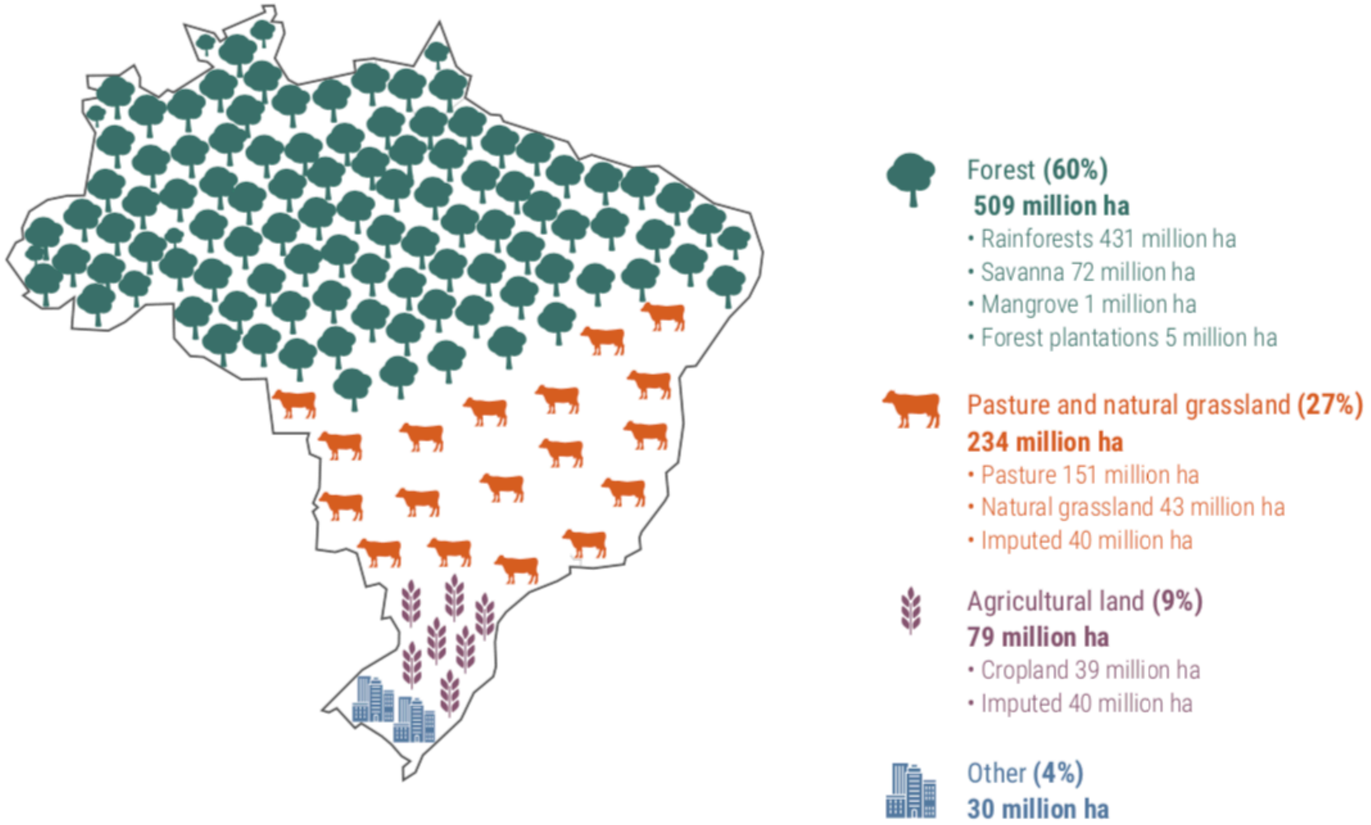
Source: FAOSTAT

Desde 2001, o aumento da produção mundial de alimentos ocorre via ganhos de produtividade, sem expansão de área. Essa mudança no padrão de expansão não provocou mudança na trajetória de expansão.

INPUT CLIMATE POLICY INITIATIVE

USO DA TERRA NO BRASIL

A disponibilidade de áreas de pastagens, usualmente com baixa produtividade, estabelece um grande potencial para a expansão da produção agropecuária sem a necessidade de novos desmatamentos.



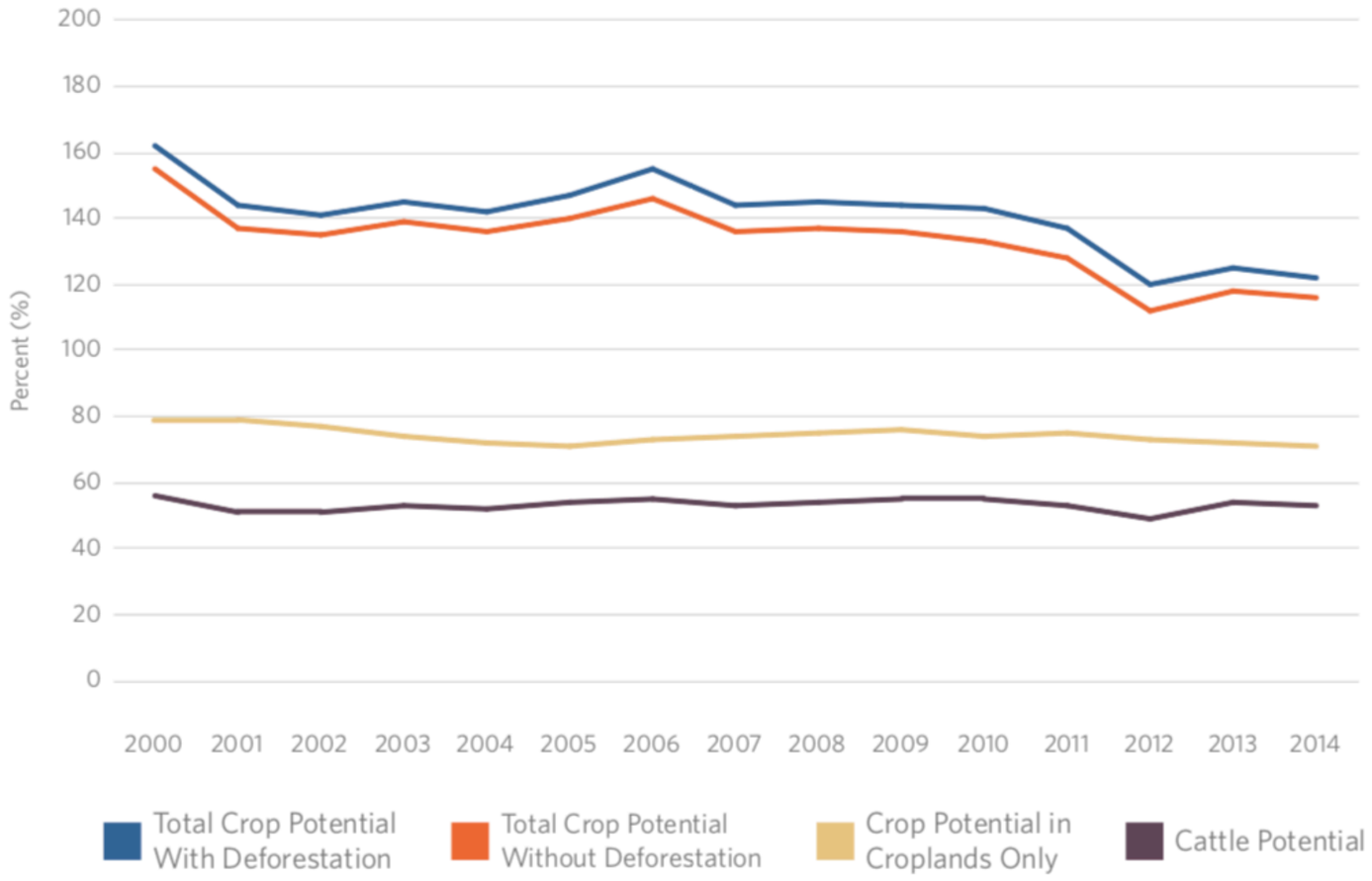
Note: *"Imputed" refers to those areas that were classified as "agriculture or pasture" in the MapBiomas data. CPI divided this category evenly between "Pasture and natural grassland" and "Agricultural land."*

Source: *Climate Policy Initiative with data from MapBiomas (v.2.3), 2016*

INPUT

CLIMATE POLICY INITIATIVE

POTENCIAL AGRÍCOLA



Source: *Climate Policy Initiative*

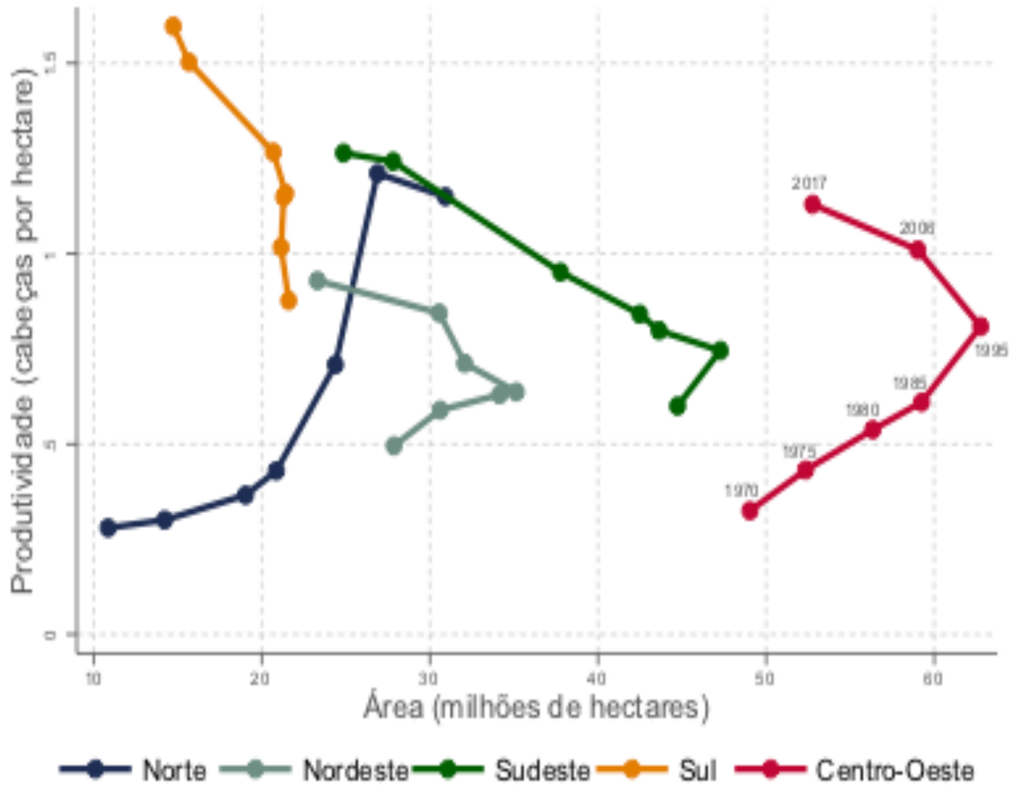
Há um potencial de dobrarmos a produção agrícola utilizando as existentes e disseminadas. Os potenciais com e sem abertura de novas áreas (desmatamento) são semelhantes.

INPUT

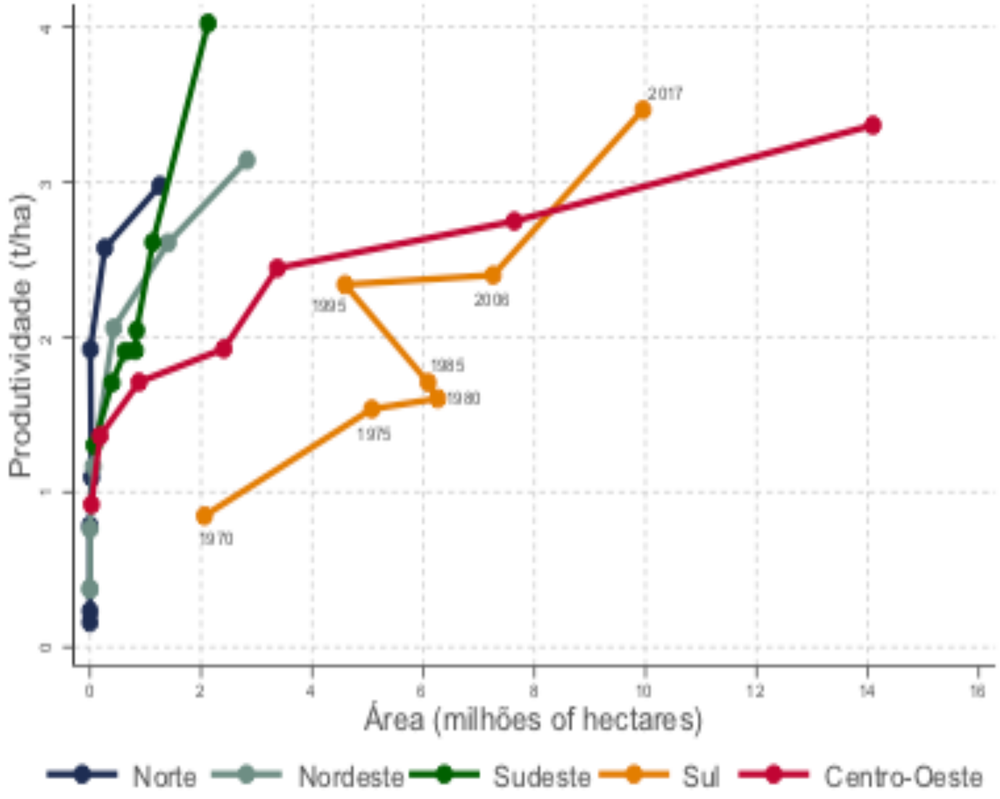
CLIMATE POLICY INITIATIVE

TENDÊNCIAS NO BRASIL (1970-2017)

Pecuária



Soja



O processo de aumento de produtividade e substituição de áreas de pastagens está em curso no Brasil há várias décadas.

ESTUDOS SOBRE MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA E DESMATAMENTO

- 3 casos emblemáticos:

    1. **Tecnologia**: Soja no cerrado
    2. **Infraestrutura**: Eletrificação
    3. **Investimento privado**: Expansão da cana no Mato Grosso do Sul

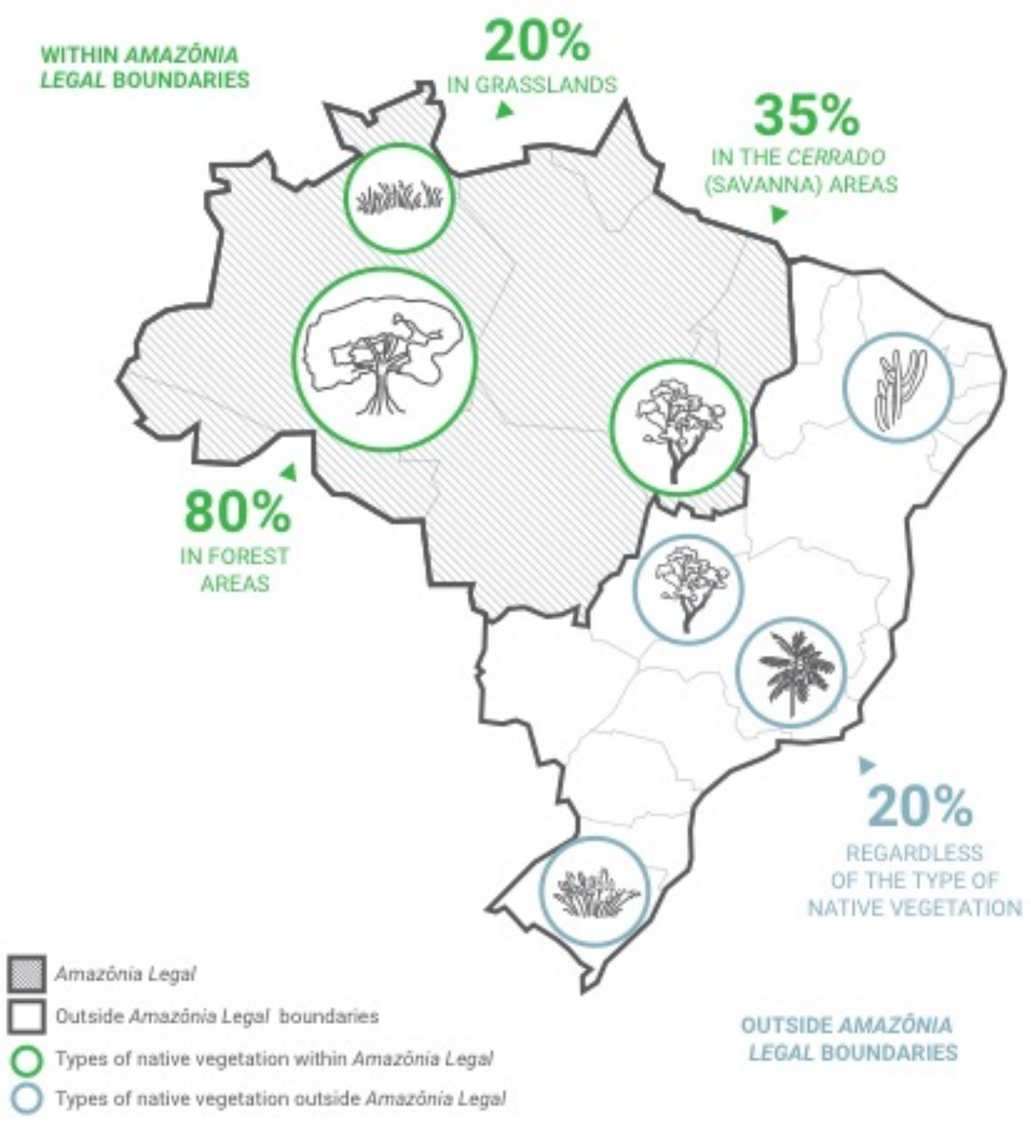
- **Mensagem comum**: ganhos de produtividade reduziram a pressão por desmatamento

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA

CÓDIGO FLORESTAL

O código florestal, ao estabelecer um limite para a expansão da área (reserva legal), estimula ganhos de produtividade. É um instrumento que emula sinais de preço para a promoção de maior intensificação da produção e eficiência no uso de recursos naturais.

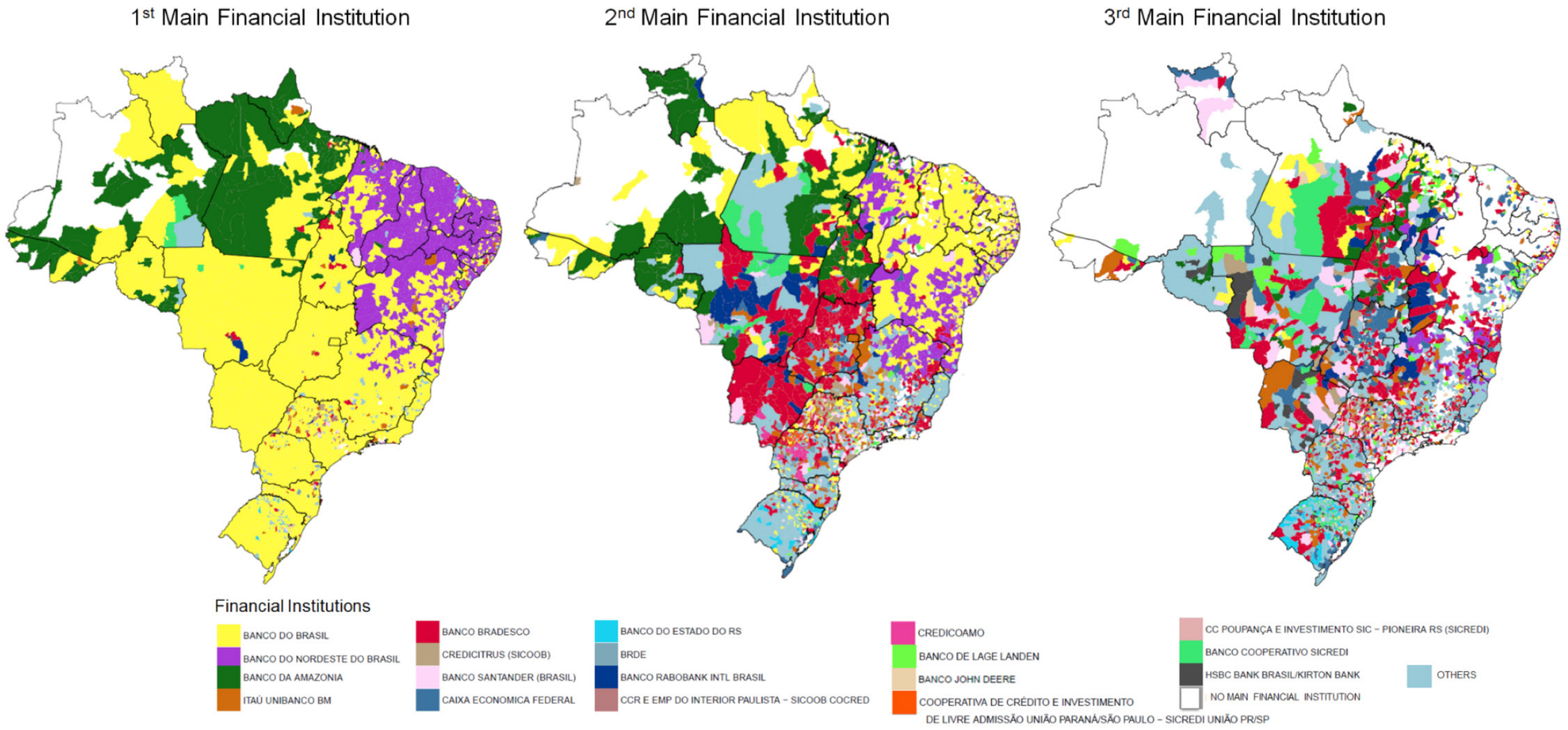
A implementação do código florestal ainda é um desafio. Validação do CAR, definição dos PRAs estaduais são exemplos de passos importantes a serem dados.



INPUT

CLIMATE POLICY INITIATIVE

CRÉDITO RURAL / PLANO SAFRA



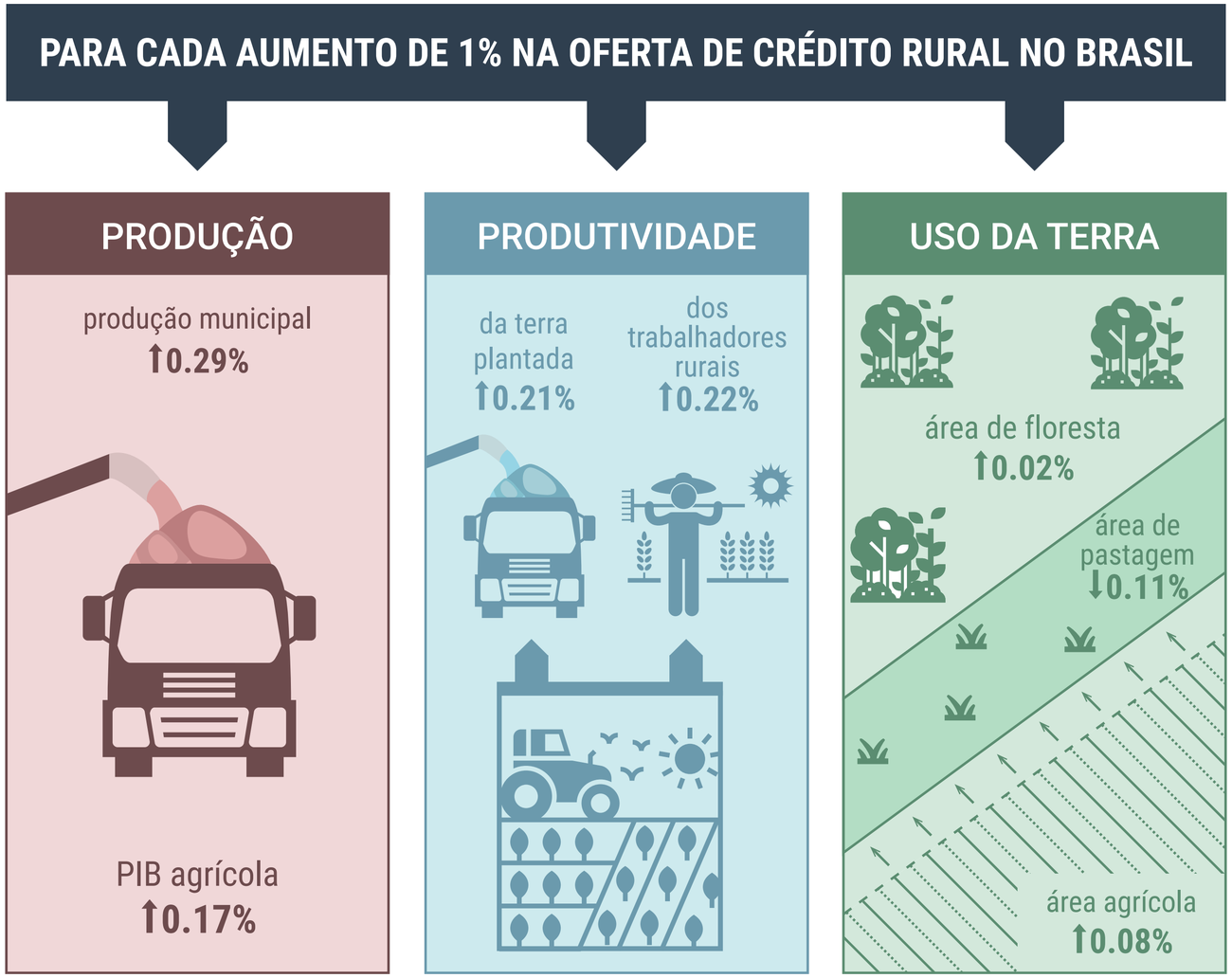
O crédito rural é uma política de grande alcance no setor, sendo operada principalmente por bancos públicos (BB, BASA e Banco do Nordeste).

CRÉDITO RURAL

Em estudo recente, avaliamos o impacto do crédito rural sobre produtividade e uso da terra.

A política tem promovido ganhos de produtividade expressivos, reduzindo as pressões por desmatamento.

Com um maior alinhamento com sustentabilidade (CF, ABC) esses ganhos poderiam ser ainda maiores.



INPUT

CLIMATE POLICY INITIATIVE

CRÉDITO RURAL: CAMINHOS DE APRIMORAMENTO

Apesar da política de crédito rural ter um papel crucial no desenvolvimento do setor, suas bases foram estabelecidas na década de 1960, quando a agropecuária brasileira era bastante diferente. Tem aumentado o consenso sobre a necessidade de aprimoramentos. Em linhas gerais:

- Maior estabilidade de regras: horizonte plurianual, simplificação de fontes e programas
- Alinhamento com o práticas sustentáveis e código florestal
- Gestão de risco – instrumentos de seguro
- Participação do setor privado

Documento elaborado por: Palestrante Linda Murasawa

Data: 12/09/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Instrumentos Financeiros”

Audiência Publica – Mudanças Climáticas - Informações relativas as instrumentos financeiros

FRACTAL
ASSESSORIA E DESENVOLVIMENTO DE NEGÓCIOS

Linda Murasawa
Brasilia 12.09.2019

FRACTAL

MISSÃO E ATIVIDADES

Criar soluções de negócios sustentáveis através da articulação com o envolvimento de investidores, empresas, governo e instituições promovendo a Economia de Baixo Carbono e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Fornece o *advisory* aos negócios assim como seu desenvolvimento por meio de modelos de estruturações financeiras e/ou a busca de investidores para transformação dos negócios visando à geração de valor e analisando/mensurando os impactos socioambientais.

Fundada em setembro/2017.

FRACTAL
ASSESSORIA E DESENVOLVIMENTO DE NEGÓCIOS

Linda Murasawa

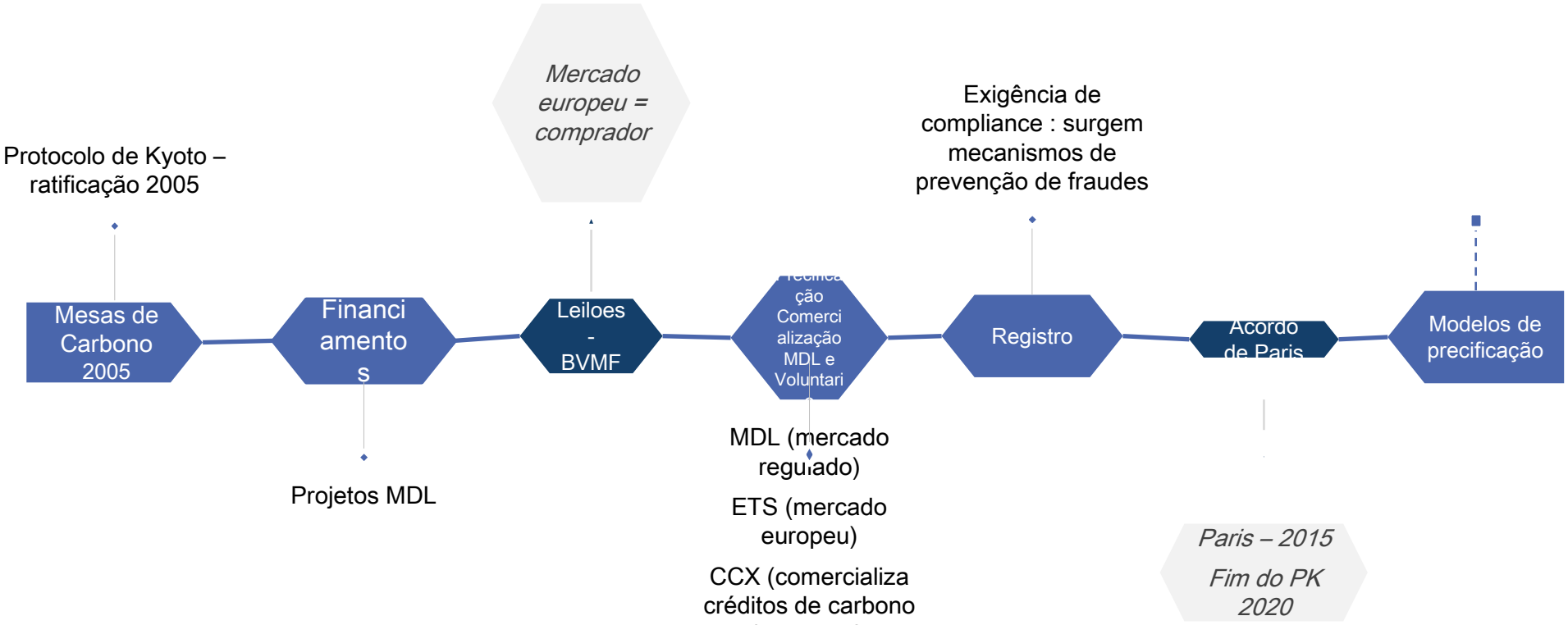
Graduada no ITA, com especializações no IMT, INSPER e Cambridge University. Trabalhou nos setores financeiro e industrial com experiência nacional e internacional. No Santander foi Head de Sustentabilidade e diretora da Febraban até 2017. Em 2017, foi escolhida entre as top 10 Mulheres Lideres Globais de Sustentabilidade pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD).

Marlucio Borges

Graduado em engenharia mecânica pela Universidade de Campinas (UNICAMP) é especialista em Gestão Ambiental e Mestre em meio ambiente e saneamento pela mesma Universidade. Trabalhou no setor produtivo/automotivo no Brasil e no exterior. Reconhecido como especialista pela UNEP (ONU) em Produção e Consumo Sustentável. É diretor adjunto do Departamento de Desenvolvimento Sustentável da FIESP.

Instrumentos financeiros utilizados para projetos de MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – Protocolo de Kyoto

Visão geral do mercado

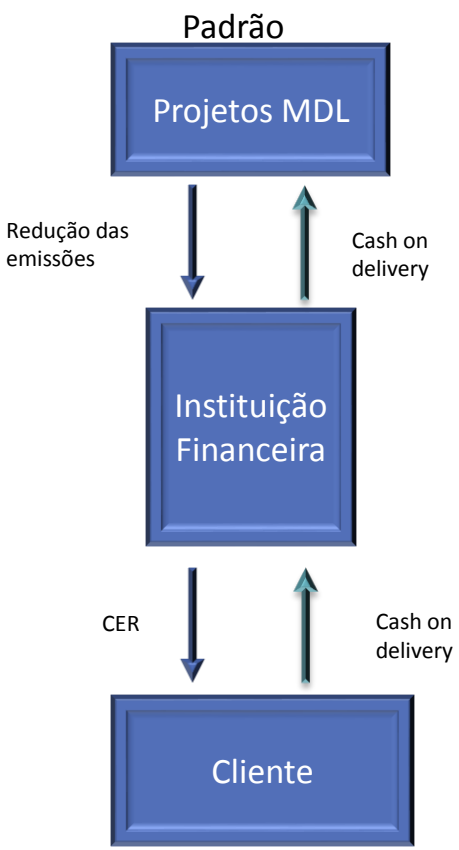


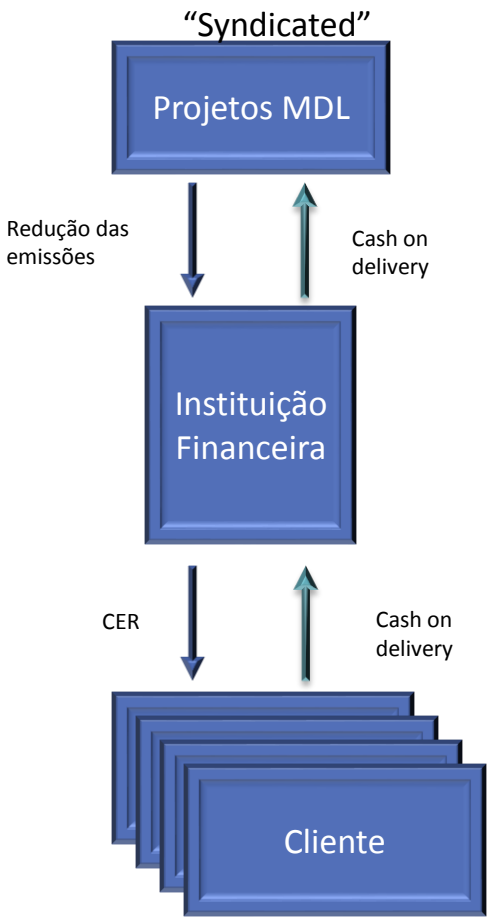
Mercado regulado: MDL
Mercado voluntario: REDD, VCS, outros

Tipos de projetos ligados ao MDL

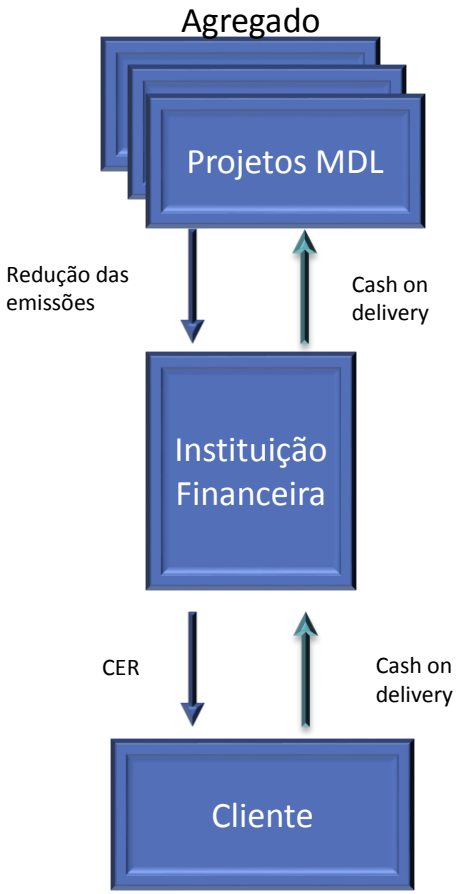
- Energias Renováveis: eólica, biomassa, outros
- Aterros Sanitários
- Tratamento de Residuos
- Tratamento de Águas e Efluentes
- Tratamento de emissões gasosas
- Edificações sustentáveis
- Certificações
- Eficiência energética
- outros

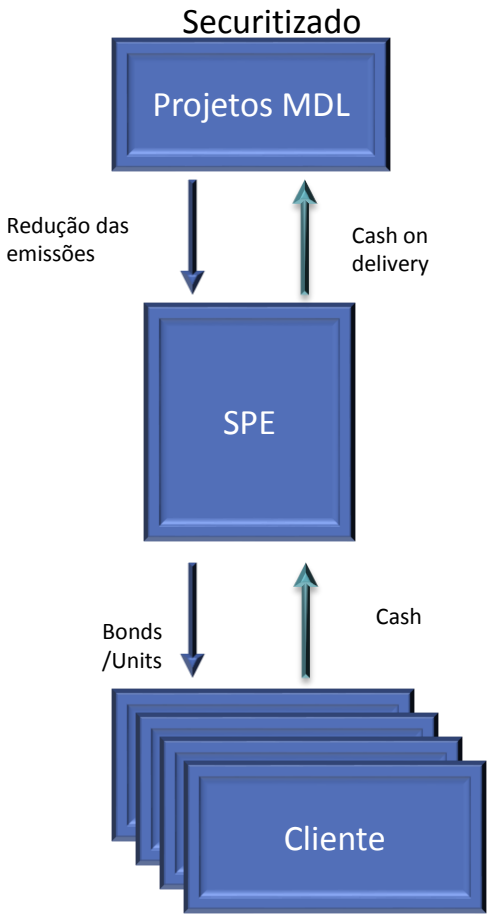
Mecanismos utilizados para o financiamento de Projetos MDL – Protocolo de Kyoto por Instituição Financeira



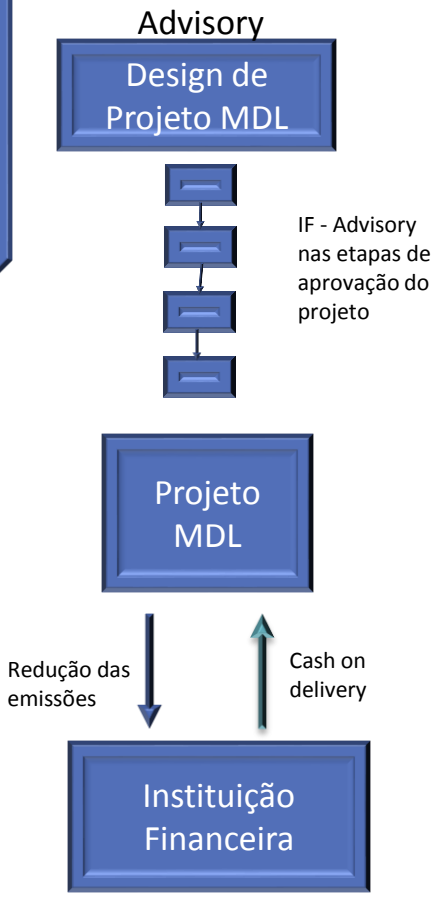


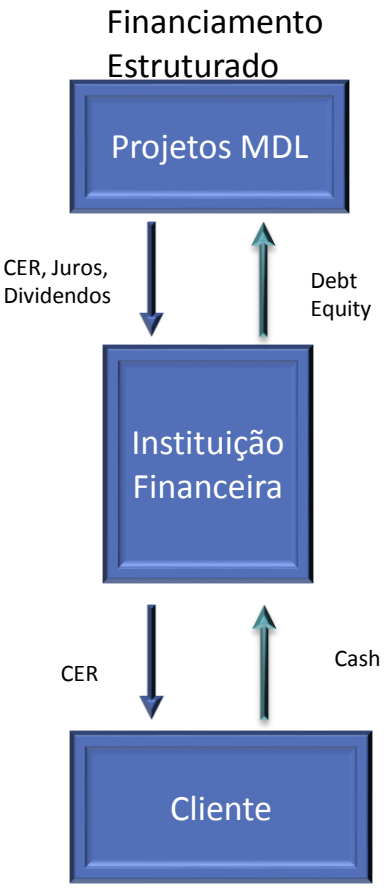
Mecanismos utilizados para o financiamento de Projetos MDL – Protocolo de Kyoto por Instituição Financeira

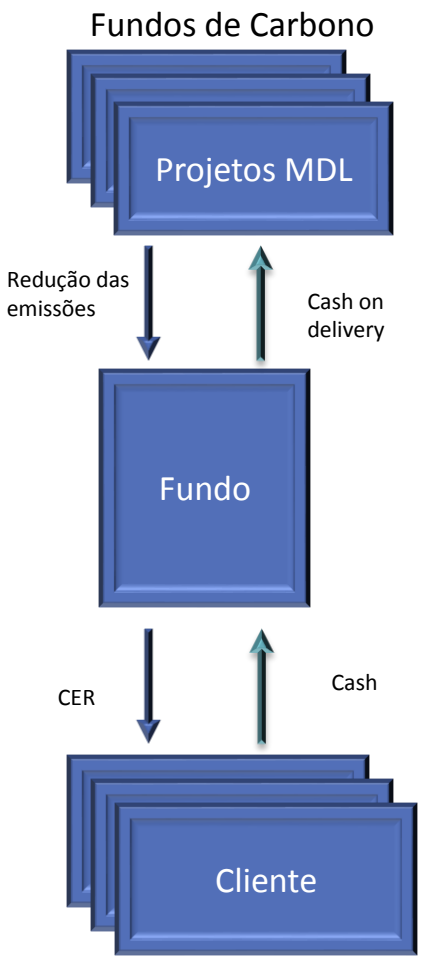




Mecanismos utilizados para o financiamento de Projetos MDL – Protocolo de Kyoto por Instituição Financeira







Mecanismos utilizados por países

EU ETS – 4 fases:

- ✓ **Fase 1 (2005-2007) –** período de aprendizado;
- ✓ **Fase 2 (2008 - 2012) –** escopo foi ampliado com a inclusão do setor de aviação e Iceland, Liechtenstein e Noruega em 2012;
- ✓ **Fase 3 (2013-2020) –** escopo inclui 17 atividades industriais, N2O e PFCs, Croácia e a negociação da EU ETS com a Swiss ETS;
- ✓ **Fase 4 (2021-2028) :** regras sendo desenvolvidas

EU ETS Phase III (2015)	
Target	-21% below 1990 by 2020
Cap (tCO_2e)	1,964,282,108
Carbon price	€5.88 (2014 average) €6.91 (Q1 2015)
Greenhouse Gasses covered	Carbon dioxide (CO_2), nitrous oxide (N_2O), perfluorocarbons (PFCs)
Number of Entities Covered	>11,500
Sectors Covered	Power and heat generation, industrial processes (oil refineries, coke ovens, iron and steel plants), production of cement, glass, lime, bricks, ceramics, pulp, paper and board, commercial aviation, CCS networks, production of petrochemicals, ammonia, non-ferrous metals, gypsum and, aluminum, nitric, adipic and glyoxylic acid.
Threshold	Sector specific
% Total emissions covered	45%
Compliance tools & Flexibility mechanisms	Free allowance allocation, offsets, banking, Market Stability reserve (2019)

Table 1: Programme Overview

Fonte: IETA – Carbon Markets

Mecanismos utilizados por países – China

Summary of key policy features for each ETS

	Beijing	Chongqing	Guangdong	Hubei	Shanghai	Shenzhen	Tianjin
Reduction Goal (intensity-based)	18% over 2010 levels	17 % over 201 0 levels, with a further goal of increasing	19% over 2010 levels	17% over 201 0 levels	19% over 201 0 levels	21% over 201 0 levels	19 % over 2010 levels, with a further goal of less than 1 .69 Ton/CO_2
Trading period	2013 - 2015	2013 - 2015	2013 - 2020	2013 - 2015	2013 - 2015	2013 - 2015	2013 - 2015
Greenhouse Gases Covered	CO_2 Direct (electricity generation and heating) and indirect (manufacturing, public buildings)	CO_2 (direct and indirect), CH_4, N_20, HFCs, PFCs, SF_6	CO_2 (direct and indirect)	CO_2 (direct and indirect)	CO_2 (direct and indirect)	CO_2 (direct and indirect)	CO_2 (direct and indirect)
Threshold	+ 5,000 tonnes CO_2 per year as the average from 2009 to 2011	+20,000 tonnes CO_2 per year from 2010 to 2014	+ 20,000 tonnes CO_2 per year from 2010 to 2012	+ 60,000 tonnes coal consumption for major sectors in 2010 or 2011.	+ 20,000 tonnes CO_2 per year for industrial sectors in 2010 or 2011 Above 10,000 tonnes per year for other sectors	+ 3,000 tonnes CO_2 per year and any building larger than +20,000 sqm	+ 20,000 tonnes CO_2 per year in any year since 2009.
Allowances Issued for 2013-2014	Not released	About 125 Mt CO_2, 4.1 3% annual reduction	388 Mt CO_2/y ear for 201 4 (350M allowances + 28M reserv e)	324 Mt CO_2 for 201 4	About 150 Mt CO_2 for 2013 , may be	About 100 Mt CO_2 in total for 201 3 - 201 5	Not released
Cap coverage	40% of the city 's total emissions: 543 companies (600 entities are expected) from heat supply , power generation, cement, petrochemical, car manufacturing, and public buildings	40% of Total Emissions covered: 242 companies, 6 sectors: electro-plated aluminum, metal alloy, calcium carbide, caustic soda, cement, steel & iron	55% of the province's total energy consumption: 21 1 firms are listed (power, cement, steel, ceramics, petrochemical, non-ferrous, plastics, paper)	35% of the province's total carbon emissions. 138 entities are listed (steel, chemical, cement, automobile manufacturing, power generation, non-ferrous metals, glass, paper and etc.)	57 % of the city 's total emissions: 190 entities are listed (steel, petrochemical, chemical, non-ferrous metal, power, building materials, textile, paper, rubber and chemical fiber industry)	38% of the city 's total emissions: 832 entities listed from 26 sectors which cover various forms of industry in addition to power, gas and water supply ; Participation open to any financial institution. 197 public use buildings	60% of the city 's total emissions: 114 entities Iron and steel, chemicals, electricity , heat, petrochemical, oil and gas mining, civil construction
Other sectors	Transport, Airport and banks	-	Transportation, textiles, and buildings	-	Airlines, ports, airports, railways, large commercial shops, hotels and banks	Public transport	-
Baseline years	2009 , 2010, 201 1	From 2008 to 201 2	2011 , 201 2	2010, 2011	2009 , 2010, 2011	2009 , 2010, 2011	From 2009 to 2013

Fonte: IETA – Carbon Markets

Pós Acordo de Paris

CDNs assumidas no Acordo de Paris pelos principais países emissores de gases de efeito estufa.

País	Emissões totais de gases do efeito estufa em 2012 (Mt CO_2e)	Contribuições Determinadas Nacionalmente (CDNs)	Prazo determinado e base de comparação
China	10.684,29	Atingir o pico de emissões de dióxido de carbono aproximadamente em 2030 e fazer esforços para antecipar a data de pico; reduzir as emissões de dióxido de carbono por unidade do PIB para patamares entre 60% e 65%; aumentar para cerca de 20% a participação de combustíveis não fósseis no consumo de energia primária; aumentar o volume de cobertura vegetal em aproximadamente 4,5 bilhões m^3.	Cenário de realização: 2030 Base: 2005
Estados Unidos	5.822,87	Reduzir as emissões de GEEs em todos os setores da economia em 26% a 28%, esforçando-se para reduzir em 28%.	Cenário de realização: 2025 Base: 2005
União Europeia (28)	4.122,64	Reduzir as emissões de GEEs em 40%.	Cenário de realização: 2030 Base: 1990
Índia	2.887,08	Reduzir a intensidade de emissão de GEEs do PIB entre 33% e 35%; atingir cerca de 40% da capacidade instalada de geração de energia elétrica a partir de fontes de energia não-fósseis; criar um sumidouro de carbono para 2,5 a 3 bilhões de toneladas de CO_2e por reflorestamento.	Cenário de realização: 2030 Base: 2005
Rússia*	2.254,47	Limitar a emissão de GEEs antropogênicos em 70% a 75% da emissão observada no ano base.	Cenário de realização: 2030 Base: 1990
Indonésia	1.981,00	Reduzir as emissões de GEEs em 29%.	Cenário de realização: 2030 Base: Cenário Business as Usual
Brasil	1.823,15	Reduzir as emissões de GEEs em 37%.	Cenário de realização: 2025 Base: 2005
Japão	1.207,30	Reduzir as emissões de GEEs em 25,4%.	Cenário de realização: 2030 Base: 2005
Canadá	856,28	Reduzir as emissões de GEEs em 30%.	Cenário de realização: 2030 Base: 2005
México	748,91	Reduzir as emissões de GEEs e carbono negro em 25%	Cenário de realização: 2030 Base: Cenário Business as Usual

~ R$ 890 bi (estimado pelo BID em 2016)

Fonte: UNFCCC (2016). ;

Obs. 1: As contribuições da Rússia ainda possuem o status de "pretendidas" porque o país ainda não ratificou o Acordo de Paris. Obs. 2: Apenas as CDNs incondicionais (que devem ser atingidas independentemente de qualquer outro fator) são apresentadas. As CDNs condicionadas a fatores como o suporte de nações desenvolvidas, por exemplo, também foram assumidas por determi- nados países, mas não são apresentadas na tabela.

Visão geral pos Acordo de Paris

Carbon Pricing Dashboard²

✓Iniciativas nacionais e subnacionais : 57
✓Nacionais : 46
✓Subnacionais : 28
✓Em 2019, estas iniciativas poderão cobrir **11 $GtCO_2e$**, representando **19.6%** das emissões globais de GEE.

BRASIL?

- ✓ Mercado de emissões ?
- ✓ Precificação do Carbono?
- ✓ REDD?
- ✓ Acordos bilaterais?
- ✓ Green Climate Fund?

PRECIFICAÇÃO DO CARBONO

TRIBUTAÇÃO DO CARBONO

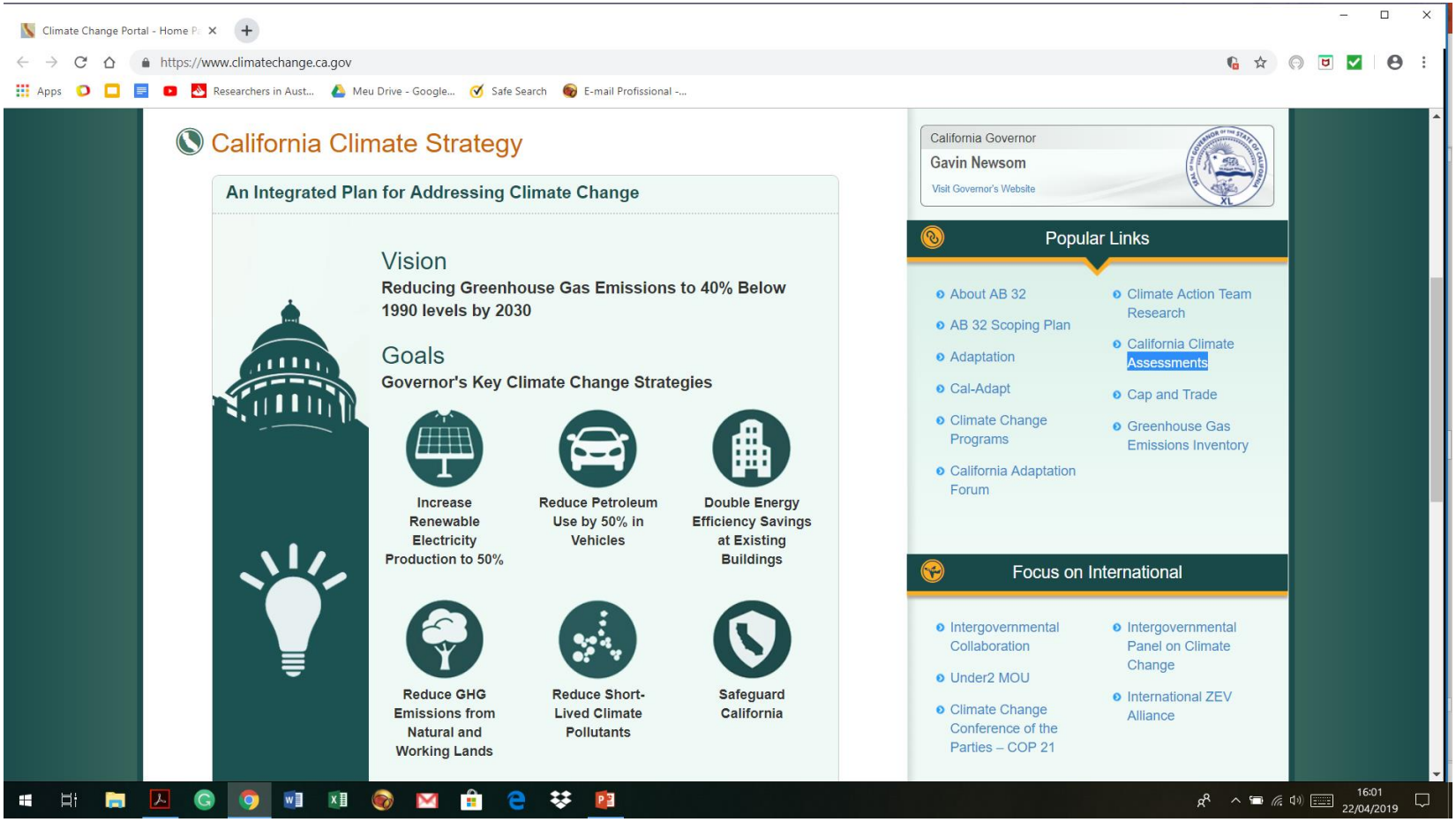
Exemplo - Chile – começou a cobrar em 2017 o valor de US$5 por tonelada de CO2 emitida por termoelétricas com potência igual ou superior a 50 MW

- Outros : Mexico (2014), Colombia (2017)

SISTEMA DE COMÉRCIO DE EMISSÕES (CAP & TRADE)

Autoridade reguladora estabelece limite máximo de emissões (caps) para cada empresa ou emissor. Aqueles que estiverem abaixo deste limite, podem vender cotas de emissões não utilizadas a companhias que emitiram acima do limite permitido. O preço é definido em função de oferta e demanda por permissões de emissões (allowances).

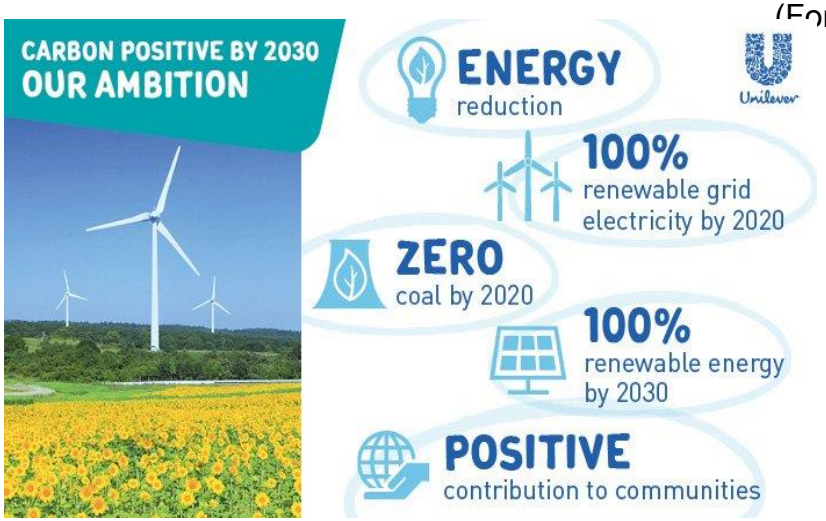
Visão geral pos Acordo de Paris



Visão geral pós Acordo de Paris

- ✓ Empresas buscam cumprir os compromissos de redução de carbono dentro de suas atividades.
- ✓ Atrair as empresas para os Estados/Cidades implica na oportunidade de Privado/Publico se ajudarem/comprometerem mutuamente na busca de soluções.

Uma alimentação saudável começa com a natureza saudável. Temos como objetivo para a agricultura sustentável, os ciclos da água saudáveis, índices de carbono zero e para dar todas as nossas embalagens uma segunda vida.
(Fonte: Danone)



Electric vehicles: Ikea wants a zero-emissions delivery fleet

Agenda 2030 e Acordo de Paris

Fonte: German Development Institute - Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE). Disponível em:<https://www.die-gdi.de/fileadmin/user_upload/pdfs/dauerthemen_spezial/DIE_Infografik_03_Urbanisierung_englisch.pdf>

Principais desafios no contexto da urbanização

- Até 2050, 2/3 da população do mundo estarão vivendo em áreas urbanas;
- 90% deste crescimento será em países de economia emergentes;
- 70% dos GEE são gerados pelas cidades;

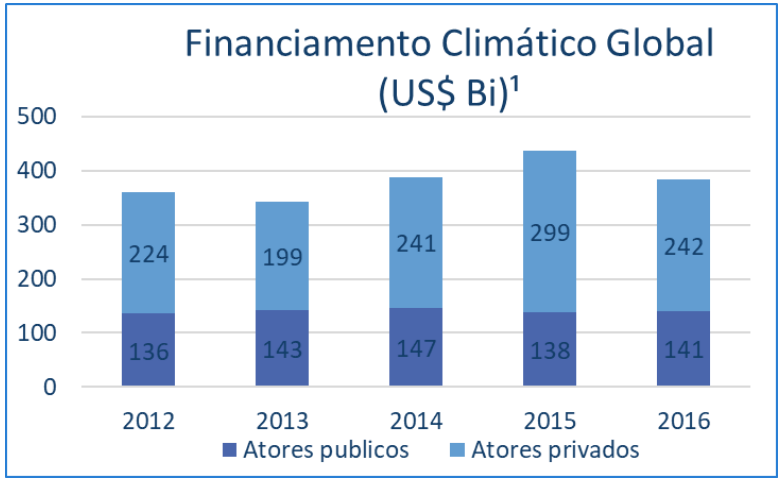
Como atrair investimentos?

Pós Paris, alguns anuncios:

- ✓ Fundo de adaptação: US$ 128 milhões/ano
- ✓ Financiamento climático: US 100 bi/ano após 2025
- ✓ Banco Mundial : 2021-2025 US$ 200 bi

- ✓ Mitigar os riscos de créditos: temos 500 maiores cidades dos países em desenvolvimento que possuem grau de investimento. [1]
- ✓ Ter planos de mitigação e/ou adaptação as Mudanças Climáticas
- ✓ Projetos que tragam atração de investidores (como as empresas que estão buscando localidades para ter o conjunto de baixas emissões)
- ✓ Smart cities – movimento global que traz oportunidades de se repensar o planejamento das cidades em temas estratégicos como : energias renováveis, eficiência energética, saneamento, tratamento de resíduos, mobilidade, transporte sustentável, etc.

[1] Fonte: World Bank – Low Carbon Livable Cities Initiatives



Fonte: Climate Policy Initiative

Como estimular projetos ligados à Mudanças Climaticas ?

Alguns produtos existentes no mercado:

- ✓ Fundo Clima – BNDES, Desenvolve SP, outros;
- ✓ Financiamento de Agricultura de Baixo Carbono;
- ✓ Financiamento de Energias renováveis : eólica, solar, hidroelétrica, etc;
- ✓ Financiamento de Eficiência Energética;

- ✓ Funding de medio / longo prazo;
- ✓ Mecanismos de seguros, garantias e necessidade de outros instrumentos financeiros;
- ✓ Mercado de capitais : green bonds, climate bonds, sustainable bonds.
- ✓ Mercado de carbono;
- ✓ Green finance;
- ✓ Fundos climáticos;
- ✓ Acordos bi-laterais;
- ✓ Acordos setoriais;

Acordos :
Acre e California : programa de compensação, usando o REDD+;

REDD+ : mecanismo de mercado voluntario

Visão Geral das contribuições de projetos de baixo carbono

Diversificação da matriz energética, com fonte renovável

Inovação e novas tecnologias para Agro, Energia, Residuos, Transporte, etc.

- **Redução** de emissão de GEE
- Circulação de capital
- **Movimentação da economia**
- **Acesso a novas tecnologias**
- Produtividade / Competitividade
- Inovação
- ***Geração de empregos***
- Diversificação da matriz energética
- Agricultura de baixo carbono
- Segurança hídrica
- Transportes com menor emissão de CO_2

Acordos Internacionais

Comercio Internacional

Mercados Financeiros

Investidores

Competitividade

Geração de empregos, como ex. no caso de energia solar : 25 a 30 empregos por MW/ano [1]

Impactos positivos: saúde, segurança hídrica, etc.

Baixo impacto ambiental

Mitiga risco

Fonte: FRACTAL
[1]ABSOLAR

FRACTAL

ASSESSORIA E DESENVOLVIMENTO DE NEGÓCIOS

Repensar o seu negócio é o nosso negócio

Obrigada!

linda@fractalnegocios.com.br

Documento elaborado por: Palestrante Ronaldo Seroa da Motta

Data: 12/09/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Instrumentos Financeiros”

PRECIFICAÇÃO DO CARBONO NO BRASIL: QUESTÕES ESTRATÉGICAS E REGULATÓRIAS

RONALDO SEROA DA MOTTA (UERJ)

Avaliação da Política Nacional de Mudança do Clima:
Instrumentos Econômicos

Senado Federal, Brasília, 19 de agosto de 2018

POR QUE PRECIFICAR O CARBONO?

1. Se há uma meta de redução de GEE, com preços fica mais barato atingir essa meta do que com controle de padrões tecnológicos

2. Mais barato porque há oportunidades de minimização de custos com a liberdade de escolha tecnológica e a decisão de pagar o preço de acordo com seus custos de controle e metas de produção e expansão

3. No agregado, para atingir a mesma meta, o custo de mitigação de todo setor regulado será menor e , assim, os efeitos de competividade e macroeconômicos serão menores também

4. Criam-se também oportunidades de negócios para mitigação e inovação tecnológica que no médio prazo reduz os custos de mitigação

POR QUE PENSAR NISSO AGORA?

- Com a Política Nacional da Mudança do Clima e o Acordo de Paris mudança climática já é uma agenda política irreversível

- As vantagens de mitigação do Brasil serão cada vez menos baseadas em opções do uso do solo (floresta e agropecuária) e em 2025 o Brasil vai se iniciar a discussão de novas metas para além de 2030 onde as emissões industriais serão consideradas

- Nossos maiores parceiros comerciais EU e China já têm mercado e Chile, Colômbia, México e Argentina querem fazer parte do Mercado da Califórnia

- Ter precificação pode ser estratégico para a inserção internacional em acordos de comércio multilaterais e OCDE e evitar disputas comerciais que se valeriam de medidas protecionistas de cunho climático

POR QUE PENSAR NISSO AGORA? (CONT.)

- Estudos mostram que preços até US$10/tCO2e geram efeitos macroeconômicos pouco significativos, e as vezes positivos quando há reciclagem das receitas arrecadadas. Estimativas variam de -0,03% a +0,42% do PIB.

- Precificação adota mecanismos que protegem setores mais intensivos em carbono com alta exposição ao comércio internacional

- Um mercado de emissões industriais poderia também demandar uso de offsets de carbono florestal e, assim, contribuir no combate ao desmatamento

COMO SE PRECIFICA O CARBONO?

- Tributo (sobre preço nas emissões) ou Mercado (direitos de emissão comercializáveis)

- Ambos podem gerar receitas (arrecadação ou leilão de direitos)

- Equivalentes quando não há incerteza ou custo de transação, caso contrário privilegiar o que tem menor custo de transação e que gera menos incerteza

- **Balanço entre custos de transação e incerteza no caso brasileiro**
  CIDE Carbono: custo menor de implementação e de adoção por parte dos regulados, mas o risco de dominância de objetivos fiscais gera incerteza nos objetivos da precificação
  Mercado de Carbono: a criação de um mercado exige esforços legislativos e institucionais adicionais e uma implementação mais gradual, porém consolida a governança climática na trajetória de baixo carbono

ECONOMIA POLÍTICA DA PRECIFICAÇÃO

- Rejeição ao mecanismo de tributo devido:
  - Ao excesso da carga fiscal e mal uso das receitas
  - A sensação de pagar duas vezes (controlar e pagar)

- Mercado possibilita:
  - A distribuição gratuita de direitos de emissão onde o fluxo de recursos é entre os regulados e não para o governo
  - Mais liberdade regulatória e institucional para proteger competitividade com alocação diferenciada
  - A combinação mecanismos de mercado com controle de preço (sistema híbrido)

QUAL A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL COM A PRECIFICAÇÃO?

- 51 preços nacionais = 25 de mercado e 26 de tributo
- Mercado concentrado nas emissões industriais
- Tributo concentrados nas emissões de transporte e geração de energia
- Cobrindo 25% emissão mundial
- Valor anual de US$ 82 bilhões
- 49% dos casos os preços são menores que US$25/tCO2e e 17% menores que US$10/tCO2e

QUAL A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL COM CRIAÇÃO DE MERCADOS?

- Marco regulatório com regras de comércio, registro e monitoramento e da natureza fiscal dos direitos de emissão

- Fase inicial experimental com período de compromisso entre 03 e 05 anos, metas modestas, instrumentos simplificados e uso de offsets

- Critérios de distribuição protegendo a competitividade, com alocação gratuita evoluindo gradualmente para leilões

- Metas aumentando gradualmente durante o período de compromisso

- Mecanismos de controle de preço (piso e teto)

QUAIS SÃO AS EXPERIÊNCIAS NO BRASIL COM MERCADO DE CARBONO?

- PNMC- Mercado de Redução de Emissões (MRE) – abrigar offsets dos projetos de MDL no Protocolo de Quioto: oferta sem demanda/mercado?

- Gestão empresarial: uso de preços internos de carbono nas principais empresas brasileiras

- Simulações: Plataforma Empresas pelo Clima da EPC Iniciativa simula sistema de comércio de emissões com um painel voluntário de empresas equivalente a 9% das emissões nacionais do setor industrial

- Estudo governamental: PMR Brasil (Partnership for Market Readiness) apresenta e analisa cenários alternativos de precificação para o Brasil

UMA PROPOSTA DE MERCADO DE CARBONO PARA O BRASIL

Escopo da Regulação

- Iniciar com fase experimental com período de compromisso de três a cinco anos

- Iniciar com emissões de energia e industriais

- Conectar com o Renovabio que seria ampliado para incluir todos os combustíveis de transporte

- Tratar as emissões da pecuária de forma conjunta ou com mercado setorial próprio a semelhança do Renovabio

- Usar como offset de reduções de emissões de fontes florestais e de fontes de saneamento e gestão de resíduos sólidos

UMA PROPOSTA DE MERCADO DE CARBONO PARA O BRASIL (CONT.)

Proteção a Competitividade

- Fase experimental com alocação gratuita de direitos de emissão

- Critérios de alocação protegendo setores com alta intensidade de carbono e altos custos de controle expostos a concorrência internacional

- Isenção de qualquer outro mecanismo de precificação de carbono a ser estabelecido no futuro sobre as emissões reguladas no mercado

MARCO REGULATÓRIO

Marco regulatório, criado por lei, para dar credibilidade e liquidez nos direitos de emissão, que define:

- Princípios: metas setoriais, critérios de alocação e mecanismos de participação dos agentes regulados

- Revisão: periodicidade e critérios de revisão que contemplem objetivos nacionais de mitigação, contribuição histórica do setor, custos de transação e economicidade das opções de mitigação

- Natureza fiscal dos direitos de emissão: natureza mobiliária e regras de isenção fiscal para os ganhos de comercialização

MARCO REGULATÓRIO (CONT.)

- Integração: regras de conexão com mercados subnacionais, internacionais e voluntários

- Práticas de comercialização: registro de direitos de emissão, regras de contabilidade financeira e de carbono, normas de MRV e uso derivativo financeiro

- Institucional governamental: órgão governamental executivo federal para implementar e coordenar marco regulatório

- Institucional privado: credenciamento e participação de instituições privadas na operação do mercado e nas práticas de MRV

OBRIGADO

Ronaldo Seroa da Motta
UERJ
seroadamotta,ronaldo@gmail.com

Documento elaborado por: Palestrante Fábio Marques

Data: 26/09/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Planos Setoriais”

Contribuições para os Planos Setoriais de Mitigação

Aspectos estruturais: gestão integrada e sinergias

Fábio Marques
Diretor
fabio.marques@plantarcabon.com.br
PLANTAR CARBON

PLANTAR CARBON: UM POUCO DA NOSSA HISTÓRIA

THE WORLD BANK

Bio CF

PCF

Desde 1998: Inovação & Implementação

PLANTAR

PLANTAR CARBON

- Concepção: primeiro projeto de carbono/ONU no Brasil
- Apresentação no Aspen Forum
- Carta do Governo Brasileiro
- Aprovação pelo Comitê de Participantes do PCF/Banco Mundial
- Venda de créditos ao Banco Mundial (5 primeiros no mundo)
- Securitização com o Rabobank (primeira operação financeira do tipo no mundo)
- Aprovação Metodologias Florestal e de Carbonização pela ONU
- Aprovação Metodologia Industrial (primeiro no mundo a interligar cadeia produtiva)
- Registro dos Projetos de Carbonização, Florestal e Industrial
- Prêmio de melhor projeto de carbono implementado no Brasil (MCT/MMA/RMAI)
- Emissão dos créditos florestais (tCERs): primeira no Mundo
- Vencedora do Prêmio da Fundação Dom Cabral/DC (categoria serviços)
- Homologada como parceira do CDP no Brasil, para consultoria e capacitação.
- Case do Banco Mundial "de um projeto a bem público global"

Plano de Exposição

1. Integração e sinergias entre setores/planos (Indústria, Energia e Agricultura)
2. Integração e sinergias nos planos (especialmente uso da terra e florestas)
3. Meios de implementação: mercados de carbono como instrumento estratégico

1 – Integração entre planos

GESTÃO INTEGRADA ENTRE DIFERENTES PLANOS

A **contabilização** (emissões e remoções), conforme orientação metodológica internacional (IPCC, UNFCCC, MDL e outros)... E a **gestão entre os potenciais pode ser integrada**, não só por eficiência, mas principalmente por uma questão de eficácia. Exemplos:

- Setor de Energia x setor de uso da terra e florestas:

Energia de biomassa florestal evita **emissões** no sistema interligado nacional

Obs.: oportunidades via melhoria em condições de leilões para energia de biomassa (fonte perene)

} integração com as potenciais **remoções por meio do reflorestamento e de áreas de conservação** de matas nativas

GESTÃO INTEGRADA ENTRE DIFERENTES PLANOS

- Plano Indústria x setor de uso da terra e florestas: **balanço**

Emissões fabris e papel e celulose

Emissões fabris siderurgia a carvão vegetal

Outros: chapas e painéis, madeira tratada para construção civil, bio-óleos, etc.

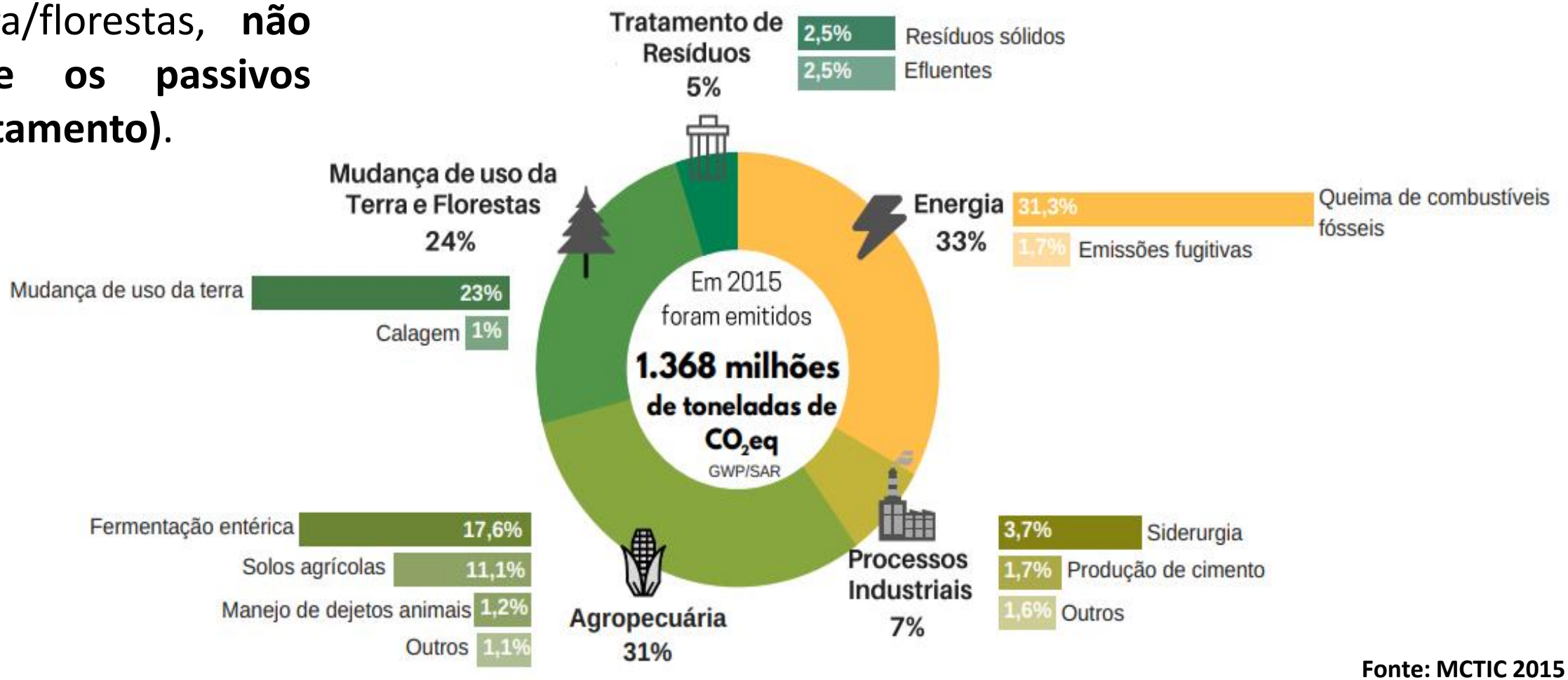
integração com as potenciais **remoções por meio do reflorestamento e de áreas de conservação** de matas nativas (**muitas vezes o maior potencial**)

Créditos: CNA

2- Integração nos planos (recorte Agro)

GESTÃO INTEGRADA DENTRO DOS PLANOS, ESPECIALMENTE NO SETOR DE USO DA TERRA E FLORESTAS

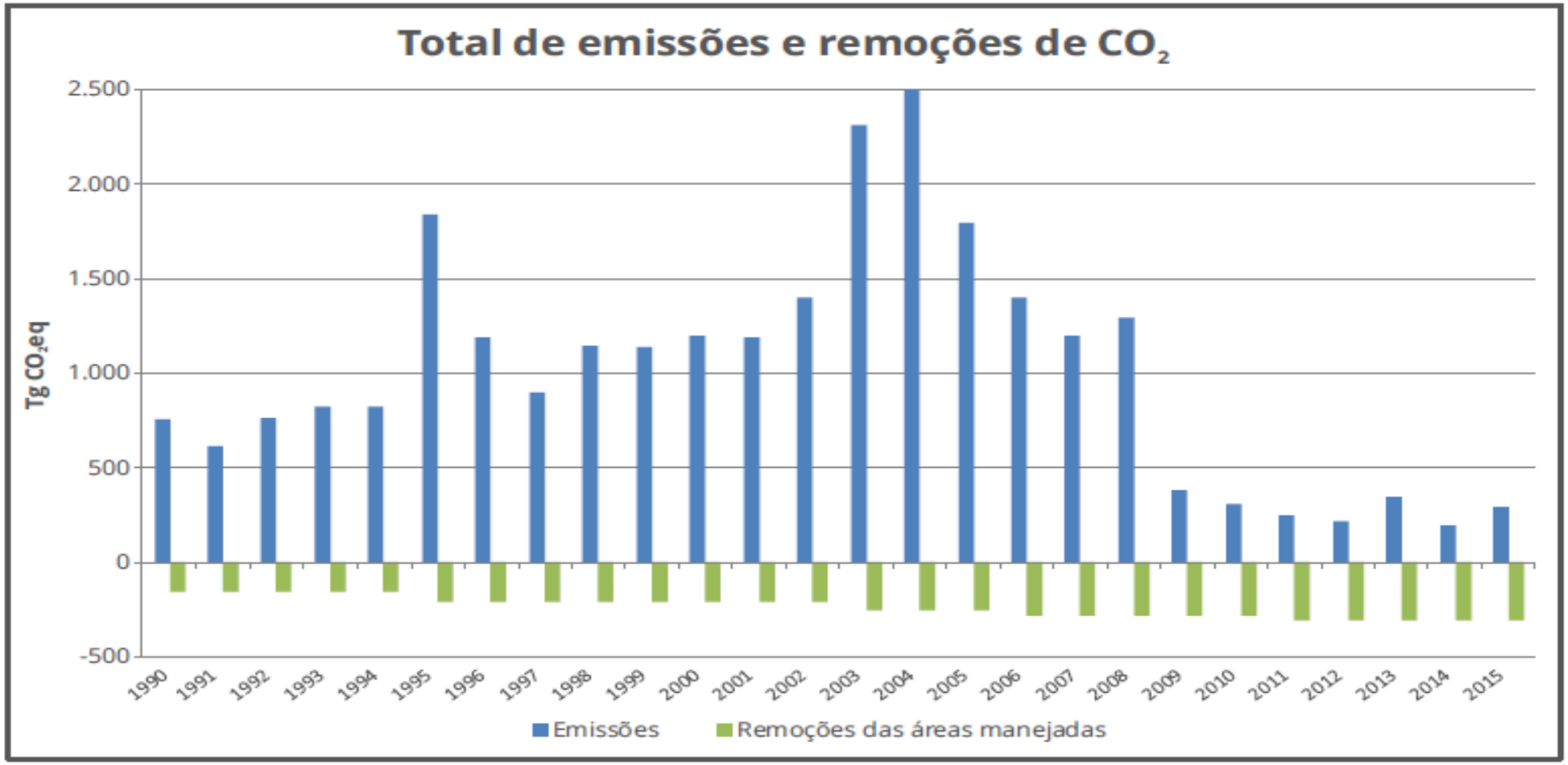
- Comunicação: equilibrar ênfase nos **ativos** do uso da terra/florestas, **não somente os passivos (desmatamento)**.



Fonte: MCTIC 2015

GESTÃO INTEGRADA DENTRO DOS PLANOS, ESPECIALMENTE NO SETOR DE USO DA TERRA E FLORESTAS

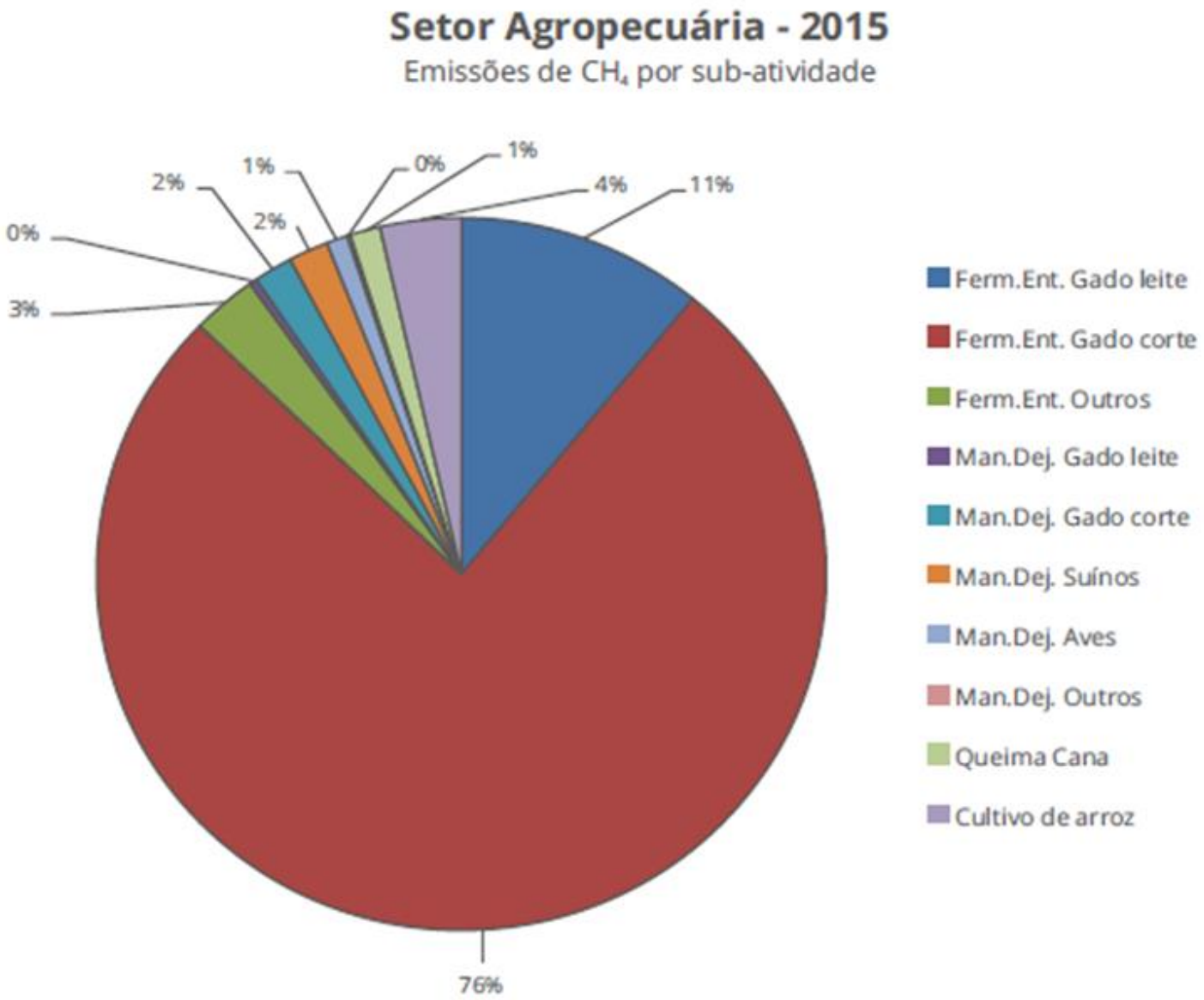
Emissões e remoções de CO_2 – Mudança de Uso da Terra e Florestas



Emissões brutas e remoções de CO_2 para o Brasil

Fonte: MCTIC 2017

GESTÃO INTEGRADA DENTRO DOS PLANOS, ESPECIALMENTE NO SETOR DE USO DA TERRA E FLORESTAS

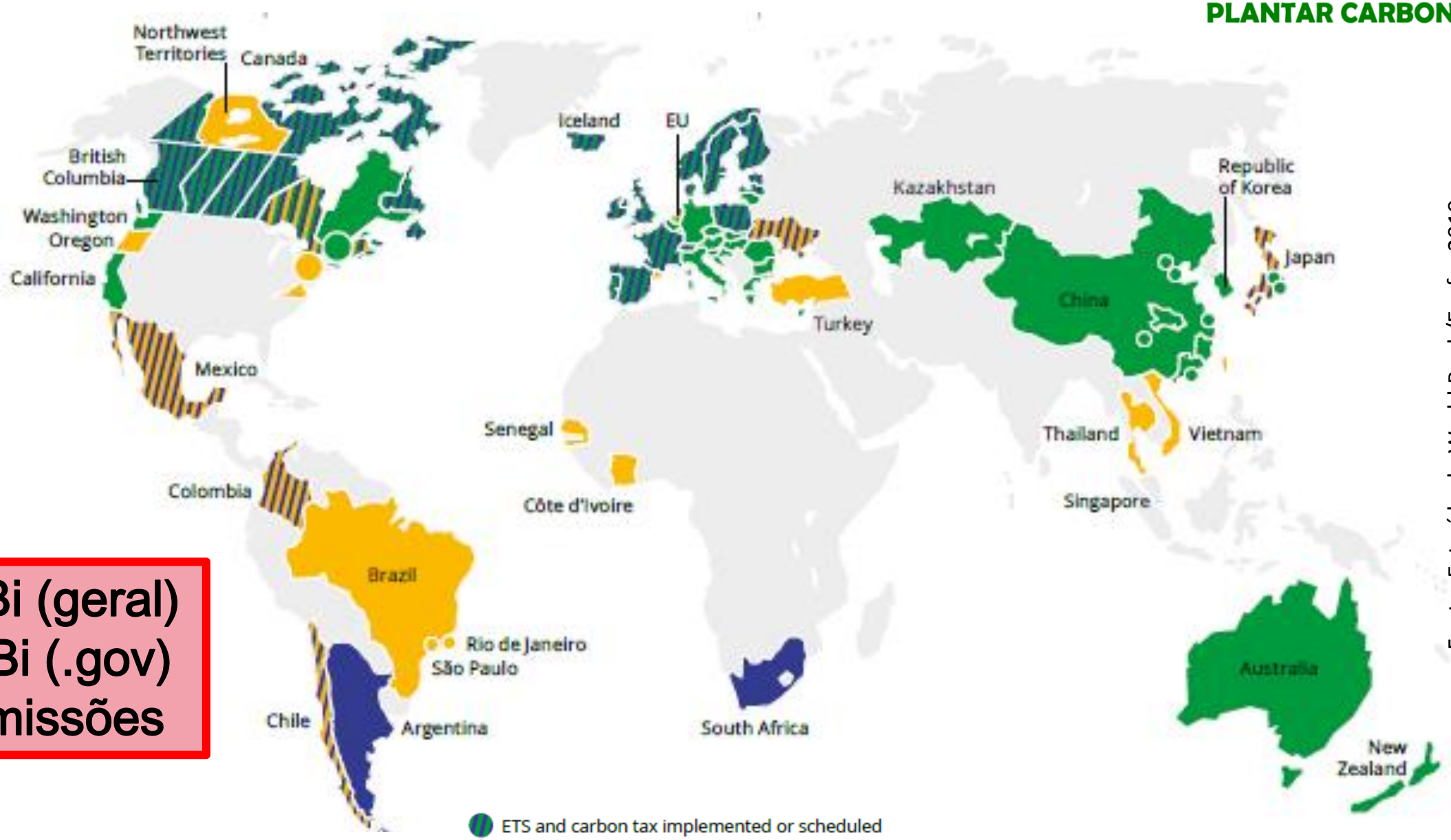


- Todo o potencial de **remoções por meio de áreas de conservação (APPs, RLs e outros)** poderia ser integrado na comunicação/gestão das emissões do agro.
- Sinergias e incentivos para implementação do **Código Florestal (CAR, PRA e CRAs)**
- Um bom exemplo: Programa **Carne Carbono Neutro** da Embrapa

Fonte: MCTIC 2017

3 – Mercados de carbono como elemento estratégico

PLANTAR CARBON



USD 82 Bi (geral)
USD 44 Bi (.gov)
¼ das emissões

Fonte: Extraído de World Bank/Ecofys 2019

MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO: PRECIFICAÇÃO DE CARBONO VIA MERCADOS

- É possível incrementar boa parte das **integrações mencionadas acima** (relacionadas a reflorestamento/restauração), por meio de **mecanismos de mercado**. Precedente positivo em nível multilateral (Quioto/UNFCCC) e importância do MDL/Artigo 6 do Acordo de Paris.

- Diferentes formas de se abordar a questão num mercado nacional:

  i. **Balanço** entre emissões e remoções conforme cada atividade **(fundamental !).**

  ii. **Créditos** (*offsets*) para atividades fora do sistema regulado.

  iii. Aproveitamento de sinergias com as **cotas de reserva ambiental (CRAs)**.

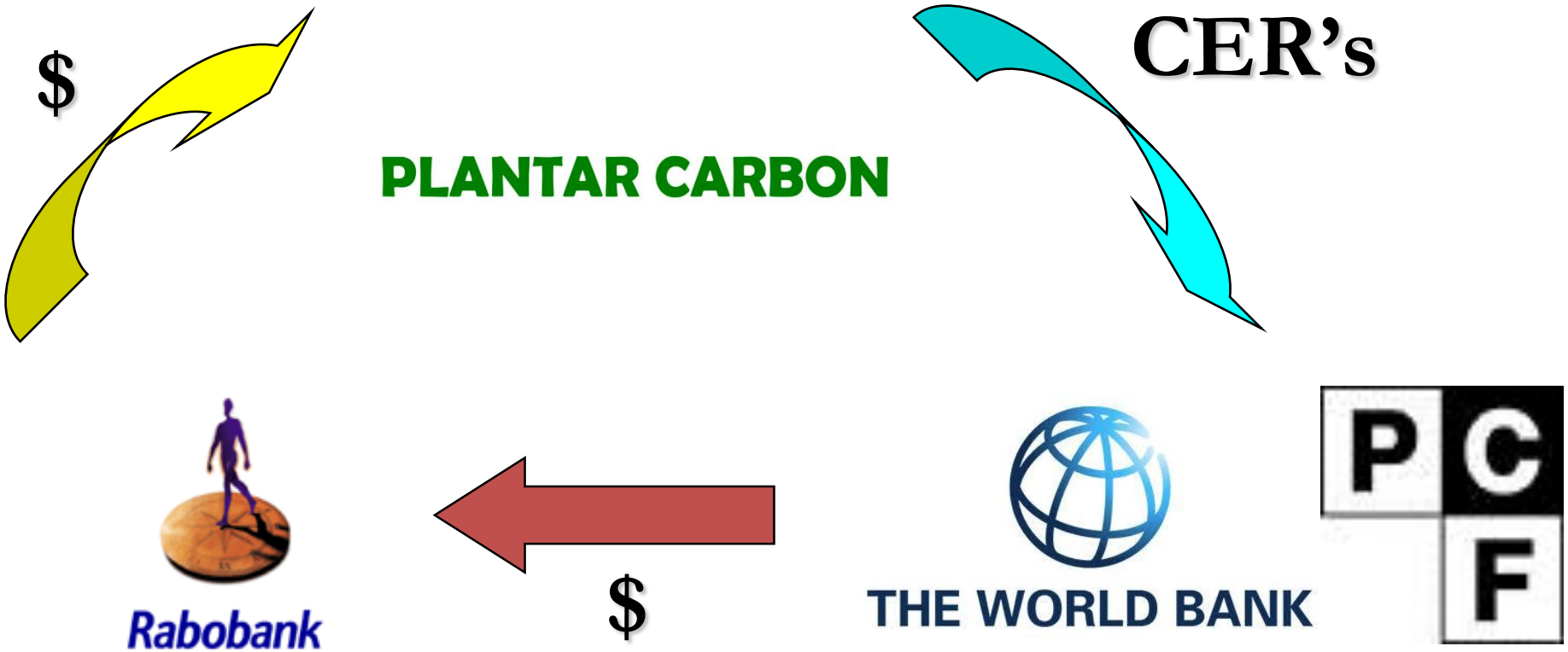
MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO: PRECIFICAÇÃO DE CARBONO VIA MERCADOS

- Já existem soluções para a não permanência e contabilidade do carbono florestal em mercados:
  i. Nível oficial (MDL/UNFCCC): **créditos temporários**, que podem ser renovados ao longo do tempo.
  ii. Nível voluntário **buffer/reservas**: não emitir parte dos créditos gerados, como back-up do sistema em caso de reversões conforme os riscos das atividades.

MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO: PRECIFICAÇÃO DE CARBONO VIA MERCADOS

- Desafios:
  i. **Integrar com políticas públicas** nacionais.
  ii. **Demanda:** há restrições de uso desses créditos em mercados importantes, inclusive no sistema europeu de comércio de emissões (importante trabalhar politicamente).
  iii. **Brasil pode ser líder** e daí a necessidade de protagonismo na construção de soluções técnicas e políticas para o tema (forma de viabilizar ambição ao longo do tempo)

SINERGIAS MERCADOS E PRODUTOS FINANCEIROS



MENSAGENS FINAIS

Abordagem integrada é chave para diversos aspectos:

1) Potenciais de mitigação e maior justiça na avaliação de atividades produtivas.

2) Equilíbrio na ênfase entre passivos (desmatamento) e ativos (remoções e estoques): diferenciais reais da economia brasileira, não só para setores específicos mas para o conjunto da economia do país.

3) Fundamental internalizar a variável carbono em nível econômico (sinergias com políticas/regulamentações inclusive Código Florestal).

Muito Obrigado !

PLANTAR CARBON

fabio.marques@plantarcarbon.com.br

Documento elaborado por: Palestrante Giampaolo Queiroz Pellegrino

Data: 26/09/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Planos Setoriais”

Audiência Pública - Senado Federal

“Contribuições para avaliação dos planos setoriais da PNMC”

Setor Agricultura

Giampaolo Queiroz Pellegrino

Pesquisador A – Embrapa Informática Agropecuária

Coordenador do Portfólio de Mudanças Climáticas da Embrapa

26 de setembro de 2019

Portfólio de Mudanças Climáticas da Embrapa

Objetivo Estratégico:

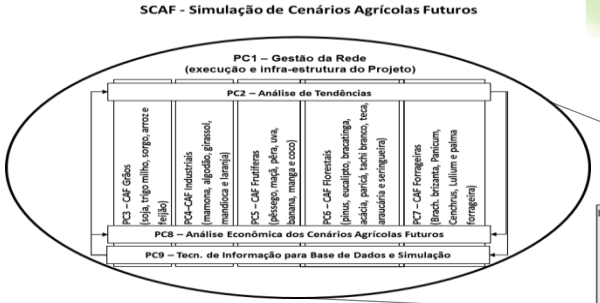
Promover a adaptação e a sustentabilidade da agricultura brasileira frente aos desafios impostos pela mudança do clima, contribuindo para a segurança alimentar nacional e global e para o controle das emissões nacionais de gases de efeito estufa.

busca analisar, integrar e coordenar as ações de PD&I da Embrapa relacionadas às Mudanças Climáticas e Agricultura.

Projetos – Grandes Desafios Nacionais

Modelagem e Simulação de Cenários Futuros

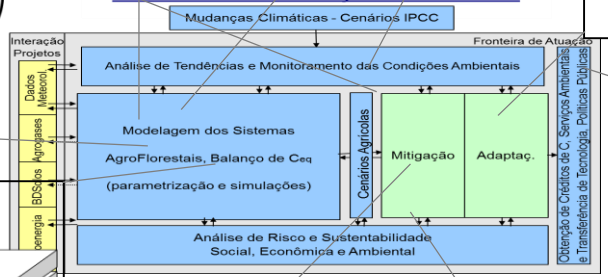
Crescimento de plantas

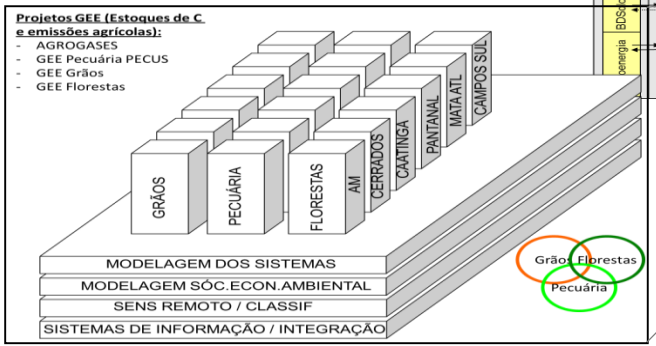


Pragas, Doenças e Plantas Daninhas

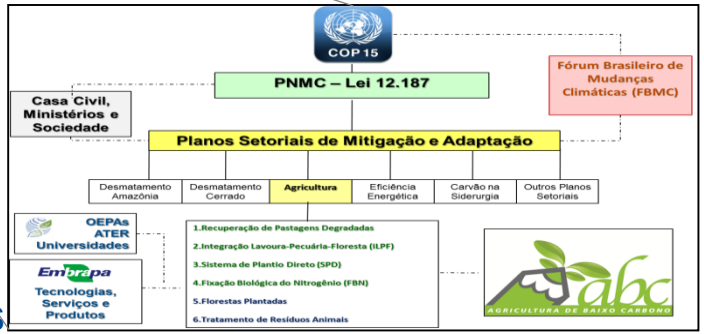
Recursos Hídricos

Plataforma Mudanças Climáticas





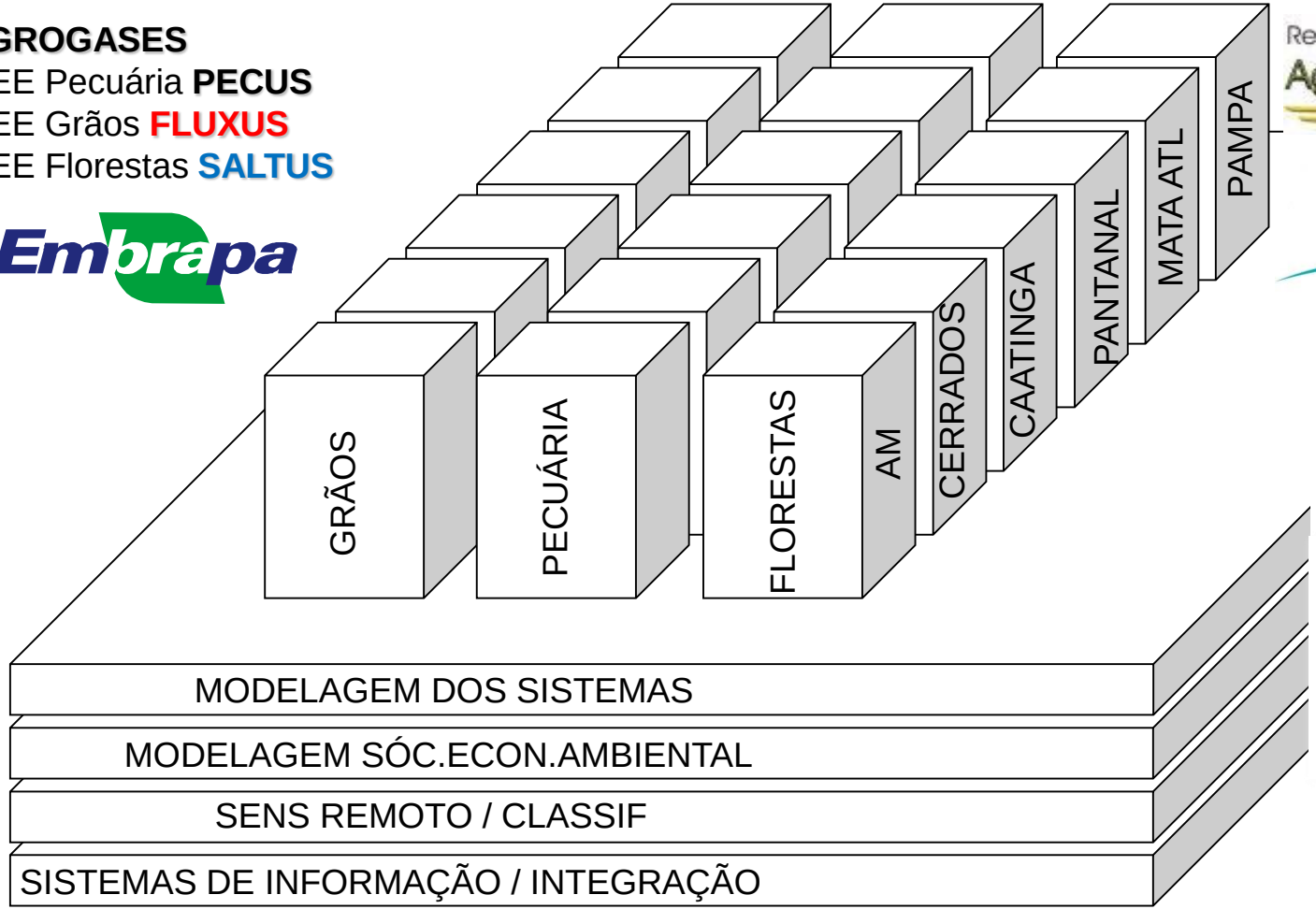
Balanço de C



Políticas Públicas

Projetos estoques de C e emissões GEE:

-**AGROGASES**
-GEE Pecuária **PECUS**
-GEE Grãos **FLUXUS**
-GEE Florestas **SALTUS**



Rede Agrogases

PECUS

FLUXUS
Emissão de Gases de Efeito Estufa e Balanço de Carbono em Sistemas de Produção de Grãos no Brasil

Saltus
Florestas Brasileiras, um Salto no Conhecimento

Promover a Adaptação da Agricultura com co-benefícios de mitigação

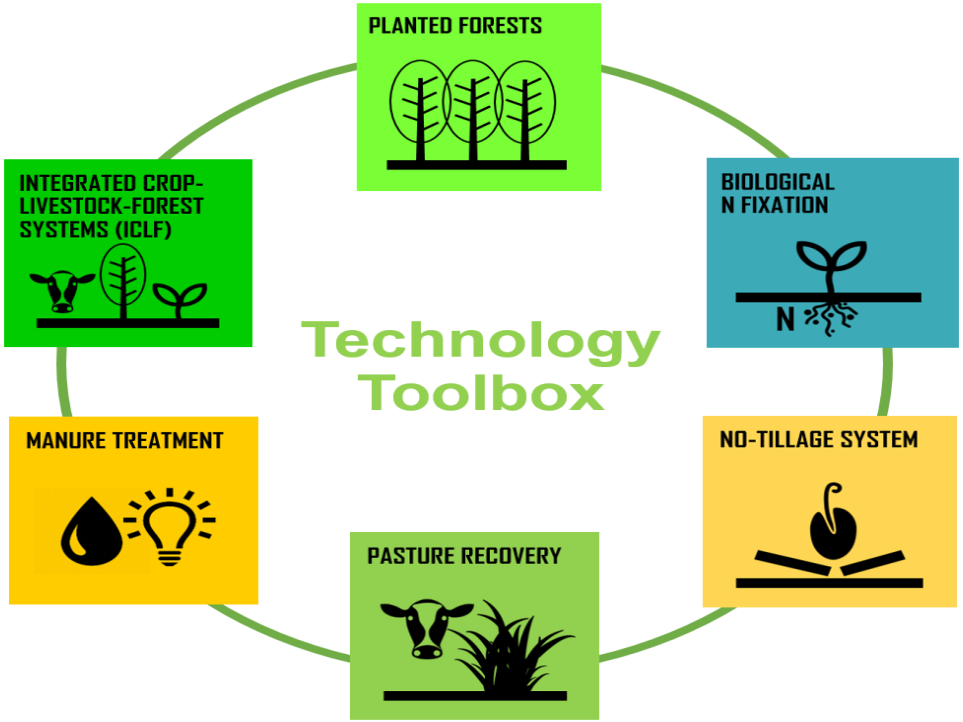
- Redução do déficit hídrico
- Eficiência técnica e aumento da produtividade
- Eficiência econômica
- Diversificação da produção
- Insumos alternativos
- ...

Promover a Adaptação da Agricultura com co-benefícios de mitigação

duas Políticas Públicas de Sucesso

- Plano ABC
  Agricultura com baixa emissão de Carbono
- ZARC
  Zoneamento Agrícola de Risco Climático

É preciso ampliar a adoção das tecnologias do Plano ABC para o cumprimento das NDC



Renda

+

Resiliência

+

Sustentabilidade

+

Redução da intensidade de emissões

COP 15

Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)

Lei 12.187 e Decreto 7.390 (PNMC)

Casa Civil, Ministérios e Sociedade

Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação

Desmatamento Amazônia	Desmatamento Cerrado	**Agricultura**	Eficiência Energética	Carvão na Siderurgia	Outros Setores

OEPAs
ATER
Universidades

Embrapa
Tecnologias, Serviços e Produtos

1. **Recuperação Pastagens Degradadas(RPD)**
2. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)**
3. **Sistema de Plantio Direto (SPD)**
4. **Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN)**
5. **Florestas Plantadas (FP)**
6. **Tratamento de Dejetos Animais (TDA)**
7. **Adaptação**

abc
AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO

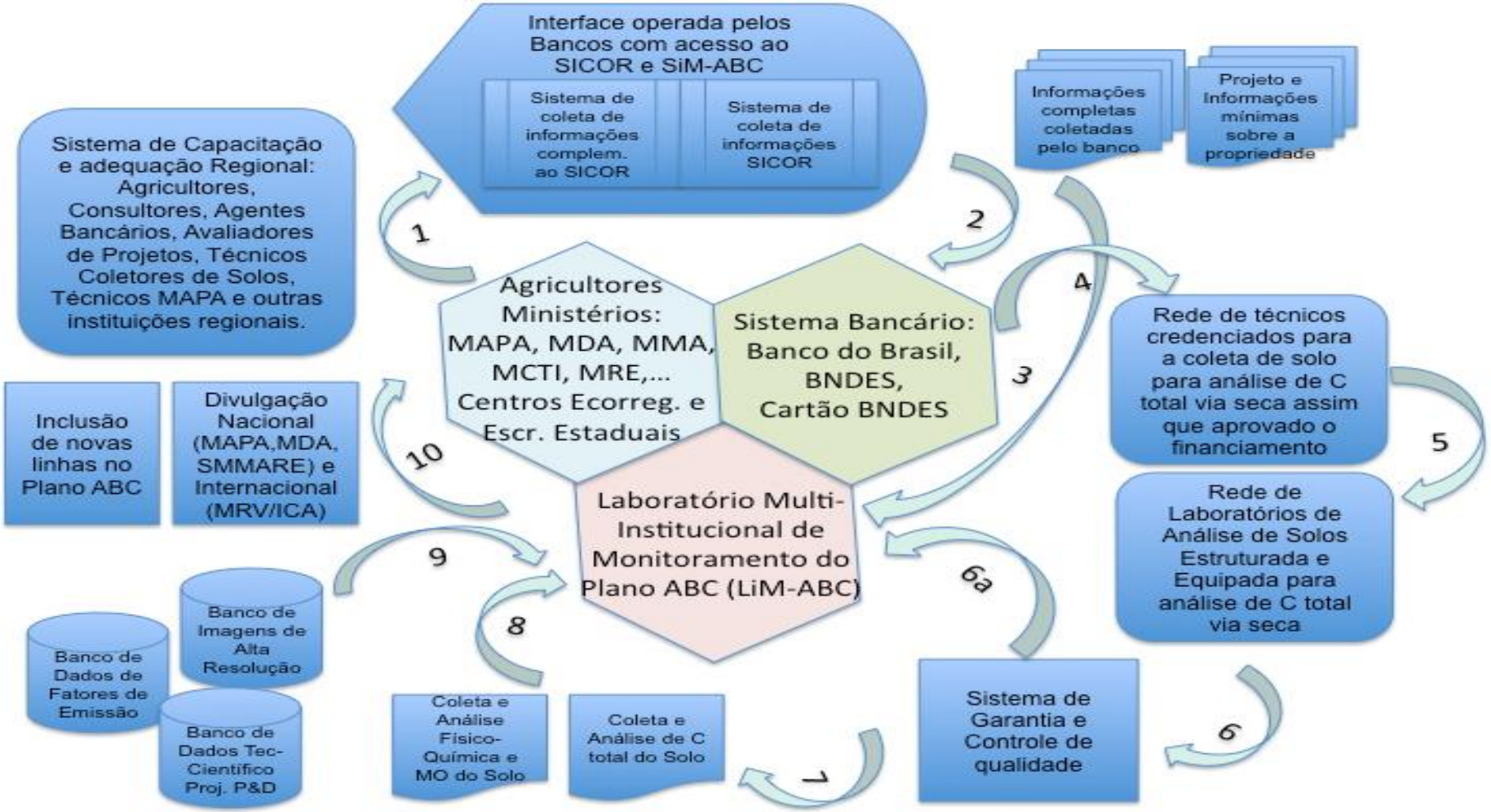
Promover a Adaptação da Agricultura com co-benefícios de mitigação

- Redução do déficit hídrico (RPD, ILPF, SPD)
- Eficiência técnica e aumento da produtividade (todas)
- Eficiência econômica (todas)
- Diversificação da produção (ILPF, FP, SPD, TDA)
- Insumos alternativos (FBN, TDA, Mat. Org.)

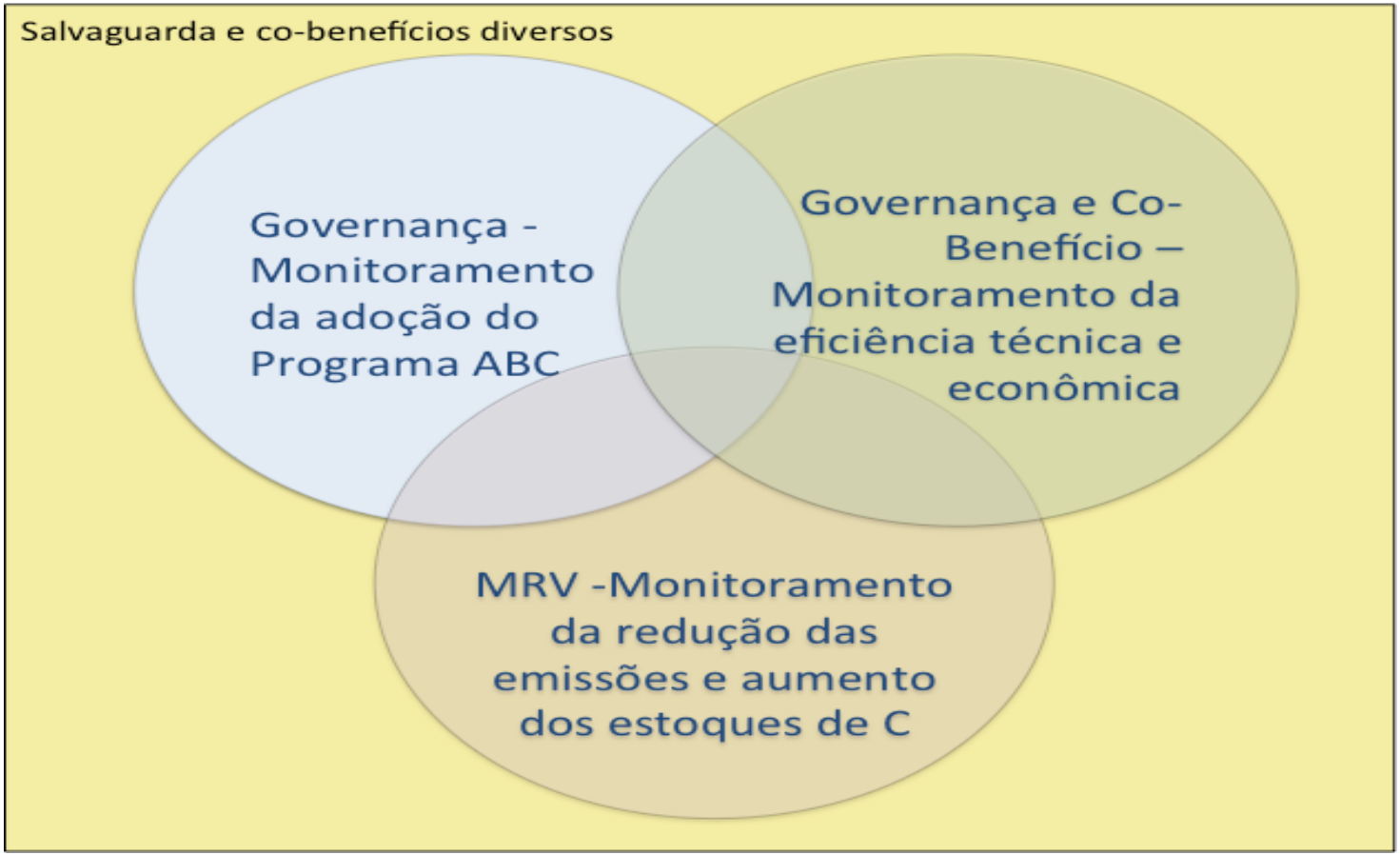
Instrumentos de gestão

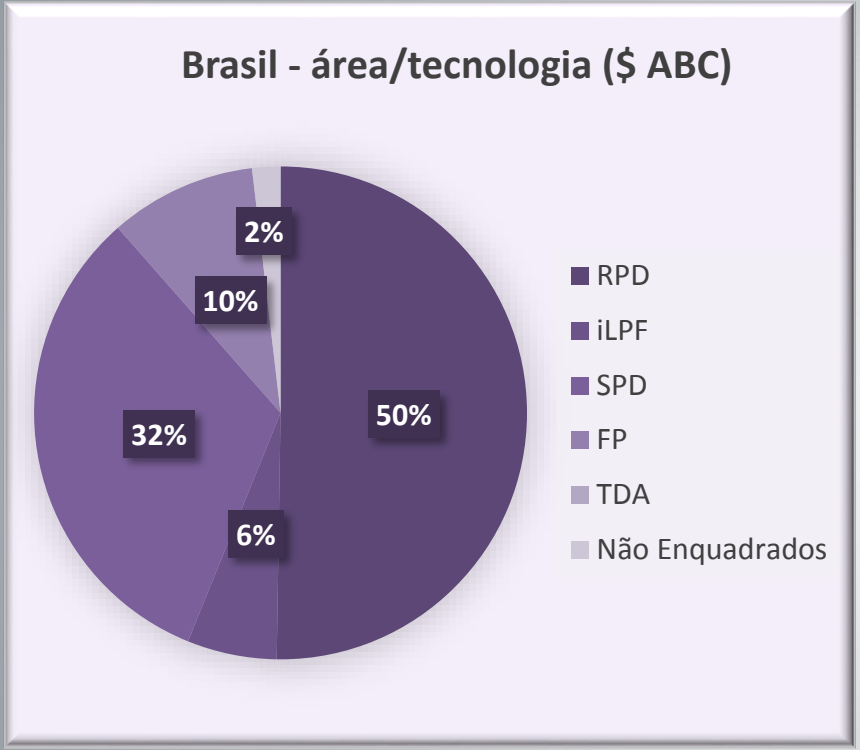
- SIGABC - Sistema de Governança do Plano ABC (SIGABC)
- Plataforma ABC - Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agropecuária

Fonte: MAPA, 2019


Interface operada pelos Bancos com acesso ao SICOR e SiM-ABC
Sistema de coleta de informações complem. ao SICOR
Sistema de coleta de informações SICOR
Informações completas coletadas pelo banco
Projeto e Informações mínimas sobre a propriedade
Sistema de Capacitação e adequação Regional: Agricultores, Consultores, Agentes Bancários, Avaliadores de Projetos, Técnicos Coletores de Solos, Técnicos MAPA e outras instituições regionais.
1
2
Agricultores
Ministérios: MAPA, MDA, MMA, MCTI, MRE,... Centros Ecorreg. e Escr. Estaduais
Sistema Bancário: Banco do Brasil, BNDES, Cartão BNDES
3
4
Rede de técnicos credenciados para a coleta de solo para análise de C total via seca assim que aprovado o financiamento
5
Rede de Laboratórios de Análise de Solos Estruturada e Equipada para análise de C total via seca
Inclusão de novas linhas no Plano ABC
Divulgação Nacional (MAPA,MDA, SMMARE) e Internacional (MRV/ICA)
10
Laboratório Multi-Institucional de Monitoramento do Plano ABC (LiM-ABC)
9
8
6a
Banco de Imagens de Alta Resolução
Banco de Dados de Fatores de Emissão
Banco de Dados Tec-Cientifico Proj. P&D
Coleta e Análise Físico-Química e MO do Solo
Coleta e Análise de C total do Solo
7
Sistema de Garantia e Controle de qualidade
6

ABC Platform- Multi-institutional Laboratory to monitor GHG emission reductions derived from ABC Plan

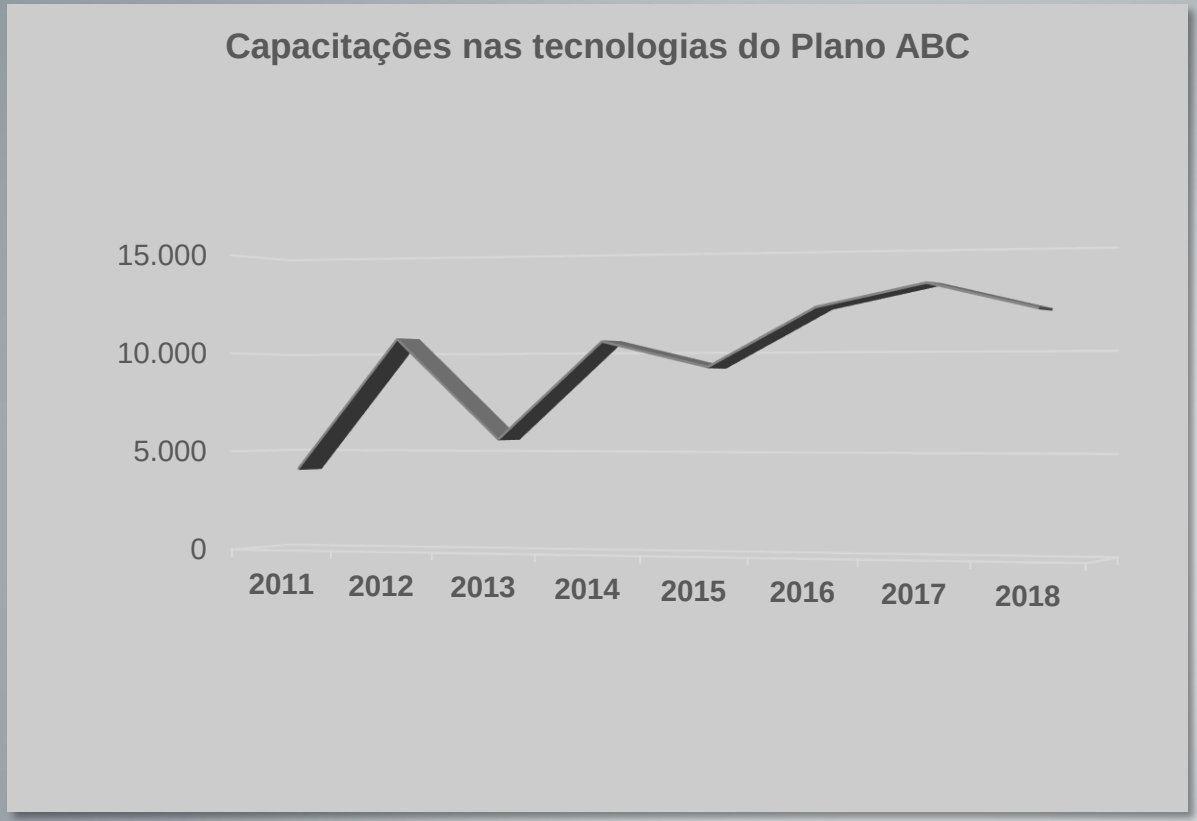




Brasil				
Tec.	Contr.	Valor (R$)	Área (ha)	área média (ha)
RPD	12.263	5.831.232.323,32	3.308.414,92	269,79
iLPF	1.276	707.837.454,46	387.248,40	303,49
SPD	5.620	3.346.601.367,49	2.132.769,73	379,50
FP	2.568	1.335.296.573,96	633.557,00	246,71
TDA	60	36.840.893,81	113,96	na
N.E.	2.688	1.202.923.242,93	122.059,26	na
TOTAL	24.475	12.460.731.855,97	6.584.163,27	269,02

Média	
R$/ha	R$/Contrato
1.892,53	509.120,81

Fonte: MAPA, 2019



Publico alvo:

- 2% estudantes
- 30% produtores
- 68% técnicos

Fonte: MAPA, 2019

Tabela 14. Metas voluntárias, estimativas de expansão da adoção, mitigação e critérios de avaliação decorrentes do fomento às tecnologias de baixa emissão de carbono no âmbito do Plano ABC.

	Tecnologias ABC	Recuperação de Pastagens Degradada (RPD)		Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)		Sistema Plantio Direto (SPD)	Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)		Florestas Plantadas (FP)		Tratamento de Dejetos Animais (TDA - milhões m^3)		TOTAL	
1) Metas do Plano ABC	1.1) Compromissos[1] (milhões ha)	15.0		4.0		8.0	5.5		3.0		4.40		35.50	
	1.2) Potencial de Mitigação da Tecnologia (milhões Mg CO_2 eq.)[1]	83 a 104		18 a 22		16 a 20	10		N.E.		6.9		132.9 a 162.9	
2) Expansão da adoção da tecnologia	2.1) Área total estimada (milhões ha)	3.30[2]		26.14[3]		12.61[4]	33.98[5]	33.31[5]	0.63[2] 7.84[6] / 1.15[7]		N.A.		91,04 a 113,88	
	2.2) Expansão da adoção no período (milhões ha)	3.30[2]		10.45[3]		5.83[4]	12.72[5]	10.64[5]	0.63[2] 1.22[6] / 1.15[7]		1.708[8a]	4.51[8b]	33.12 a 40.86[16]	
	2.3) % atingida em relação à meta do Plano ABC	22%		70%		146%	159%	193%	21%	41%	39%	103%	93% a 115%	
	2.4) Período considerado	2010 a 2018		2010 a 2017		2010 a 2016	2010 a 2017	2010 a 2017	2010 a 2016/18		2013 a 2018		2010 a 2018	
3) Estimativas de Mitigação	3.1) Fator emissão (Mg CO_2 eq.ha^{-1}.ano^{-1})	3.79[9]		5.50[10]		3.79[9] 6.24[11]	1.83[9]	1.83[9] 1.69[12]	3.89[13] / 0.80[14]		1.57[9]		----	
	3.2) Mitigação (milhões Mg CO_2 eq.)	12.54	18.23	39.57	57.52	22.11[9]	36.40[11]	23.28	19,74[9]	18,03[12]	25.37[13] / 0.98[14]		2.67[8a]	7.08[8b]	106,64[15] 145[15] / 132,01[16] 170,37[16]	
	3.3) % média atingida em relação à média da meta do Plano ABC	13%	20%	42%	62%	111%	182%	129%	197 %	180%	N.E.		39%	103%	72% 98% / 89% 115%	
Qualidade das estimativas	4.1 Dados da Atividade[¥]	1		3		2	2	1	2		2			
	4.2 Fatores de Remoção de GEE[¥]	2		2		2	2	1	1		2			

Fonte: Plataforma ABC, (em revisão e sujeito a alterações)

Embrapa

Estudo atesta eficácia de ferramentas de monitoramento de práticas conservacionistas na agropecuária

“… dissertação de mestrado na Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas (EESP/FGV). O trabalho mostrou que o aplicativo **AgroTag, o protocolo GHG e o Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg)** são ferramentas úteis para monitoramento e qualificação de práticas do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).”

A sustentabilidade é lucrativa

“Na prática, investir na produção sustentável pode trazer bons lucros ao pecuarista. Os números dizem que sustentabilidade dá dinheiro”, destaca Assad. “Os números robustos apresentados denotam que investimento em sustentabilidade é uma opção de lucratividade”, frisa.

https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42739198/estudo-atesta-eficacia-de-ferramentas-de-monitoramento-de-praticas-conservacionistas-na-agropecuaria

Fonte: Plataforma ABC, 2019

Zoneamento Agrícola de Risco Climático
Indução tecnológica e integração "horizontal" de Políticas Agrícolas (PSR, PROAGRO, GS)

Foto: Nadir

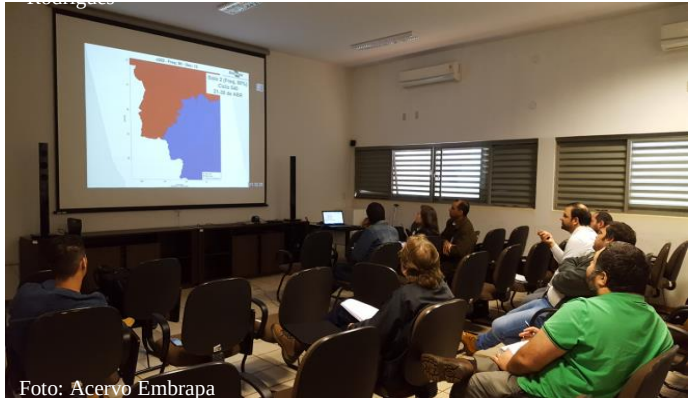
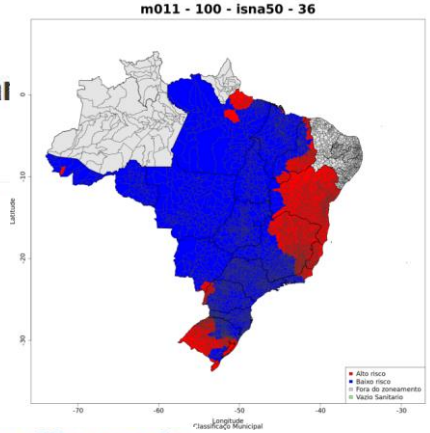


Foto: Acervo Embrapa

Ministério da Agricultura libera o Zonea
Climático para Roraima

em Política 25 de fevereiro de 2016 0

Jucá e Kátia Abreu – Foto: Tiago Orihuela



Pará passa a contar com zoneamento para milho e soja

Tweet Compartilhar 5 G+1

Foto: Ronaldo Rosa

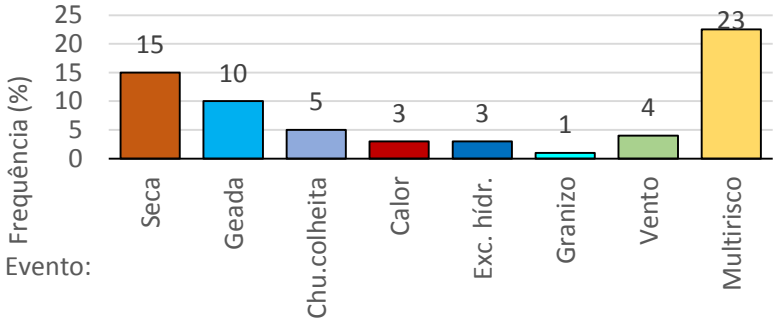
Mapa, Embrapa e governo do Estado juntos na apresentação em Belém

Foto: Nadir Rodrigues

Principais demandas nacionais relacionadas ao zoneamento agrícola de risco climático (lato sensu) e às mudanças climáticas na percepção da Embrapa

Principais demandas:

a)

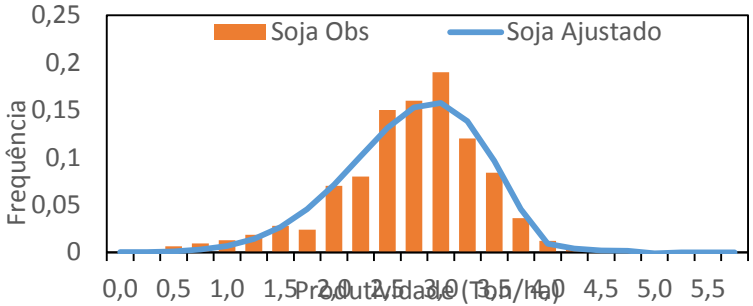


Novos fatores de risco;

b)

Novos territórios, culturas/cultivares/genótipos e sistemas de produção (*pulse crops*, sistemas em sucessão, integrados)

c)

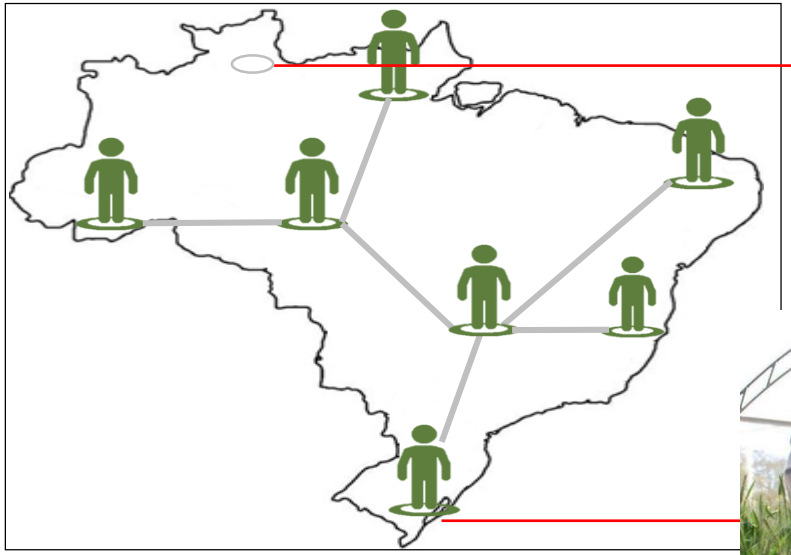


Quantificação da PRODUTIVIDADE;

Evolução para um Sistema de Avaliação de Riscos e Resiliência Agroclimática

SiERRA

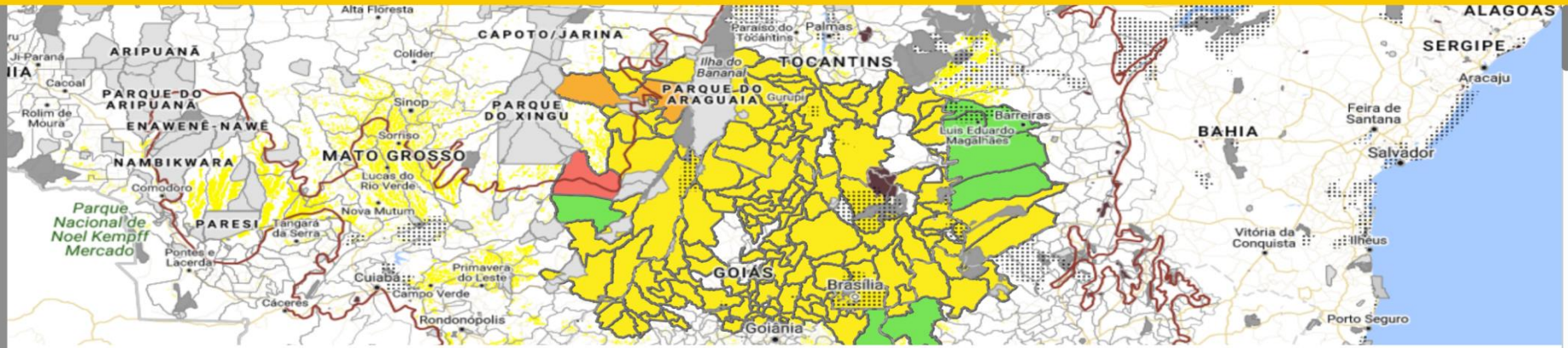
Rede de Pesquisa R.R.A.



The Nature Conservancy
Protecting nature. Preserving life.™
agroideal
INTELIGÊNCIA TERRITORIAL
soja
pecuária
O que é o Agroideal
É um sistema de inteligência territorial online e gratuito de suporte a tomada de decisões para avaliar territorialmente os riscos socioambientais associados a investimentos para o setor da soja e da pecuária, buscando maior desempenho econômico e produtivo aliado à baixos impactos ambientais e sociais.
Identificando riscos e oportunidades
para a produção sustentável

Relatório de Estratégia de Negócios

RELATÓRIO



teste

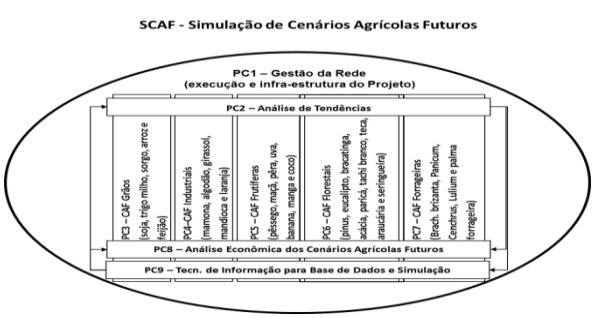
	Baixo risco socioambiental com alta oportunidade econômica	7 municípios	área total de 6.052.023,9 ha
	Baixo risco socioambiental com baixa oportunidade econômica	151 municípios	área total de 37.793.455,1 ha
	Alto risco socioambiental com alta oportunidade econômica	1 município	área total de 1.671.347,7 ha
	Alto risco socioambiental com baixa oportunidade econômica	1 município	área total de 1.088.240,2 ha

Promover a Adaptação da Agricultura com co-benefícios de mitigação

uma Política Pública a evoluir

PNA

Plano Nacional de Adaptação



Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

Estratégias Setoriais e Temáticas

VOLUME II

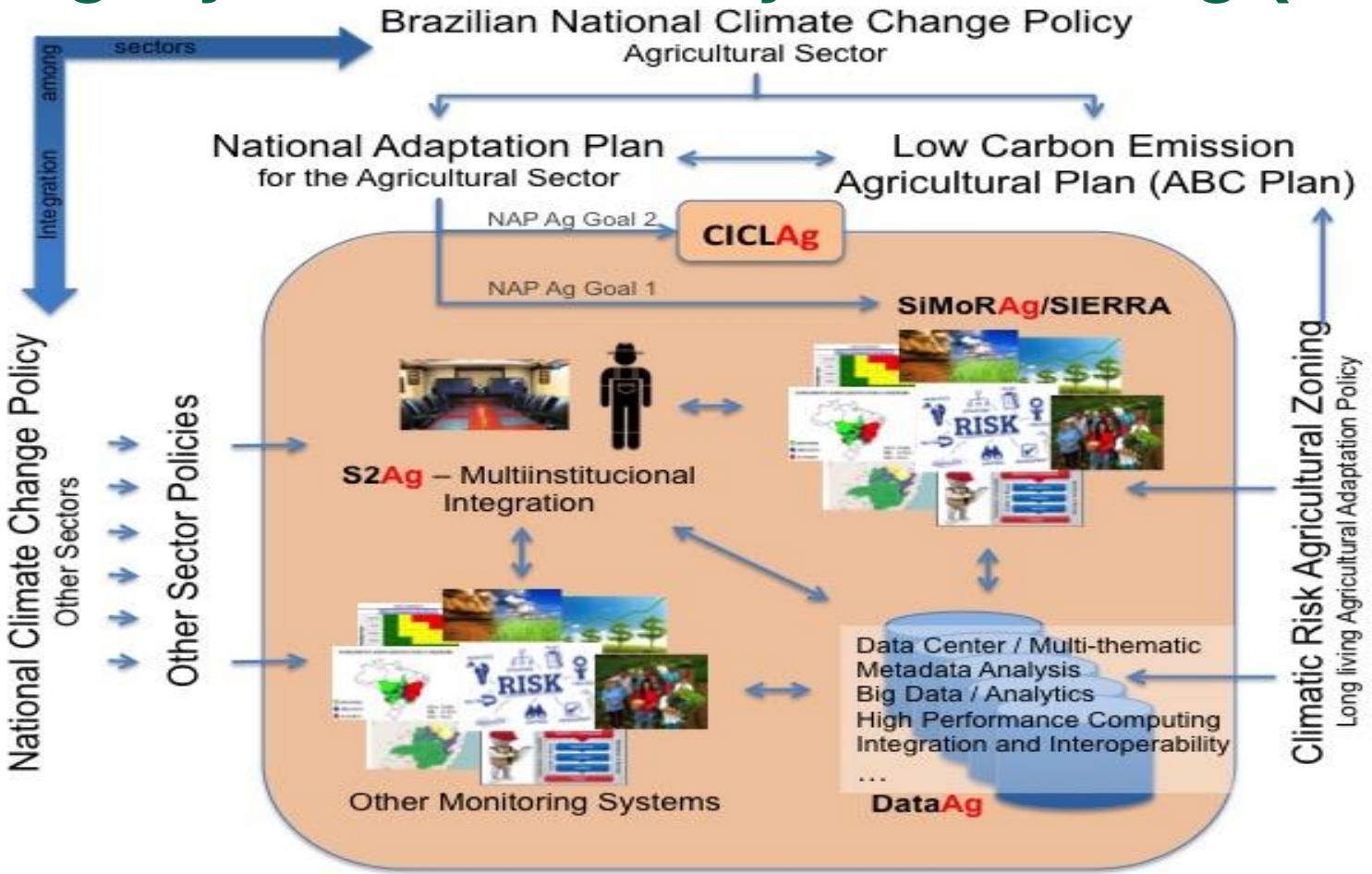
Colaborações da Embrapa para o Plano Nacional de Adaptação “Sugestões de Tópicos e Ações de Adaptação Relacionados ao Setor da Agricultura” (Dezembro 2014)

- Intensificação de aquisição e uso de informações
- Recursos hídricos e uso da água na agricultura
- Combate à desertificação
- Manejo de pragas e doenças
- Recursos genéticos e melhoramento

Colaborações da Embrapa para o Plano Nacional de Adaptação “Sugestões de Tópicos e Ações de Adaptação Relacionados ao Setor da Agricultura” (Dezembro 2014)

- Uso da terra, zoneamento do risco e identificação de vulnerabilidade, modelagem, simulação e concepção de cenários integrados
- Adaptação de sistemas de produção para a sua sustentabilidade econômica, social e ambiental
- Transferência de tecnologia
- Políticas públicas

Integração da informação - CICLAg (PNA)



Lições Aprendidas

1.Esperar pelas condições e métodos perfeitos tende **a levar à inércia**;

2.Decisões são tomadas com base na melhor informação/conhecimento **disponível e acessível**;

3.Estratégia **evolutiva e integradora** foi um fator chave;

4.Política pública baseada em **ciência e tecnologia conectadas a um sistema de suporte à decisão** é um fator estruturante;

5.A **indução tecnológica por meio do crédito** foi muito efetiva em promover eficiência e resiliência (capacidade adaptativa) aos sistemas de produção;

Lições Aprendidas

6.A melhor forma de **ampliar a adoção** é monitorar e mostrar a **melhoria da eficiência econômica/renda do agricultor**. As ações devem focar a melhoria da eficiência e da sustentabilidade (em todas as suas vertentes). Reduzir a emissão de **GEE não é fator de convencimento** para a maioria do agricultores;

7.Tecnologias pré-existentes podem e devem ser adaptadas e empregadas

8.....

Declaração de posse tradicional de 5 Terras Indígenas

Fiscalização ambiental, com 20.000 áreas embargadas e R$ 75 milhões de multas aplicadas

287 Operações de fiscalização em unidades de conservação, terras indígenas, rodovias e indústrias siderúrgicas

Principais **Resultados** das Fases I e II (2010 a 2015)

Foco de atuação nos **Municípios Prioritários**

Projetos:

Apoio à implementação do PPCerrado

PROGRAMA CERRADO

FIP

Cadastro Ambiental Rural - **CAR**
Prevenção, Controle e Monitoramento dos Incêndios Florestais
Manejo Integrado do Fogo nas Unidades de Conservação
Desenvolvimento de sistemas de **monitoramento** de áreas **queimadas e desmatamento**
Agropecuária sustentável – **Agricultura de Baixo Carbono**

ATER em **atividades sustentáveis** para 100.921 famílias

Capacitação de 13.133 produtores em tecnologias **agropecuárias sustentáveis**

Fortalecimento da **Gestão** das Unidades de Conservação

14 Planos de Gestão Territorial e Ambiental em Terras Indígenas (PNGATI)

Apoio a 18 mil indígenas pelo Projeto Gestão Ambiental e Territorial Indígena com implementação de **Sistemas Agroflorestais – SAF** para recuperação e produção de alimentos

Capacitação de 2.400 famílias em **ATER para manejo florestal** e comunitário

4.008 famílias beneficiadas pelo Programa **Bolsa Verde**

Estruturação de **Arranjos Produtivos Locais** da Sociobiodiversidade

Formação e contratação de **4.136 brigadistas**

4 novos produtos do Cerrado na PGPM-Bio

TerraClass 2013

TerraClass

PPCerrado

https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80120/PPCDAm%20e%20PPCerrado%20-%20Encarte%20Principal%20-%20GPTI%20_%20p%20site.pdf

Embrapa

PPCerrado

Mapeamentos
FIP Paisagens rurais:
2016
2018
2020

PMABB -Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros

Embrapa

Não seguro | terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/alerts/biomes/cerrado/daily/

TerraBrasilis
DETER (Avisos)

- Gráficos - Avisos Diários
  - Amazônia Legal
  - Bioma Cerrado
- Gráficos - Agregado Mensal
  - Amazônia Legal
  - Bioma Cerrado
- Ferramentas
  - Baixar Dados

Análise - Cerrado

✔ Área dos avisos (km²) | Número de avisos

Username | Password | Entrar

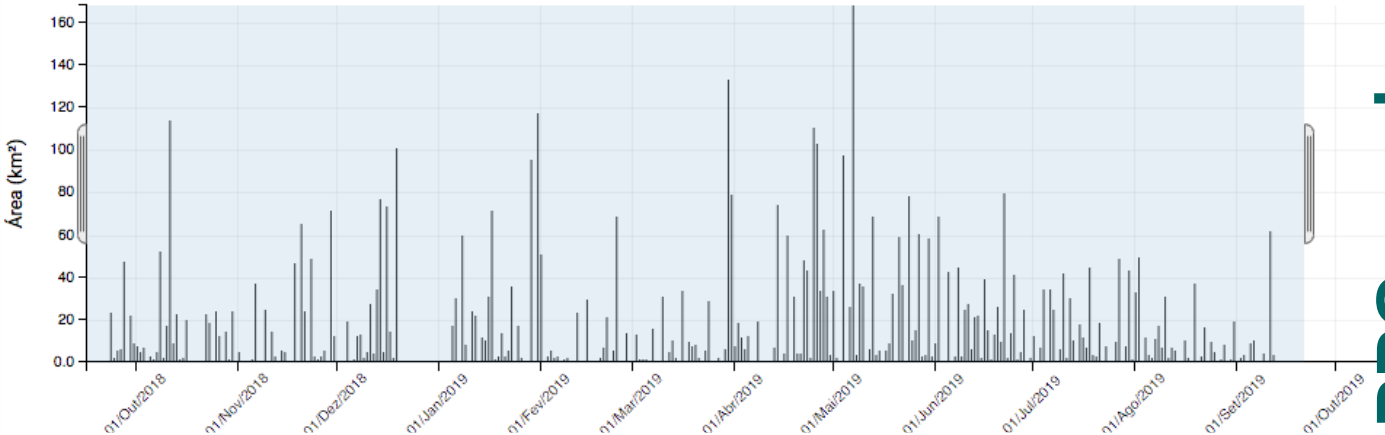
Avisos de desmatamento
5.414,33 km²

Número de avisos
17.296

Distribuição de área ao longo do tempo

Exibindo dados para o intervalo de tempo selecionado: 17/09/2018 - 21/09/2019

Atualizado até: 13/09/2019



PPCerrado

Embrapa

Grato pela atenção

Contato: giampaolo.pellegrino@embrapa.br

Embrapa

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

Documento elaborado por: Palestrante Ricardo Esparta

Data: 26/09/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Planos Setoriais”

SENADO FEDERAL – COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE

Contribuições para avaliação dos planos setoriais da Política Nacional sobre Mudança do Clima

Objetivos de uma política pública Monitoramento, reporte, verificação e ajuste

A. Ricardo J. Esparta
Diretor Técnico
Ecopart Assessoria Ltda (EQAO)

Onda de frio na Europa na primavera prova que as teorias do aquecimento global estão erradas?

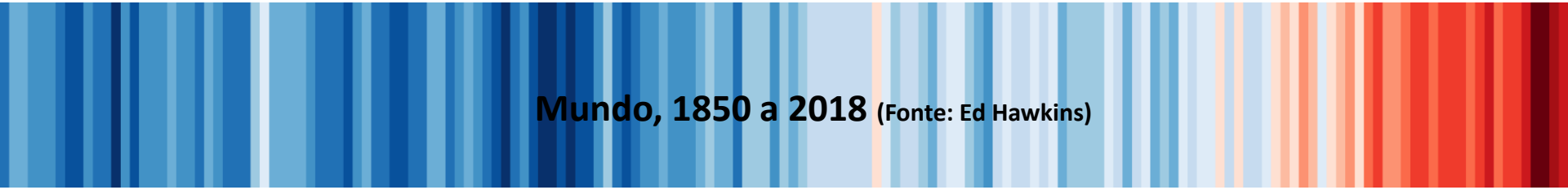
- **"A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil emitiu nesta terça-feira, 10, alerta para a forte onda de calor que atingirá o Estado de São Paulo nos próximos dois dias... as temperaturas máximas devem oscilar entre 35ºC e 38ºC, em pleno inverno, nas regiões de Ribeirão Preto, Araçatuba, Presidente Prudente... entre o oeste e o norte do estado"**

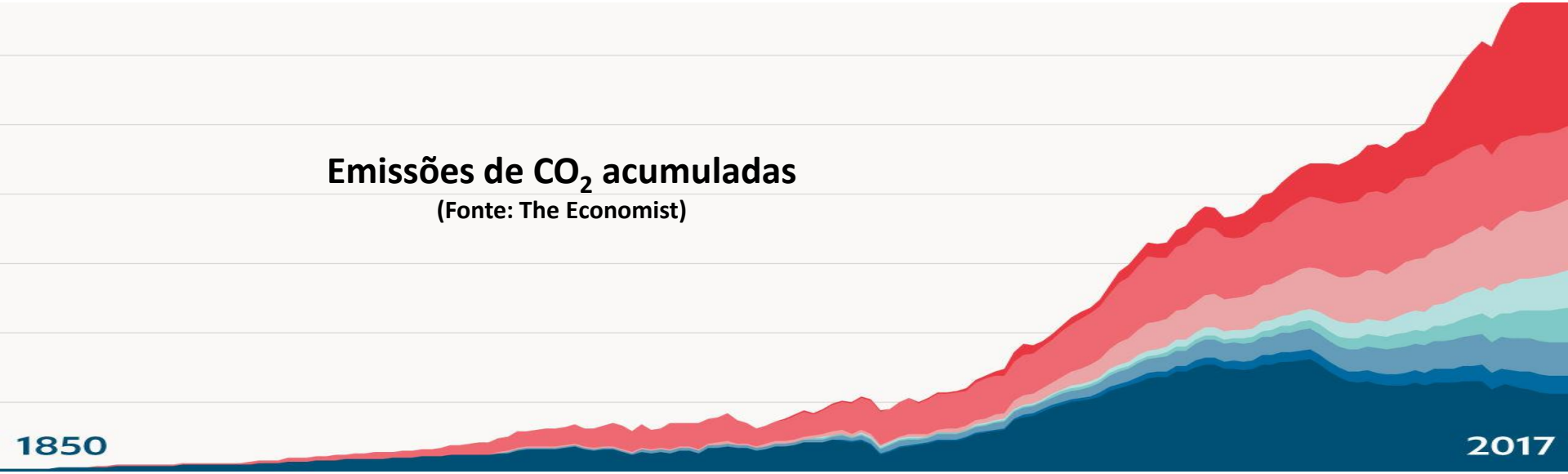
  (Fonte: Veja, 10/09/2019, Onda de calor atinge SP em pleno inverno e temperatura pode chegar a 38ºC, https://veja.abril.com.br/brasil/onda-de-calor-atinge-sp-em-pleno-inverno-e-temperatura-pode-chegar-a-38oc/).

- **"A temperatura mais alta registrada em um mês de setembro ocorreu nesta última quinta-feira (12)…com 35,9ºC na estação do Mirante de Santana… desde que começaram os registros em 1943"**

  (Climatempo, 13/09/2019, Recorde de Calor em São Paulo, https://www.climatempo.com.br/noticia/2019/09/13/recorde-de-calor-em-sao-paulo-sp--8348).

Listras do clima (Ed Hawkins), variação da temperatura em relação à media de 1971 a 2000, azul (mais frio), vermelho (mais quente)





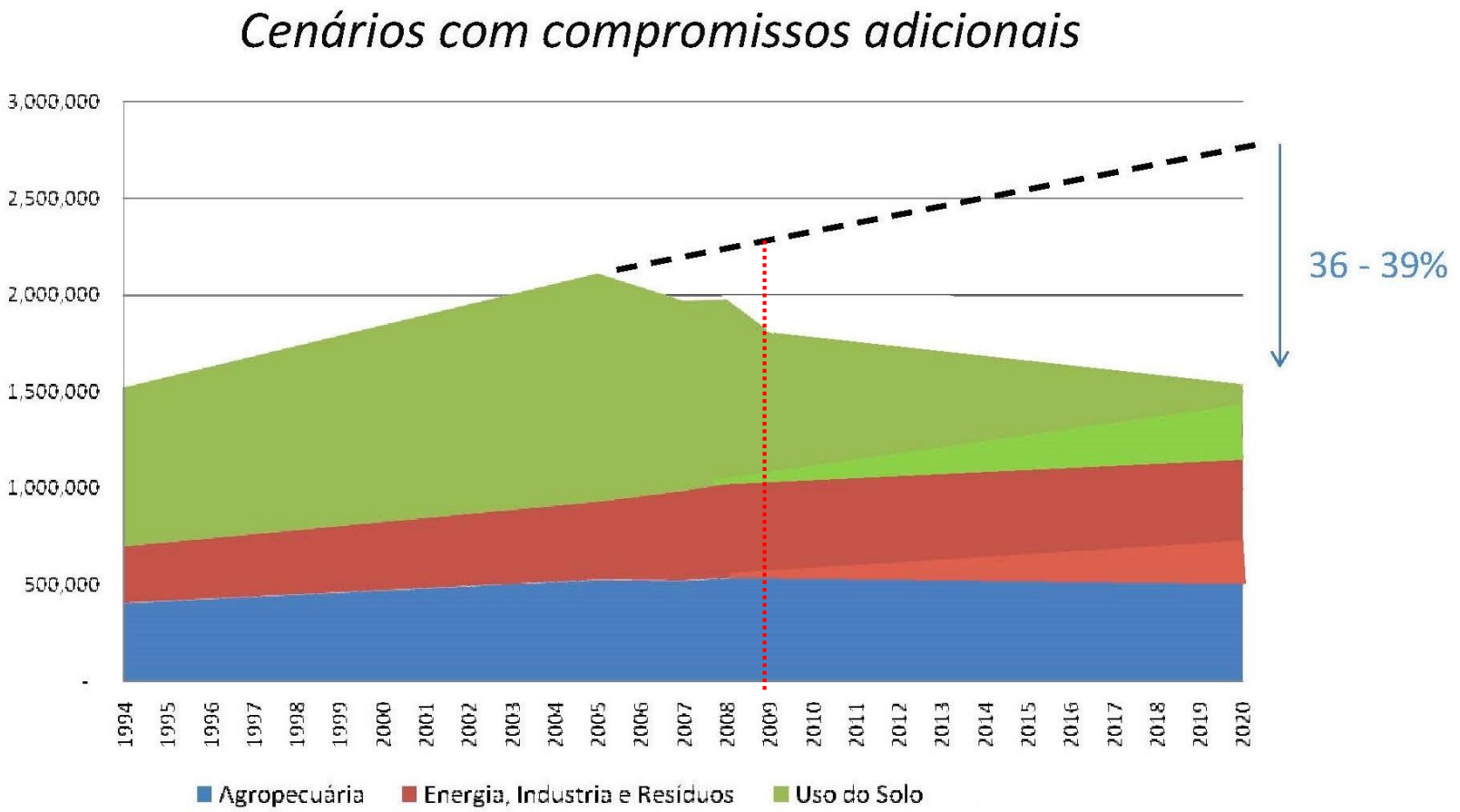
A mudança do clima é um problema de longo prazo? seria hoje puramente acadêmico?

- **Infestação da bactéria *Xylella Fastidiosa* levou a quebra de 65% da última safra de outono dos olivais seculares da Puglia, com estimativa de um milhão de oliveiras já mortas na Itália nos últimos dois anos. A bactéria foi introduzida em provavelmente 2010, mas não causou maiores danos por que era "contida" pelo frio do inverno. Entretanto, a partir de 2017 a bactéria se tornou epidêmica, principalmente devido a três anos seguidos com recentes eventos climáticos extremos como secas severas e invernos bem mais amenos**

(Fonte: The Economist, 19/Sept/2019, The threat to the southern European olive - *Climate issue: A bacterium is getting help from the weather,* https://www.economist.com/europe/2019/09/19/the-threat-to-the-southern-european-olive).

YOU KNOW IT'S
TIME 4 CHANGE
WHEN CHILDREN
ACT LIKE LEADERS
AND LEADERS
ACT LIKE
CHILDREN

Política Nacional de Mudança do Clima

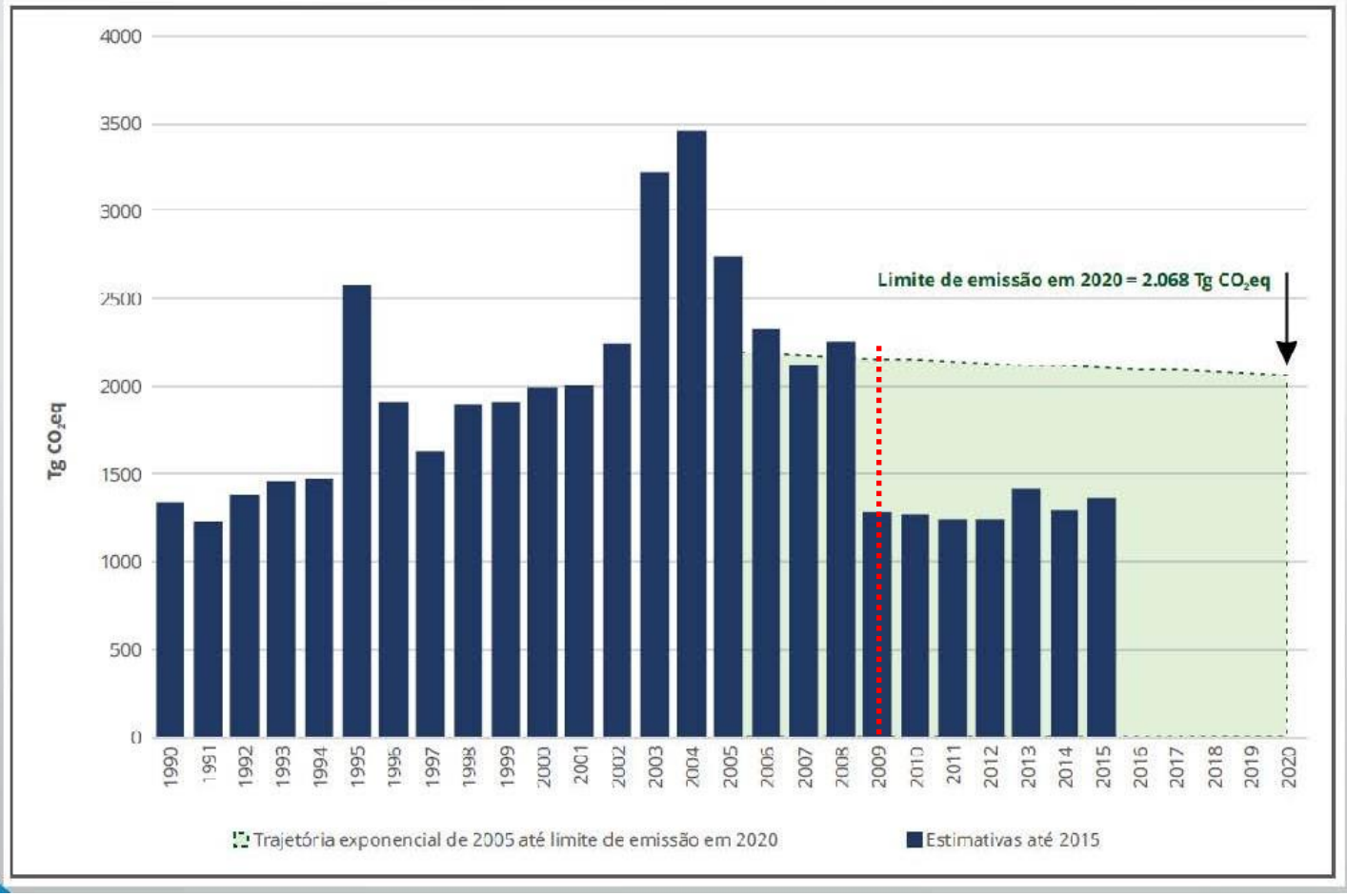


Fonte: Tasso Azevedo (2010)

Planos setoriais: Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas do Cerrado (PPCerrado) , Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, Plano de Redução de Emissões na Siderurgia... Plano Industria, Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (PMBC), Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (PSTM) e Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação a Mudança do Clima.

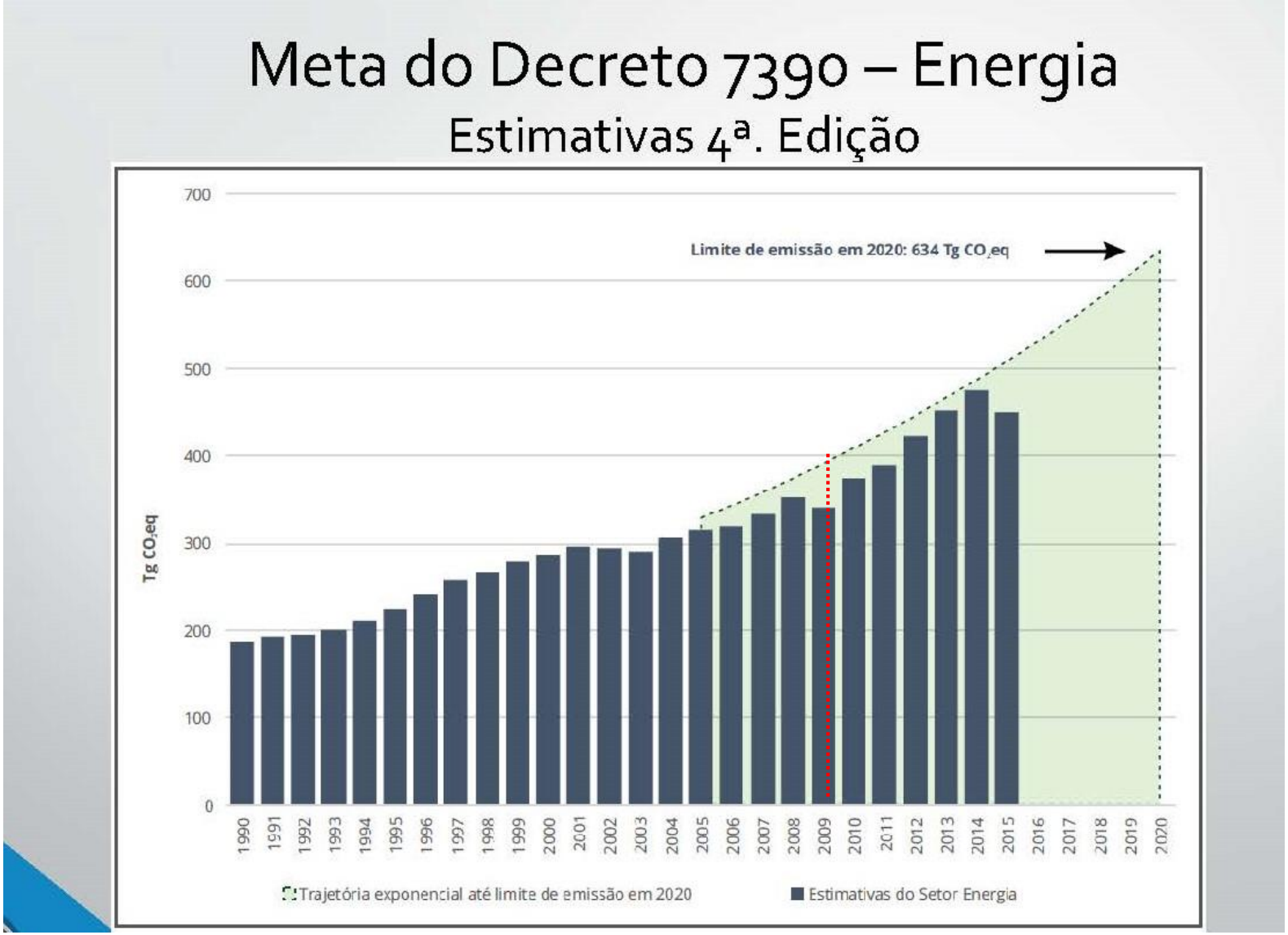
Política Nacional de Mudança do Clima

Meta do Decreto 7390 – Estimativas 4ª. Edição



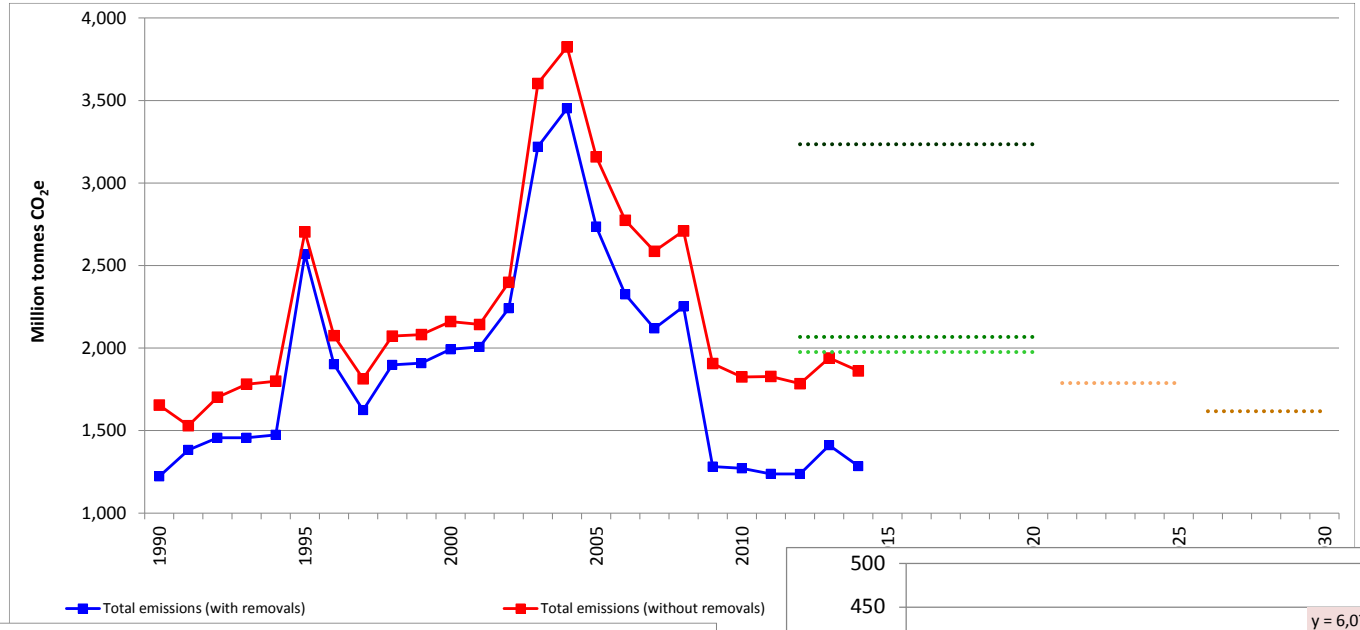
Fonte: Mauro Meirelles (2019)

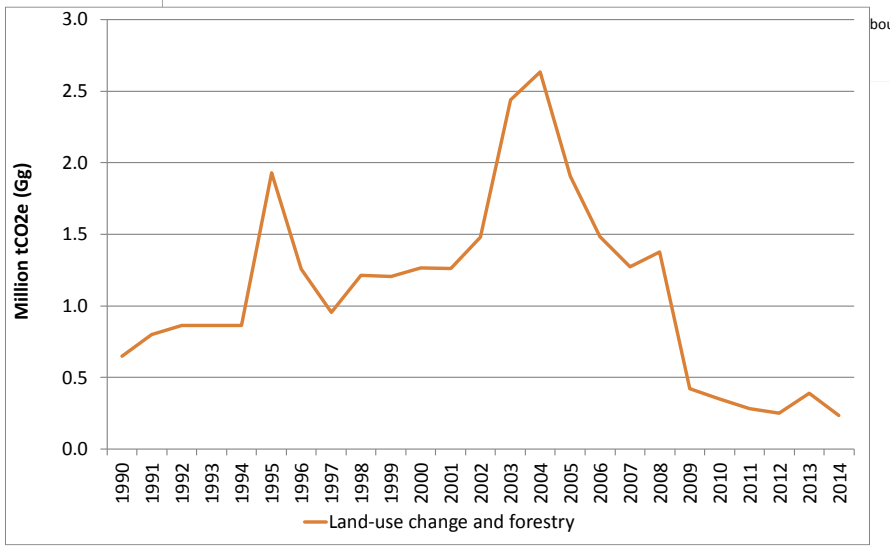
Política Nacional de Mudança do Clima

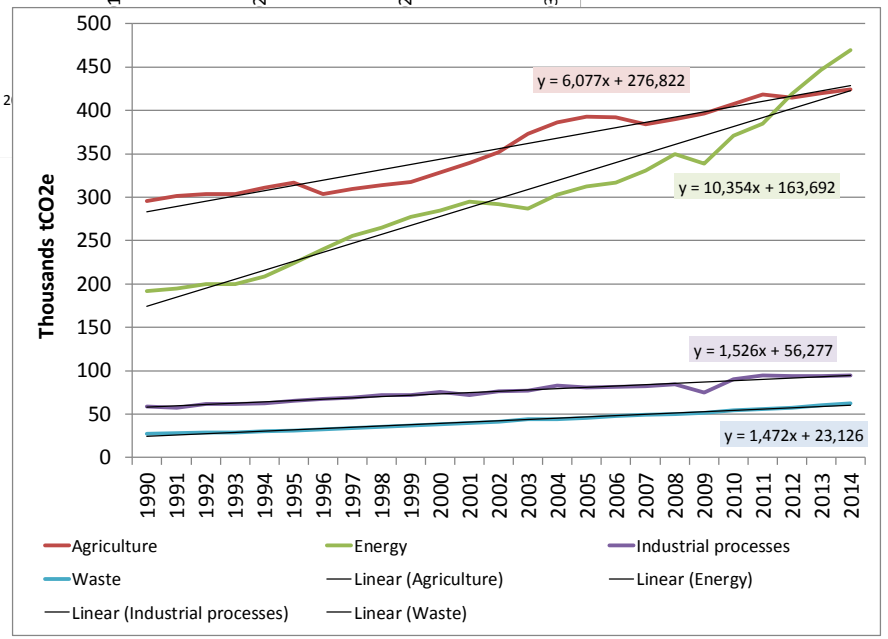


Fonte: Mauro Meirelles (2019)

Histórico recente de emissões no Brasil

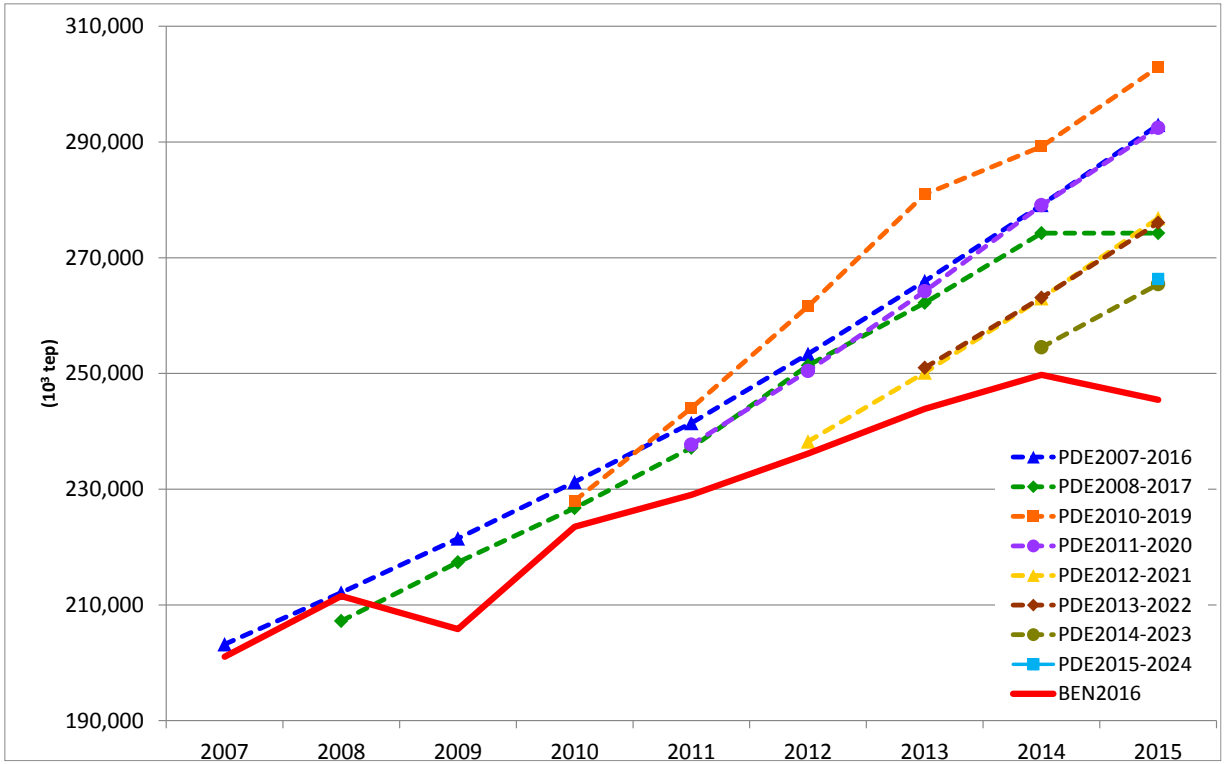






Fonte: Esparta et al. 2017

Consumo de energia planejado e realizado
Emissões e crescimento



Fonte: Esparta et al. 2017

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2007-15
Variação, emissões (MCTIC, 2018)	liq.	-8.9%	6.3%	-43.0%	-0.7%	-2.3%	-0.1%	14.5%	-9.0%	5.7%	**-41.2%**
	brutas	-8.0%	5.5%	-38.3%	-0.6%	-0.2%	0.0%	11.6%	-7.4%	4.6%	**-63.8%**
PIB (IBGE, 2017)		6.1%	5.1%	-0.1%	7.5%	4.0%	1.9%	3.0%	0.5%	-3.8%	**26.4%**

O caminho é tão ou mais importante que a meta

- **O que se pretende com um política pública de mudança do clima?**
- **Simplesmente cumprir uma meta no futuro (independentemente do caminho) ou possibilitar a transição para uma economia de baixo carbono, menos dependente de combustíveis fósseis (e atividades carbono-intensivas), em outras palavras, mais sustentável ambientalmente, socialmente e economicamente?**
- **Lacuna importante da PNMC: "Não implementação de um programa nacional de relato" (Karen Cope)**
- **Adicionalmente: não implementação de um programa nacional de monitoramento, reporte, verificação... e ajuste (vide PDE).**
- **Políticas públicas tem que ser constantemente monitoradas e avaliadas. E reajustadas.**
- **Métricas? Incluir jurisdição, escolha adequada de ano base e alvo das metas, compromissos plurianuais, etc. (WRI, 2014).**

Envolvendo entes subnacionais: estados e municípios

(Fonte: G. Ribeiro, Dissertação de Mestrado, IEE-USP, defesa em 30/Set/2019).

Setor	Atividade	Legislativa	Administrativa			
			Explorar	Diretriz	Planej.	Gestão
Energia	Setor Elétrico[68]	U*	U	U	U	U
	Indústria nuclear	U	U	U	U	U
	Indústria do Petróleo, GN e combustíveis líquidos[69]	U	U	U	U	U
	Gás Canalizado	U	E**	U	E	E
	Portos e aeroportos	U	U	U		U
	Transporte aéreo e marítimo	U	U	U	U	U
	Transporte terrestre e hidroviário interestadual e internacional[70]	U	U	U	U	U
	Transporte terrestre regional[71]	U	E	U	E	E
	Transporte urbano intermunicipal	U	E	U	E	E
	Transporte municipal e mobilidade urbana	U	M***	U	M	M
	EE[72] setor agropecuário	U	-[73]	U	U;E;M; D†	U;E;M; D
	EE do setor industrial	U	-	U	U;E;M; D	U;E;M; D
	EE do setor residencial	U	-	U	U;E;M; D	U;E;M; D
	EE do setor de serviços[74]	U	-	U	U;E;M; D	U;E;M; D
	Geração Distribuída[75]	U	-	U	U;E;M; D	U;E;M; D
	Iluminação Pública	U	M	U	M	M
Resíduos e saneamento	Saneamento e tratamento de efluentes	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
	Destinação de resíduos sólidos	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
Água	Gestão dos recursos hídricos	U	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
Processos Industriais	Gestão dos recursos minerais e metalurgia	U	U;E;M	U;E;M	U	U;E;M
	Produção de bens e mercadorias	U; E	U;E;M	U;E;M	U	U;E;M
	Emissões estacionárias	U; E; M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
Agropecuária	Produção de bens e mercadorias	U; E	U;E;M	U;E;M	U	U;E;M
	Tratamento de efluentes	U; E	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
	Tratamento de resíduos	U; E	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
Meio ambiente	Preservação Florestal	U; E; M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
	Proteção ambiental e combate a poluição	U; E; M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
Desen. Urbano	Habitação	U; M	U;E;M	U	U;E;M	U;E;M
	Defesa civil	U; E	U	U	U;E;M	U;E;M
	Saúde	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
	Ordenação do território	U; E; M	U;E;M	U;E;M	U;E;M	U;E;M
Operações financeiras	Política de crédito, seguros entre outras operações	U	U	U	U	U

*União; **Estados e DF; ***Municípios; †Distribuidoras

Fonte: Elaborada pelo autor a partir da Legislação citada.

[68] Geração centralizada, transmissão, distribuição, operação e comercialização.
[69] Exploração, produção, transporte, refino, distribuição (exceto gás canalizado) e comercialização.
[70] Modais ferroviário, rodoviário, aquaviário e dutoviários.
[71] Modais ferroviário, rodoviário, aquaviário e dutoviários.
[72] Eficiência Energética
[73] Consumidores conectados à rede e produtores de equipamento elétricos.
[74] Setor público e comércio.
[75] Conforme resolução normativa da ANEEL 482.

Acordo de Paris, “NDC” do Brasil

Sumário da medidas incluidas nas "NDC" brasileiras		
Setores		**Metas, objetivos, medidas**
Geral		37% abaixo dos níveis de 2005 em 2025
		43% abaixo dos níveis de 2005 em 2030
		(GWP100, IPCC-AR5)
LULUCF	Florestas	Fortalecer o cumprimento do Código Florestal
		Desmatamento ilegal zero e compensação da supressão legal até 2030
		Ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas
		Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030
Energia	Energia primária	Alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030
		Expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030
	Eletricidade	Expandir a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, incluindo aumento da participação de eólica, biomassa e solar
		Alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030
	Transporte	Promover medidas de eficiência
		Melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas
	Biocombustíveis	Aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética para aproximadamente 18% até 2030
	Indústria	Promover novos padrões de tecnologias limpas
		Ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono
Agricultura		Fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura
		Restauração adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030
		Incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (iLPF) até 2030

Pacote alemão de proteção ao clima

- **Pacote de impacto estimado de € 50 bilhões**
- **Meta de redução de 55% das emissões até 2030 (ano base 1990)**
- **Precificação das emissões de carbono em calefação e transporte (por tCO_2, €10 em 2021, €20 em 2022, + €5 adicionais por ano até €35 em 2025)**
- **Empresas que emitem CO_2 terão que comprar certificados de emissões a partir de 2026 (preço mínimo € 35/tCO_2 e máximo € 60/tCO_2)**
- **Aumento de impostos para passagens aéreas e veículos convencionais e redução para passagens ferroviárias e automóveis elétricos**

Fontes: Spiegel, 20/09/2019, Große Koalition einigt sich auf Klimaschutzpaket, https://www.spiegel.de/politik/deutschland/klima-gipfel-grosse-koalition-einigt-sich-auf-klimaschutz-paket-a-1287824.html. NYT, 20/09/2019, *Germany Unveils $60 Billion Climate Package,* https://www.nytimes.com/2019/09/20/world/europe/germany-climate-protection-merkel.html

- **Mas... o Brasil tem vantagens comparativas (menores emissões de CO_2 por tonelada de vários produtos) e uma política pública que consagre esse fato e a utilize para atingir mais reduções de emissões tem potencial de tornar vantagens comparativas em vantagens competitivas.**

Contato

A. Ricardo J. Esparta

EQAO, IEE-USP

Tel.: (11) 3063-9068

E-mail: ricardo.esparta@eqao.com.br

ricardo.esparta@usp.br

Documento elaborado por: Palestrante Eduardo Brito Bastos

Data: 10/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Plano ABC”

COALIZÃO BRASIL
CLIMA FLORESTAS E AGRICULTURA
www.coalizaobr.com.br

Audiência Pública CMA Senado: Contribuições para a avaliação do Plano ABC

Eduardo Brito Bastos

Presidente do Comitê de Sustentabilidade da Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG)

e membro do Conselho da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura

10 de outubro de 2019

Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura

O QUE É:

MAIS DE 200 MEMBROS

OBJETIVO:

Articular e facilitar ações para promover o uso harmônico, inclusivo e sustentável da terra no Brasil

COMO:

- Diálogo entre diferentes setores;
- Desenvolvimento de propostas por consenso
- Advocacy para essas propostas;
- Comunicação com a sociedade

abag
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
IPAM
Amazônia
BVRIO
INSTITUTO BVRIO
Cargill
cebds
instituto arapyaú
DIÁLOGO FLORESTAL
FUNDAÇÃO renova
repair, restore, rebuild
ibá
indústria brasileira de árvores
Instituto Democracia e Sustentabilidade
INSTITUTO ETHOS
Klabin
SUZANO
PAPEL E CELULOSE
PINHEIRO NETO
ADVOGADOS
TFA 2020
AIPC
AGROICONE
AGRICULTURA, ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
SRB
Sociedade Rural Brasileira
FUNDADA EM 1919
AMAGGI
NAPC
Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas
CLIMATE POLICY INITIATIVE
FGV EESP
GV AGRO
CENTRO DE ESTUDOS DO AGRONEGÓCIO
natura
marae
PRECIOUS WOODS
The Nature Conservancy
WORLD RESOURCES INSTITUTE
OBSERVATÓRIO DO CLIMA
IUCN
The World Conservation Union
Solidaridad
AGROPALMA
AMATA
IDESAM
imaflora
Imazon
ABIOVE
UBS
unica
UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR
WWF
Tropical Flora
REFLORESTADORA
iCS
instituto CLIMA e SOCIEDADE
ABBI
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL
ABCZ
A.B.E.L.H.A
Associação Brasileira de Estudos das Abelhas
ABIMCI
ABPMA
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MOSAICO AFRICANO
agendapública
AGRÍCOLA CONDURU
agrosatélite
geotecnologia aplicada
AgroTools
AMA-BRASIL
APREC
Ecossistemas Costeiros
Apremavi
Unilever
ARPEMG
asboasnovas.com
BAYER
PLANT FOR THE PLANET
ATA
atina
ATIVOS NATURAIS
atrium
BASF
We create chemistry
BELA VISTA FLORESTAL
BIOFÍLICA
BiomTec
Biomassas e Tecnologia
COOPERENGES
Brookfield
CANALRURAL
Trench Rossi Watanabe
BOWLINE
CDP
CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL
Brasil
CIC
Centro de Inovação do Cacau
CME Group
CMPC
CELULOSE RIOGRANDENSE
CNRPPN
Confederação Nacional de Reservas Particulares do Patrimônio Natural
COMPLEXO pequeno PRÍNCIPI
Cecafé
Conselho dos Exportadores de Café do Brasil
CONSERVE BRASIL
COPERSUCAR
CORREDOR DAS ONÇAS
Carrefour
CAUSE
CENIBRA
Corredor Ecológico
Vale do Paraíba
agência cível comunicação e cultura
CSR
CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO
FGV EAESP
CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE
DANONE
DDSA
Duratex
Earth Innovation Institute
Ecofuturo
Sítio HORIZONTE
eqao
ETEL
eucatex
FUNDAÇÃO AMAZONAS SUSTENTÁVEL
YouAgro
VICENTE & MACIEL ADVOGADOS
FAUNA & FLORA INTERNATIONAL
fbds
FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO
Firmenich
inspiring!
Forum Clima
Ação empresarial sobre mudanças climáticas
FREPESP
FSC
Avina
FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA
fapcen
fundação Jupará
Futuro Florestal
GCN
GASPARINI DE CRESCI NOGUEIRA DE LIMA ADVOGADOS
Grupo de Gestão de Fauna Silvestre
GEFAS
geoflorestas
Soluções Ambientais
CPFL RENOVÁVEIS
animal EQUALITY
GERDAU
GITEC BRASIL
GND
grupo boticário
PLANTAR
GRUPO LORENTZEN
REDE GA
GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO
GTPS
Grupo de Trabalho da Pecuária Sustentável
GUAYAKÍ
YERBA MATE
BRASIL HUMANA POVO PARA POVO
INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL
IBIO
ibs
Instituto BioSistêmica
Inovação para a Sustentabilidade
ICLEI
Governos Locais pela Sustentabilidade
ICV
IEB
INSTITUTO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO BRASIL
IIS
INICIATIVA VERDE
PACTO NACIONAL
Pela Erradicação do Trabalho Escravo
akatu
INSTITUTO AUÁ
de empreendedorismo socioambiental
Instituto Coruputuba
EKOS BRASIL
Instituto Escolhas
INHOTIM
life
institutoperene
Instituto Sul Mineiro de Estudo e Preservação da Natureza
Instituto TERRA
Instituto terroá
thymus branding
Instituto Ecológica
Desenvolvimento sustentável e Meio Ambiente
Palmas - Tocantins - Brasil www.ecologica.org.br
IPÊ
INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS
ipt
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
KAETÉ INVESTIMENTOS
CENERGIA
LAGESA
laboratório de gestão de serviços ambientais
LEPaC
Maker Brand
MATER NATURA
INSTITUTO DE ESTUDOS AMBIENTAIS
MATTOS FILHO
Mattos Filho, Veiga Filho, Marrey Jr e Quiroga Advogados
FLORESTAL MELHORAMENTOS
NEA
NÚCLEO DE ECONOMIA AGRÍCOLA E DO MEIO AMBIENTE
N|E|L|M
WestRock
PACTO
PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA
OELA
Oficina Escola de Leitura da Amazônia
OCT
ORGANIZAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA TERRA
p&b
comunicação
Nexus
SOCIOAMBIENTAL
PANGEA CAPITAL
Partnerships for Forests
Catalysing investments in forests and sustainable land use
PCTSUL
PIRES CASTANHO ADVOGADOS
CONSULTORIA AMBIENTAL
PIZA
ADVOGADOS ASSOCIADOS
proforest
VICENTE & MACIEL ADVOGADOS
Rainforest Alliance
ie]
Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo
RAPS
UN GLOBAL COMPACT
Rede Brasil
reNature.
LEGADO DAS ÁGUAS
Rotta Moro
Assessoria Jurídica Ambiental
seiva
meio ambiente & sustentabilidade
SIF
Soluções Inclusivas Sustentáveis
SOCIALCARBON®
SOUTO CORREA
Good Energies
ABIEC
stcp
PTA INTERNACIONAL
SANTIAGO & CINTRA CONSULTORIA
SINTECSYS
Detecção de Incêndios Florestais
VERACEL
S.R.G soluções
YOUTH CLIMATE LEADERS
MARFRIG Global Foods
THEMUDO LESSA
ADVOGADOS

Desafios & Oportunidades

Brasil potência! Ambiental & Agroalimentar

COALIZÃO BRASIL CLIMA FLORESTAS E AGRICULTURA www.coalizaobr.com.br

Agronegócio

Na Economia Brasileira (2018)

23,5% do PIB (R$ 6.8 Tri)

R$ 1,6 Tri

42% das exportações (US$ 239 Bi)

US$ 100 bilhões

10% dos empregos

9 Milhões

Redução no preço dos alimentos

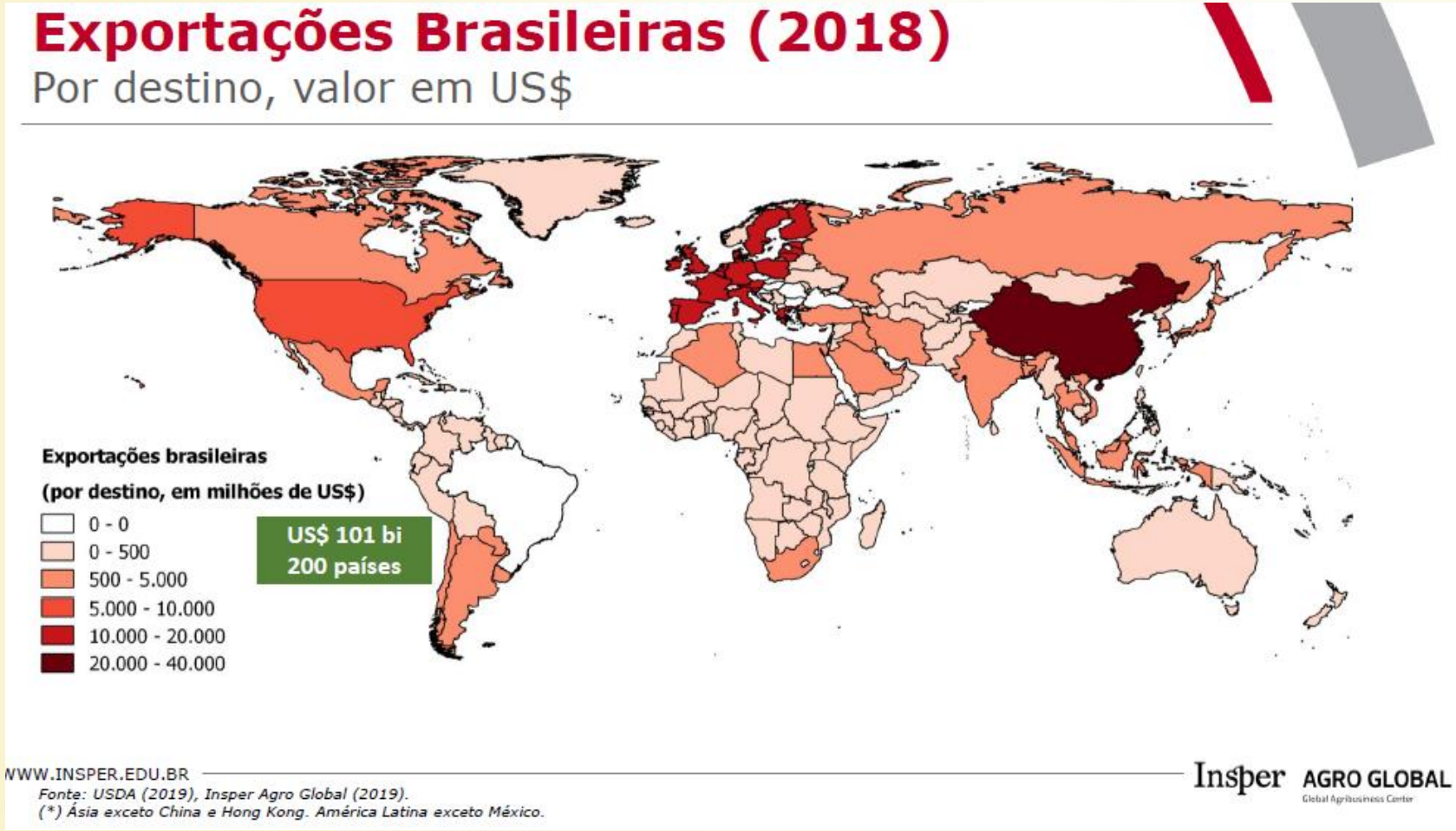
3.5% por ano.*

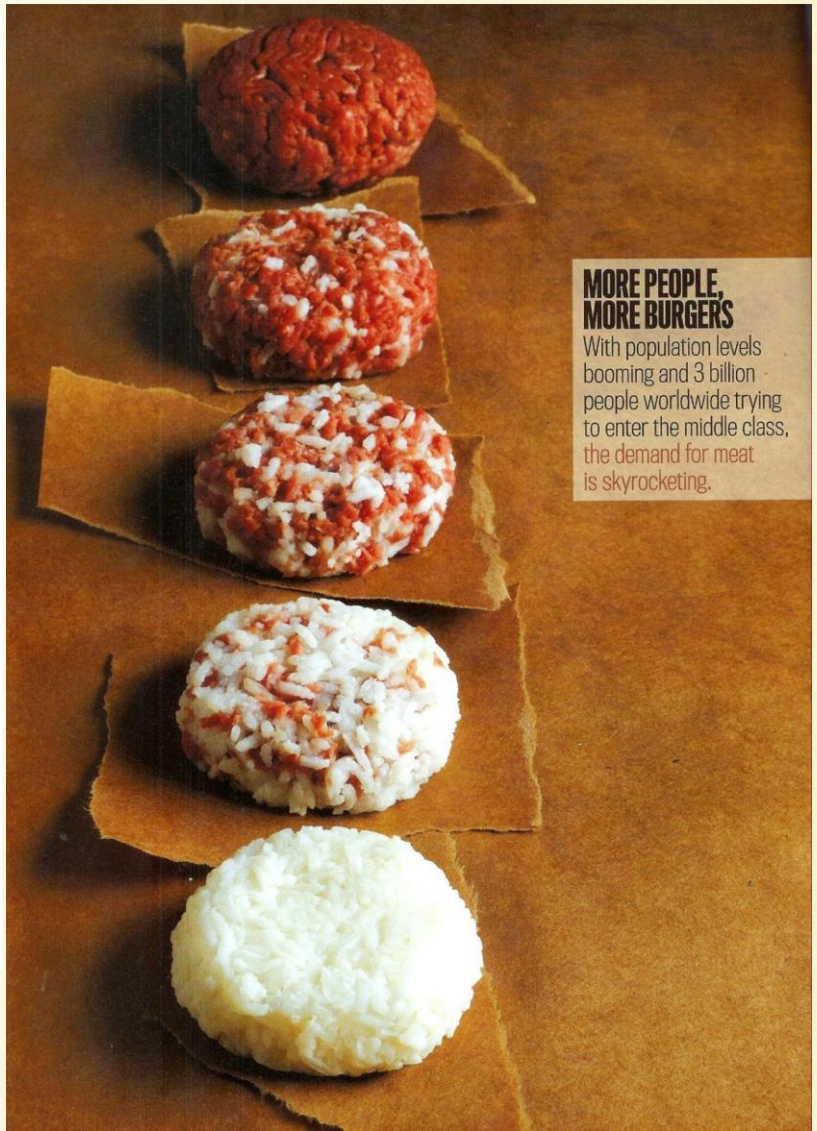
É possível produzir e preservar

- Mais de 60% do país está preservado
- Mais de 25% do que se preserva está em imóveis rurais
- Nos 30% que convertemos, em torno de 8% está com lavouras e 22% com pastagens
- Mais de 50 milhões de hectares de pastagens degradadas – muitas podem ser reconvertidas em sistemas produtivos (usando tecnologias baixo carbono!)

Desafios & Oportunidades

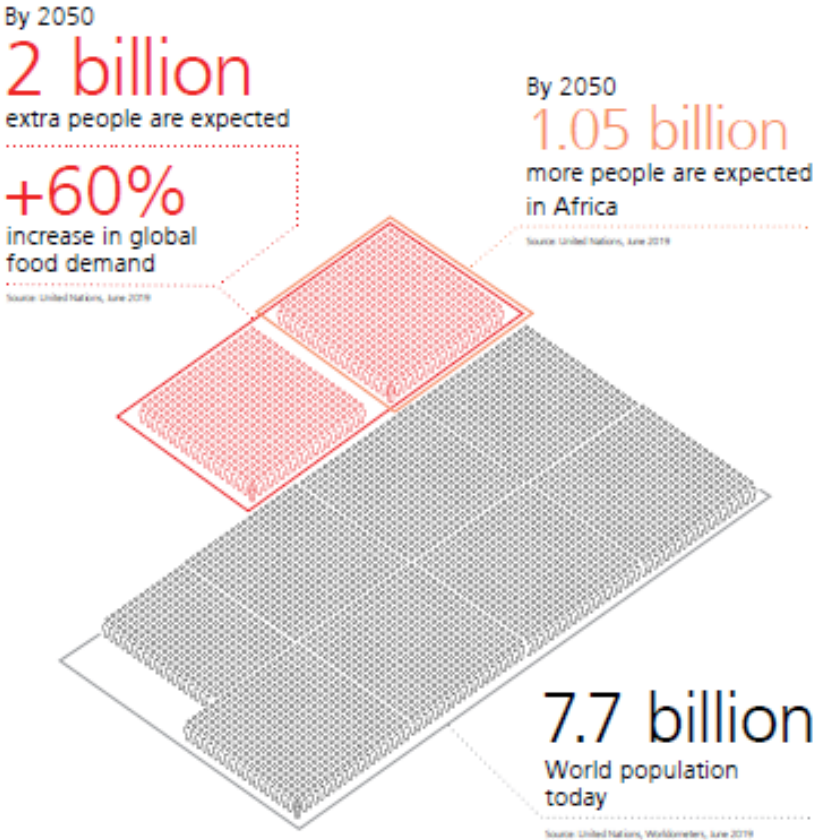
Mundo mais próspero, mais urbano, mais asiático





Desafios & Oportunidades

Recursos de base natural escassos

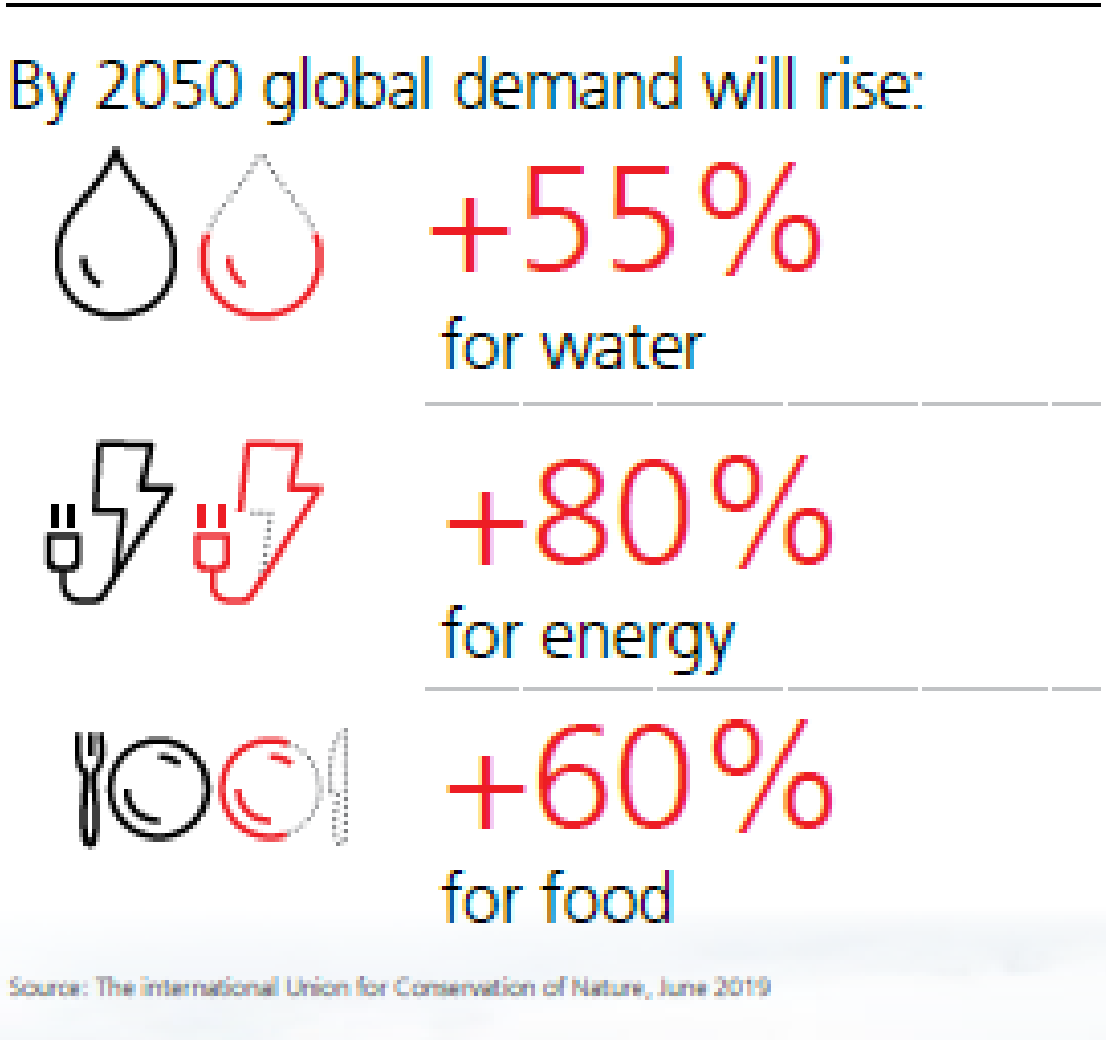


Mega tendências

- Políticas x Escassez de recursos naturais
- Novo Consumidor
- Saúde e Bem estar
- Agricultura 4.0
- Sustentabilidade como norma

Fonte: UBS – The Food Revolution (Junho/2019)

Desafios & Oportunidades
Recursos de base natural escassos



Fonte: UBS – The Food Revolution (Junho/2019)

Agro – problema ou solução?

ABC mostra que o Agro pode ser solução!

- Plantio Direto
- ILPF
- Fixação de N
- Recuperação de pastagens
- Florestas plantadas
- Tratamento de dejetos

- Adesão tanto mais rápida quanto mais rentável ➔ Diretamente (Ex: Rotação Soja x Milho x Pasto) ou Indiretamente (Plantio Direto melhora retenção de água e reduz risco de seca)

Desafios & Oportunidades
Integração é a chave!

Fonte: Alexandre Scaff Raffi – Fazenda Boa Esperança / MS

ABC precisa de ações transversais – além do recurso no Plano

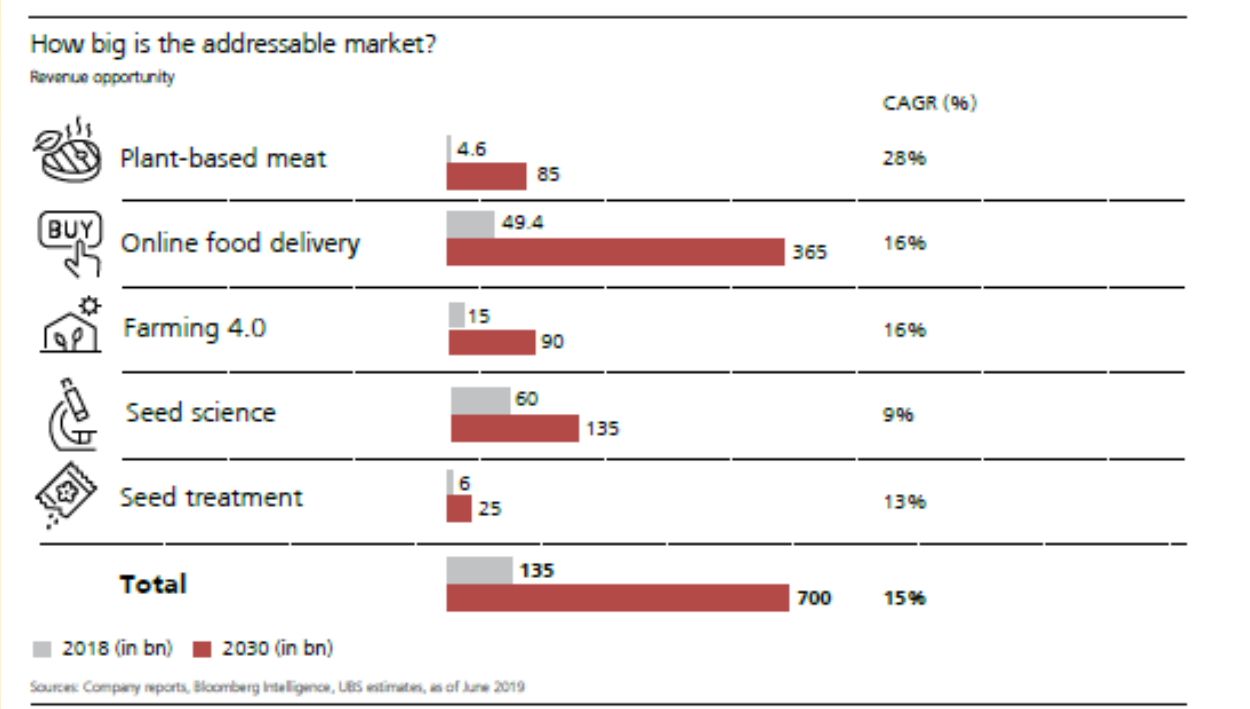
- Regularização ambiental
- Regularização fundiária
- ATER

Importante olhar também

- Juros subsidiados aos agricultores familiares
- Juros menores para promover mudanças

Desafios & Oportunidades

Brasil potência! Ambiental & Agroalimentar



De U$ 135 para 700 bilhões em 12 anos!!!

Ainda a explorar melhor

ABC “dentro” do ABC

- SAF´s – Sistemas Agroflorestais

ABC “fora” do ABC

- Desperdício de alimentos – por exemplo – cadeia de frio é ABC! Redução de perdas...
- Agricultura 4.0 é ABC! IOT, Big Data, Precision farming, irrigação controlada,... Reduz insumos, reduz emissões, melhora adaptação
- Genética é ABC – resiliência, produtividade

Fonte: UBS – The Food Revolution (Junho/2019)

COALIZÃO BRASIL
CLIMA FLORESTAS E AGRICULTURA
www.coalizaobr.com.br

CONTRIBUIÇÕES DA COALIZÃO PARA A AVALIAÇÃO DO PLANO ABC

- **Reforçar o MONITORAMENTO** do ABC como uma frente fundamental para mensurar os resultados do Plano para a sociedade e atrair o interesse do mercado. O monitoramento vai ajudar a construir uma estratégia territorial para o ABC e, além disso, conferir um selo diferenciado a esses produtos.

- **SETOR FINANCEIRO**: As instituições financeiras precisam de mais capacitação e formação para divulgar/oferecer de maneira qualificada o crédito vinculado ao Programa ABC como opção para o produtor rural. Além disso, o Plano carece de bonificação competitiva com outras linhas.

- **ESCOPO do ABC**: O escopo precisa ir além das emissões de GEE e incluir novas tecnologias, aumento de produtividade e rentabilidade, benefícios ambientais adicionais (conservação e uso racional da água, redução da erosão e degradação do solo etc.), enfatizar a necessidade de adaptação da agricultura (sistemas resilientes a cenários como a quebra de safra 2015/2016) e comunicar melhor ao produtor o que ela é capaz de entregar (por exemplo, revendo o nome do Plano).

- **Alinhamento com o Plano SAFRA**: alinhar os critérios de crédito do Plano Safra ao Plano ABC, para que, no futuro, não seja necessário um plano específico para redução de emissão e sequestro de GEE na agricultura.

/coalizaobrasil

@coalizaobrasil

/coalizao_brasil

COALIZÃO BRASIL
CLIMA FLORESTAS E AGRICULTURA
www.coalizaobr.com.br

bit.ly/linkedin-coalizao

/CoalizaoBrasil

SEJA LEGAL COM A AMAZÔNIA

www.sejalegalcomaamazonia.org.br

possible amazon

www.amazoniapossivel.com.br

Documento elaborado por: Palestrante Leila Harfuch

Data: 10/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Plano ABC”

CONTRIBUIÇÕES PARA A AVALIAÇÃO DO PLANO ABC 2010/2020

Audiência Pública da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal
Brasília, 10 de outubro de 2019

Ações do Plano ABC

- Recuperar uma área de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas
- 4 milhões de hectares de iLPF e 2,76 milhões de hectares de SAFs pela agricultura familiar.
- 8 milhões de hectares de Sistema de Plantio Direto.
- Ampliar o uso da Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) em 5,5 milhões de hectares
- 3 milhões de hectares de florestas plantadas
- Tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m3 de dejetos de animais para geração de energia e produção de composto orgânico

NDC do Brasil (uso da terra e agropecuária)

- **Aprimorar o Plano ABC**;
- Implementar o novo Código Florestal: produzir e conservar;
- Restaurar 12 milhões de hectares de florestas para usos múltiplos;
- Zerar **desmatamento ilegal** até 2030;
- Compensar emissões do desmatamento legal;
- Promover manejo florestal sustentável;
- Restaurar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas;
- Incentivar 5 milhões de hectares de ILPF;
- 18% de biocombustíveis na matriz energética.*

Fonte: Plano ABC 2011/MAPA, iNDC do Brasil, 2015.
Nota: *A meta de biocombustíveis refere-se ao setor de energia, muito embora a produção envolva o setor agropecuário.

Pilares da Agropecuária de Baixo Carbono

Ganhos de produtividade e melhorias de manejo

Ações que favoreçam a adaptação dos sistemas produtivos (resiliência)

Práticas que levem a redução de emissões de GEEs (mitigação)

Fonte: FAO

Vínculos do Plano ABC com outras políticas

Artigo 41 do Código Florestal: programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente, bem como para adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável

- Conservação e o melhoramento do solo
- Manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito
- Obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado
- Contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado
- Dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, gerando créditos tributários
- Participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola
- Destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental.

Implementação do Plano ABC: o que atingimos

Pelas estimativas, Brasil atingiu 60% até 2018. Plataforma ABC precisa ser impulsionada

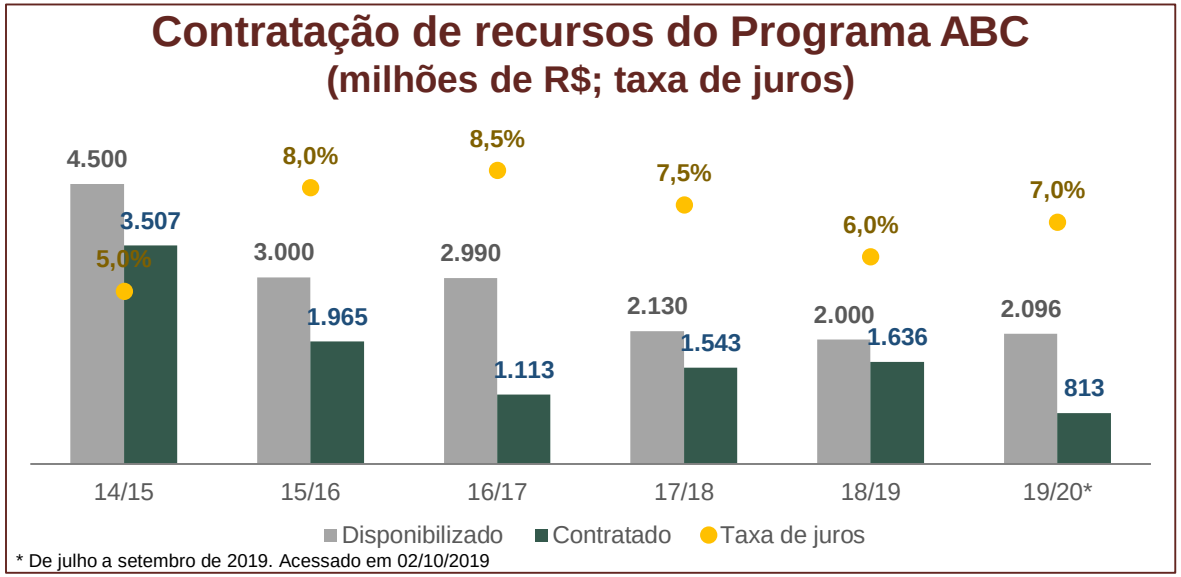
Tecnologias de Baixa Emissão de Carbono	Período considerado	Compromisso em área estimada de adoção (milhões ha)	Área total atual (milhões ha)	Expansão acumulada da Adoção (milhões ha)	Fonte	Porcentagem atingida em relação à meta	Potencial estimado de Mitigação (milhões Mg CO_2 eq)	Sequestro C Solo (milhões Mg CO2 eq)	Fonte
Recuperação de Pastagens Degradadas	2013 - 2018	15,0	4,46	4,46	BACEN – Plataforma ABC	30	83 a 104	16,90 24,53	Plano ABC, 2010 Bustamante et al. 2006
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta	2010 - 2016	4,0	12,61	5,83	Rede ILPF/Plataforma ABC/Embrapa, 2016 e IBGE 2018.	146	18 a 22	22,11 36,40	Plano ABC, 2010 Carvalho et al., 2010
Sistema Plantio Direto	2010 - 2016	8,0	33,31	9,97	Censo Agropecuário 2006 e 2017 IBGE.	125	16 a 20	18,25	Plano ABC, 2010
Fixação Biológica de Nitrogênio	2010 - 2016	5,5	33,31	9,97		181	10	18,25 16,88	Plano ABC, 2010 Sá et al. 2017
Florestas Plantadas	2010 – 2018	3,0	7,84	1,10	Programa ABC; * IBA	37	8 a 10	2,01 0,59 15,57	Plano ABC, 2010 Lima et al (2006) Sequestro C na biomassa
Tratamento de Dejetos Animais	2013-2018	4,4	-	1,7 4,51	Oliveira 1993 Fundação do Meio Ambiente (2014, Anexo 7)	39 103	6,9	2,67 7,08	Plano ABC, 2010 Plano ABC, 2010
Total		**35,5**	**58,23**	**21,36**		**60**	**132,9 a 162,9**	**80,19 118,71**	**Plano ABC, 2010 Outras estimativas**

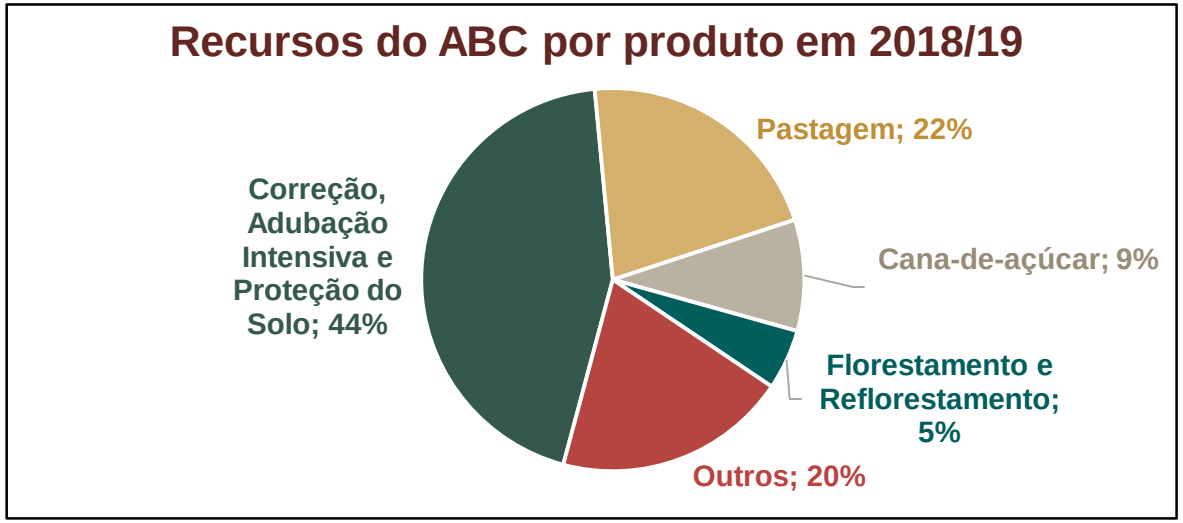
Fonte: Brasil, 2018. Adoção e mitigação de Gases de Efeitos Estufa pelas tecnologias do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC). Nota técnica produzida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, disponível na url: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros/arquivos/ResumodaadooemitigaodegasesdeefeitosestufapelastecnologiasdoPlanoABCPerodo2010a2018nov.pdf .

Revisão do Plano ABC para período 2020-2030: consulta ao MAPA, gestores estaduais e diversos atores

- Narrativa do Plano ABC: inovação, ganhos de produtividade, resiliência e baixa emissão de carbono
- Inclusão da agricultura familiar e de tecnologias adaptadas
- Inclusão de novas tecnologias, como fruticultura e lavouras perenes (regionalização das práticas e tecnologias)
- Aprimorar a governança do Plano ABC e consolidar a gestão estadual do plano
- Ações de capacitação, extensão rural e promover assistência técnica para as tecnologias do ABC
- Aprimorar o monitoramento e criar indicadores de práticas e tecnologias
- Revisar os incentivos para implementar as tecnologias ABC, especialmente o crédito rural e outras fontes de recursos nacionais e internacionais

Plano ABC e Política Agrícola: Programa ABC



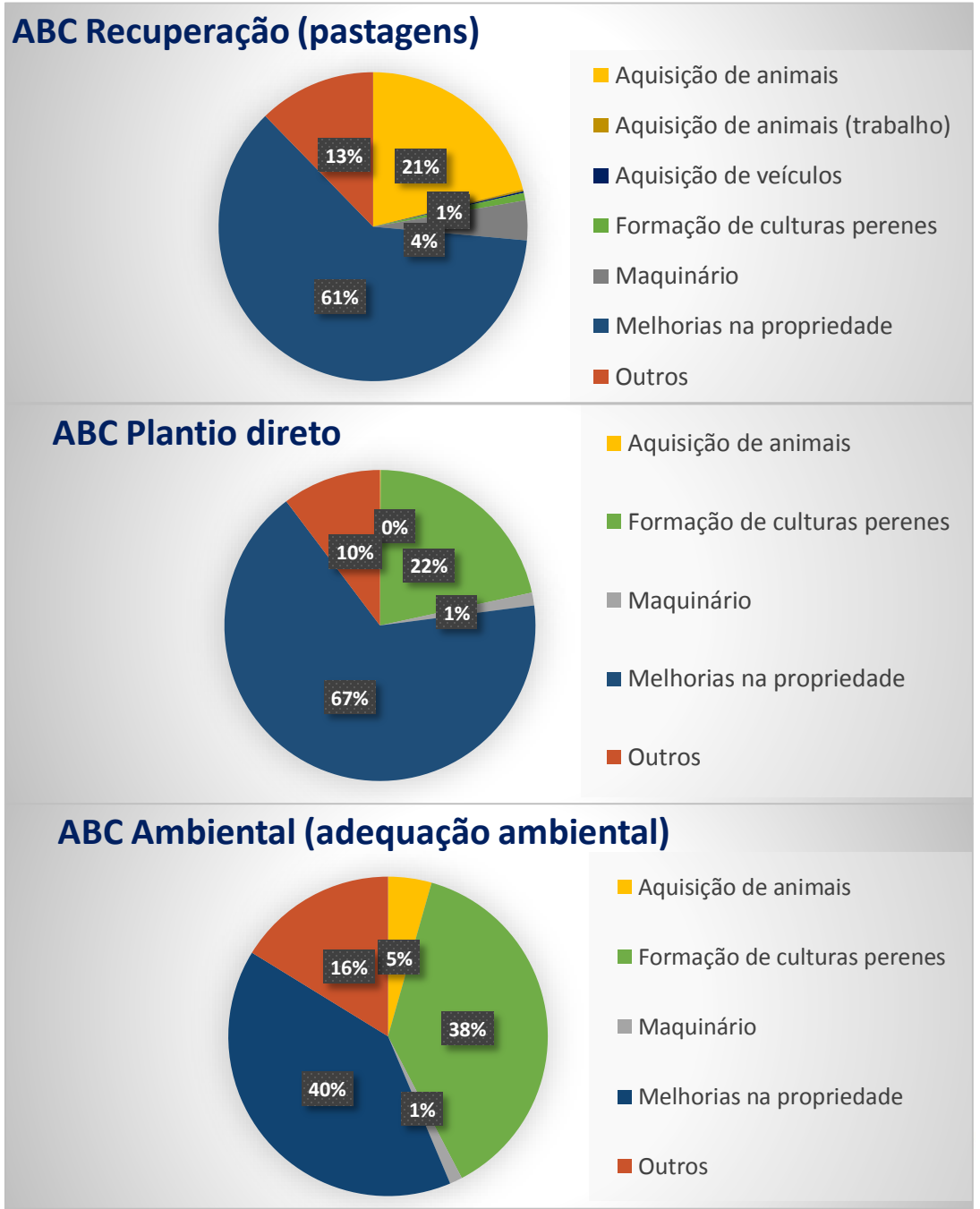


- Programa ABC: importante no **desenvolvimento sustentável** da agropecuária;
- Recursos contratados via ABC representam, em média, **1% do total de recursos contratados por ano safra no PAP;**
- **Retomada das contratações nos últimos três anos-safra**, mas valor disponibilizado tem diminuído;
- Reduções na taxa de juros e aumento do limite de recursos tem impactos positivos na contratação:
  - Limite da linha **para R$ 5 milhões** e redução da **taxa de juros para 6%** (ABC Ambiental com taxa ainda menor, 5,25%) em 18/19, com esgotamento dos recursos do BNDES
- Recursos alocados para correção do solo e formação de pastagem: **importância do Programa na recuperação de áreas degradadas e aumento de produtividade e resiliência da atividade agropecuária**.

Fonte: SICOR, Banco Central do Brasil. Acessado em 02/10/2019

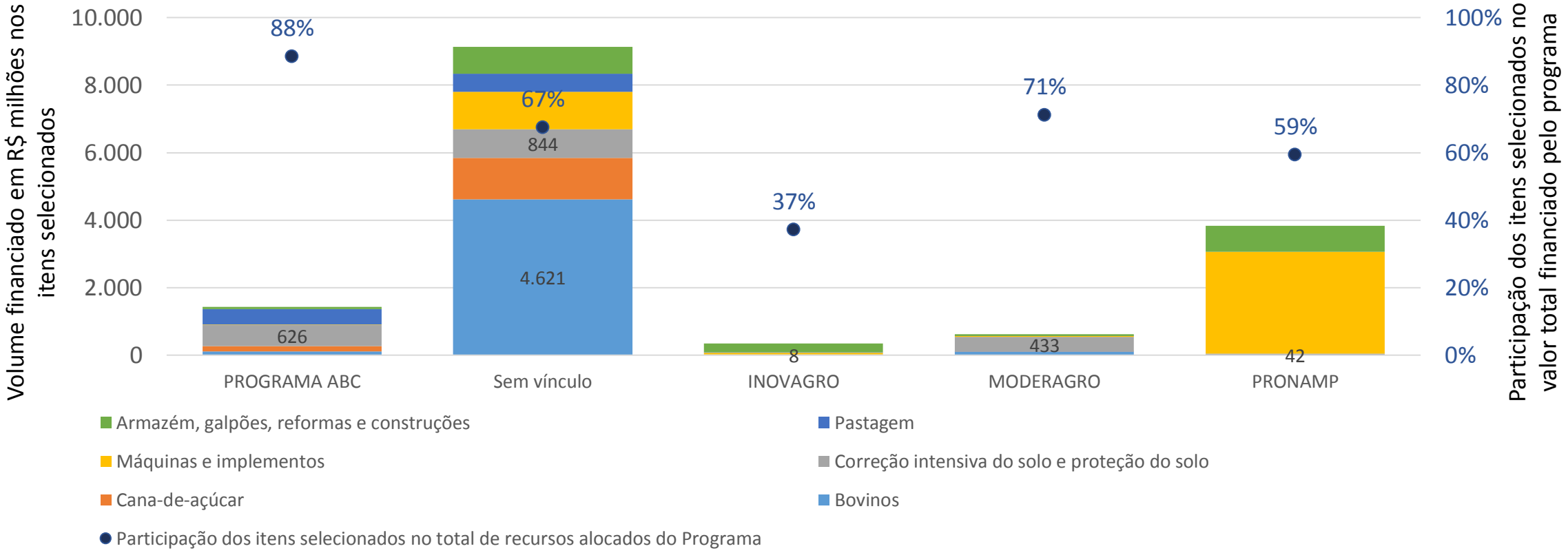
Plano ABC e Política Agrícola

- No SNCR, **o Programa ABC é o único voltado ao sistema produtivo e à adoção tecnologia nas propriedades rurais, alinhando aumento de produtividade com sustentabilidade produtiva e socioambiental**
- **Código Florestal traz externalidades positivas ao alinhar produção com conservação ambiental**
- A política agrícola deve incentivar a implementação do Código Florestal e a adoção de tecnologias e inovação.



Aprimorar a política agrícola: importante para a imagem do agro e para o cumprimento da NDC

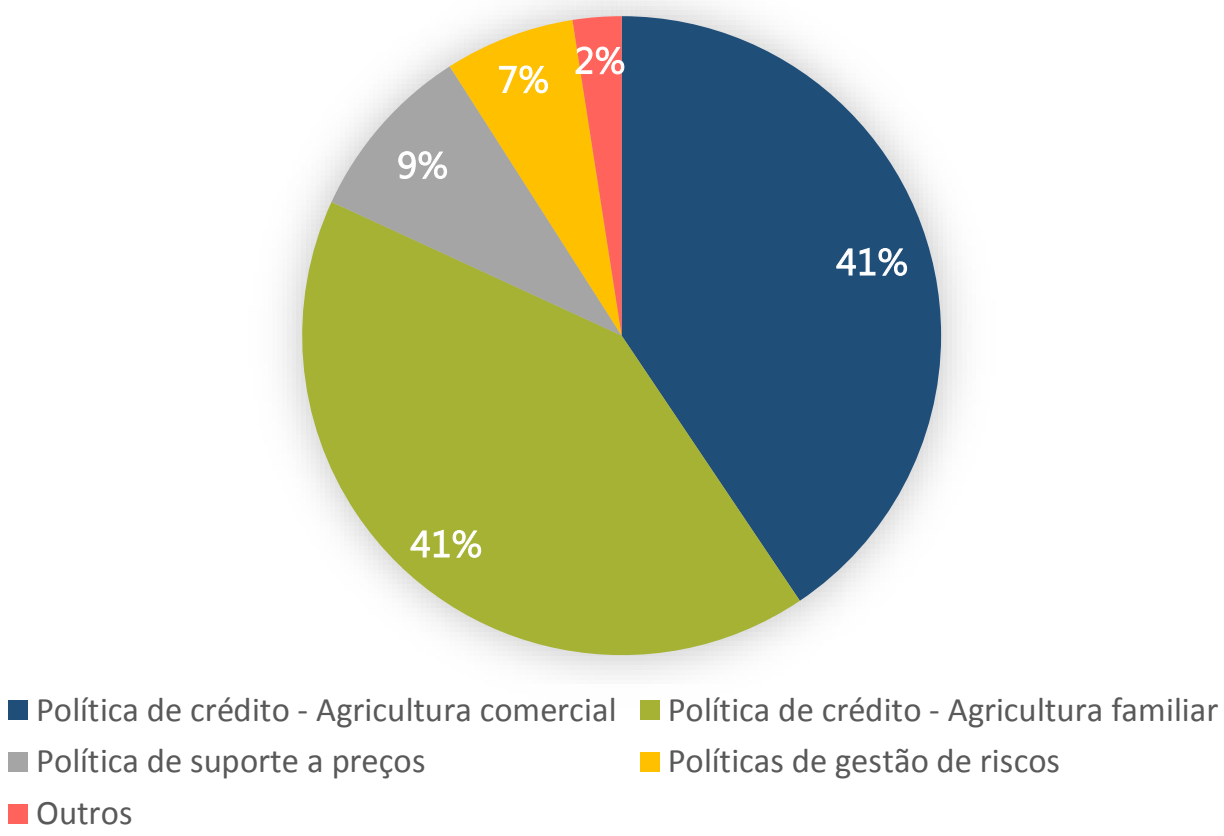
Itens selecionados financiados nos programas que poderiam ser incorporados no ABC somaram R$ 16 bilhões entre julho e dezembro de 2018



Fonte: Banco Central do Brasil – SICOR (período de julho a dezembro de 2018). Acessado em março de 2019

Oportunidades para otimizar os recursos alocados na agropecuária

Distribuição de subsídios para a agropecuária (safra 2017/2018)



Fonte: Agroicone com base nos dados do Tesouro Nacional

Plano Agrícola e Pecuário 2019/2020: Propostas

1. Aumentar a participação do crédito subsidiado para investimentos, especialmente para sistemas produtivos resilientes e para recuperação de áreas degradadas (Programa ABC)
2. Aprimorar o Programa ABC incorporando os Programas Moderagro e Inovagro
3. Diferenciar a taxa de administração do Programa ABC frente às demais linhas de crédito
4. Fortalecer os instrumentos de gestão de risco especialmente voltados para produtores que adotam sistemas produtivos resilientes e tecnologias de baixo carbono
5. Alinhar o crédito rural à adequação ao Código Florestal

Reflexões

- A 1ª fase do Plano ABC permitiu institucionalizar o financiamento, adoção e monitoramento de práticas que fomentam mitigação e ADAPTAÇÃO
- O monitoramento das práticas precisa e deve ser aprimorado com a Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de GEE na Agropecuária – Comitê Diretor da Plataforma ABC
- As NDCs relacionadas ao setor agropecuário são essenciais para fomentar o desenvolvimento do setor, além de trazer benefícios para a redução de emissões e adaptação
- A 2ª fase do ABC, 2020-2030, deve abranger práticas sustentáveis passíveis de monitoramento em termos de redução de emissões, bem como práticas ligadas a adaptação
- O pilar de financiamento do ABC, via Programa ABC, precisa ser repensado estrategicamente como forma de impulsionar a agropecuária resiliente e de baixo carbono
- O Brasil pode, com a 2ª fase ABC, captar recursos do *Green Climate Fund* e outros fundos internacionais para fomentar a adoção das práticas submetidas na NDC
- O ABC tem potencial para agregar à imagem do agro brasileiro. Principal agenda de desenvolvimento do setor, com adoção de tecnologias, aumento de renda e produtividade.

Obrigada

Leila Harfuch
+ 55 11 3025-0500
+ 55 11 96057-4896
leila@agroicone.com.br

AGROICONE

Documento elaborado por: Palestrante Raoni Rajão

Data: 10/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Plano ABC”

Crédito Agrícola, Intensificação e Emissões de GEE: o caso de Mato Grosso

Prof. Raoni Rajão[1]

Britaldo Soares-Filho[1], Felipe Nunes[2], Juliano Assunção[3], Arthur Bragança[3], Holly Gibbs[4], Lisa Raush[4]

[1] UFMG

[2] CIT Centro de Inteligência Territorial

[3] Climate Policy Initiative

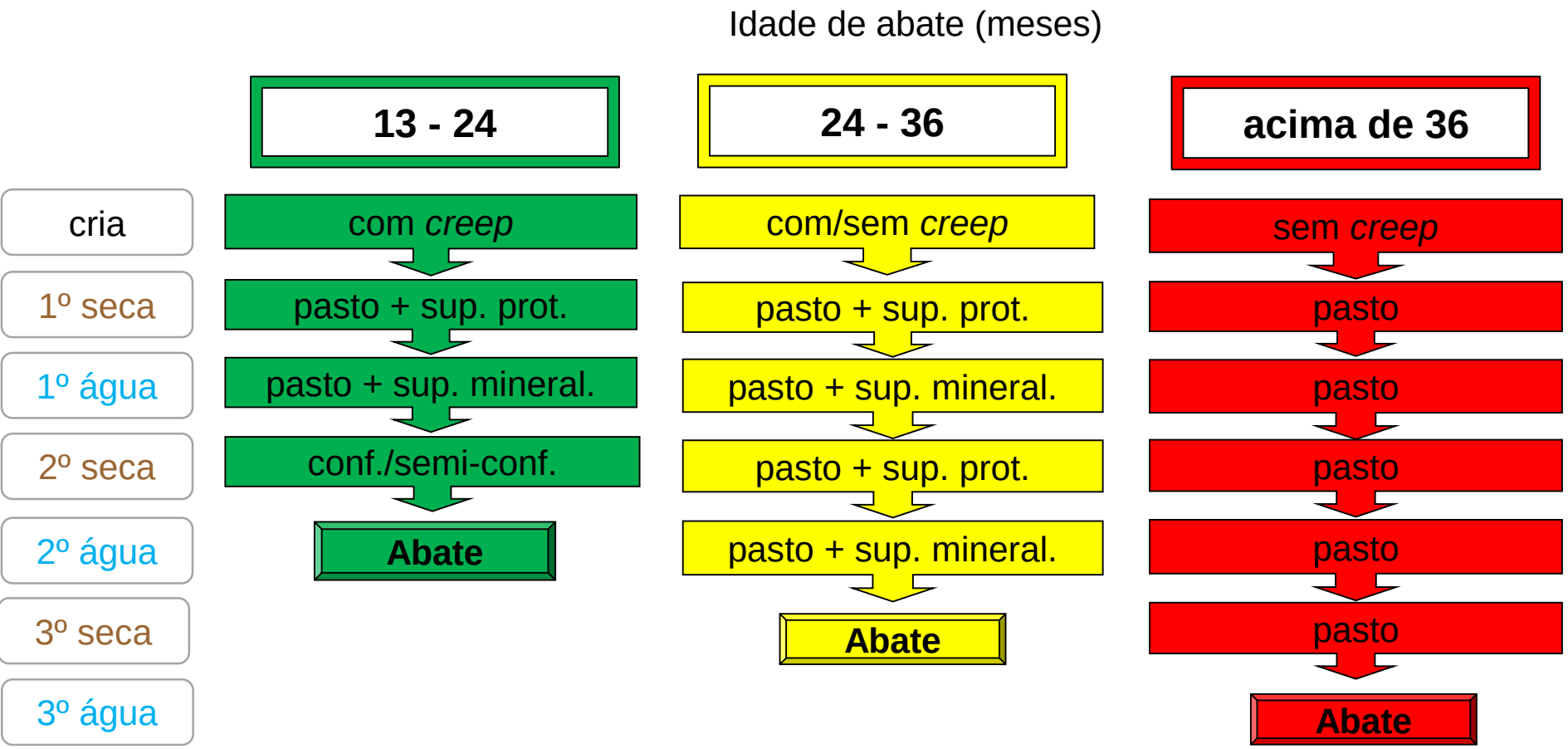
[4] Wisconsin University of Wisconsin–Madison

Equipe UFMG

Prof. Britaldo Soares Filho
Coordenador do Centro de Sensoriamento Remoto

Prof. Raoni Rajão
Coordenador do Laboratório de Gestão de Serviços Ambientais

Intensificação da Pecuária

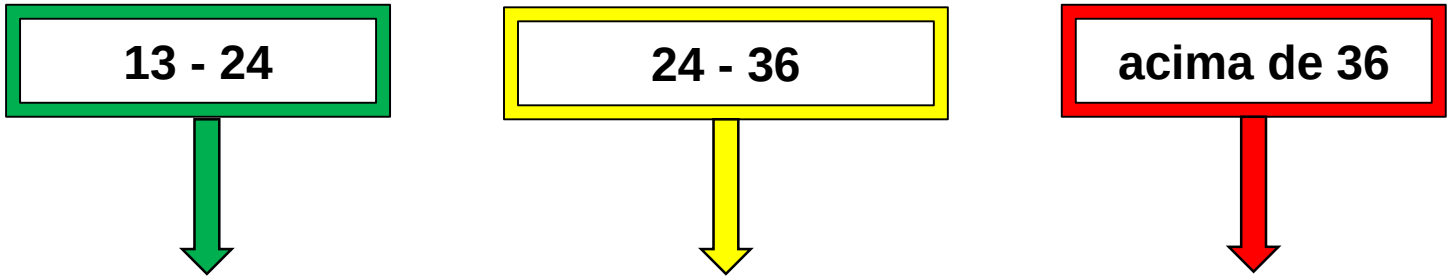


Ganho de peso (Kg cab $^{-1}$ dia $^{-1}$) Desmame até abate

13 - 24	24 - 36	acima de 36
0.6 <= x <= 1	0.4 < x < 0.6	0.3 < x < 0,4

Intensificação x Desmatamento

Idade de abate (meses)



Nível tecnológico	Intensivo	Semi-intensivo	Extensivo

Hipótese

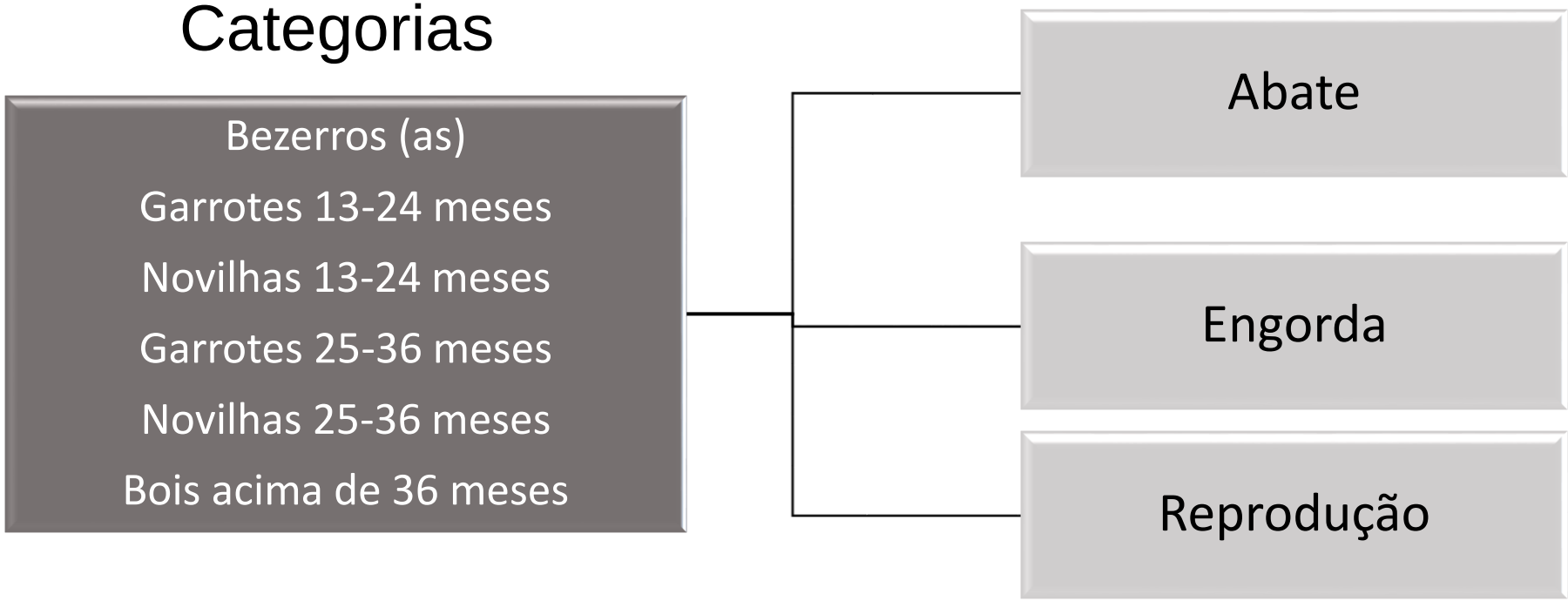
menor

Relação com o desmatamento ilegal

Guia de trânsito animal (GTA)

Finalidade

Categorias



Guia de trânsito animal (GTA)

ESPELHO GTA

MT

NÚMERO SÉRIE 111401 E

BOVÍDEOS ESPÉCIE: BOVINO

Até 12 meses		13 a 24 meses		25 a 36 meses		+ de 36 meses		Total	
M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
				38				38	

TOTAL DE ANIMAIS POR EXTENSO

TRINTA E OITO

PROCEDÊNCIA
CPF/CNPJ: [redacted]
Nome: [redacted]
Estabelecimento: [redacted]
Código do Estabelecimento: 51000379624
Município: ALTA FLORESTA UF: MT

DESTINO
CPF/CNPJ: [redacted]
Nome: [redacted]
Estabelecimento: [redacted]
Código do Estabelecimento: 5100010046
Município: DIAMANTINO UF: MT

FINALIDADE: ABATE MEIO DE TRANSPORTE: RODOVIÁRIO

VACINAÇÕES: [X] FEBRE AFTOSA 08/05/2012 e 27/11/2012 [X] BRUCELOSE 28/12/2012 [ ] MAREK [ ]

ATESTADO DE EXAMES: [ ] Brucelose [ ] Tuberculose [X] AIE CERTIFICADO:

OBSERVAÇÕES:

; Não há registro de ingresso, na propriedade de origem, nos últimos noventa dias, de animais procedentes de estados não habilitados para exportação de carne bovina ao Chile.
Não há registro de ingresso, na propriedade de origem, nos últimos noventa dias, de animais procedentes de área não habilitada para exportação de carne bovina a União Européia.
;

EMITENTE
FUNCIONÁRIO AUTORIZADO

EMISSÃO
Local: ALTA FLORESTA Fone: [redacted]
Data/Hora: 28/02/2013 17:06:22 Validade: 07/03/2013

IDENTIFICAÇÃO E ASSINATURA DO EMITENTE

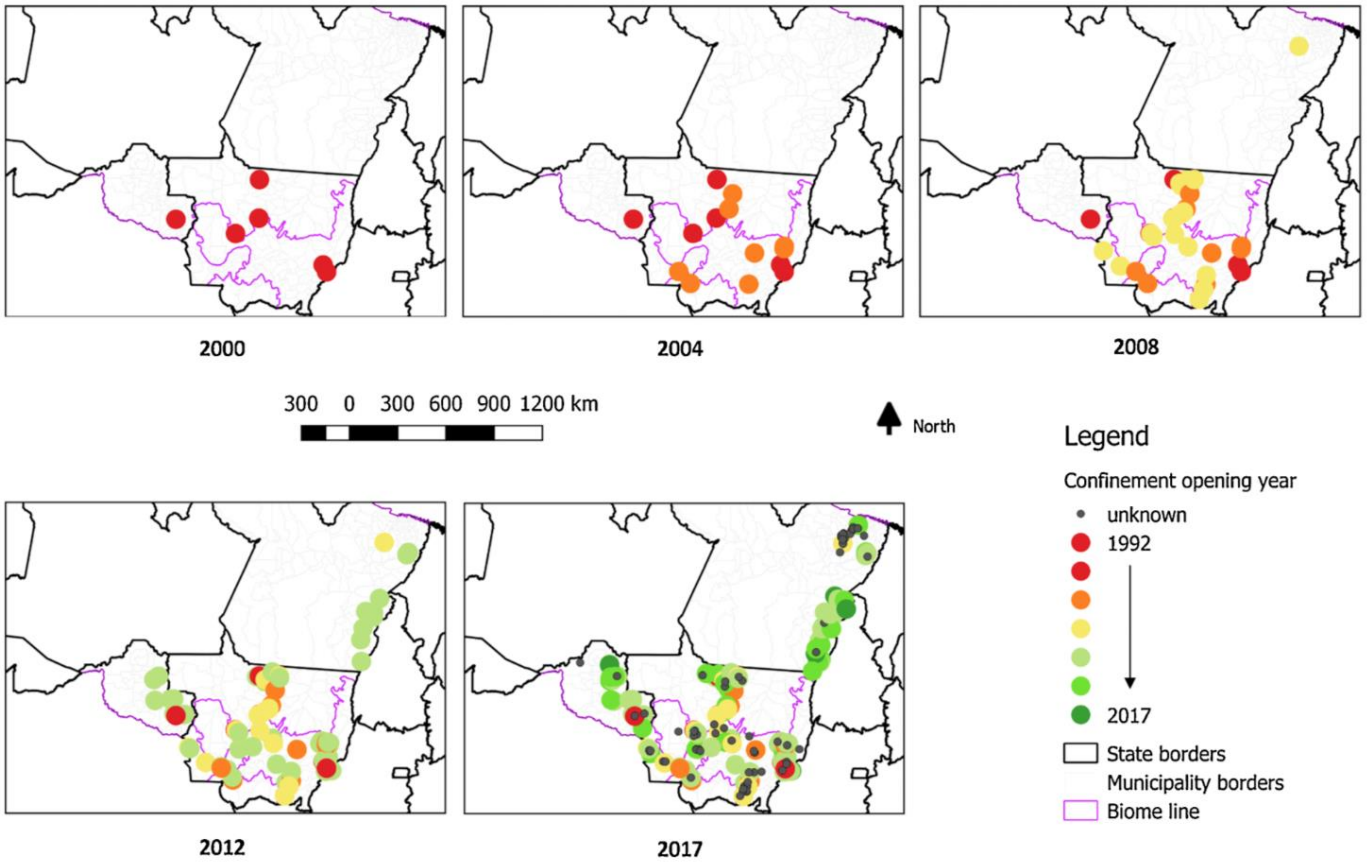
[redacted]

UNIDADE EXPEDIDORA
Unidade: ULE ALTA FLORESTA
Município: ALTA FLORESTA
Email: [redacted]
Telefone: [redacted]

- Fonte de Dados (semi) públicas
- Leitura automática (robôs) de informações abertas

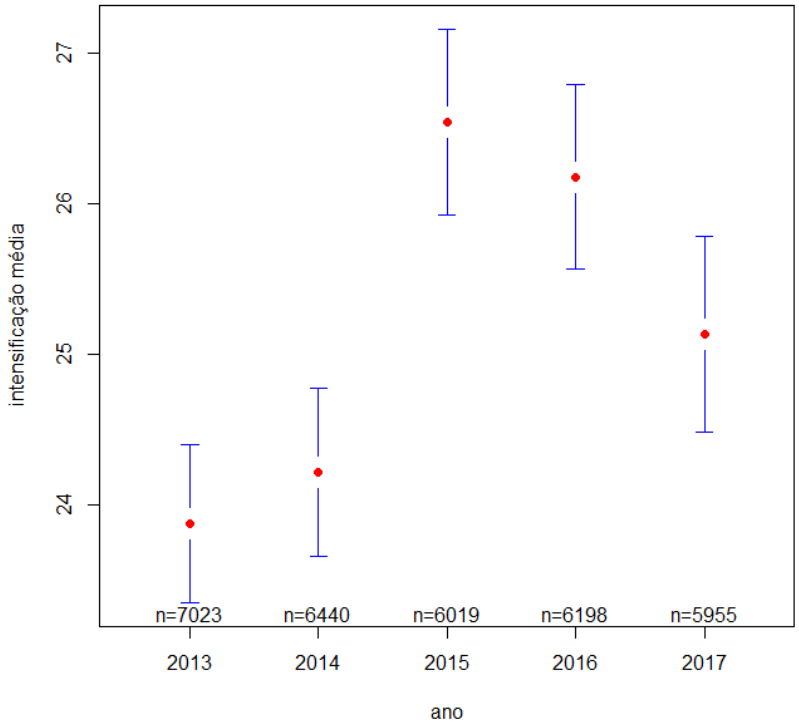
Intensificação da Pecuária

- 20% dos abates a partir de confinamento em MT

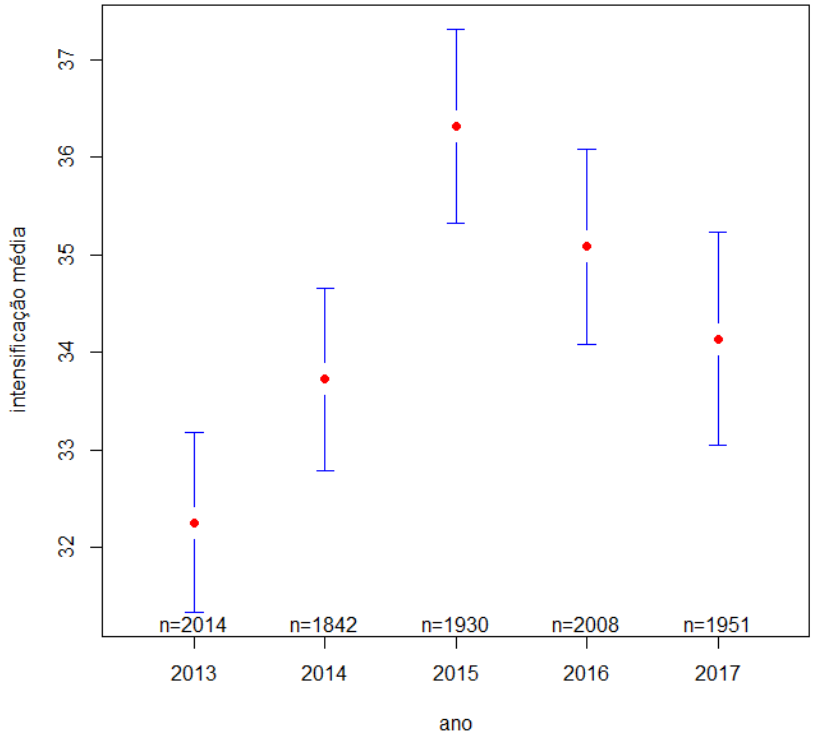


Gibbs, Vale et al, 2019

Intensificação da Pecuária

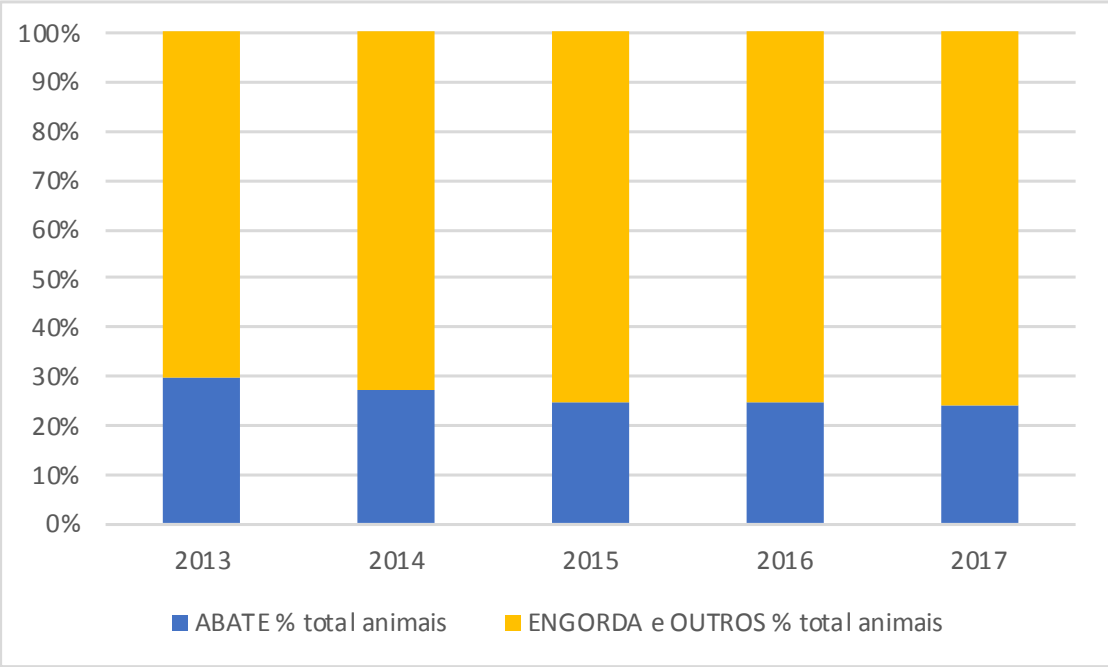


(a) Todas as propriedades.



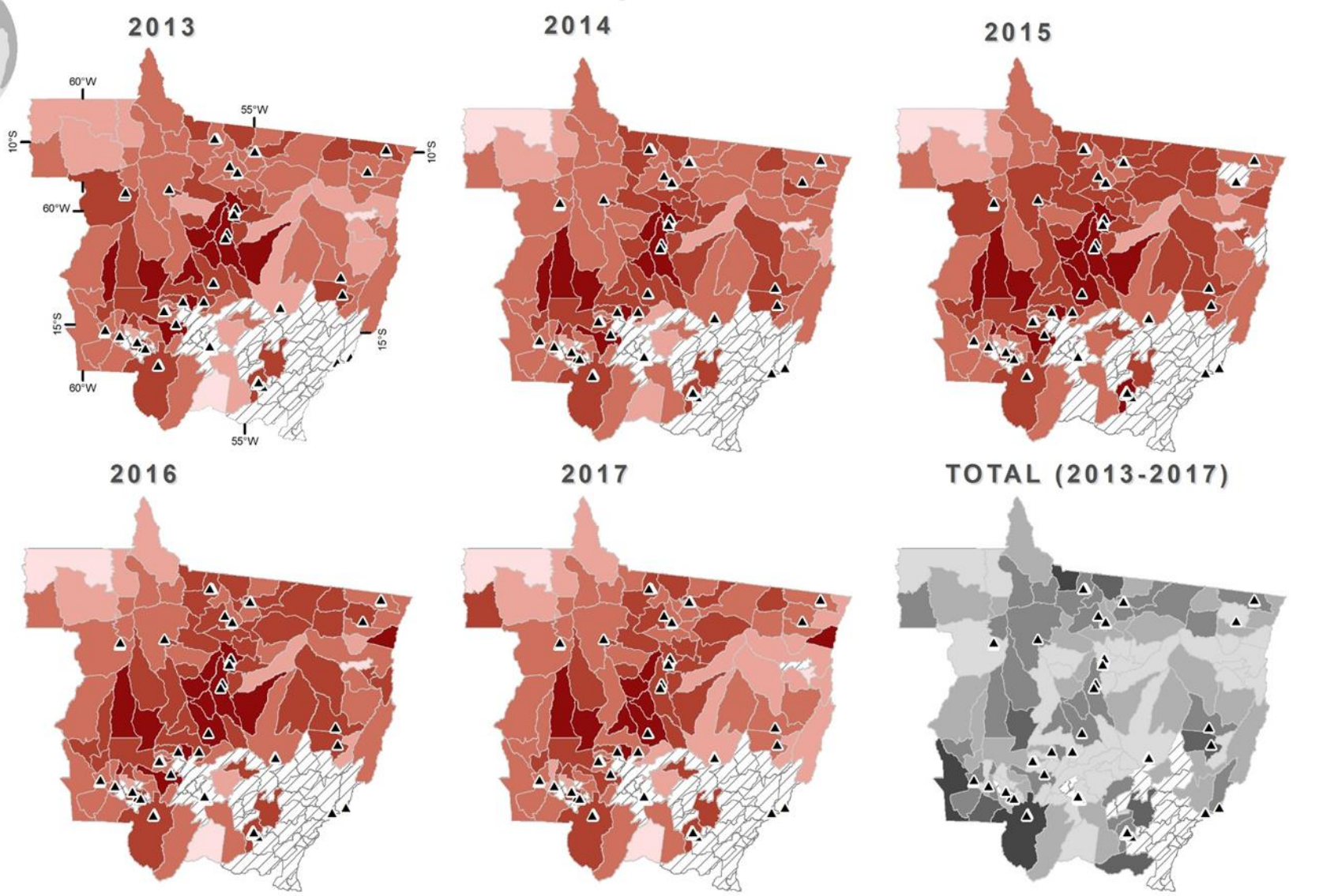
(b) Propriedades onde a classe prioritária é o abate.

Intensificação da Pecuária



	Todos MT		ABATE	ENGORDA e OUTROS
Ano	N. GTA	N. Animais	% total animais	% total animais
2013	649221	19,627,617	30%	70%
2014	656734	19,510,257	27%	73%
2015	600086	17,964,387	25%	75%
2016	589594	17,907,928	25%	75%
2017	404131	12,190,747	24%	76%

VENDAS DE ANIMAIS PARA ABATE EM PRODUÇÃO SEMI-INTENSIVA E INTENSIVA – MATO GROSSO



▲ Frigoríficos

Vendas para abate por ano

Menor que 36 meses (%)

- 81 - 100
- 61 - 80
- 41 - 60
- 21 - 40
- Até 20

Total de vendas para abate (2013-2017)

(mil)

- >300
- 200 - 300
- 100 - 200
- 50 - 100
- < 50

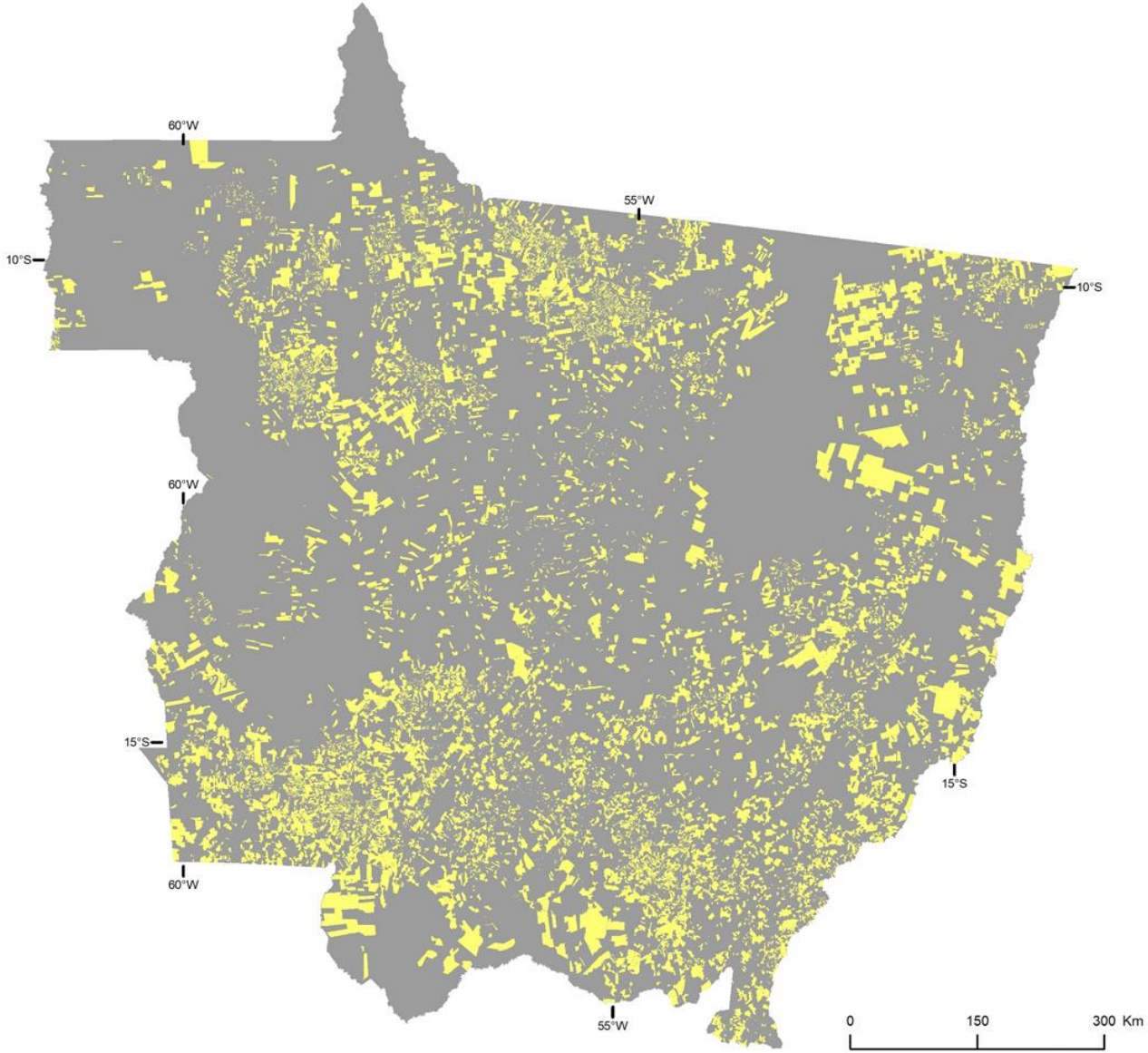
Não houve registros de vendas para abate.

0 500 1.000 Km

Projeção Cônica Equivalente Albers
Datum - SAD 1969

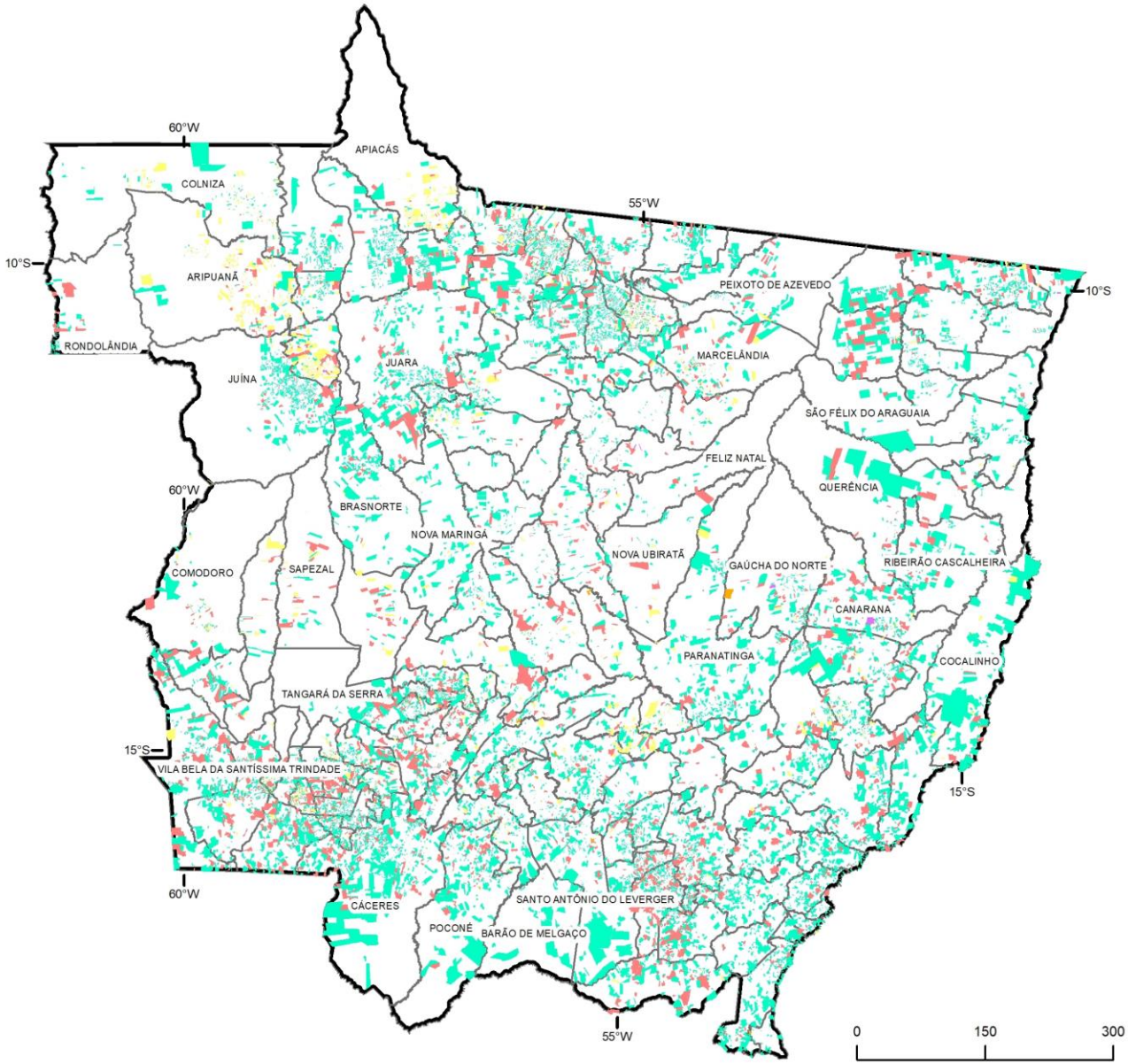
MALHA DE PROPRIEDADES COM CAR - IMAFLORA

PROPRIEDADES COM CAR COM CORRESPONDÊNCIA NO GTA



Propriedades

FINALIDADE DE TRÂNSITO MAJORITÁRIO POR PROPRIEDADE

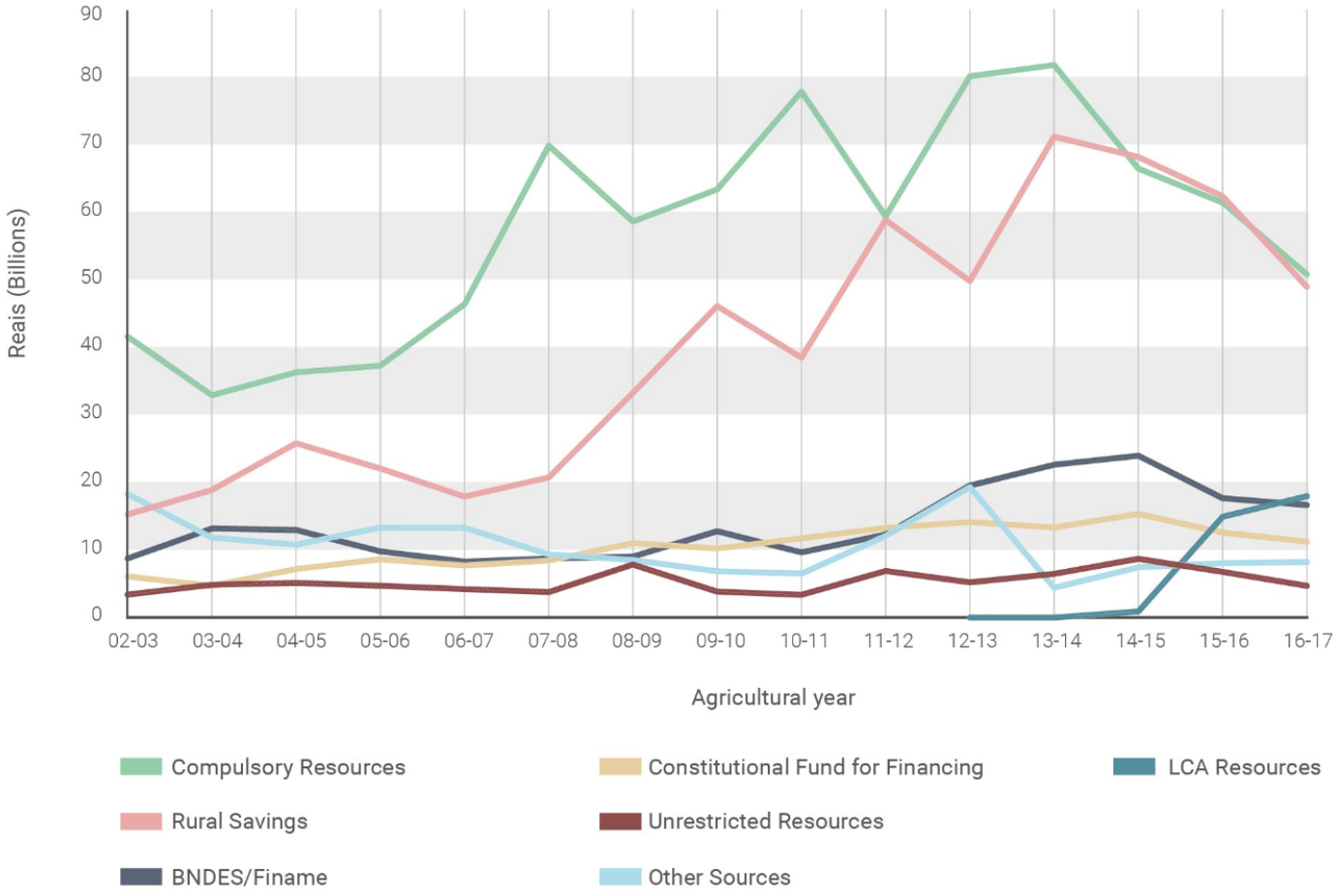


Categoria das propriedades

- ABATE
- CRIA/RECRIA
- ENGORDA
- OUTRO
- REPRODUÇÃO
- Municipios do Mato Grosso

Qual é a relação entre crédito agrícola (ABC e outros) e a intensificação da agropecuária?

Intensificação x Crédito



Assunção et al, 2019

Intensificação x Crédito

- Estudo da relação entre **crédito** e **intensificação** na pecuária a partir de dados de mais de 12.000 fazendas de **engorda** para abate localizadas no estado do MT.
- Resultados preliminares indicam que:
  - 1. Crescimento do acesso a crédito para custeio no **ano corrente** está positivamente associado ao crescimento da intensificação no ano corrente.
    - Hipótese: compra de grãos e creep-feed e/ou e gado com melhor genética
  - 2. Crescimento do acesso a crédito para investimento nos **anos anteriores** (t-1 e t-2) está positivamente associado ao crescimento da intensificação no ano corrente.
    - Hipótese: construção de confinamentos/semi-confinamentos, maquinário para iLPF
- Mais intensificação, menor idade de abate => menos emissões entéricas de metano (CH_4)

A intensificação reduz o desmatamento e emissões no nível do imóvel?

Intensificação x Desmatamento

Desmatamento "0" para propriedades com desmatamento < 6.5 (ha)

Todos os registros com intensificacao ausente foram retirados

Resposta binária: Y=1 se desmatamento > 0.

Considerando todos os tipos de "classeprioritaria"

Resultado do modelo de regressão LOGÍSTICO onde a variável resposta é a presença de desmatamento

	TODOS MF		até 4 MF (<=4)		de 5 a 14 MF		igual ou acima de 15 (>=15)	
Variáveis	Coeficiente	pvalor	Coeficiente	pvalor	Coeficiente	pvalor	Coeficiente	pvalor
Intercepto	-2.6968	0.0000	-5.2948	0.0000	-2.8774	0.0000	-1.4534	0.0000
floresta	0.0001	0.0000	0.0122	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000
intensificao	-0.0029	0.0402	-0.0042	0.2295	-0.0019	0.4710	-0.0039	0.0610
multas	-0.0022	0.1098	0.0061	0.0081	-0.0009	0.7310	-0.0070	0.0046
preço boi gordo	-0.0084	0.0005	-0.0063	0.3179	-0.0068	0.1360	-0.0100	0.0028
preço milho	0.0120	0.0855	0.0200	0.2340	0.0074	0.5730	0.0142	0.1447
Tamanho amostra	31635		18234		6833		6568	
AUC	63.61%		81.74%		61.05%		59.36%	

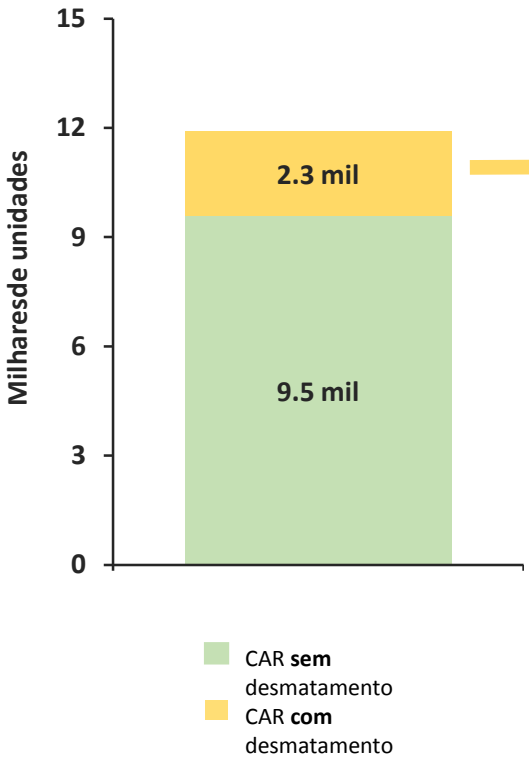
código em "Ajuste_Logistico_Desmatamento31Agosto.R"

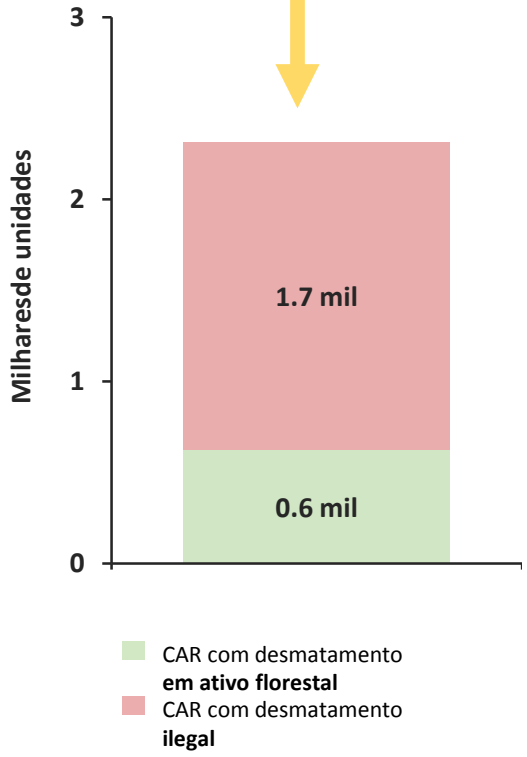
(*) não significativos marcados em vermelho

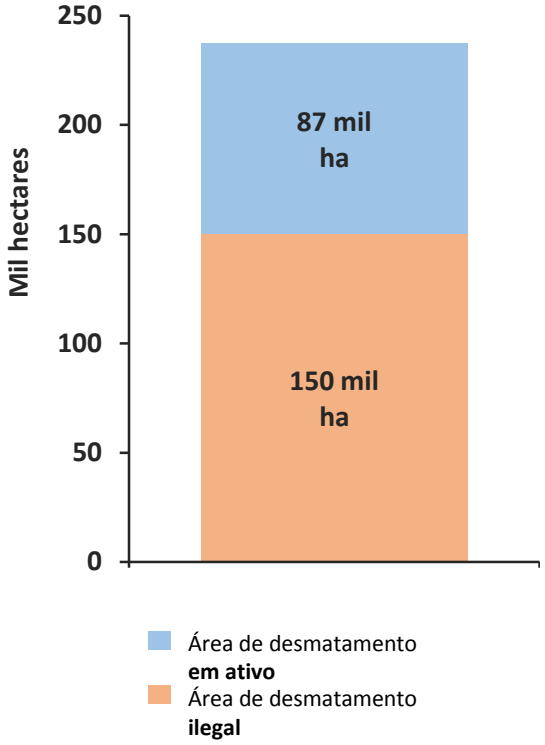
- MAIOR intensificação => MENOR probabilidade de desmatamento
- MAIS multas e MAIOR preço do boi => MENOR desmatamento

Desmatamento Pós-2008

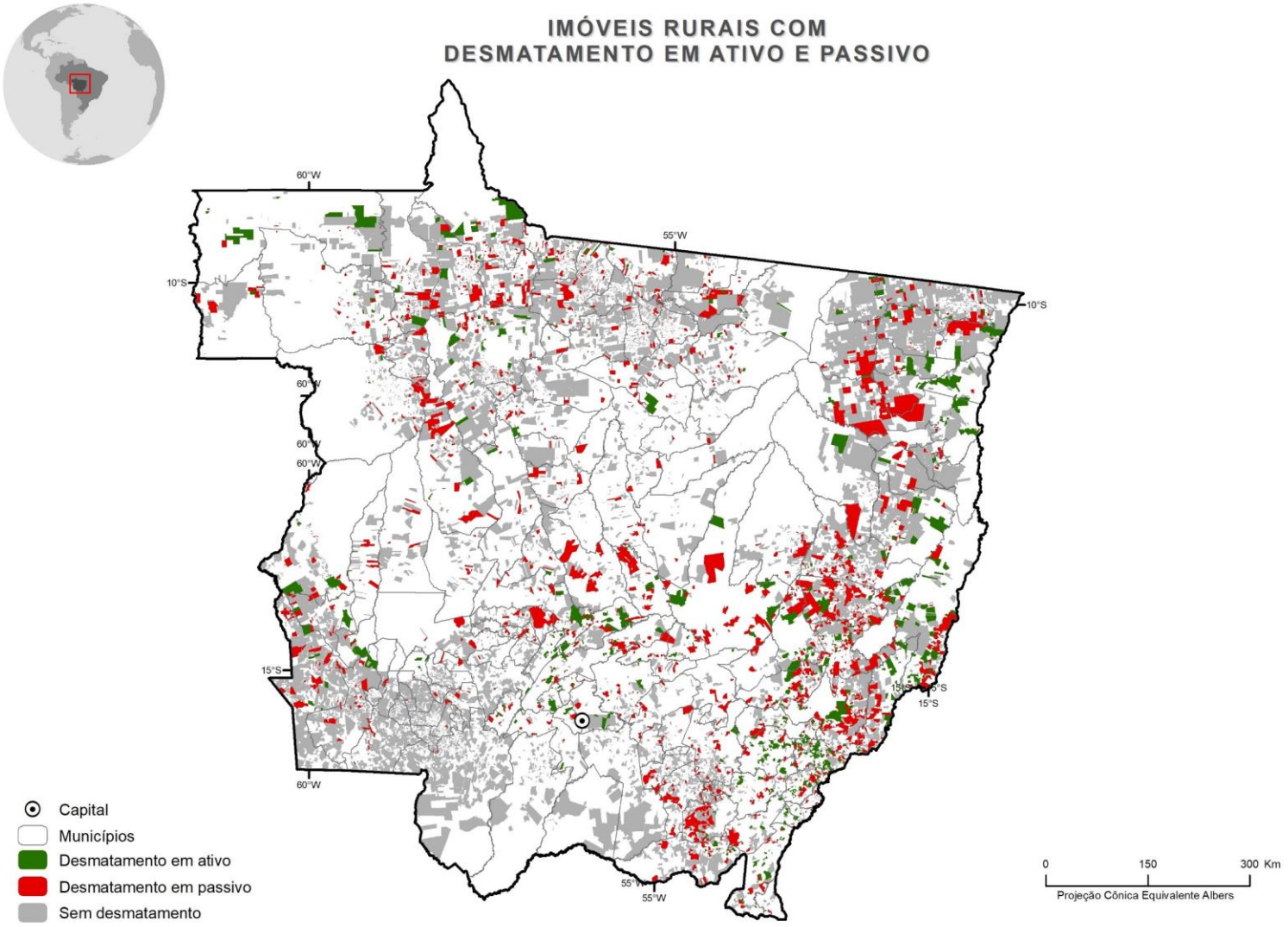
Fornecedores diretos Empresa "X" MT





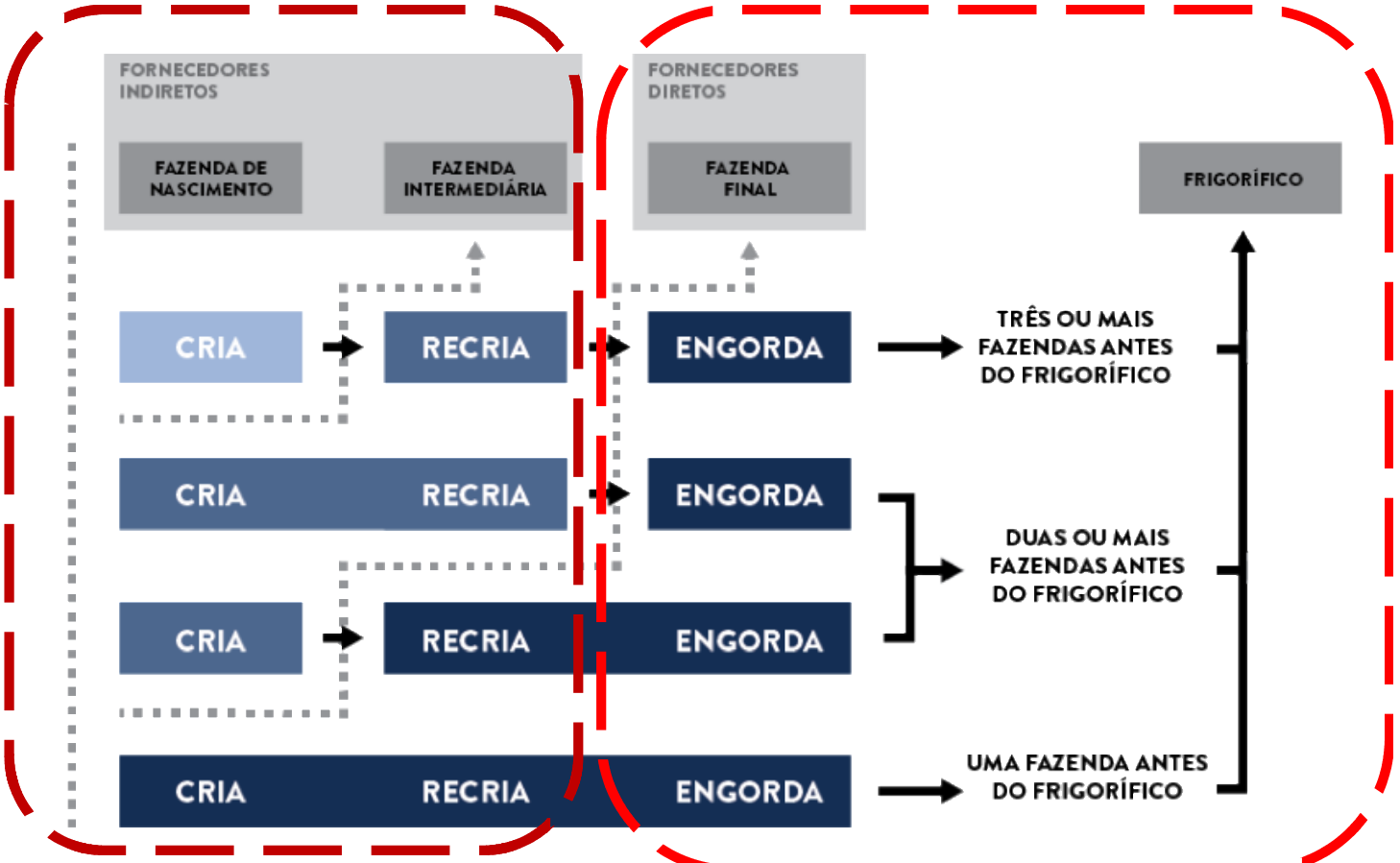


Desmatamento Pós-2008



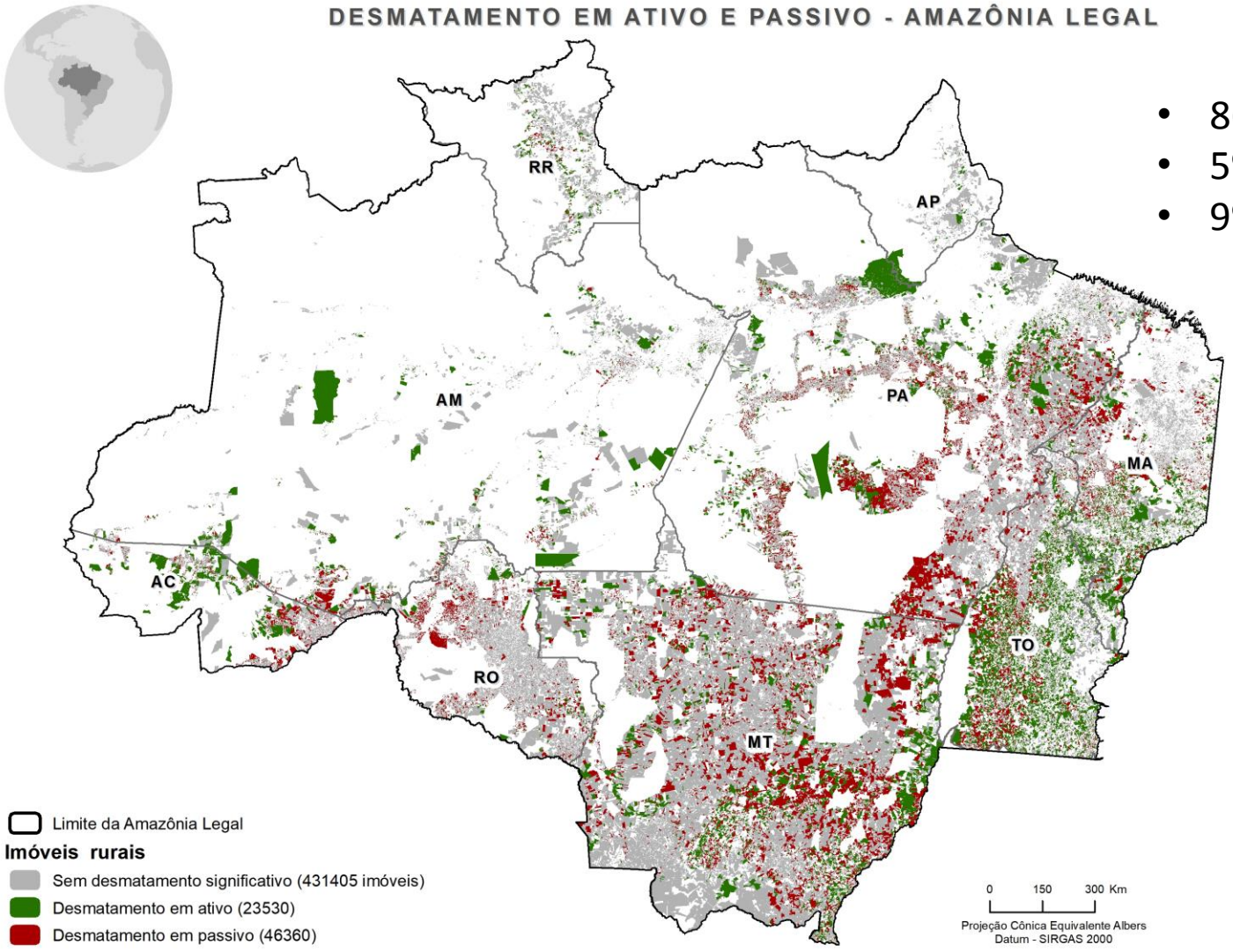
Desmatamento Pós-2008

E os fornecedores indiretos?



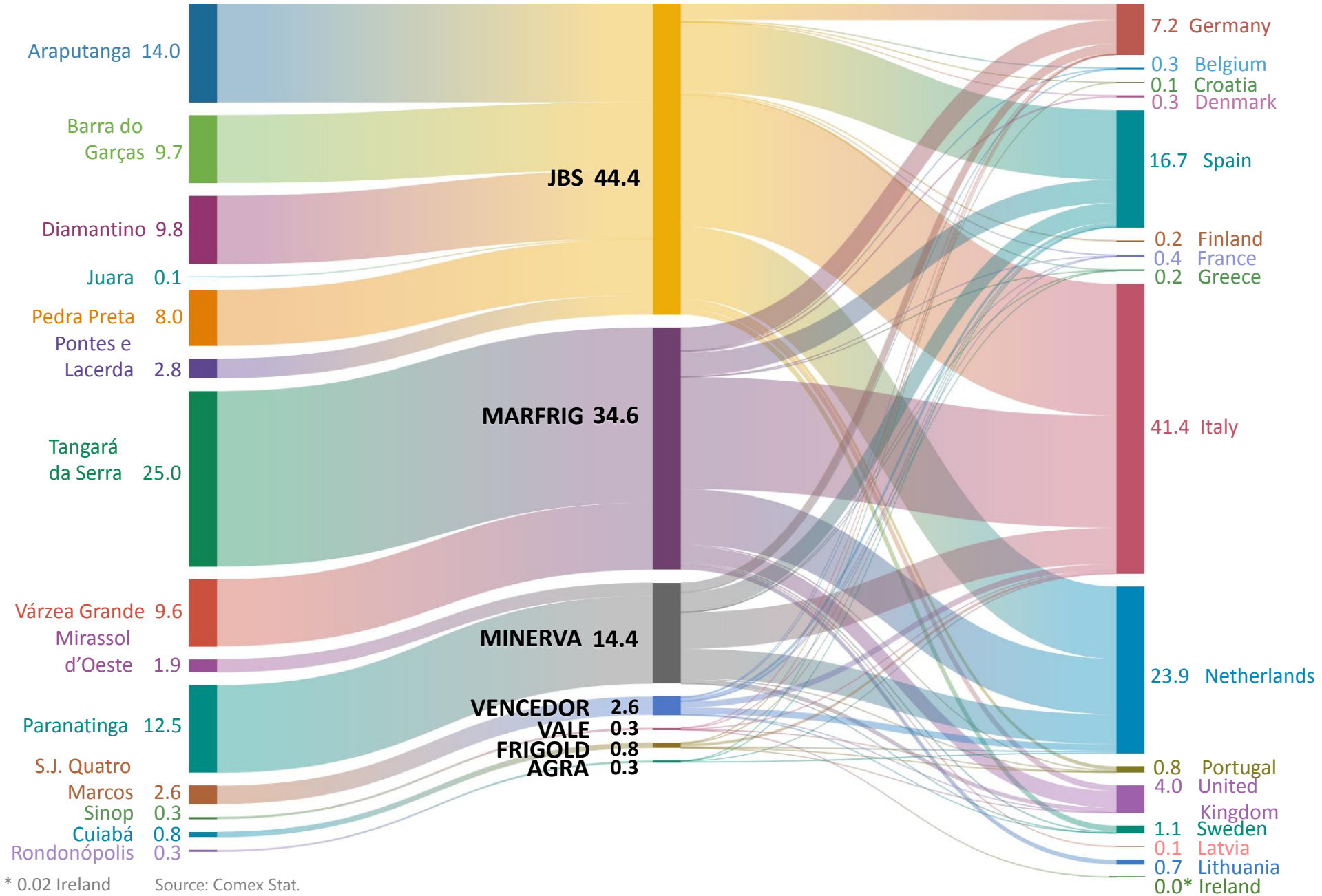
Fonte: Proforest

Desmatamento Pós-2008



- 86% não desmataram
- 5% em ativo
- 9% ilegal

Carne exportada para países da União Europeia do Mato Grosso por município e frigorífico entre 2013 a 2017 (milhares de toneladas de carne)



* 0.02 Ireland

Source: Comex Stat.

Conclusão

- Revolução em andamento em MT:
  - Intensificação com confinamento/semi-confinamento
  - Especialização da cadeia: cria/recria vs engorda
- Crédito aumenta produtividade na pecuária e reduz emissões de CH_4
- Intensificação reduz desmatamento e emissões de CO_2 no nível do imóvel
- 81% dos fornecedores diretos da empresa “X” em MT **NÃO** desmataram após 2008 (4% pode ter sido legal)
  - Na Amazônia Legal 86% não desmatou significativamente
- Uma **MINORIA** de produtores desmata ilegalmente (< 20%), criando problemas climáticos e de mercado para **TODOS**
- Crédito agropecuário pode ser aprimorado para contribuir ainda mais para alcançar desmatamento ilegal zero e as metas climáticas do país

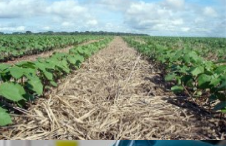
Obrigado pela atenção

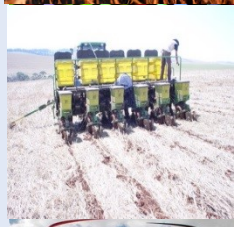
Prof. Raoni Rajão
rajao@ufmg.br

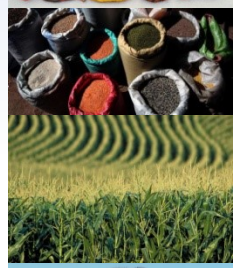
Documento elaborado por: Palestrante Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado

Data: 10/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Plano ABC”







Plano ABC:
Avaliação & Sugestões

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado

Audiência Pública Comissão Meio Ambiente do Senado Federal
Brasília, DF
10 de outubro de 2019

Embrapa

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

Setor Agropecuário
Fazendo acontecer!

Plano ABC – refere-se às Práticas Agrícolas que reduzam ou evitem emissões de CO_2, CH_4 e N_2O e contribuam para a adaptação à mudança do clima.

Inclui capacitação, financiamento da pesquisa e monitoramento.

Programa ABC – refere-se à Linha de Crédito com mais de R$17 bilhões repassados em 34 mil contratos distribuídos por 2.885 municípios entre (2010 e 2019).

. Participação de 13 instituições na construção

Metas para 2020

1

2

3

Tecnologia	Aumento na area/uso	Potencial de mitigação (milhões t CO_2e)
1. Recuperação de pastagem degradada	**15 milhões ha**	83.0 – 104.0
2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta	**4 milhões ha**	18.0 - 22.0
3. Plantio Direto na Palha	**8 milhões ha**	16.0 - 20.0
4. Uso de Fixação Biológica de Nitrogênio	**5.5 milhões ha**	10.0
5. Plantio de Florestas	**3 milhões ha**	8.0 – 10.0
6. Tratamento de Resíduo Animal	**4.4 milhões m^3**	7.0
Total		133.9 - 162.9

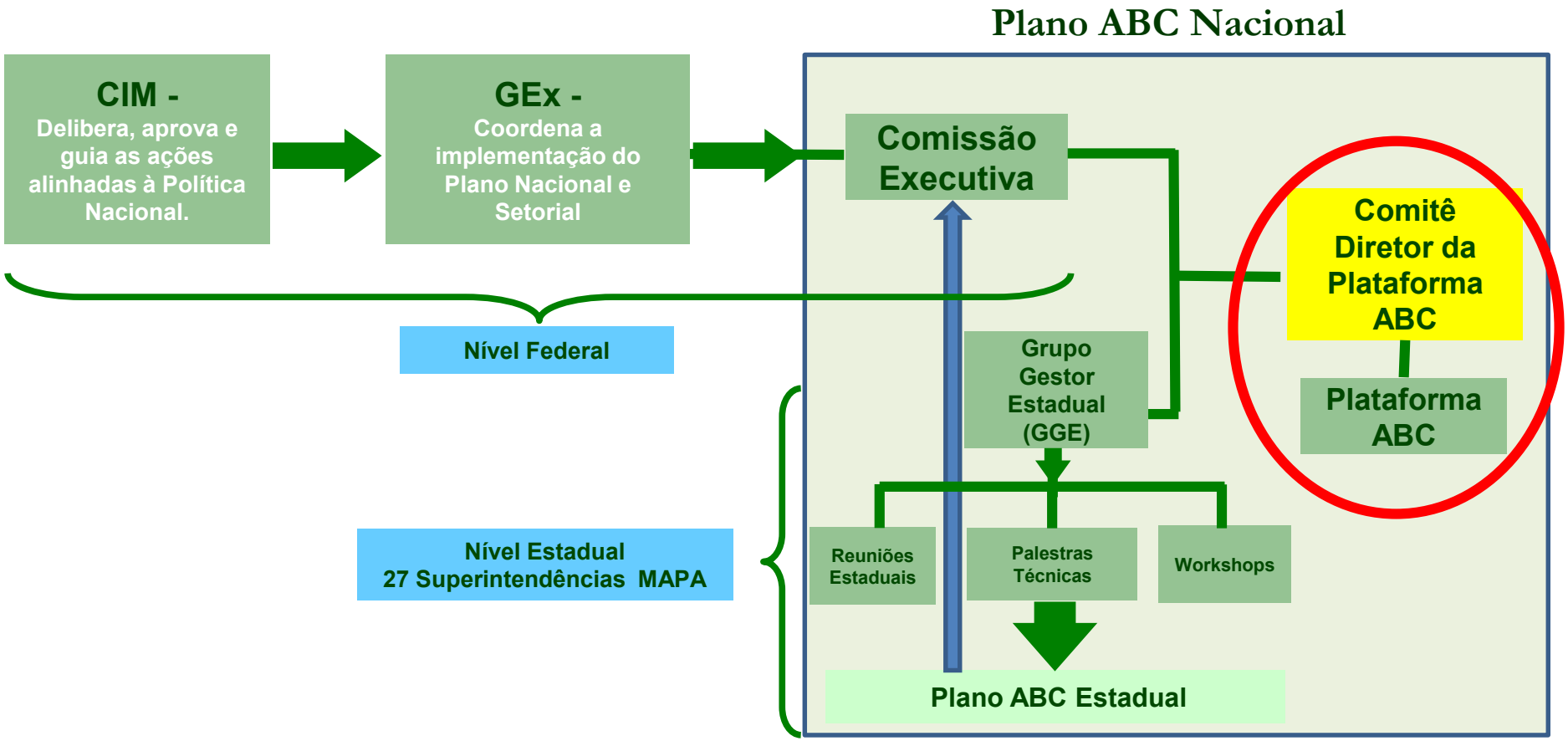
4

5

6

Embrapa

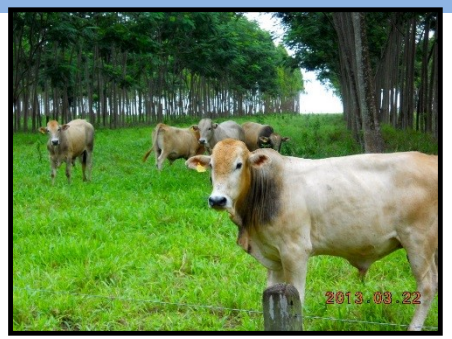
Governança do Plano ABC



. Essencial cooperação da Sec. Estadual de Agricultura

Resultados obtidos

Metas de expansão das tecnologias (área com mitigação)



Até 2020 a meta estabelecida em 2009 foi:

. 35,5 milhões ha com tecnologias ABC;

. 163 milhões t $CO2_{2eq}$ reduzidos;

Em 2018 alcançamos:

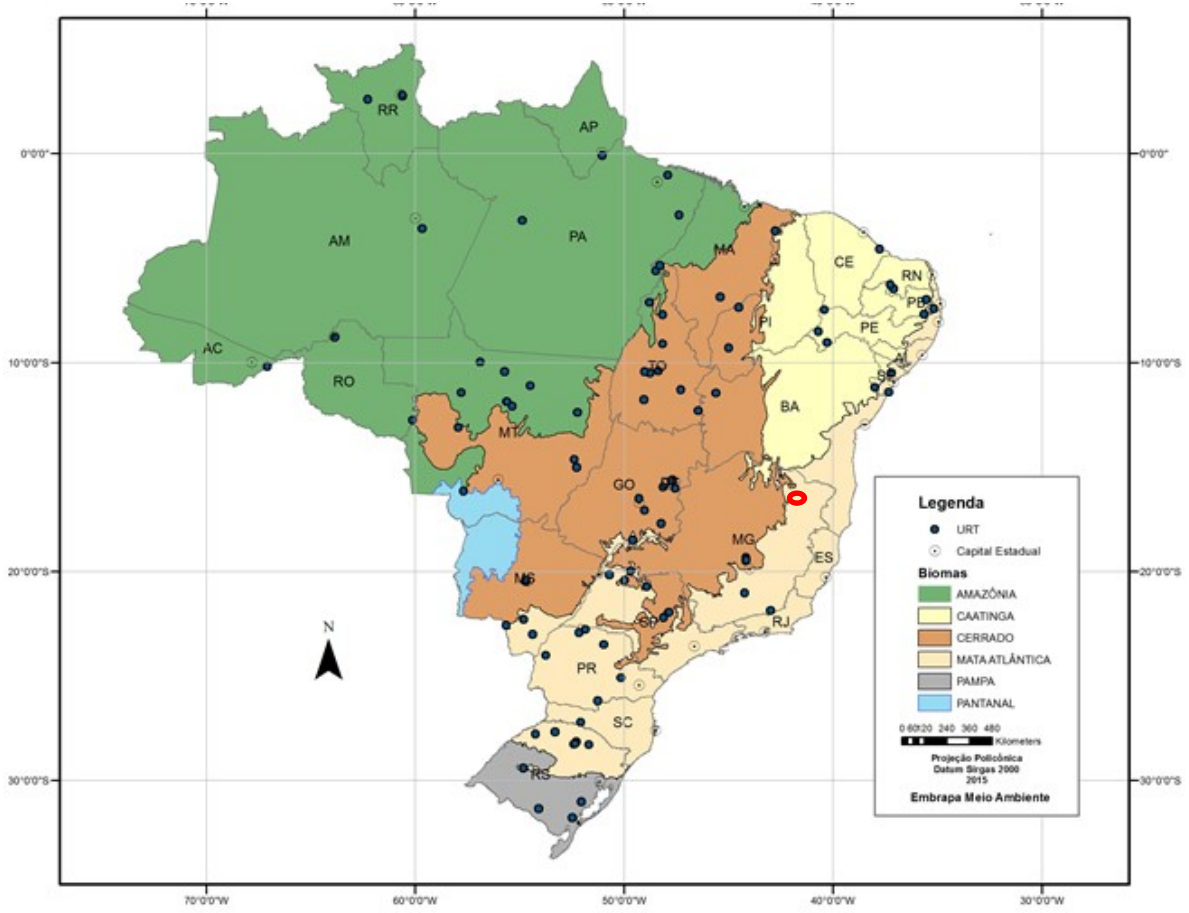
. 27,6 milhões de ha (77% da meta);

. 154 milhões t CO_{2eq} reduzidos (94% da meta).

Parcerias importantes na difusão e capacitação

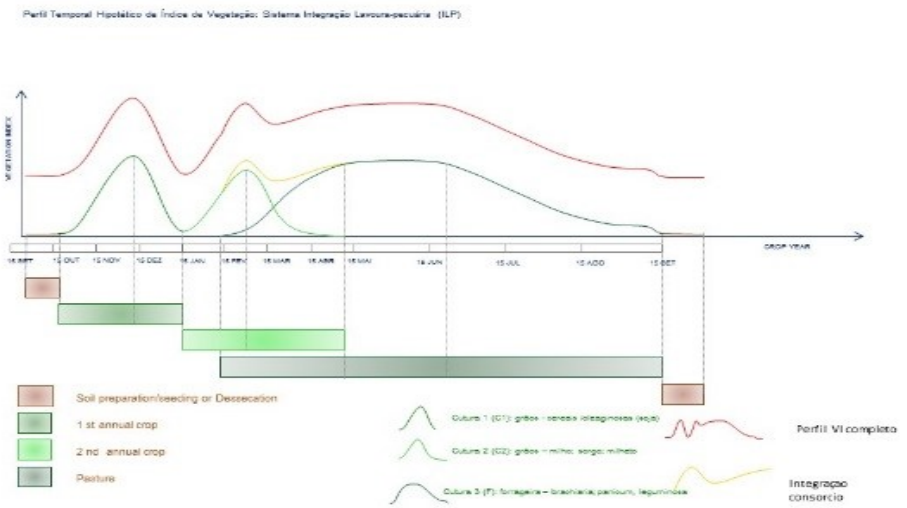
. Capacitação de técnicos
. 178 URTs
. Ações de P&DI

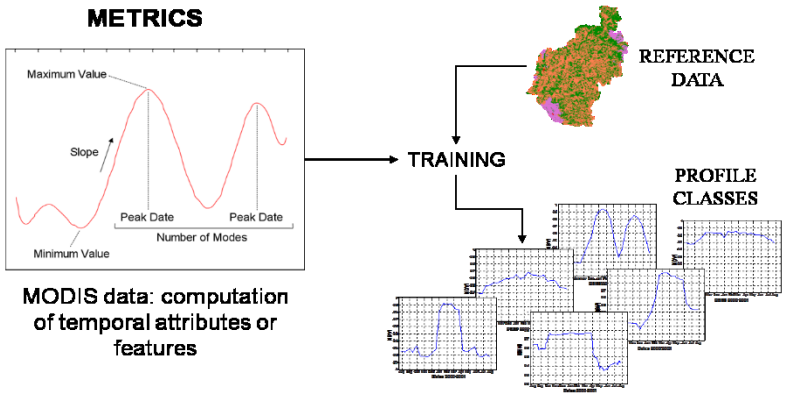
URT – Unidades de Referência Tecnológica



Monitoramento da adoção das tecnologias ABC

. Mudanças na vegetação com imagens de satélite;
. **URGENTE**: liberação pelo banco das coordenadas geográficas sem o nome do proprietário. Verificação eficaz do uso do dinheiro público emprestado ao produtor.





. Atuar em rede fortalece a superação de desafios
. Geotecnologias para monitorar e planejar as ações

Embrapa

Sinergia com outras políticas públicas

Lei de Proteção da Vegetação Nativa

Codigo Florestal 2012

Reserva Legal
. 20%, 35% e 80%

Areas de Proteção Permanente (APP)
. Mata Ciliar

Cadastro Ambiental Rural (*www.car.gov.br*)

. Segurança alimentar
. Renda e prosperidade
. Produtor de água
. Biodiversidade
. Paisagismo
. Conservação

. Vamos melhorar nossa comunicação?

Plano ABC 2020-2030: Adaptação à Mudança do Clima

Renda + Sustentabilidade + Baixa emissão

+22% de biomassa
+25% de proteína

Obrigado

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado, Dr. nat. techn.
pedro.machado@embrapa.br
www.embrapa.br
www.facebook.com/agrosustentavel

Photo: M.Lopes

Documento elaborado por: Palestrante Marcelo de Medeiros

Data: 10/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Plano ABC”

imaflora®

INSTITUTO DE MANEJO E CERTIFICAÇÃO FLORESTAL E AGRÍCOLA

Marcelo de Medeiros – Coordenador de Políticas Públicas

Audiência Pública - “Contribuições para avaliação do Plano Agricultura de Baixo Carbono”

Comissão do Meio Ambiente – Senado Federal – Brasília, Outubro de 2019

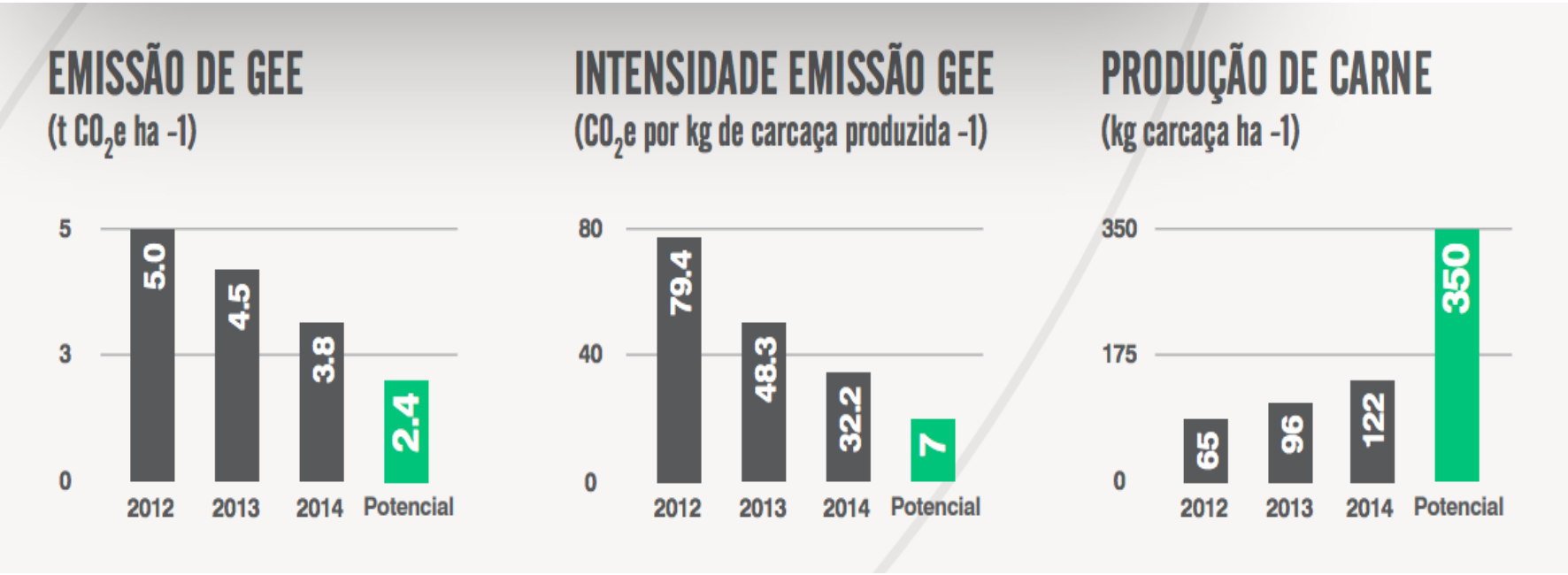
HISTÓRICO DO PLANO ABC

- Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei Federal nº 12.187 de 2009)
- Regulamentação da PNMC (Decreto Federal nº 7.390)
- Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC)
- Programa ABC (Crédito Rural)
- Acordo de Paris - ratificado em 2016

Tabela 3. Subprogramas do Plano ABC e potencial de mitigação por redução de emissão de GEE (MAPA, 2010)

Subprograma	Área atual 2010	Expansão entre 2010 e 2020	Redução de emissão de GEE 2010/2020
Recuperação de pastagens degradadas - Subsídios para manejo e adubação. - Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO_2 eq. ha-1ano-1.	40 milhões de ha	15 milhões de ha	83 a 104 milhões de t CO_2 e
Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF) - Adoção de sistemas pecuários integrados com agricultura e/ou floresta, incluindo sistemas agroflorestais (SAFs). - Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO_2e ha-1ano-1.	2 milhões de ha	4 milhões de ha	18 a 22 milhões de t CO_2 e
Sistema Plantio Direto (SPD) - Implementação de SPD - Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO_2e ha-1ano-1.	25 milhões de ha	8 milhões de ha	16 a 20 milhões de t CO_2 e
Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) - Adoção de sistemas com plantio de leguminosas. - Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO_2e ha-1ano-1.	11 milhões de ha	5,5 milhões de ha	10 milhões de t CO_2 e
Florestas Plantadas - Plantio comercial de árvores - Não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia; e, não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.	6 milhões de ha	3 milhões de ha	10 milhões de t CO_2 e (potencial de captura)
Tratamento de dejetos animais - Produção de biogás e fertilizante orgânico - Base de cálculo foi de 1,56 Mg de CO_2 e m-3.		4,4 milhões de m^3 tratados	6,9 milhões de t CO_2 e
Adaptação às Mudanças Climáticas	Ainda não foram estabelecidas as ações de adaptação		
Total de redução prevista até 2020			144 a 173 milhões de t CO_2 e*

A recuperação de pastagens degradadas e introdução de boas práticas tem potencial de **aumentar a produção agropecuária** e reduzir **as emissões de GEE**

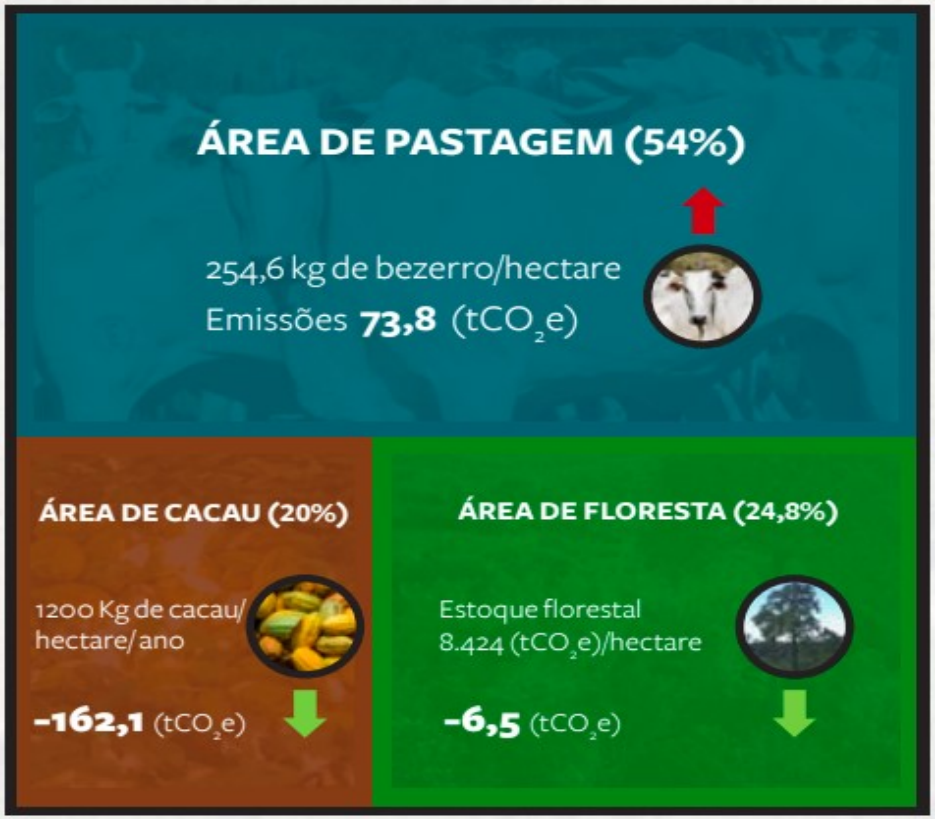


Fonte: Imaflora, 2016

imaflora® INSTITUTO DE MANEJO E CERTIFICAÇÃO FLORESTAL E AGRÍCOLA

CENÁRIO MELHORADO 1 – MANEJO MELHORADO (MM)

Uso do solo, produção e balanço de carbono em uma unidade produtiva média no assentamento de Tuerê (lote de 50 hectares)



Emissões de GHG por ano (tCO_2e)

Pecuária	73,8
Cacau	-162,1
Floresta	-6,5

BALANÇO TOTAL **-94,7**

BALANÇO POR HECTARE

-1,89

Fonte: Fundação Solidaridad; Imaflora, 2017

LIMITAÇÕES DO PLANO ABC

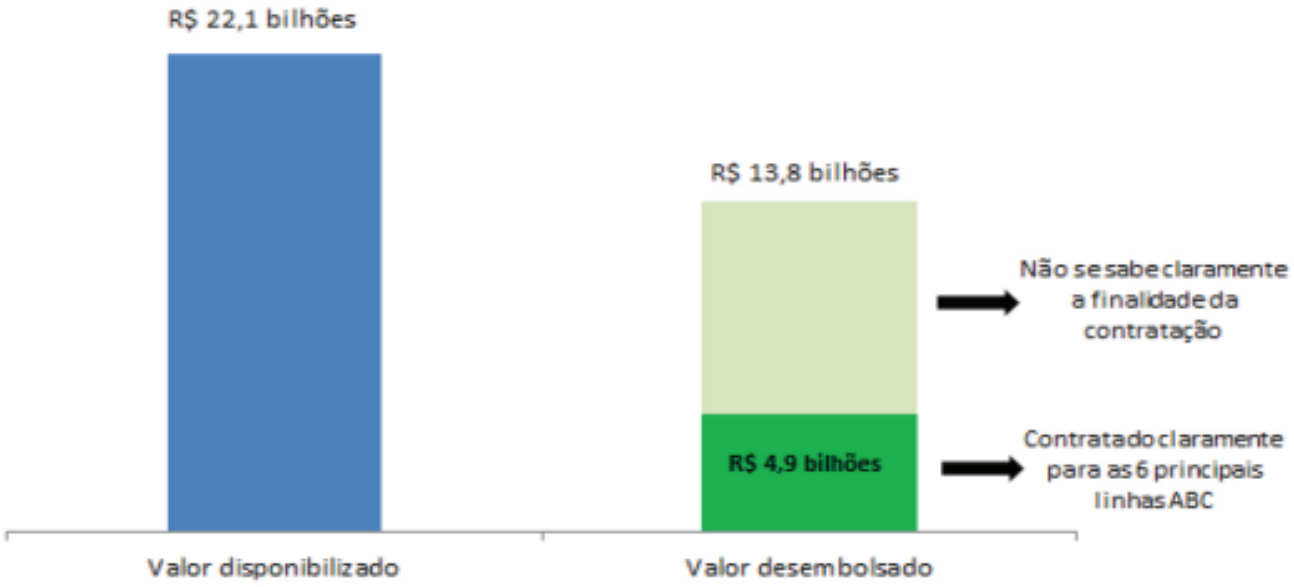
Tabela 5. Crédito disponibilizado e desembolso do Programa ABC no Plano Agrícola e Pecuário brasileiro

Plano Agrícola e Pecuário	Crédito disponibilizado ao Plano Agrícola e Pecuário (bilhões)	Crédito disponibilizado ao Programa ABC (bilhões)	Desembolso/repasse do Programa ABC
2010/2011	R$ 100,0	R$ 2	20% (0,42 bi R$)
2011/2012	R$ 107,2	R$ 3,2	50% (1,62 bi R$)
2012/2013	R$ 115,3	R$ 3,4	88% (3,05 bi R$)
2013/2014	R$ 136,0	R$ 4,5	67% (3,03 bi R$)
2014/2015	R$ 156,1	R$ 4,5	82% (3,66 bi R$)
2015/2016	R$ 187,7	R$ 4,5	68% (2,05 bi R$)
2016/2017	R$ 183,9	R$ 3,0	82% (3,03 bi R$)
2017/2018	R$ 200,25	R$ 2,1	Recém Lançado
Total	**R$ 1186,45 bilhões**	**R$ 22,1 bilhões**	**R$ 13,8 bilhões**

Fonte: Observatório do ABC e Banco Central

LIMITAÇÕES DO PLANO ABC

Figura 23: Disponibilidade e desembolso acumulado do Programa ABC entre as safras 2010/2011 e 2016/2017



Elaborado a partir do Sistema ABC (Observatório do Plano ABC, 2017c).

LIMITAÇÕES DO PLANO ABC

1. **LACUNAS NO PLANEJAMENTO E GESTÃO: AUDITORIA DA CGU NA EMBRAPA - RELATÓRIO 201700168**

2. **EXCESSO DE BUROCRACIA NO PROCESSO**

3. **TAXAS DE JUROS POUCO ATRATIVAS**

RECOMENDAÇÕES

- **PLANO SAFRA E O PRONAF ADOTEM CRITÉRIOS DE BAIXAS EMISSÕES E ALTO SEQUESTRO DE CARBONO**
- **FOCO NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS**
- **PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS DEVEM FORTALECER A EXTENSÃO RURAL E A CAPACITAÇÃO DE PRODUTORES**
- **REDUÇÃO DAS TAXAS DE JUROS**
- **APRIMORAMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DO PLANO ABC**

Sede
Estrada Chico Mendes, 185
CEP- 13426-420
Piracicaba | SP | Brasil

Escritórios
Travessa Antônio Nunes, 123
CEP- 68380-000
São Felix do Xingu | PA | Brasil

Lauro Sodré, 215
CEP- 68109-000
Altér do Chão | Santarém | PA | Brasil

Tel. +55 19 3429.0800
Fax +55 19 3429.0809
imaflora@imaflora.org
www.imaflora.org

Documento elaborado por: Palestrante André Lima

Data: 31/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Aspectos Jurídicos”

“Contribuições em aspectos jurídicos da política sobre clima” para CMA/Senado

André Lima –

Advogado, Mestre em Política Ambiental (CDS/UnB)

Coordenador do Projeto #Radar Clima&Sustentabilidade

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Marco Jurídico- PROGRAMÁTICO

- Constituição de 1988 – Proteção dos Biomas, responsabilidade por dano ambiental, direito das presentes e futuras gerações, licenciamento/avaliação ambiental, até rodeio!!!...mas não fala de clima
- Ordem Econômica e Financeira - função social da propriedade, consumidor, meio ambiente, mas também não fala de clima.
- NADA FALA EXPLICITAMENTE DE prevenção, mitigação e adaptação às MUDANÇAS CLIMÁTIVAS! UMA LACUNA NA BASE CONSTITUCIONAL
- Eco 1992 – Convenções de Clima e Biodiversidade (e Acordos Aichi, Kioto, Paris)
- 1992-2008 - PPG7 – Programa Piloto Florestas Tropicais (quase U$500 milhões)
- 1996 – 2012 - MP 1511 – Código florestal / Lei 12.651 de 2012 (CAR/PRA)
- Lei de Gestão de Florestas Públicas – 2006 (70milhões de hectares de florestas públicas não destinadas)
- Lei da Política Nacional de Mudanças Climáticas Lei 12.187 de 2009
- Plano de Prevenção e Controle dos Desmatamentos na Amazônia 2003-2018

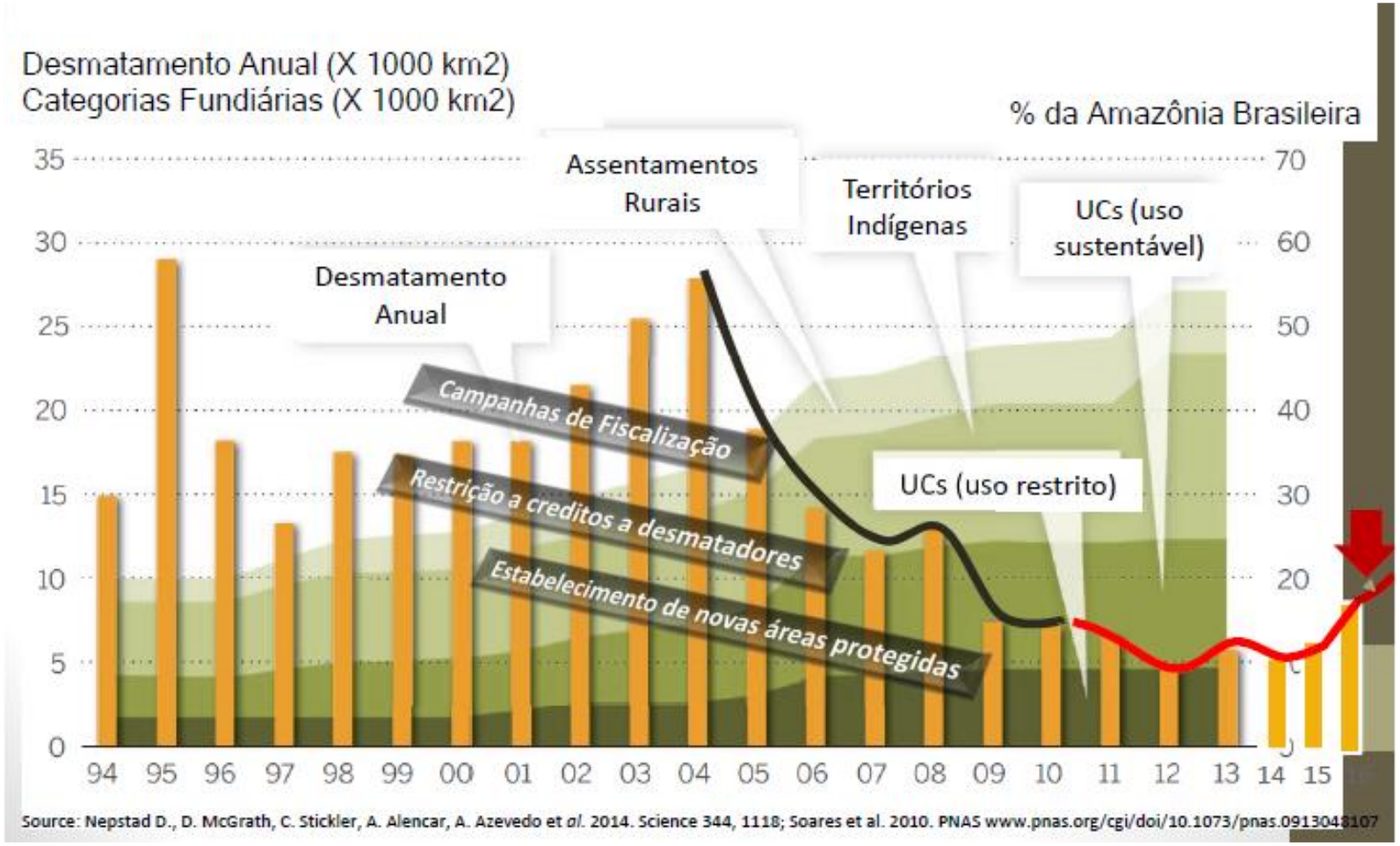
Instituto Democracia e Sustentabilidade

PPCDAm, principal contribuição brasileira para redução Global de CO2

- PPCDAm – 2003 – 2018 – redução em 75% dos desmatamentos na Floresta Amazônica
- Redução superior a 3,85 bilhões de Ton CO2 (valor atribuído pelo Conselho Técnico do Fundo Amazônia 132 ton de C/ha)*
- + de 15 bilhões de árvores adultas na floresta amazônica deixaram de ser derrubadas.

- * http://bit.ly/DocFundoAmazonia

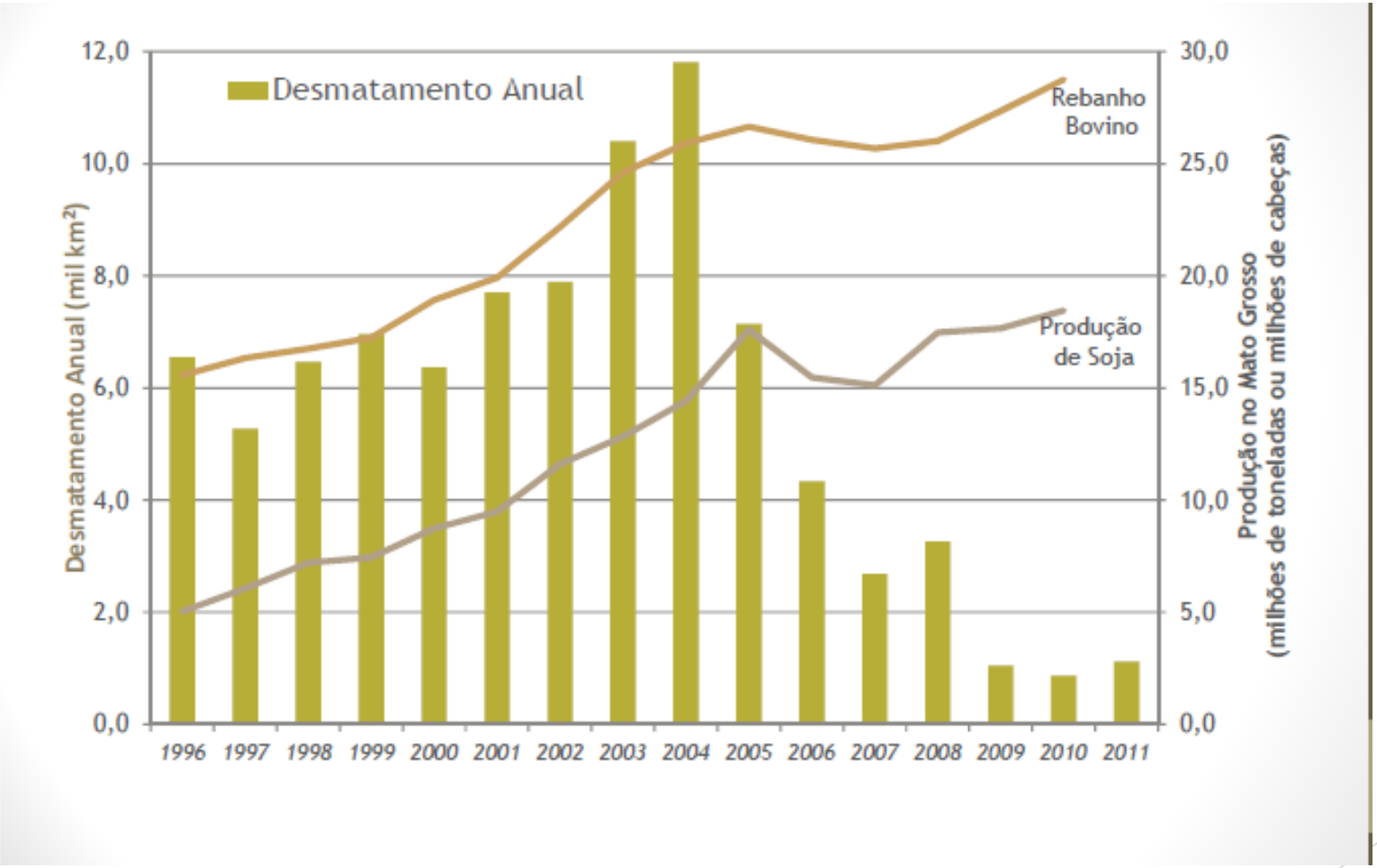
PPCDAm –plano setorial que contribuiu com a > redução de emissões CO2 no Planeta (no período)



*Slide apresentado por Paulo Moutinho do Ipam na CMA do Senado em 29/08/2019.

Instituto Democracia e Sustentabilidade

2004/2005 - Descolamento do crescimento econômico e desmatamento



*Slide apresentado por Paulo Moutinho do Ipam na CMA do Senado em 29/08/2019.

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Marco Jurídico/Normativo do PPCDAm

- 25 milhões de hectares de Unidades de Conservação federais e homologação de 10 milhões de hectares de Terras Indígenas.
- Lista Municípios Críticos da Amazônia (2008) https://www.mma.gov.br/informma/item/8645-lista-de-munic%C3%ADpios-priorit%C3%A1rios-da-amaz%C3%B4nia
- Res 3545/2008 Banco Central - http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=17709
- Recadastramento obrigatório de todos os imóveis nos municípios críticos IN 44/2008 INCRA:http://www.incra.gov.br/media/institucional/legislacao/atos_internos/instrucoes/instrucao_normativa/IN44_180208.pdf
- Embargo Obrigatório das áreas desmatadas ilegalmente (alteração Decreto de Infrações Ambientais)
- Decreto Federal 6321 de 2007, com pacote completo adotado em 2007/2008 que ajudou a derrubar o desmatamento em 75% https://www.mma.gov.br/informma/item/4545-decreto-presidencial-reforca-acoes-de-controle-do-desmatamento

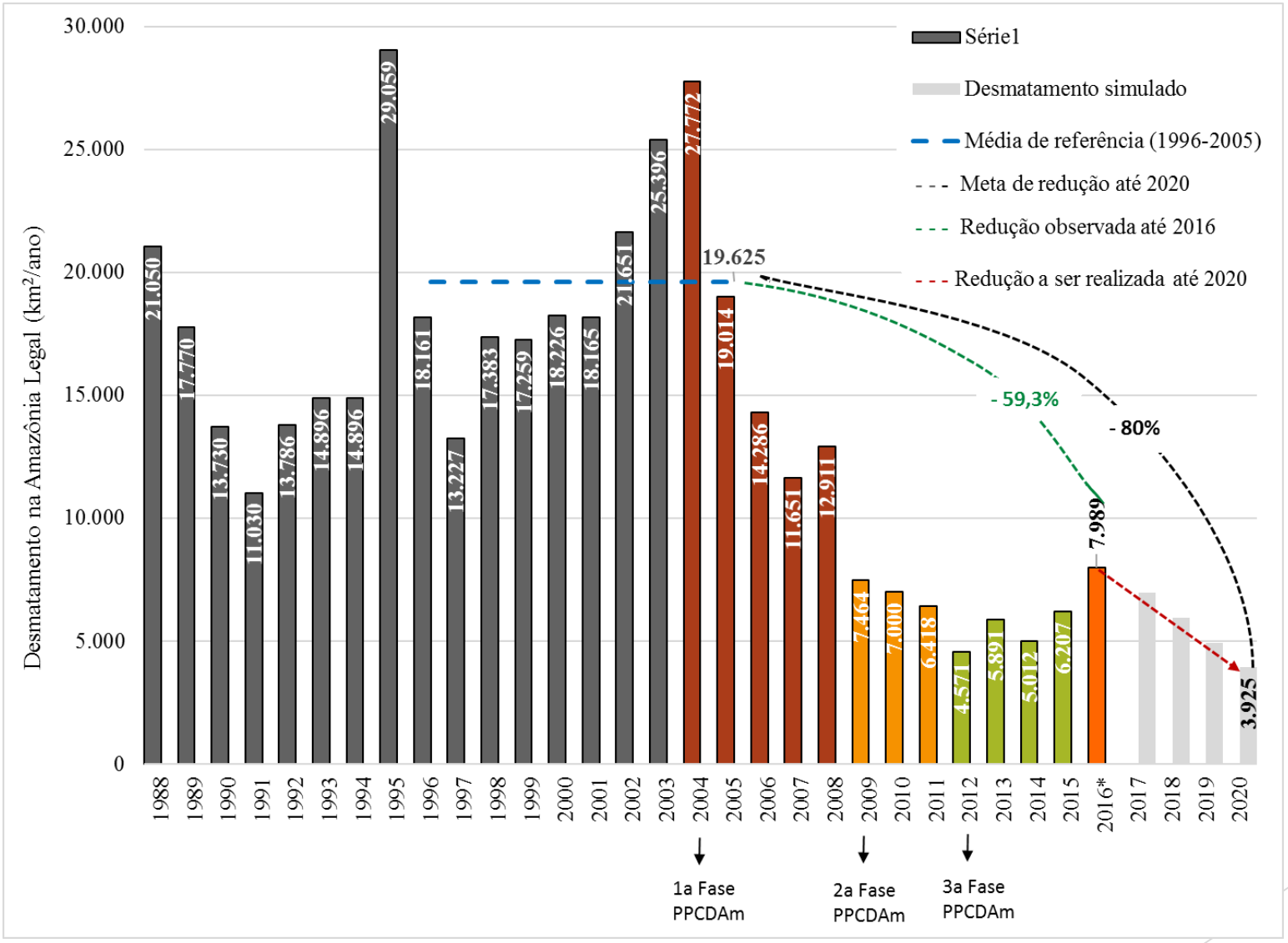
Instituto Democracia e Sustentabilidade

Avaliações da eficácia dos planos

- **Avaliação GIZ – IPEA**
  https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80120/Avaliacao%20do%20PPCDAm%202007-2010.pdf
- "As medidas tomadas a partir de fins de 2007 – particularmente o Decreto nº 6.321/07 –, introduzindo instrumentos econômicos inibidores, representaram um marco na forma de combater o desmatamento na Amazônia **e foram decisivos para evitar a retomada do corte raso que se delineava, principalmente nos municípios que apresentam as mais altas taxas de desmatamento na região**."
- **Avaliação** IPAM (2008) https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2009/12/desmatamento_na_amazônia_medidas_e_efeit.pdf
- "O Decreto 6321/07, conforme descrito anteriormente, **constitui-se na mais ampla medida de ajuste da legislação de comando e controle editado nos últimos anos no País**."

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Cadê o PPCDAm?



Instituto Democracia e Sustentabilidade

Projeções para 2019 ...
A seguir cenas dos próximos capítulos ...

globo.com g1 globoesporte gshow vídeos

MINHA CONTA E-MAIL ENTRAR >

SOCIEDADE

BUSCAR

Alertas do Inpe sobre desmatamento na Amazônia crescem 278% em julho

Dados de satélites do Deter, atacados pelo governo, mostram que área de 2.254 km² foi atingida

Renato Grandelle
06/08/2019 - 04:30 / Atualizado em 07/08/2019 - 20:56

Devastação no Pará: ferramenta de alerta em tempo real costuma se refletir em sistema anual de medição Foto: Raphael Alves/AFP/13-10-2014

FOLHA DE S.PAULO

Desmatamento na Amazônia cresce 96% em setembro, indicam alertas do Inpe

Desde junho, devastação apresenta aumento acentuado

11.out.2019 às 15h36
Atualizado: 11.out.2019 às 16h05

EDIÇÃO IMPRESSA (https://www1.folha.uol.com.br/fsp/fac-simile/2019/10/12/) ERRAMOS

NATUREZA

Balanços oficiais de desmatamento da Amazônia confirmam dados de sistema de alerta; entenda

Sistema Deter emite alertas diários de áreas desmatadas para ajudar na fiscalização, enquanto o Prodes faz balanço de um período de 12 meses. Os dois dados são do Inpe. Veja comparativo dos últimos três anos.

Por Elida Oliveira, G1
18/08/2019 15h33 · Atualizado há 2 meses

FOLHA DE S.PAULO

Desmatamento na Amazônia em agosto cresce 222% em relação ao mesmo mês de 2018

Em agosto deste ano foram desmatados 1.698 quilômetros quadrados de floresta, segundo o Inpe

8.set.2019 às 13h49

EDIÇÃO IMPRESSA (https://www1.folha.uol.com.br/fsp/fac-simile/2019/09/09/)

Phillippe Watanabe

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Retrocesso de 10 ANOS em um único ano (2019)

PRODES 2016 - 7.893 KM2 (+46%)

PRODES 2017 – 6.947 km2 (+49%)

PRODES 2018 – 7.536 km2 (+65%)

PRODES 2019 - ??? (Se projetarmos +50% = 10.250 km2 (taxas anteriores a 2009)

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Como fica a meta Brasileira (NDC) Acordo de Paris nesse cenário e retomada do aumento de desmatamento?

- Aumento nas emissões dos demais setores, sobretudo queima de combustíveis fósseis com aumento de frota...
- Somente a redução superior a 95% das taxas de desmatamento fariam com que o Brasil chegasse em 2030 dentro da sua meta de 1,2 GtCO2eq.
- PRATICAMENTE IMPROVÁVEL considerando o cenário de desmanche das estruturas de meio ambiente e da política climática e de controle dos desmatamentos.
- Consideremos também a estratégia do atual governo de o**cupar a Amazônia "ainda que ilegalmente"** (Nova Colonização da Amazônia) preconizada pelo atual secretário de regularização fundiária do MAPA Sr. Nabhan Garcia, que prometeu uma Medida Provisória para regularização fundiária "AUTO-DECLARATÓRIA" que NÃO pode prosperar no parlamento.

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Tudo isso pra dizer que precisamos resgatar o PPCDAM URGENTEMENTE

Onde mais podemos avançar ?

1 – CLIMA NA CF-88 - fundamento e princípio da Ordem Econômica e Financeira: propriedade, função social da propriedade, direito do consumidor, meio ambiente ... ”**enfrentamento e adaptação às mudanças climáticas**”

2 –Brasil Carbono Neutro 2050 – Ver proposta de Projeto de Lei alterando artigo 12 da LPNMC feito com base em projeções do GT Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas e da COPPE-RJ

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Onde mais podemos avançar ?

3 - Reforma Tributária Verde

instrumento econômico de transição rumo:

i - Meta NDC – Acordo de Paris 2030*

ii –Meta Brasil Carbono Neutro 2050**

* http://bit.ly/EstrategiaFBMC_NDC_AcordoParis

** http://brasilcarbonozero2050.com.br/porque/

** Artigo na Nature dos pesquisadores da COPPE/RJ em http://bit.ly/CO2-Zero2050-Nature

** COPPE/RJ: http://bit.ly/NotaCOPPE-NDC-AcordoParis

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Onde podemos avançar...

- **4 - Regularização Fundiária + Código florestal**
- Evitar Aventuras na regularização fundiária
- consolidar (apoio $$) programas (CAR/PRA) nos estados

André Lima – Coordenador
Projeto #Radar Clima & Sustentabilidade
alima1271@gmail.com

Instituto Democracia e Sustentabilidade

Documento elaborado por: Palestrante Rachel Biderman

Data: 31/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Aspectos Jurídicos”

WORLD RESOURCES INSTITUTE

POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

RECOMENDAÇÕES

Rachel Biderman, WRI Brasil

RBIDERMAN@WRI.ORG WWW.WRIBRASIL.ORG.BR

SUMÁRIO

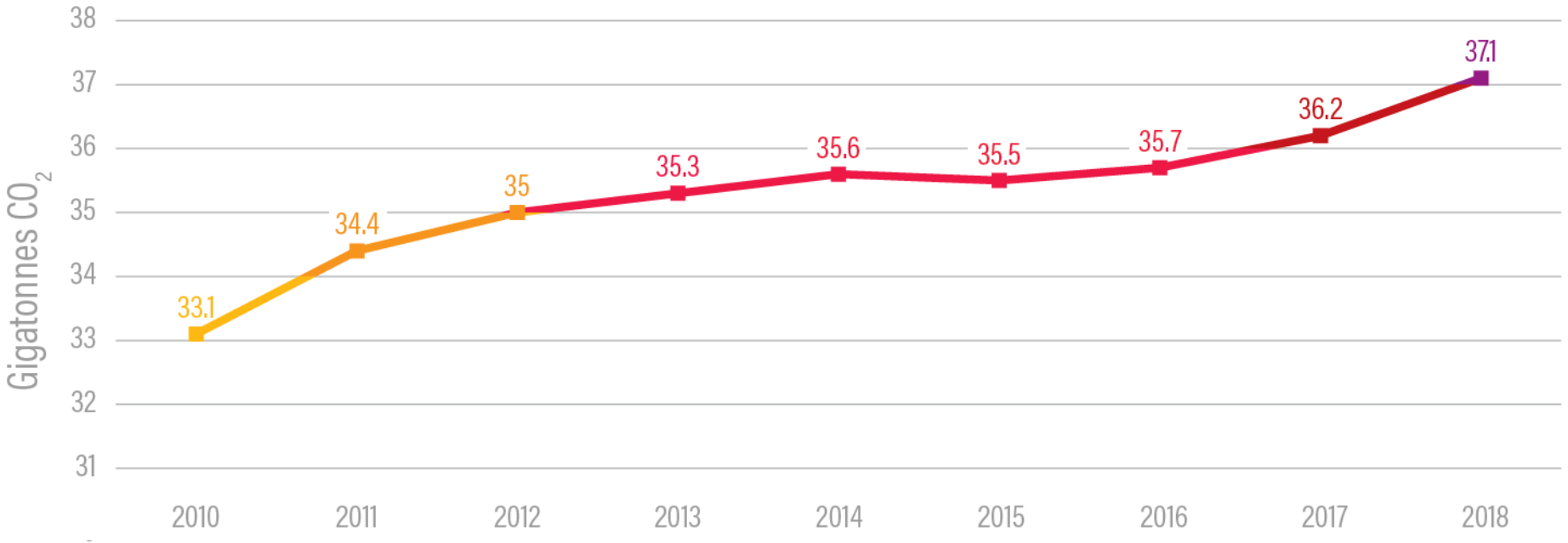
1. URGÊNCIA DA CRISE CLIMÁTICA

2. IMPLEMENTAÇÃO DA PNMC E MARCO REGULATÓRIO

URGÊNCIA DA CRISE CLIMÁTICA

A CIÊNCIA É CLARA

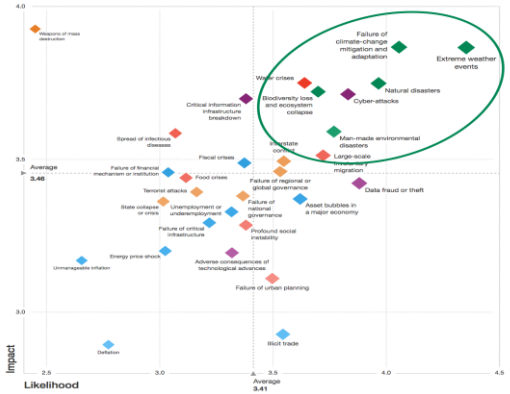
EMISSÕES GLOBAIS DE GEE CRESCEM, APESAR DOS ACORDOS DO CLIMA

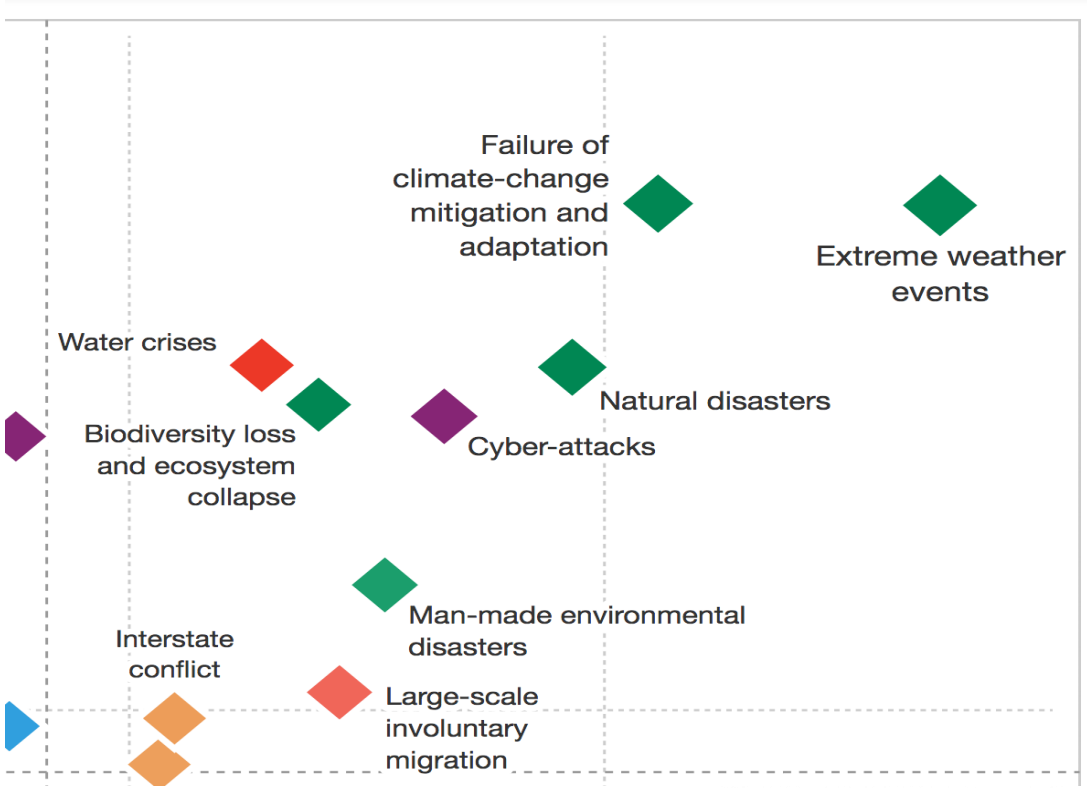


Source: Global Carbon Project

WORLD RESOURCES INSTITUTE

WEF / DAVOS : MAIORES RISCOS PARA OS LÍDERES DE EMPRESAS, GOVERNOS, ACADEMIA / JAN 2019





FORUM ECONÔMICO MUNDIAL (WEF)
MAIORES RISCOS - 2019

MAIORES RISCOS

- Eventos Climáticos Extremos
- Falha em Mitigação e Adaptação
- Desastres Naturais
- Perda de Biodiversidade e colapso de ecossistemas
- Desastres ambientais de origem antrópica

PNMC É LEI
DA ORDEM ECONÔMICA

E NÃO AMBIENTAL

TEMPESTADES MAIS SEVERAS EM 2018

Dez Ciclones de Categoria 5

2o. maior índice em recorde

Image: Wikimedia/NASA

SECAS MAIS LONGAS

Na região de Bundelkhand, India

~2 milhões de

trabalhadores rurais migraram desde 2017

Image: Flickr/Vandan Desai

MAIS POBRES SÃO MAIS VULNERÁVEIS

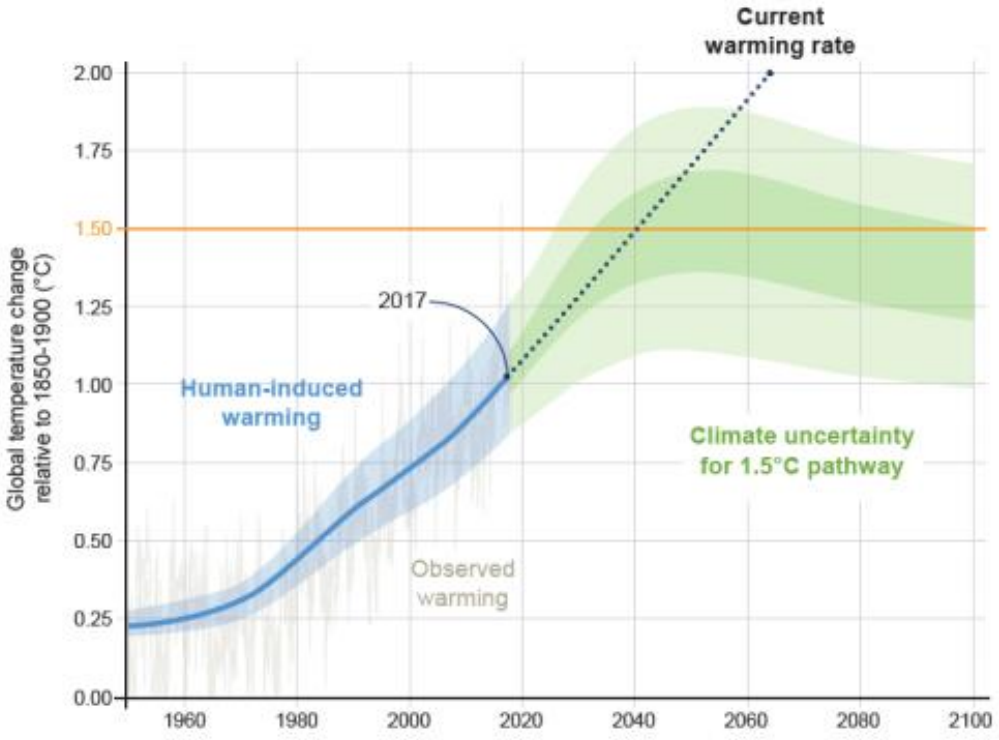
100 milhões

de pessoas passam a viver em pobreza nos próximos 15 anos

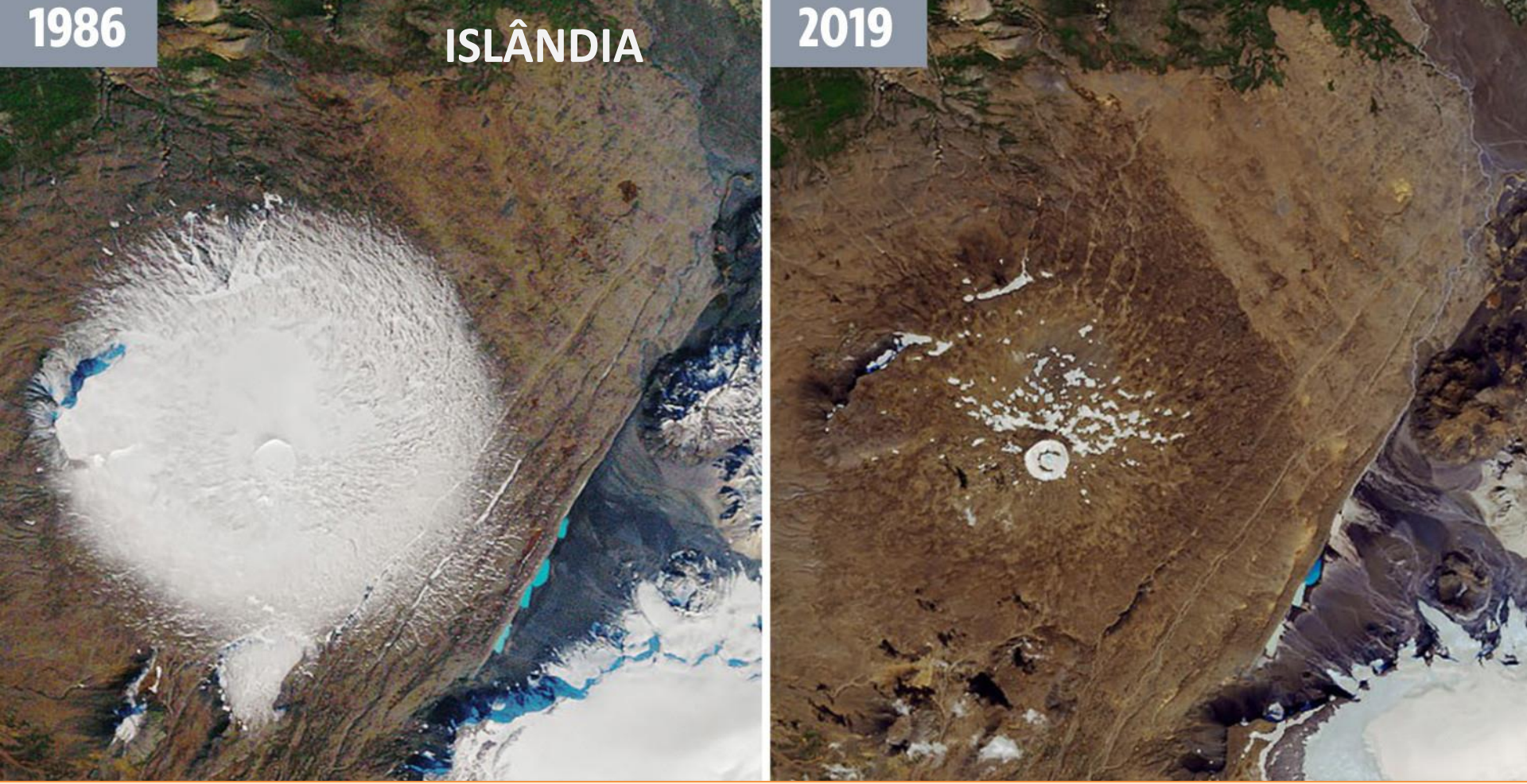
Image: Flickr/UNICEF Ethiopia

WORLD RESOURCES INSTITUTE

TEMPERATURA MÉDIA JA ESTÁ EM ~ 1˚C ACIMA DOS NÍVEIS PRÉ-INDUSTRIAIS



Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)



NEGACIONISTAS CLIMÁTICOS : MANOBRA QUE INTERESSA A QUEM?

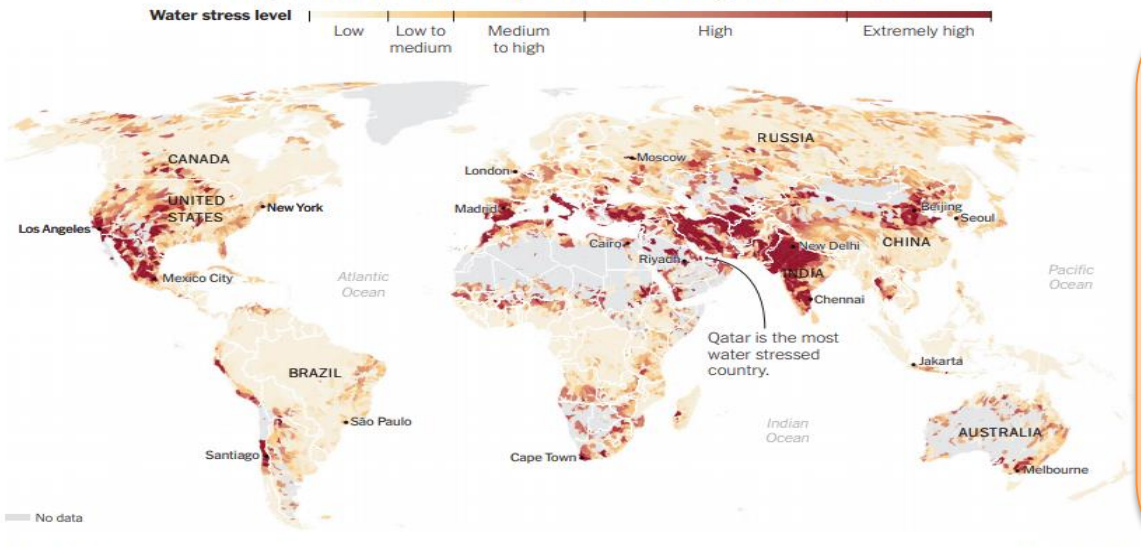
"All the News That's Fit to Print"

The New York Times

Late Edition
Today, showers or heavy thunderstorms, some sunshine, high 86. Tonight, showers or thunderstorms, humid, low 72. Tomorrow, sunshine, high 86. Weather map, Page C8.

VOL. CLXVIII ... No. 58,412 © 2019 The New York Times Company NEW YORK, WEDNESDAY, AUGUST 7, 2019 $3.00

A Quarter of Humanity Faces Looming Water Crises



Source: World Resources Institute

WEIYI CAI/THE NEW YORK TIMES

Worldwide, 17 countries are currently at risk of running out of water. Climate change is making the problem worse. Page A6.

UM QUARTO DA HUMANIDADE SOB CRISE HÍDRICA

AQUEDUCT

El Paso's Terror | G.O.P. GETS BEHIND

views this week said they felt deeply shaken at the idea that radicalized white nationalism seemed to have placed them — at least for one bloody weekend — in its cross hairs.

"At least for Latinos, in some way, it's the death of the American dream," Dario Aguirre, 64, a Mexi-

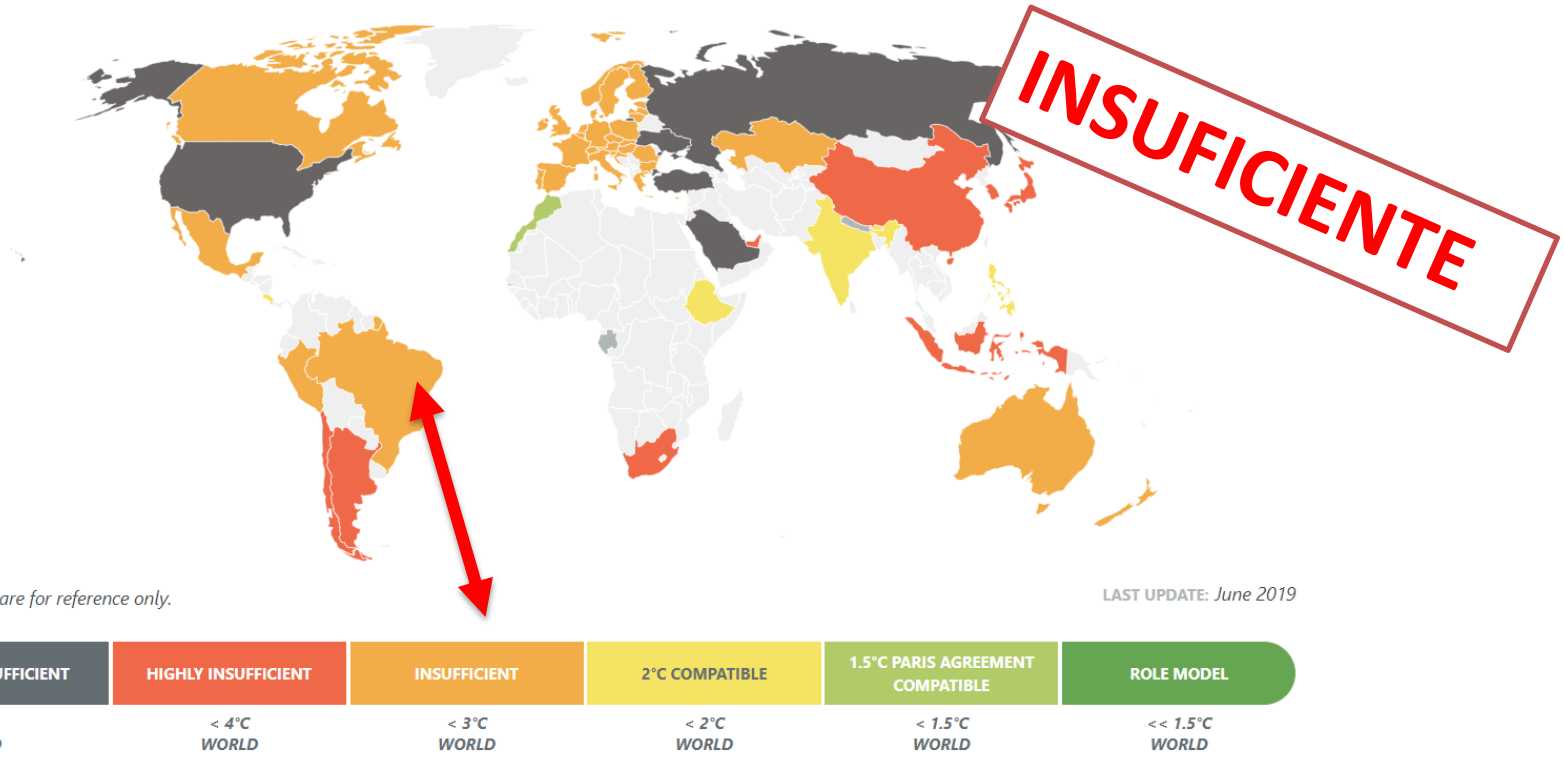
which were enacted in 1994 as part of President Bill Clinton's sprawling crime bill. The House, under Democratic control, passed far more ambitious bills in February that would require background checks for all gun purchasers, including those on the internet or at gun shows, and extend

TONI MORRISON, 1931-2019

A Beloved Novelist of Black Identity in America

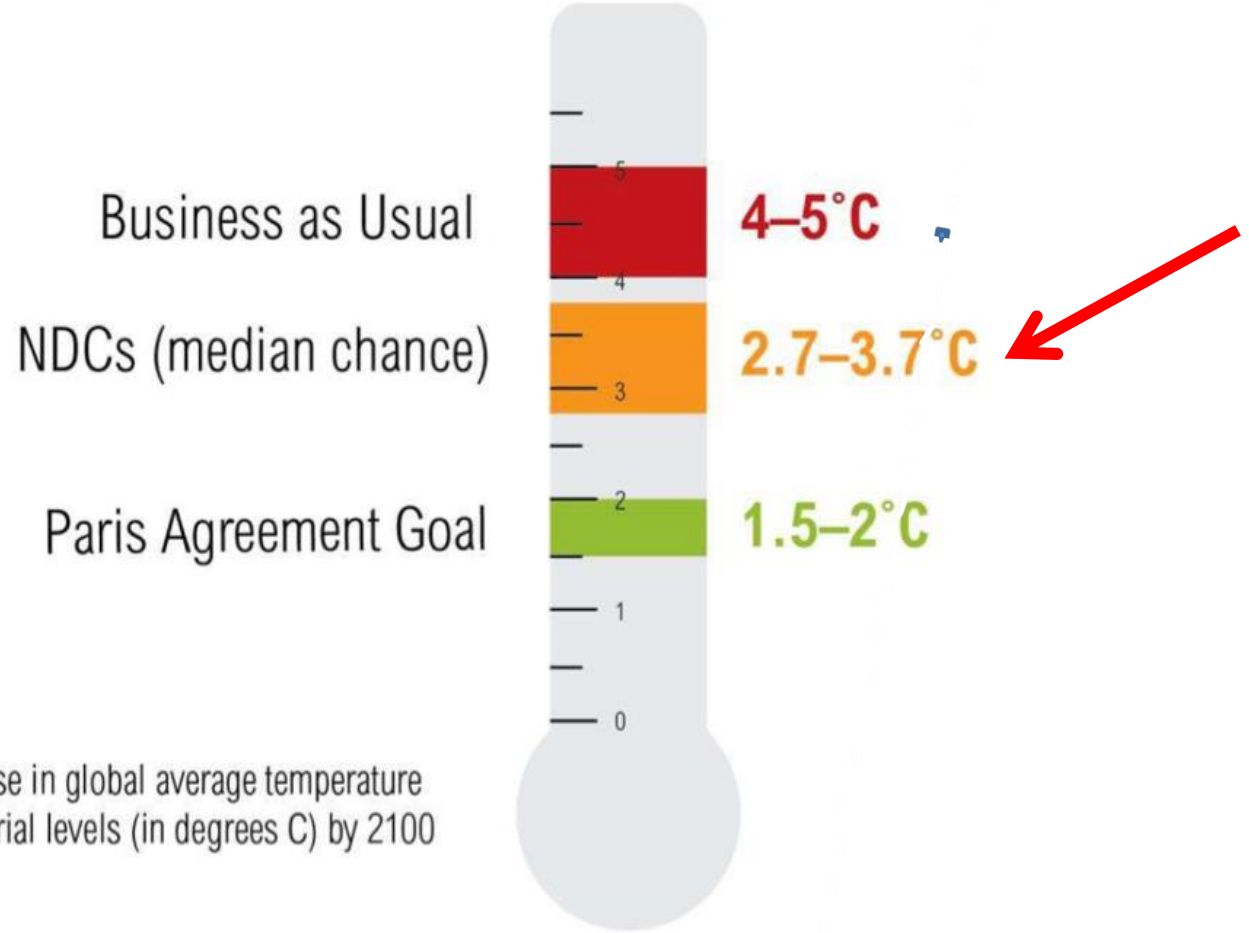
Chinese Firms Using I.O.U.s

PROGRESSO NO CUMPRIMENTO DO ACORDO DE PARIS



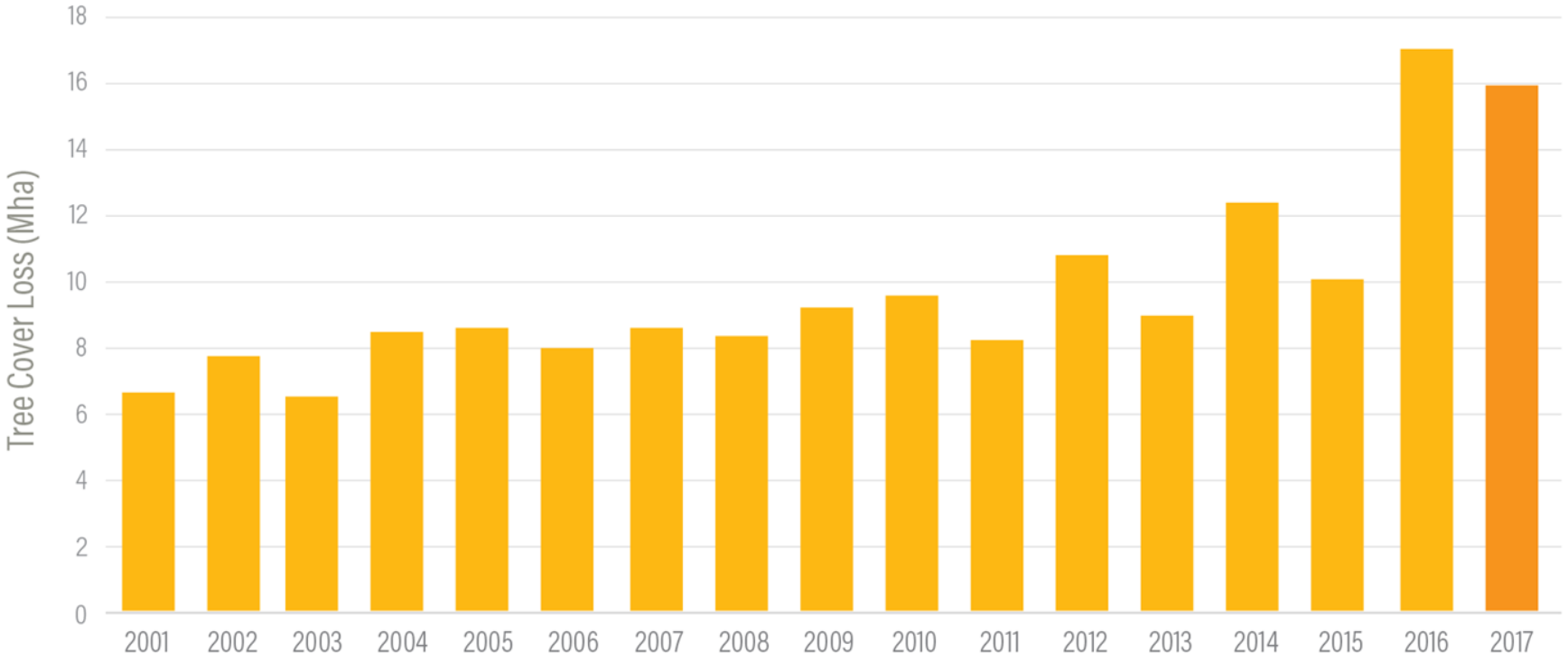
Source: Climate Action Tracker

WORLD RESOURCES INSTITUTE



Source: WRI estimates (K. Levin & T. Fransen)

PERDA DE COBERTURA ARBÓREA NOS TRÓPICOS: FORA DE CONTROLE



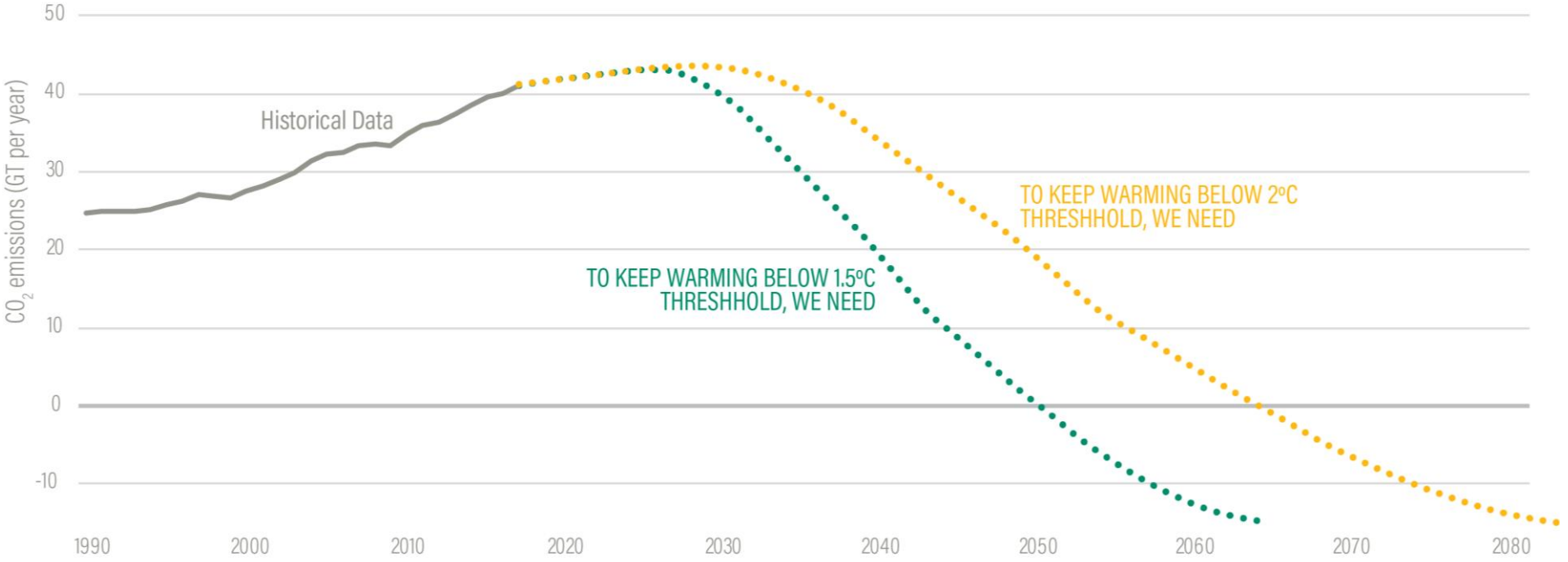
Source: Global Forest Watch

IPCC recomenda emissões negativas

Photo: Flickr/Takver

O QUE PRECISA SER FEITO: CHEGAR EM 1.5 CELSIUS EM 2100

ZERAR EMISSÕES DE CO2 EM 2050 E ZERAR EMISSÕES DE GEE ATÉ 2080



FONTE: WRI

WORLD RESOURCES INSTITUTE

O **Sínodo** é filho da **Laudato si**

PAPA FRANCISCO

- A AMAZONIA contribui de modo determinante para a sobrevivência do planeta
- Desmatamento significa matar a humanidade
- Teme o desaparecimento da biodiversidade
- Deriva e devastação da natureza poderiam levar à morte da humanidade
- Destaca ameaça da vida das populações e do território

“Nunca desistam de exigir medidas urgentes para combater as mudanças climáticas, depois que os líderes mundiais falharam em agir decisivamente em uma recente cúpula da Organização das Nações Unidas. “

Campanha de desinvestimento em combustíveis fósseis atrai investidores

Por Daniela Chiaretti*, Valor — Cidade do Cabo (África do Sul)
09/09/2019 19h04 · Atualizado há um mês

O movimento global para convencer fundos de pensão, universidades, instituições religiosas e fundações a não investir no setor de petróleo, carvão e gás conseguiu atrair investidores com ativos calculados em US$ 11 trilhões.

A campanha contra investimentos em um dos principais vetores da mudança climática saltou de 181 instituições com US$ 52 bilhões em ativos em 2014 para US$ 11 trilhões agora e mais de 1.115 entidades. O resultado bate as metas iniciais da campanha — chegar a US$ 10 trilhões

GLOBAL INVESTOR STATEMENT TO GOVERNMENTS ON CLIMATE CHANGE

This statement is signed by 477 investors representing well over USD $34 trillion in assets.

As institutional investors with millions of beneficiaries around the world, we reiterate our full support for the Paris Agreement [link] and strongly urge all governments to implement the actions that are needed to achieve the goals of the Agreement, with the utmost urgency.

Investors are taking action on climate change. The global shift to clean energy is underway, but much more needs to be done by governments to accelerate the low carbon transition and to improve the resilience of our economy, society and the financial system to climate risks. Investors continue to make significant investments into the low carbon transition across a range of asset classes. Investors are also increasingly incorporating climate change scenarios and climate risk management strategies into their investment processes and engaging with high-emitting companies. To build on this momentum and maintain investor confidence to further shift investment portfolios, it is vital that policy makers are firmly committed to achieving the goals of the Paris Agreement.

We are concerned that the implementation of the Paris Agreement is currently falling short of the agreed goal of "holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels." There is an ambition gap: the full implementation of current Nationally Determined Contributions (NDCs) would lead to an unacceptably high temperature increase that would cause substantial negative economic impacts.

This ambition gap is of great concern to investors and needs to be addressed, with urgency. It is vital for our long-term planning and asset allocation decisions that governments work closely with investors to incorporate Paris-aligned climate scenarios into their policy frameworks and energy transition pathways.

In addition, investors need companies to report reliable and decision-useful climate-related financial information to price climate-related risks and opportunities effectively. That is why we welcome the recommendations of the Financial Stability Board's (FSB) Task Force on Climate-related Financial Disclosure (TCFD) and are taking practical steps to assist their implementation around the world. In order for the TCFD to be effective, it is vital that governments commit to improve climate-related financial reporting standards by publicly supporting the adoption of the TCFD recommendations.

Climate Week, Setembro 2019

- **477 investidores, dentre Bancos como BNP Paribas, BBVA, HSBC, fundos de pensão de estados e de países europeus , e outras instituições financeiras**
- **+ de 34 trilhões de USD em ativos**
- **Demandam ambição climática**

DESCARBONIZAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA

O QUE DIZEM ESPECIALISTAS

- COLAPSO DA INDÚSTRIA DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS DEVE ACONTECER ENTRE 2023 E 2030

ENQUANTO ISSO NO BRASIL

Qual nossa competitividade no futuro?

BOAS NOTÍCIAS – NOVA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO
RELATÓRIO DA NEW CLIMATE ECONOMY (NCE)

$26 trilhões USD
de ganhos até 2030

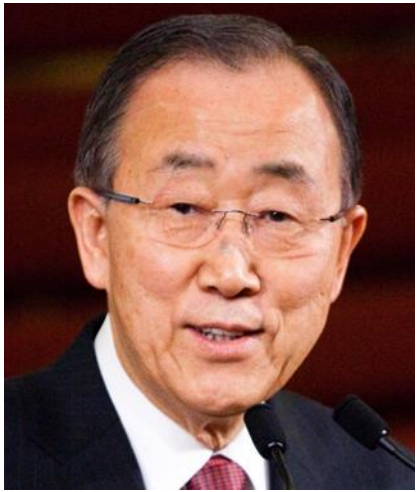
Image: REUTERS/Rupak De Chowdhuri

WORLD RESOURCES INSTITUTE

RELATÓRIO DA COMISSÃO GLOBAL DE ADAPTAÇÃO - OUT 2019

GLOBAL COMMISSION ON ADAPTATION

Kristalina Georgieva



Ban Ki-moon

Bill Gates

* ADAPTAÇÃO É UM BOM INVESTIMENTO

* AGIR AGORA

* NOSSO MARCO REGULATÓRIO É SUFICIENTE?

- Um dos investimentos mais eficientes que um país, cidade ou empresa pode fazer.
- A taxa geral de retorno dos investimentos em resiliência é extremamente atrativa.
  - Investir US$ 1,8 trilhão em todo o mundo entre 2020 e 2030 poderia gerar até US$ 7,1 trilhões em benefícios líquidos totais.
  - Investimento calculado em cinco áreas:
    - sistemas de alerta
    - infraestrutura resiliente
    - agricultura em terras secas
    - proteção de mangues
    - gestão resiliente dos recursos hídricos

IMPLEMENTAÇÃO DA PNMC E MARCO REGULATÓRIO

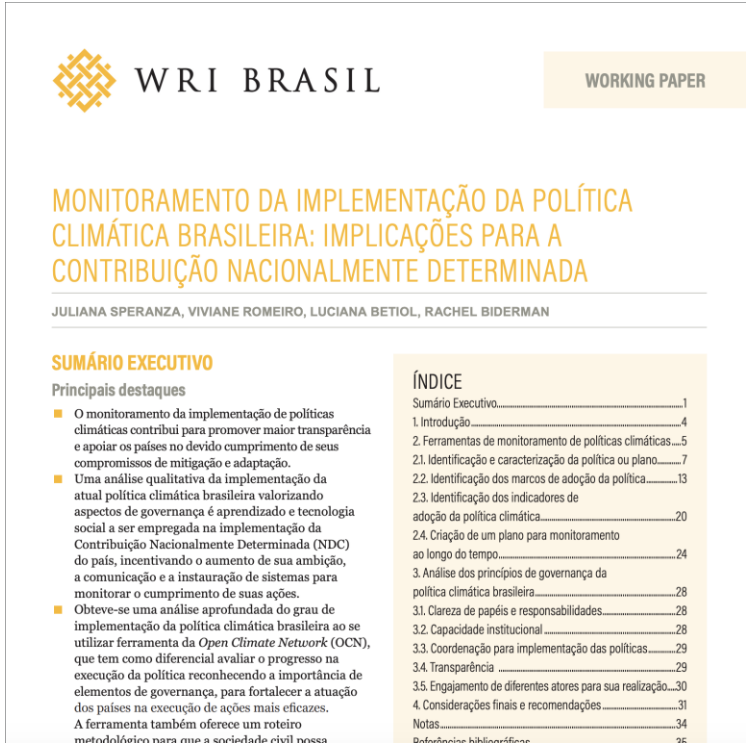
QUADRO DE IMPLEMENTAÇÃO LEGAL DO BRASIL É SUFICIENTE PARA CONTER A CRISE CLIMÁTICA?

R: *NÃO*

BRASIL PRECISA MUDAR O SINAL" LEGAL" PARA SER COMPETITIVO

- **APLICAR LEIS AMBIENTAIS**
- Incentivos / Subsídios para setores de baixo carbono
- Remoção de incentivos perversos (ex: subsídio para combustíveis fósseis e agricultura de alto carbono)
- Simplificação regulatória e de licenciamento para setores de baixo carbono

- Regulamentação de Mercado de Carbono / Precificação de Carbono (PNMC)
- Ampliação de investimentos em pesquisas para novas tecnologias (P&D)
- Monitoramento da implementação da PNMC
- Legislação setorial condizente
- CRIMES AMBIENTAIS: PARA VALER !



WRI BRASIL

WORKING PAPER

MONITORAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA CLIMÁTICA BRASILEIRA: IMPLICAÇÕES PARA A CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA

JULIANA SPERANZA, VIVIANE ROMEIRO, LUCIANA BETIOL, RACHEL BIDERMAN

SUMÁRIO EXECUTIVO

Principais destaques

- O monitoramento da implementação de políticas climáticas contribui para promover maior transparência e apoiar os países no devido cumprimento de seus compromissos de mitigação e adaptação.
- Uma análise qualitativa da implementação da atual política climática brasileira valorizando aspectos de governança é aprendizado e tecnologia social a ser empregada na implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do país, incentivando o aumento de sua ambição, a comunicação e a instauração de sistemas para monitorar o cumprimento de suas ações.
- Obteve-se uma análise aprofundada do grau de implementação da política climática brasileira ao se utilizar ferramenta da *Open Climate Network* (OCN), que tem como diferencial avaliar o progresso na execução da política reconhecendo a importância de elementos de governança, para fortalecer a atuação dos países na execução de ações mais eficazes. A ferramenta também oferece um roteiro metodológico para que a sociedade civil possa

ÍNDICE

Sumário Executivo 1
1. Introdução 4
2. Ferramentas de monitoramento de políticas climáticas 5
2.1. Identificação e caracterização da política ou plano 7
2.2. Identificação dos marcos de adoção da política 13
2.3. Identificação dos indicadores de adoção da política climática 20
2.4. Criação de um plano para monitoramento ao longo do tempo 24
3. Análise dos princípios de governança da política climática brasileira 28
3.1. Clareza de papéis e responsabilidades 28
3.2. Capacidade institucional 28
3.3. Coordenação para implementação das políticas 29
3.4. Transparência 29
3.5. Engajamento de diferentes atores para sua realização 30
4. Considerações finais e recomendações 31
Notas 34
Referências bibliográficas 35

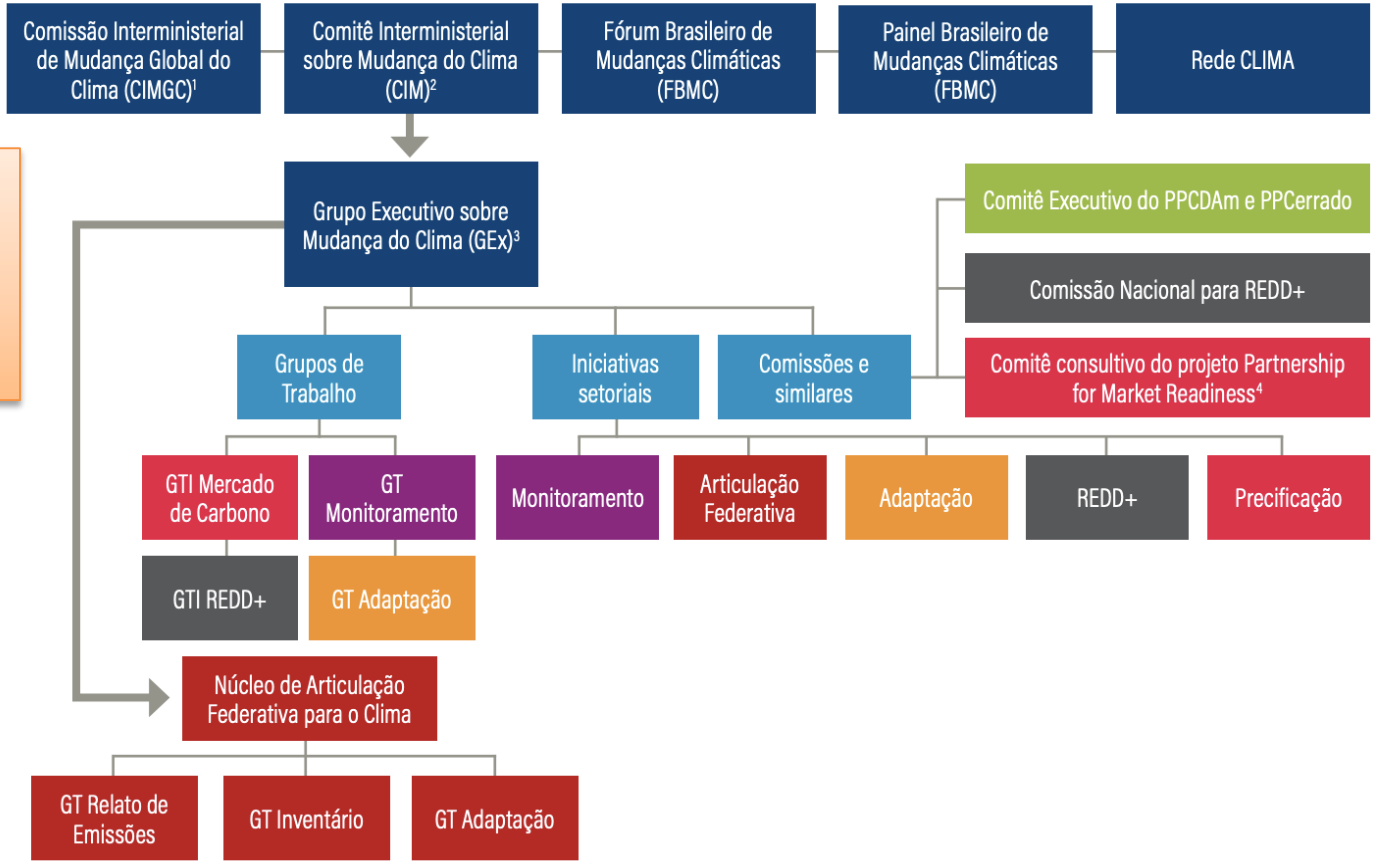
www.wribrasil.org.br

RECOMENDAÇÕES

- Estabelecer sistema abrangente para monitorar a implementação e avaliar impactos da política climática
- Estabelecer revisão robusta e periódica para as políticas e planos climáticos
- Focar no desacoplamento entre PIB e emissões de GEE
- Acelerar uso de instrumentos econômicos relevantes Simplificar arranjos institucionais e aprimorar a coordenação entre ministérios : governança mais ágil e eficiente
- Aumentar a transparência e participação social

- Atualizar
- Simplificar
- Empoderar
- Implementar

Figura 3 | **Arranjo Institucional da Política Nacional sobre Mudança do Clima**



Fonte: elaboração própria a partir de informações extraídas do site do Ministério do Meio Ambiente e do First Biennial Update Report of Brazil (MCTI, 2014).

GREENHOUSE GAS PROTOCOL PARA SILVICULTURA

Eduardo Assad
Eng. Agrícola e pesq. Embrapa

Susian Martins
Eng. Agrônoma e consultora

Eduardo Gusson
Eng. Ftal e Consultor

Alexandre Prado
Consultor WRI

- SISTEMA DE GESTÃO DE EMISSÕES
- INVENTÁRIOS DE GEE CORPORATIVOS E GOVERNAMENTAIS

TEM QUE SER LEI

CUMPRIR A LEI FLORESTAL DE 2012

ECONOMIA FLORESTAL E AGRO-FLORESTAL DE BAIXO CARBONO

GRANDE OPORTUNIDADE (SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA – UNFCCC)

PROVEG - POLÍTICA NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

DECRETO Nº 8.972, DE 23 DE JANEIRO DE 2017

Art. 2º A Proveg tem os seguintes objetivos:

I - articular, integrar e promover políticas, programas e ações indutoras da **recuperação de florestas e demais formas de vegetação nativa;** e

II - **impulsionar a regularização ambiental das propriedades rurais brasileiras**, nos termos da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 , em área total de, no mínimo, doze milhões de hectares, até 31 de dezembro de 2030.
Parágrafo único. A Proveg será implementada pelo Poder Executivo federal em regime de cooperação com os Estados, com os Municípios, com o Distrito Federal e com organizações da sociedade civil e privadas.

THE **NEW** CLIMATE **ECONOMY**

The Global Commission on the Economy and Climate

500 MHA EM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO PARA AS PESSOAS E O PLANETA

350mha
de Restauração da paisagem florestal

150mha
de agricultura de baixo carbono e resiliente

RESTAURAR PARA O QUÊ?

Florestas	Florestas Manejadas	Sistemas Agro-Florestais	Agricultura Baixo Carbono

- Água
- Ar
- Biodiversidade
- Carbono

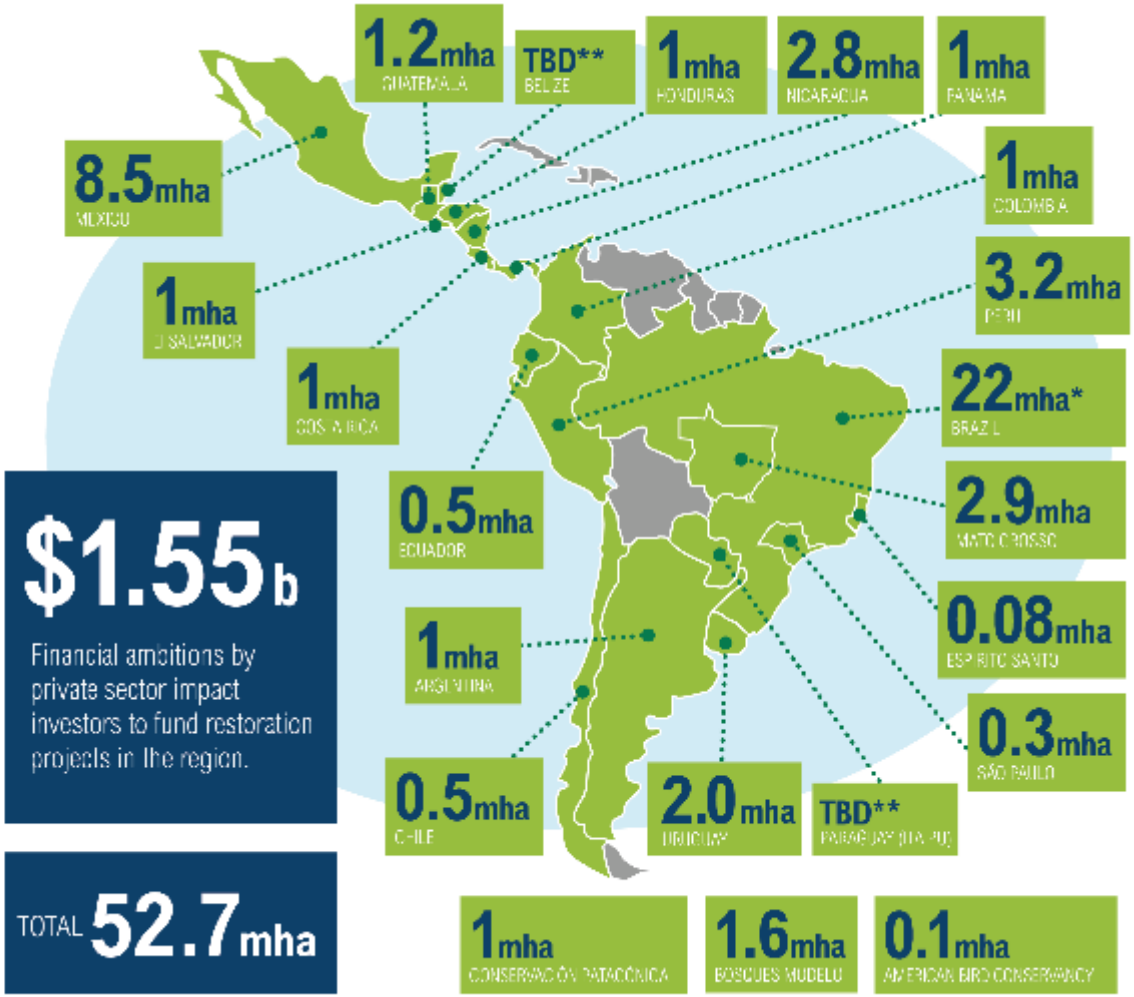
- Madeira
- Melhoria de vida
- Produtos
- Carbono

- Alimentos
- Melhoria de vida
- Fertilidade
- Carbono

- Alimentos
- Melhoria de vida
- Fertilidade
- Carbono

Emprego
Renda
Segurança Hídrica
Segurança Alimentar
Mitigação Climática
Adaptaçao Climática
Energia

Initiative 20x20



$1.55b

Financial ambitions by private sector impact investors to fund restoration projects in the region.

TOTAL **52.7mha**

3. FINANÇAS

FINANCIAMENTO ALINHADO

CUMPRIMENTO LEGAL NECESSÁRIO

Initiative 20x20

$1.55b

EcoEnterprises Fund · CARANA Agribusiness Partnerships · ecoplanet bamboo · SLM Partners in Sustainable Land Management · Forestry and Climate Change Sub-Fund · Andes Amazon Fund

althelia ecosphere · rare · PERMIAN GLOBAL · Terra Global Capital · LXG Amazon Reforestry Fund · moringa partnership

CAF · gef · IDB Inter-American Development Bank · Green Climate Fund

Diminuir Riscos + **Desenvolver Projetos** + **Conectar Investidores e projetos**

METAS DA NDC BRASILEIRA RELACIONADAS AO USO DO SOLO

1. Restaurar e reflorestar **12 milhões de hectares de florestas** até 2030;
2. Restaurar **15 milhões de hectares de pastagens degradadas** e incrementar **5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas** (iLPF) até 2030 e fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC);
3. Aumentar a participação da **bioenergia sustentável** na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030;
4. Fortalecer o cumprimento do **Código Florestal**;
5. **Desmatamento ilegal zero** até 2030; e
6. Compensar emissões de **desmatamento legal**.

COALIZÃO BRASIL, CLIMA, FLORESTAS E AGRICULTURA

CUMPRIR CÓDIGO FLORESTAL: CAR, PRA, CRA

VERENA

Valorização Econômica do Reflorestamento com Espécies Nativas

MULTI-DIVERSO NATIVAS E EXÓTICAS

MODELO ECONÔMICO PARA RESERVA LEGAL E ÁREAS PRODUTIVAS

NOVA ECONOMIA FLORESTAL E AGRO FLORESTAL: CÓDIGO FLORESTAL DE VERDADE !!!

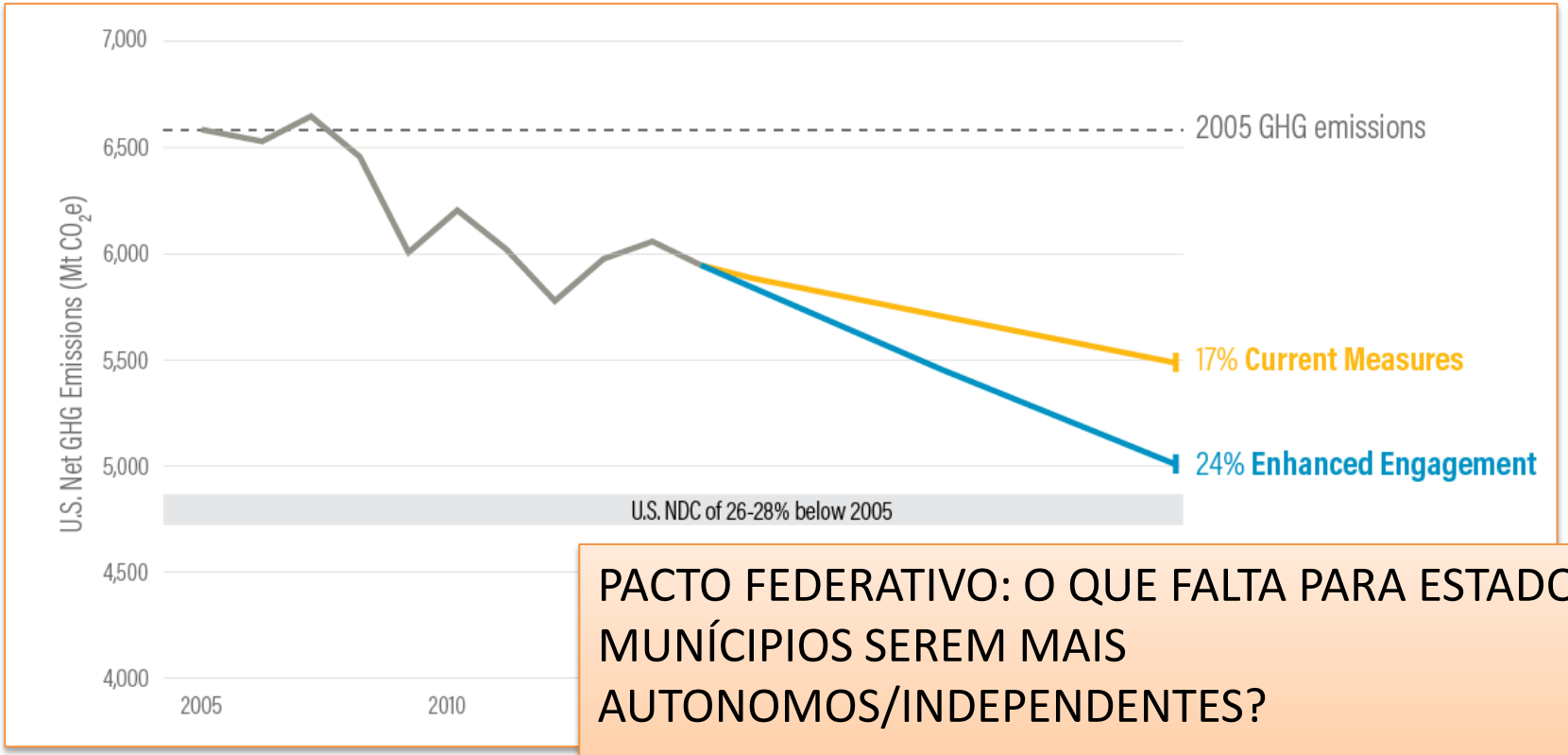
HIGH LEVEL PANEL for
A SUSTAINABLE
OCEAN ECONOMY
The Ocean as a Solution to Climate Change
Five Opportunities for Action
CONVENING LEAD AUTHOR
Ove Hoegh-Guldberg
EXPERT AUTHORS:
Ken Caldeira, Thierry Chopin, Steve Gaines, Peter Haugan, Mark Hemer, Jennifer Howard, Manaswita Konar, Dorte Krause-Jensen, Elizabeth Lindstad, Catherine E. Lovelock, Mark Michelin, Finn Gunnar Nielsen, Eliza Northrop, Robert Parker, Joyashree Roy, Tristan Smith, Shreya Some, and Peter Tyedmers
oceanpanel.org

OCEANOS: UMA NOVA ECONOMIA POSSÍVEL

- Aumentar produção de energia renovável
- Descarbonizar transportes marítimos
- Proteger ecossistemas marinhos (mangues, sargaço, pantanos salgados) evita emissões
- Aumentar consumo de proteína oriunda dos oceanos melhora saúde e reduz emissões
- **AÇÃO URGENTE**

RECOMENDAÇÃO: IMPLEMENTAR LEIS E ESTABELECER MARCO REGULATÓRIO

CIDADES, ESTADOS E EMPRESAS ASSUMEM METAS NOS EUA E CHEGAM A 17% DE REDUÇÕES ATÉ 2025 (NIVEIS DE 2005) PRÓXIMO DA NDC



PACTO FEDERATIVO: O QUE FALTA PARA ESTADOS E MUNÍCIPIOS SEREM MAIS AUTONOMOS/INDEPENDENTES?

GERAÇÃO DE ENERGIA DESCENTRALIZADA?

Documento elaborado por: Palestrante Larissa Schmidt

Data: 31/10/2019 – CMA/SF

Atividade: Audiência Pública “Aspectos Jurídicos”

POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇA DO CLIMA
(PNMC)

Lei 12.187,de 29 de dezembro 2019

Dra. Larissa Schmidt

BASE PRINCIPIOLÓGICA DA PNMC

A responsabilidade dos **entes políticos:**

- precaução;
- prevenção;
- participação cidadã;
- desenvolvimento sustentável;
- responsabilidades comuns, porém diferenciadas no âmbito internacional, considerando-se:

✓ Redução de impactos decorrentes de interferências antrópicas.

✓ As ações de âmbito nacional para o enfrentamento climático devem **integrar as ações promovidas no âmbito estadual e municipal** por entidades públicas e privadas.

DESENVOLVIMENTO

Os princípios da precaução (art. 225 da CF), da prevenção (estudos ambientais) estão consubstanciados em políticas transversais.

A responsabilidade comum, porém diferenciada, se reportou ao cenário internacional para evitarem-se conflitos federativos.

A participação cidadã, todavia, se deu de forma bastante restrita.

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

OBJETIVOS DA PNMC (Art. 4) frente aos novos períodos de compromissos da UNFCCC

- ✓ Compatibilizar desenvolvimento econômico-social com a proteção climática;
- ✓ Redução das emissões antrópicas de diferentes fontes e remoções por sumidouros;
- ✓ Implementação de medidas para promover a **adaptação pelas 3 esferas da Federação, com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários**;
- ✓ Preservação, conservação e recuperação dos **Biomas** e consolidação de áreas protegidas, incentivo aos reflorestamentos e recomposição de áreas;
- ✓ Estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE.

-***META 2009:*** *chegar a 2020 com uma redução de 36,1% a 38,9%, o que foi imaginado para um crescimento do PIB de 5% ao ano...*

-**META 2016:** CND ao Acordo de Paris para reduzir, até 2025, as emissões em 37% abaixo dos níveis de 2005, com uma contribuição indicativa subsequente de redução, até 2030, em 43% das emissões abaixo dos níveis de 2005.

-**META 2020?** se deixar de cumprir os compromissos, o Brasil deve entrar "endividado" no período de cumprimento do Acordo de Paris, o que tornará a NDC mais cara e difícil de cumprir.

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

OBJETIVOS DA PNMC (Art. 4) frente aos novos períodos de compromissos da UNFCCC

- **Estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE na PNMC**

A previsão do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), mesmo com o início de regulação, NÃO AVANÇOU NO PAÍS.

Art. 6 - Acordo de Paris: dentre os mecanismos previstos, o "mecanismo de desenvolvimento sustentável" (MDS). Mesmo semelhante ao MDL, a partir da conclusão das negociações sobre o assunto (COP 25), **tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento poderão, indistintamente, hospedar ou financiar projetos.**

Em 2019, o Ministério da Economia se posicionou pela **precificação de carbono** como uma política estratégica, mas a **vantagem competitiva do Brasil na oferta de redução de emissões** de GEE pode ser reduzida substancialmente se não houver implementação efetiva do instrumento da Lei.

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

Instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Art. 6º)

- ✓ Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- ✓ Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;
- ✓ Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas;
- ✓ Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro;
- ✓ Resoluções da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- ✓ Medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões / linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados;
- ✓ Medidas de divulgação, educação e conscientização;
- ✓ Padrões ambientais e de metas, quantificáveis e verificáveis, para a redução de emissões antrópicas por fontes e para as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa;

RESULTADOS ALCANÇADOS: Planos Setoriais com ações, indicadores e metas específicas de redução e mecanismos para a verificação do seu cumprimento. (Decreto nº 7390/2010):

- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM e Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – PPCerrado

- Plano Decenal de Energia - PDE

- Plano de Agricultura de Baixo Carbono - Plano ABC.

- Plano Indústria.

- Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono – PMBC.

- Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima - PSTM .

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

Instrumentos Institucionais da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Art. 7º)

- ✓ Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima- CIM;
- ✓ Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- ✓ Fórum Brasileiro de Mudança do Clima;
- ✓ Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima;
- ✓ Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia.

Indução para condutas privadas: linhas de crédito e financiamento para atividades que atendam aos objetivos da Lei (Art. 8º)

Res. ANEEL 482 em Consulta Pública!

A imposição tarifária pode encarecer em 68% o valor pago pelo consumidor sobre o que é enviado para a distribuidora de energia elétrica. (ABSOLAR)

CIM: orienta a elaboração, a implementação, o monitoramento e a avaliação do Plano Nacional sobre MC;

Comissão Interministerial: as atividades da AND para o MDL estão sob a Coordenação-Geral do Clima (MCTIC) pois foi extinta pelo Decreto n. 9.759, de 11 de abril de 2019.

Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (criado em 2000, ampliado em 2017) e quase extinto em 2019.

MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS MUITO BÁSICAS E RETRAÇÃO DA ATUAÇÃO POLÍTICA DO BRASIL

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

Participação Social POSITIVA

✓**Forte participação privada na elaboração do planos setoriais.**

✓**Contribuições efetivas do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima para a NDC brasileira** (2018) na áreas de Florestas, Agricultura e pecuária; Transportes e mobilidade, Cidades e resíduos, Energia elétrica, Indústria, Instrumentos econômicos, além de sugestões de medidas transversais e setoriais de adaptação.

Relatório BRASIL CARBONO ZERO EM 2060 (2018):

- recursos naturais renováveis são **oportunidades da transição para uma economia de baixo** carbono no Brasil;

- A implantação plena da NDC brasileira é compatível com uma melhora acentuada nos indicadores econômicos e sociais do país.

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

CONSIDERAÇÕES FINAIS sobre a implementação da PNMC

Art. 11 da PNMC? Os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das políticas públicas e programas governamentais deverão compatibilizar-se com a PNMC.

O que avançou? os compromissos formalizados internacional e nacionalmente.

O que NÃO foi implementado?

- política tributária coerente com o cenário de obrigações de reduções de GEE;
- financiamento adequado para mitigação e para adaptação no âmbito dos Municípios;
- Informação e educação ambiental voltada para o assunto.

O que precisa ser acelerado?

- a capilarização dos Princípios e objetivos da Lei no âmbito estadual e municipal e a repartição de atribuições/benefícios da NDC brasileira, que é uma das mais ambiciosas dentre os países em desenvolvimento.

Recomendação: focar na atuação dos entes subnacionais que buscam se colocar de modo diferenciado no debate.

ECOAdvice
CONSULTORIA AMBIENTAL

POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇA DO CLIMA (PNMC)

Lei 12.187,de 29 de dezembro 2019

Larissa Schmidt

larissa@ ecoadvice.com.br

Documento elaborado por: Tribunal de Contas da União (TCU)

Data: 02/10/2019 – TCU

Atividade: Auditoria TCU – Acórdão 2330 de 2019 Plenário TCU

Acesso:
http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/ata-n-38-de-2-de-outubro-de-2019-221810717

GRUPO I – CLASSE II – Plenário
TC 029.206/2019-7
Natureza: Solicitação do Congresso Nacional
Órgão/Entidade: não há.
Representação legal: não há.

SUMÁRIO: SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES DA COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE DO SENADO FEDERAL ACERCA DOS RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS DA AUDITORIA OPERACIONAL PARA AVALIAR A IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (PNMC). SOLICITAÇÃO DE ACESSO AO RELATÓRIO DO SEGUNDO MONITORAMENTO, AINDA NÃO JULGADO. CONHECIMENTO DA SOLICITAÇÃO E DETERMINAÇÕES.

RELATÓRIO

Adoto como Relatório a instrução da Secretaria de Controle Externo da Agricultura e do Meio Ambiente, peça 4, que obteve anuência de seus dirigentes, peça 5.

> "Trata-se do Ofício 169/2019 – CMA/SF, de 20/8/2019 (peça 1), por meio do qual o Exmo. Sr. Senador Fabiano Contarato, presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal solicita informações sobre monitoramento realizado em 2018 das auditorias que avaliaram a implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) em 2009. O expediente informa que a solicitação está baseada no Requerimento 36/2019 – CMA, aditado pelo Requerimento 44/2019 – CMA.
>
> **EXAME DE ADMISSIBILIDADE**
> 1. Os arts. 4º, inciso I, da Resolução - TCU 215/2008 e 232, inciso III, do Regimento Interno do TCU conferem legitimidade ao Presidente de comissão parlamentar, quando por ela aprovada, para solicitar informações ao Tribunal de Contas da União.
> 2. Assim, legítima a autoridade solicitante, cabe o conhecimento do expediente como solicitação do Congresso Nacional.
> **EXAME TÉCNICO**
> 3. Em 2009, o TCU realizou uma série de auditorias operacionais com o objetivo de verificar em que medida a administração pública federal estava promovendo a adaptação dos diversos setores da economia brasileira aos cenários de mudanças do clima, a saber:
> a) Políticas públicas destinadas à Amazônia e voltadas a mudanças climáticas (área de mitigação) – Acórdão 2.293/2009-TCU-Plenário;
> b) Ações governamentais destinadas às zonas costeiras, ante os impactos das mudanças climáticas (área de adaptação) – Acórdão 2.354/2009-TCU-Plenário;
> c) Ações governamentais destinadas a garantir a segurança hídrica na região do semiárido brasileiro (área de adaptação) – Acórdão 2.462/2009-TCU-Plenário; e
> d) Ações governamentais destinadas à agropecuária, ante os cenários de mudanças climáticas (área de adaptação) – Acórdão 2.513/2009-TCU-Plenário.
> 4. O primeiro monitoramento destas deliberações foi julgado por meio do Acórdão 1.454/2012 – Plenário. O segundo monitoramento (TC 021.295/2018-2) encontra-se no gabinete do Relator, Ministro Aroldo Cedraz, aguardando pronunciamento. Dessa forma, propõe-se informar ao solicitante a situação atual do TC 021.295/2018-2, bem como comunicar-lhe que, assim que o processo for julgado, lhe será enviada cópia do acórdão, bem como dos respectivos voto e relatório.

CONCLUSÃO

5. De acordo com o exposto, propõe-se ao Tribunal informar ao Exmo. Sr. Senador Fabiano Contarato, presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, que o TC 021.295/2018-2, que trata do segundo monitoramento das auditorias que examinaram ações relacionadas à Política Nacional sobre Mudança do Clima, encontra-se aguardando pronunciamento e que, assim que o processo for julgado, lhe será enviada cópia do acórdão, bem como dos respectivos voto e relatório.

PROPOSTA DE ENCAMINHAMENTO

6. Diante do exposto, submete-se a presente solicitação do Congresso Nacional, formulada por intermédio do Ofício 169/2019 – CMA/SF, de 20/8/2019, pelo presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, com base no Requerimento 36/2019 – CMA, aditado pelo Requerimento 44/2019 – CMA, propondo:

a) conhecer da presente solicitação, por estarem preenchidos os requisitos de admissibilidade previstos nos artigos 38, inciso II, da Lei 8.443/1992, 232, inciso III do Regimento Interno do TCU e 4º, inciso I, alínea "b", da Resolução - TCU 215/2008;

b) informar ao Exmo. Sr. Senador Fabiano Contarato, presidente da Comissão, de Meio Ambiente do Senado Federal, que o TC 021.295/2018-2, que trata do segundo monitoramento das auditorias que examinaram ações relacionadas à Política Nacional sobre Mudança do Clima, encontra-se aguardando pronunciamento e que, assim que o processo for julgado, lhe será enviada cópia do acórdão, bem como dos respectivos voto e relatório;

c) dar ciência da decisão que vier a ser adotada ao Exmo. Sr. Senador Fabiano Contarato, nos termos da minuta de aviso inserida no módulo "Comunicações" do e-TCU;

d) considerar a solicitação integralmente atendida e arquivar o presente processo, nos termos dos arts. 169, inciso II, do Regimento Interno do TCU e 17, inciso I, da Resolução - TCU 215/2008."

É o Relatório.

VOTO

Cuidam os autos de Solicitação do Congresso Nacional encaminhada pelo Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, Senador Fabiano Contarato, por meio do Ofício 169/2019-CMA/SF, de 20/8/2019, que requereu a remessa dos dados levantados, resultados e conclusões, de auditorias realizadas por esta casa para analisar a implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

2. Essas auditorias foram realizadas em 2009 com o objetivo de verificar em que medida a administração pública federal estava promovendo a adaptação de diversos setores da economia brasileira aos cenários de mudanças climáticas. Foram exarados os Acórdãos 2293, 2354, 2462, 2513, todos de Plenário.

3. O primeiro monitoramento já foi realizado e julgado por meio do Acórdão 1454/2012-Plenário. O segundo monitoramento está sendo realizado no âmbito do TC 021.295/2018-2, de minha relatoria.

4. Preliminarmente, conheço da Solicitação do Congresso Nacional encaminhada, nos termos previstos no art. 38, inciso I, da Lei 8.443/1992, c/c o art. 232, inciso III, do Regimento Interno do TCU e art. 4º, inciso I, da Resolução-TCU 215/2008.

5. No mérito, acompanho a proposta da Secretaria de Controle Externo da Agricultura e do Meio Ambiente para que seja informado ao Senador Fabiano Contarato que o TC 021.295/2018-2 se encontra em meu gabinete para pronunciamento e posterior julgamento do Plenário, devendo ser-lhe enviada cópia do Relatório, Voto e Acórdão tão logo seja julgado.

6. Considerando, porém, que foi encaminhado o Ofício 187/2019-CMA/SF, de 3/9/2019, que requereu acesso ao Relatório do TC 021.295/2018-2, e que não há no processo peças sigilosas, entendo que deva ser determinado o encaminhamento ao Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal de cópia do Relatório da unidade técnica, para atender a demanda.

Ante o exposto, VOTO por que seja adotada a deliberação que ora submeto a este Colegiado.

TCU, Sala das Sessões Ministro Luciano Brandão Alves de Souza, em 2 de outubro de 2019.

AROLDO CEDRAZ
Relator

ACÓRDÃO Nº 2330/2019 – TCU – Plenário

1. Processo TC 029.206/2019-7.
2. Grupo I – Classe de Assunto: II – Solicitação do Congresso Nacional.
3. Interessados/Responsáveis: Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal.
4. Órgão/Entidade: Congresso Nacional.
5. Relator: Ministro Aroldo Cedraz.
6. Representante do Ministério Público: não atuou.
7. Unidade Técnica: Secretaria de Controle Externo da Agricultura e do Meio Ambiente.
8. Representação legal: não há.

9. Acórdão:

VISTOS, relatados e discutidos estes autos de Solicitação do Congresso Nacional encaminhada pelo Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, o Senador Fabiano Contarato, por meio do Ofício 169/2019-CMA/SF, de 20/8/2019, que requereu a remessa dos dados levantados, resultados e conclusões, de auditorias realizadas por esta Casa para analisar a implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC);

ACORDAM os Ministros do Tribunal de Contas da União, reunidos em Sessão do Plenário, ante as razões expostas pelo relator, em:

9.1. conhecer da presente Solicitação, por estarem preenchidos os requisitos de admissibilidade previstos nos arts. 38, inciso II, da Lei 8.443/1992, 232, inciso III, do Regimento Interno do TCU e 4º, inciso I, alínea "b", da Resolução-TCU 215/2008;

9.2. informar ao Exmo. Sr. Senador Fabiano Contarato, presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, que o TC 021.295/2018-2, que trata do segundo monitoramento das auditorias que examinaram ações relacionadas à Política Nacional sobre Mudança do Clima, encontra-se aguardando pronunciamento e que, assim que o processo for julgado, ser-lhe-á enviada cópia do Acórdão, bem como dos respectivos Voto e Relatório;

9.3 encaminhar, excepcionalmente, ao Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, Exmo. Sr. Senador Fabiano Contarato, cópia do Relatório da Unidade Técnica, peça 4, em atendimento a demanda do Ofício 187/2019-CMA/SF;

9.4. considerar a solicitação atendida e arquivar o presente processo, nos termos dos arts. 169, inciso II, do Regimento Interno do TCU, e 17, inciso I, da Resolução-TCU 215/2008.

10. Ata n° 38/2019 – Plenário.
11. Data da Sessão: 2/10/2019 – Ordinária.
12. Código eletrônico para localização na página do TCU na Internet: AC-2330-38/19-P.
13. Especificação do quórum:
13.1. Ministros presentes: José Mucio Monteiro (Presidente), Walton Alencar Rodrigues, Benjamin Zymler, Aroldo Cedraz (Relator) e Raimundo Carreiro.
13.2. Ministros-Substitutos convocados: Augusto Sherman Cavalcanti e Marcos Bemquerer Costa.

(Assinado Eletronicamente)
JOSÉ MUCIO MONTEIRO
Presidente

(Assinado Eletronicamente)
AROLDO CEDRAZ
Relator

Fui presente:
(Assinado Eletronicamente)
CRISTINA MACHADO DA COSTA E SILVA
Procuradora-Geral

Documento elaborado por: SACMA e colaboradores externos

Data: Agosto a Novembro de 2019 – CMA/SF

Atividade: Perguntas orientadoras utilizadas na avaliação - Reuniões Técnicas

PERGUNTAS ORIENTADORAS UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO

Legenda dos sub-grupos	**GT 1**	"Estimativas e Compromissos"
	GT 2	"Instrumentos Financeiros"
	GT 3	"Contribuição para avaliação dos planos setoriais"
	GT 4	"Contribuição para avaliação do Plano Agricultura de Baixo Carbono"
	GT 5	"Contribuição em aspectos jurídicos da política sobre mudança do clima"
	E1	Dados acerca dos compromissos assumidos pelo Brasil em matéria de mudança do clima
	E2	A Lei Brasileira de Política sobre Mudança do Clima
	E3	Dispositivos PNMC
	E4	A quem cabe reduzir emissões?
Observações	A linguagem técnica aplicável a mudança do clima precisa ser transmitida de modo palatável.	

Grupo de Trabalho - Avaliação da Política Pública sobre Mudança do Clima - CMA 2019							
N		**Pergunta**	**GT 1**	**GT 2**	**GT 3**	**GT 4**	**GT 5**
1	**GT1**	O que são estimativas? Conceitue estimativas de emissões, estimativas de aumento da temperatura e estimativas de redução de emissões. Se quiser, cite fontes.	X				
2		O que são projeções? Conceitue projeções de emissões, projeções de aumento da temperatura e projeções de redução de emissões. Se quiser, cite fontes.	X				
3		Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre estimativas e compromissos de redução de emissões?	X				
4		Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre estimativas e compromissos de adaptação aos efeitos adversos decorrentes da mudança do clima?	X				
5		É possível, ainda, ao país atender ao compromisso internacional de reduções de emissões na proporção assumida internacionalmente?	X				
6		No processo de desenvolvimento de uma política pública, o recurso para implementação e busca de resultados esperados deve ser previsto. Em uma linguagem acessível ao público geral, poderia dizer o que são, e quais são os instrumentos financeiros no âmbito da política de clima? Se quiser, cite fontes.	X	X			

7	**GT2**	Elabore, apresentando evidências, se os instrumentos financeiros nacionais disponíveis são suficientes e vem sendo utilizados de forma coerente na implementação da PNMC.		X			
8		Qual é a importância dos instrumentos financeiros para a implementação da política sobre mudança do clima?		X			
9		O que é necessário para os instrumentos financeiros funcionarem a contento, em favor da implementação eficaz de uma política sobre mudança do clima?		X			
10		Considerando os planos setoriais, as ferramentas de implementação técnica da PNMC, quais seriam os instrumentos financeiros correlacionados? E como pode ser avaliada a disponibilidade e execução dos recursos?		X			
11		Quem precisa ter acesso ao(s) instrumento(s) financeiro(s) para gerir ações para mitigar a mudança de clima ou ajudar na adaptação ao clima em transformação? Como precisa ser esse acesso?		X			
12		Os instrumentos financeiros relacionados à PNMC possuiem canais de acesso apropriados? Descreva os canais existentes e apresente evidências de eficiência e impacto atingido.		X			
13		Em que medida a política de clima foi/está sendo implementada graças aos instrumentos financeiros? Explique sua resposta e graduação da implementação.		X			
14		Quais instrumentos financeiros foram (e podem ser) aplicados para financiar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)?		X			
15		Considerando apenas os recursos públicos do OGU, qual o volume realizado (em reais) pode ser destacado em ações diretamente relacionadas à PNMC?		X			
16		Qual o volume do financiamento internacional realizado (em reais)?		X			
17		Quais fundos públicos financiaram ações de mitigação de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)?		X			
18		Quais fundos públicos financiaram ações de adaptação aos efeitos adversos decorrentes da mudança do clima?		X			
19		Quais instituições financeiras intermediaram financiamento de ações de mudança do clima?		X			
20		O setor privado financiou ações no âmbito da política sobre mudança do clima? Se sim, em que medida?		X			
21		É possível mensurar o volume total de recursos, públicos, internacionais e privados, direcionados direta e indiretamente à implementação da PNMC?		X			
22		Em um cenário de restrição orçamentária, quais seriam estratégias possíveis para cumprir os objetivos da PNMC?		X			

23		Quais instrumentos econômicos e financeiros existentes poderiam financiar as ações relativas à política sobre mudança do clima?		X			
24		Qual foi o gasto em créditos extraordinários para financiar situações de calamidades públicas em decorrência de desastres naturais?		X			
25		Como correlacionar os recursos investidos e gastos em ações relacionadas a PNMC, a resultados concretos? É possível mensurar o potencial de mitigação e adaptação de cada real gasto/investido na PNMC?		X			
26		Considerando os diferentes setores da PNMC, quais serviços e produtos financeiros são necessários para uma implementação eficaz em termos de eficiência e economicidade?		X			
27	**GT 3**	O que são planos setoriais da política sobre mudança do clima? Se quiser, cite fontes.			X		
28		O setor da economia no qual o Sr.(Sra.) trabalha tem plano setorial de redução de emissão? Se sim, quais as previsões? Se possível, citar fontes.			X		
29		Considerando o seu setor em qual(quais) categoria(s) de emissões, a contribuição planejada é significativa?			X		
30		Considerando o seu setor em qual(quais) categoria(s) de emissões, a contribuição poderia ser reforçada em eventual revisão de plano?			X		
31		O setor da economia no qual o Sr.(Sra.) trabalha tem plano de adaptação? Se sim, quais as previsões? Favor citar fontes.			X		
32		A partir do seu setor da economia, como as reduções de emissões estão sendo programadas para o curto, médio e longo prazos?			X		
33	**GT 4**	Qual é a importância do Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC) no âmbito da política sobre mudança do clima e comparativamente aos demais planos? Se quiser, cite fontes.			X		
34		O Plano ABC busca reduzir as emissões provenientes do desmatamento? Se sim, como?			X		
35		Em que medida os compromissos da Agropecuária para mitigação e adaptação à mudança do clima assumidos no Plano ABC puderam ser cumpridos? Fundamente a resposta, apresentando dados e/ou explicações conforme sua experiência.			X		
36		Quais são as iniciativas institucionais do setor agropecuário em termos de implementação da política sobre mudança do clima?			X		
37		Qual é a relação entre a atividade agropecuária, o desmatamento e o desmatamento evitado no contexto do regime estabelecido pela política sobre mudança do clima?			X		
38		Quais as implicações de enfocar a avaliação da política sobre mudança do clima no Plano ABC comparativamente aos demais planos setoriais?			X		

39	**GT 5**	De 1 a 10, em que medida os aspectos jurídicos são relevantes no caso da política de clima?				X	
40		Justifique a nota atribuída na resposta à questão anterior				X	
41		Quais aspectos jurídicos dessa política precisam ser levantados em um contexto de avaliação de sua implementação? Se quiser, cite fontes.				X	
42		Recomende que critérios provenientes de aspectos jurídicos precisam ser utilizados para mensurar a implementação eficaz da política pública sobre mudança do clima. Ordene-os indicando os respectivos pesos.				X	
43		Qual é a particularidade de uma avaliação de política pública feita sob o ponto de vista jurídico e a partir da política pública formal, diga-se a lei que regime a matéria?				X	
44		Do que uma lei de política depende para ser implementada integralmente?				X	
45		Juridicamente, em termos de hierarquia de normas, qual é a relação entre a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris?				X	
46		Como deve ser feita a interpretação entre os três documentos internacionais mencionados no item anterior em face da legislação nacional brasileira? Justifique.				X	
47		Qual é a natureza jurídica dos planos setoriais de mitigação?				X	
48		Em que medida os planos setoriais de mitigação são vinculantes?				X	
49		Qual é a natureza jurídica dos planos setoriais de adaptação?				X	
50		Em que medida os planos setoriais de adaptação são vinculantes?				X	
51		O que juridicamente cabe ser feito nas hipóteses em que o Executivo não regulamenta determinado artigo de uma lei de política pública?				X	
52	**E1**	Tendo em vista que a avaliação no âmbito do Senado Federal precisa estar fundamentada em dados, que dados são relevantes acerca das "Estimativas e Compromissos" em relação à política pública sobre mudança do clima?	X		X	X	
53		Quanto às estimativas, em termos gerais, quais os compromissos brasileiros perante a comunidade internacional?	X		X	X	
54		Qual é a viabilidade de serem cumpridos os compromissos brasileiros apresentados como Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira? Justifique.	X		X	X	
55		As metas da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira são suficientes ?	X		X	X	
56		Quando um indivíduo reduz emissão no Brasil, ele está contribuindo, em uma parcela proporcional à sua redução, para o país reduzir suas emissões? Se sim, há possibilidade de o Brasil convencionar uma métrica para reconhecimento dessa contribuição proporcional? O que é necessário para isso?	X		X	X	

57		Quanto às estimativas, em termos quantificados internamente no país, quais os compromissos brasileiros perante a comunidade internacional?	X				
58		A emissão do Brasil precisa, no longo prazo, chegar a zero? Se sim, o que muda no curto e no médio prazo?	X				
59	**E2**	De 2009, ano de adoção da lei, e hoje, o que mudou em termos de estimativas e compromissos em matéria de dever e obrigação de reduzir emissões de gases de efeito estufa?	X				
60		De 2009, ano de adoção da lei, e hoje (2019), o que mudou em termos de estimativas e compromissos em matéria de dever e obrigação de se adaptar aos efeitos adversos consequentes da mudança do clima?	X				
61		Os vetos à Lei em vigor, em relação ao projeto de lei da qual decorreu, interferiram na capacidade de eficácia da lei? Justifique em relação às estimativas e compromissos assumidos internacionalmente e no direito interno brasileiro.	X				X
62		O que o Acordo de Paris prevê em termos de compromissos comparativamente ao compromisso geral preestabelecido pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima?	X				
63		Que planos setoriais de mitigação de emissões foram editados atendendo às proporções das estimativas de emissões e compromissos respectivos? Explique.			X	X	
64		Que planos setoriais de mitigação de emissões foram editados sem atender às proporções das estimativas de emissões e compromissos respectivos? Explique.			X	X	
65	**E3**	Com relação a "terminologia"	X	X	X	X	X
66		A previsão do art. 3º, caput, segundo o qual as ações da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) são "executadas sob a responsabilidade dos entes políticos e dos órgãos da administração pública", significa, conforme seu entendimento	X	X	X	X	X
67		A previsão do art. 3º, caput, mereceria ser melhorada? Se sim, qual a sua sugestão?	X	X	X	X	X
68		Com relação a princípios (da precaução, da prevenção, da participação cidadã, do desenvolvimento sustentável) previstos no caput do art. 3º, as determinações dos incisos "I" a "V" significam que:	X	X	X	X	X
69		Com relação...[GT 5, completar]					X
70		Com relação... [GT 5, completar]					X
71		Em uma escala de 0 a 10, em que medida o texto desta lei em vigor estabelece a estrutura institucional necessária para o Brasil responder aos compromissos que assumiu internacionalmente?	X	X	X	X	X
72		Explique a nota atribuída na resposta anterior, indicando em que se baseou para atribuir sua nota quanto a uma métrica de capacidades de cumprimento.	X				

73		Em relação à resposta anterior, enuncie o(s) problema(s) que impede(m) capacidade de cumprimento a uma política sobre mudança do clima.	X				
74		Em relação à resposta anterior, enuncie a(s) qualidade(s) que confere(m) capacidade de cumprimento a uma política sobre mudança do clima.	X				
75		Na sua opinião, quais são os pressupostos de capacidade de cumprimento de uma política pública sobre mudança do clima?	X				
76		Quais são os implementadores da Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009, lei que institui a política nacional sobre mudança do clima?					X
77	**E4**	Em que medida os planos setoriais foram executados? Explique fornecendo sugestão de métrica.			X	X	
78		Há forma de cálculo para reconhecer a redução de emissões praticada por indivíduos? Se sim, qual(quais)? Ela precisa ser válida ou passível de ser juridicamente reconhecida? Que esforços existem nesse sentido?	X				X

Documento elaborado por: SACMA e colaboradores externos

Data: Agosto a Novembro de 2019

Atividade: Contribuição para construção de Matriz - Métrica para Cumprimento da Norma - Reunião Técnica

MATRIZ DE MÉTRICA PARA CUMPRIMENTO DA NORMA

CRITÉRIO 1 - CAPACIDADE IMPLEMENTADORA				
INDICADORES	**ANÁLISE DO INDICADOR**	**IMPACTO DA PERFORMANCE DA NORMA**	**RECOMENDAÇÃO**	**PROPOSIÇÃO**
1.1. CONTRIBUIÇÃO DA POLÍTICA PARA EVITAR O AUMENTO DA TEMPERATURA **Definição:** Impacto da política para o advento de mais (ou menos) mudança do clima. Trata-se da relação de causa e efeito quanto ao fato gerador "emitir" ou "deixar de emitir/reduzir" **Parâmetro:** Quanto maior a contribuição na relação causa e efeito, melhor. **Natureza:** Quantitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** Estimativas e compromissos: Exemplo de queimadas provocarem aumento da temperatura em função das emissões. Citou-se existência de estudo para fazer esse cálculo de contribuição, conforme ofício 259/2019-CMA. **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** 1.1. Instituir capacidade de medição da contribuição individual para o aumento/não aumento da temperatura; 1.2. Possibilidade de, com base em sistema de cálculo da relação emissão c/c temperatura atribuída ao ator climático (nas esferas país, setor, pessoa jurídica ou física; nacional e subnacional), levantar o cenário em que a LPNMC (2009-2019) representou contribuição própria que pode ser otimizada mantendo-se como está (texto em vigor) ou que seja revista seguindo as indicações apresentadas em decorrência dos resultados desta avaliação realizável (mediante adoção de novo texto legal e observância das indicações): por temperatura e por unidade graus Celsius por real ou dólar. 1.3. Revigorar a redação do teor do dispositivo inciso III, do art. 4º, vetado, o qual previa, entre os objetivos da PNMC, que ela visará "III - ao estímulo ao desenvolvimento e ao uso de tecnologias limpas e ao paulatino abandono do uso de fontes energéticas que utilizem combustíveis fósseis; **Contextualização:** Por força do art. 170, VI, da CF/88: "Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos	Projeto de Lei, estabelecendo oficialmente no Brasil a adoção da métrica universal para a avaliação da mudança do clima prevenida graças aos comportamentos de mitigação dos agentes, setores e instâncias de poder. Indicação para que: Sendo o aumento da temperatura a métrica universal para a avaliação da mudança do clima, o Brasil passe a contabilizar (podendo regular por meio de um Decreto Regulamentador essa métrica no Brasil) quaisquer variações - para mais ou para menos, isto é, em caso de aumento ou diminuição - para fins de verificação, quanto à realização de medidas de mitigação e de adaptação, da quitação das obrigações legais, deveres convencionais (da UNFCCC, quanto à contribuição para a estabilização; para o alcance da meta de até 2°C de aumento da temperatura, da meta de até 1,5°C de aumento da temperatura, no âmbito do

			existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: (...) VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003)"". Com isso, cada impacto ambiental produz um efeito jurídico, de juridicamente implicar proporcionalidade, tratamento diferenciado." **Justificativa:** Reduz-se emissão sem haver ciência da proporção de cada um no resultado redução de emissão. 1.2 (...) 1.3 O cenário atual, após dez (10) anos de implementação da PNMC, é diverso daquele que motivou as razões do veto, isto é, o argumento da não necessidade de "paulatino abandono (...)" precisa ser revisto, pois o avanço das tecnologias limpas não refletiu na redução de emissões de maneira uniforme em todos os setores da economia. O efeito foi mais mudança do clima, não obstante os esforços de uso de tecnologias menos emissoras, dado que as proporções entre impactos e resultados para o meio ambiente precisam ser compatíveis, conforme o art. 170, VI, da CF/88, segundo o qual "Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: (...) VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;	Acordo de Paris), e deveres de contingenciamentos dos riscos climáticos associados a qualquer emissão em território nacional. Em adendo, para que o Brasil leve proposição de adoção da métrica universal como item de pauta, na negociação internacional, mediante texto que venha a ser elaborado pelo Itamaraty para a CoP-26 (UNFCCC)." **Intersecção com a norma:** Há necessidade de haver coordenação da estratégia de redução das emissões no território nacional; do contrário, os esforços de emissão de um setor podem significar dificuldade de redução de emissão no outro setor. Em consequência, cabe ao regulador otimizar a compatibilização do compartilhamento das responsabilidades. **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** [Alínea, relativamente a Governança, Orçamento ou Força Legal] do relatório, de acordo com a natureza da proposição [destinada ao Poder Executivo, ao Poder

			(Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003)" **Situação (vinculação a artigo da PNMC):** Com relação à conceituação, art. 2º, II: "Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: (...) II - Efeitos adversos da mudança do clima: mudanças no meio físico ou biota resultantes da mudança do clima que tenham efeitos deletérios significativos sobre a composição, resiliência ou produtividade de ecossistemas naturais e manejados, sobre o funcionamento de sistemas socioeconômicos ou sobre a saúde e o bem-estar humanos;". Com relação à execução, art. 3º, I a V: "Art. 3o A PNMC e as ações dela decorrentes, executadas sob a responsabilidade dos entes políticos e dos órgãos da administração pública, observarão os princípios da precaução, da prevenção, da participação cidadã, do desenvolvimento sustentável e o das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, este último no âmbito internacional, e, quanto às medidas a serem adotadas na sua execução, será considerado o seguinte: I - Todos têm o dever de atuar, em benefício das presentes e futuras gerações, para a redução dos impactos decorrentes das interferências antrópicas sobre o sistema climático; II - Serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica no território nacional, sobre as quais haja razoável consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos;	Judiciário, ao Poder Legislativo, à propositura de texto legal] **Observações:** Análise operacional é diferente da análise jurídica. Presume-se que aumento das emissões possam ocorrer legalmente, porém, juridicamente por vigorar a responsabilização objetiva (segundo a qual há necessidade de resposta tenha ou não havido culpa pela ameaça ou dano ambiental), há necessidade de responder a qualquer emissão, respaldando-se em soluções de ficção jurídica conforme as demandas de emissões intrínsecas a determinados setores e à sobrevivência humana saudável no ambiente. **Linguagem simplificada:**

			III - as medidas tomadas devem levar em consideração os diferentes contextos socioeconômicos de sua aplicação, distribuir os ônus e encargos decorrentes entre os setores econômicos e as populações e comunidades interessadas de modo equitativo e equilibrado e sopesar as responsabilidades individuais quanto à origem das fontes emissoras e dos efeitos ocasionados sobre o clima; IV - O desenvolvimento sustentável é a condição para enfrentar as alterações climáticas e conciliar o atendimento às necessidades comuns e particulares das populações e comunidades que vivem no território nacional; V - As ações de âmbito nacional para o enfrentamento das alterações climáticas, atuais, presentes e futuras, devem considerar e integrar as ações promovidas no âmbito estadual e municipal por entidades públicas e privadas;"; art. 4º, II: "Art. 4º A Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC visará: (...) II - à redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes;""; art. 4º, III: ""III – (VETADO);"	
1.2. CONTRIBUIÇÃO DA POLÍTICA PARA EVITAR O AUMENTO DA VULNERABILIDADE SOCIAL E ECOLÓGICA **Definição:** Impacto da política para diminuição do risco de vulnerabilidade nos sistemas sociais (isto é, nas relações entre as pessoas que	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Planos setoriais:</u> Foi alertada a necessidade de atenção às áreas em processo de regeneração vegetal das áreas desmatadas quanto ao tratamento das informações obtidas dos satélites.	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** 1.5 gerar a informação de mapeamento das áreas em processo de regeneração vegetal que foram detectadas como desmatadas. 1.6 monitorar as áreas nessa situação, aumentando a fiscalização sobre as áreas em regeneração. 1.7. Aplicar as formas de responsabilização ambiental nessas áreas.	**Proposições:** <u>Indicação</u> para o Poder Executivo realizar por meio de seus órgãos de governo as medidas: Gerar a informação de mapeamento das áreas em processo de regeneração vegetal que foram detectadas como desmatadas; monitorar as áreas nessa situação, aumentando a fiscalização sobre as áreas em

integram a sociedade) e nas condições para o meio ambiente se manter ecologicamente equilibrado. Trata-se da relação de causa e efeito quanto ao fato de, ao se evitar emitir ou reduzir emissão, poderem ser gerados co-benefícios **Parâmetro:** (Quanto maior a contribuição na relação causa e efeito, melhor) **Natureza:** Quantitativo (impactos negativos - biodiversidade, nas culturas)	Em sua contribuição, Amanda (CPI - 16:38) reforçou a ideia que investimentos em eficiência energética, além de prover benefícios ambientais, melhoram a competitividade da indústria [verificar contribuições adicionais] Plano ABC: Gustavo Mozzer (15:39) destacou que os decretos regulamentadores estão baseados apenas em critérios de emissões em termos de CO2, o que diminui a análise dos co-benefícios que foram alcançados. Sugeriu a inclusão de outros elementos como PSA, adaptação. **Relação com auditoria do TCU:**		**Contextualização:** Com relação ao Plano ABC, as metas de redução de emissão de GEE estão colocadas nos decretos em termos de tCO2. No entanto, a adoção de técnicas mais modernas pelo setor agropecuário apresenta benefícios ambientais e sociais adicionais que podem contribuir, por exemplo, para diminuição da pressão pelo desmatamento e aumentar a produtividade, e, portanto, renda do produtor, e a resiliência dos sistemas produtivos em um cenário de necessária adaptação. **Justificativa:** Pela análise apresentada ficou evidente que existe uma pouca eficiência da conversão de floresta, uma vez que a área de regeneração é extensa, ou seja, há o desmatamento e posteriormente a área não é utilizada. Com relação a sugestão referente ao Plano ABC, durante a reunião técnica foi discutida a questão de comunicação com o produtor. Para **muitos, fica evidente que comunicar a métrica de redução de carbono não é tangível para o produtor. Reconhecendo o potencial de redução de GEE cada técnica, bem como, seus co-benefícios, a aplicação poderia ser facilitada.** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):** Com relação à conceituação, art 2º, I, II, VI e X: "Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: I - Adaptação: iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima;	regeneração; aplicar as formas de responsabilização ambiental nessas áreas. Adicionalmente, no momento de revisão do Plano ABC, que sejam pensadas como a redução de emissão poderia ser traduzida em termos de incorporação de técnicas para uma comunicação mais efetiva com o produtor **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** [Alínea, relativamente a Governança, Orçamento ou Força Legal] do relatório, de acordo com a natureza da proposição [destinada ao Poder Executivo, ao Poder Judiciário, ao Poder Legislativo, à propositura de texto legal] **Observações:** **Linguagem simplificada:**

			II - efeitos adversos da mudança do clima: mudanças no meio físico ou biota resultantes da mudança do clima que tenham efeitos deletérios significativos sobre a composição, resiliência ou produtividade de ecossistemas naturais e manejados, sobre o funcionamento de sistemas socioeconômicos ou sobre a saúde e o bem-estar humanos; (...) VI - impacto: os efeitos da mudança do clima nos sistemas humanos e naturais; (...) X - vulnerabilidade: grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema, em função de sua sensibilidade, capacidade de adaptação, e do caráter, magnitude e taxa de mudança e variação do clima a que está exposto, de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos.". Com relação à execução, art. 4º, I: "Art. 4º A Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC visará: I - À compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático;"; art. 4º, parágrafo único: "Art. 4º A Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC visará: (...) Parágrafo único. Os objetivos da Política Nacional sobre Mudança do Clima deverão estar em consonância com o desenvolvimento sustentável a fim de buscar o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais."; art. 5º, III: "Art. 5º São diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima: (...) III - as medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico;"	

1.3. CONTRIBUIÇÃO DA POLÍTICA PARA MÉTRICAS DA MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA **Definição:** Participação do Brasil no alcance do objetivo global de estabilização dos níveis de GEE na atmosfera e de outros subíeis, como o parâmetro estabelecido pelo Acordo de Paris na medida em que definiu o limite de aumento da temperatura global em 2ºC, voluntariamente promocional para em até 1.5ºC. **Parâmetro:** (Quanto maior a contribuição na relação causa e efeito, melhor) **Natureza:** Quantitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Planos setoriais:</u> Sugiro retomar a apresentação do Professor Paulo Moutinho na primeira audiência pública. Adicionalmente, durante o GT3, André (16:04) reforçou que as premissas adotadas para as projeções do decreto da PNMC foram otimistas, já que a eficiência do PPCDam já era conhecida e, portanto, o ano base escolhido (2005) superestimava as emissões Brasileiras. Plano ABC: Marcelo (Imaflora 15:45) destacou a necessidade de aumentar a transparência e acesso aos dados para melhor avaliação da efetividade da política. Raoni (17:18) destacou a falta de transparência na divulgação dos dados de GTA, conforme recomendação do TCU, e que foi negado pelo MAPA. Segundo o pesquisador, essas informações seriam importantes para o desenvolvimento e avaliação de políticas que enfrentamento ao desmatamento. **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Promover mais caminhos para o Brasil ser economicamente beneficiado pelo fato de conseguir reduzir emissões em seu território, comparativamente. **Contextualização:** O Brasil, nesse indicador, mostrou um desempenho nas quantidades de reduções de emissões em relação à média global comparativamente às quantidades de reduções dos demais países-Parte da UNFCCC. No entanto, uma vez que reconhecidamente a meta seria alcançada apenas considerando os esforços de redução do desmatamento, os demais setores não realizaram, ou realizaram em menor escala do que desejável, as ações em favor da redução de emissão e maior eficiência. A escolha do ano-base e das premissas das projeções do decreto foram de pouca ambição para alavancar ação adicional. O Brasil apresenta potencial de contribuição para o cumprimento dos deveres internacionais. *Ex-ante*, quando da redação do Protocolo de Quioto, essa qualidade do Brasil foi antevista, a ponto de o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) ter sido concebido para ter os países do não-Anexo I como seus implementadores. **Justificativa:** Foi verificado o êxito do Brasil em relação à quantidade de contribuição ao global. A responsabilidade do Brasil se limita ao assumido por esse país, porém, tratativas são possíveis para auxiliar outros Países-Partes a reduzirem parcelas de suas emissões, se beneficiando com isso por	**Proposições:** <u>Projeto de Lei</u> para todos os órgãos públicos instituírem programa prevendo atividades e estratégias para reduzir e compensar emissões de Gases de Efeito Estufa. Aprovação, pelo Plenário, da Resolução do Senado nº 69/2019, que institui o Programa Senado Baixo Carbono, com atividades e estratégias para o Senado Federal reduzir e compensar emissões de Gases de Efeito Estufa." <u>Indicação e/ou PL</u> no sentido de uma possível revisão à LPNMC servir para adequar o ano-base a fim de aumentar a ambição das ações brasileiras. **Obs.:** Proposição em resposta ao comentário sobre os Planos Setoriais. Para comentário em Plano ABC, ver recomendação de orçamento. **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** [Alínea, relativamente a Governança, Orçamento ou Força Legal] do relatório, de acordo com a natureza da

			meio de instrumentos como mecanismos de off set, se cabíveis e respeitadas as condições brasileiras. Não obstante, foi identificado pelos especialistas ser essencial a criação e manutenção de uma base de dados robusta e disponível que viabilize o acompanhamento da eficiência da política pública. Notar que em diversos outros momentos a questão de disponibilidade de informações foi mencionada como barreira ao acompanhamento da implantação da PNMC **Situação (vinculação a artigo da PNMC):** "Com relação à execução, art. 4º, I: ""Art. 4o A Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC visará: (...) I - À compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático;""; art. 5º, I: ""Art. 5º São diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima: I - Os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, no Protocolo de Quioto e nos demais documentos sobre mudança do clima dos quais vier a ser signatário;"	proposição [destinada ao Poder Executivo, ao Poder Judiciário, ao Poder Legislativo, à propositura de texto legal] **Observações:** **Linguagem simplificada:**
1.4. REDUÇÃO SUBSTANCIAL DAS EMISSÕES, SOBRETUDO QUANTO ÀS MUDANÇAS NO USO DA TERRA **Definição:** Considerando a demanda do REQ 13/2019 - CMA para destaque ao Plano ABC,	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** [Alínea, relativamente a Governança, Orçamento ou Força Legal] do relatório, de acordo com a natureza da

participação do setor agropecuário nas reduções de emissões proporcionadas pelo Brasil. **Parâmetro:** (Quanto maior a redução, melhor) **Natureza:** Quantitativo				proposição [destinada ao Poder Executivo, ao Poder Judiciário, ao Poder Legislativo, à propositura de texto legal] **Observações:** **Linguagem simplificada:**
CRITÉRIO 2. QUALIDADE DA LEI EM VIGOR E COERÊNCIA SISTÊMICA PARA EVITAR CONTRADIÇÕES NA APLICAÇÃO DA NORMA				
INDICADORES	**ANÁLISE DO INDICADOR**	**IMPACTO DA PERFORMANCE DA NORMA**	**RECOMENDAÇÃO**	**PROPOSIÇÃO**
2.1. DIÁLOGO COM A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL EM VIGOR E OUTRAS **Definição:** Indagação de se a implementação da LPNMC proporcionou interface da política de clima para com outra política; e de outra para com a política de clima. **Parâmetro:** (Quanto mais coordenado e coerente melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Planos setoriais:</u> André comentou (16:19) que ao menos em relação ao setor de transporte a PNMC não foi incorporada por políticas públicas posteriores. Citou como exemplo o Renovabio e o Rota2030, programas para os quais acredita terem sido feitas poucas considerações alinhadas com as diretrizes da PNMC. Nessa questão de integração, também mencionaria a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a carência de aprovação do Plano Nacional e Resíduos Sólidos (sugestão de consultar o material que encaminhei anteriormente). Essas são	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** Sim. **Nível de *compliance*:** Embora nesse indicador, a PNMC tenha sido implementada, ficou claro não ter sido o suficiente. **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Sobre a análise referente ao Plano ABC, convém esclarecer que o artigo 41 do código Florestal trata de incentivos para preservação que é convergente com o objetivo do Plano ABC** Segundo o resultado da solicitada auditoria ao TCU (Ofício de Auditoria, …), ... O Executivo (oficiado por meio dos Ofícios nº ...) não demonstrou o contrário. **Justificativa:** Embora a LPNMC tenha estipulado o art. 5º, VIII, prevendo a articulação dos instrumentos de ação governamental com a PNMC, ficou claro não ter sido totalmente atendida a ordem hierárquica imposta pela lei, quanto à forma de implementação. As ações governamentais necessariamente têm de estar compatibilizadas com os	**Intersecção com a norma:** **Indicação:** Coordenar as agendas de clima e resíduos, bem como dos outros planos setoriais, no momento de revisão dos planos. Durante a audiência pública foi reforçado o papel das universidades. Em linha com o Art 5 da PNMC, uma sugestão seria fortalecer redes de colaboração entre universidade, governo e sociedade como forma de garantir a transversalidade das ações previstas na política com outras normas e o fortalecimento das capacidades de implantação de estados e municípios.

	políticas aprovadas em 2010 e, apesar de serem relevantes do ponto de vista de emissões, vejo pouca integração. Renata (WWF - 16:30) concordou com o comentário do André no que diz respeito às demais políticas não conversarem com a PNMC e mencionou o Plano Decenal de Energia (PDE) e mencionou uma contribuição que comparou o investimento em combustíveis fósseis e energia renovável. Como conclusão apontou que as análises revelam que a PNMC não foi incorporada. Citou outros estudos que corroboram com o achado em relação a outras políticas como o Inovarauto e Plano Safra. Ana Paula (a partir de 16:22) fez considerações sobre o impacto da adequação da disposição final de resíduos prevista na PNRS, em análise em Projeto de Lei do Senado, e, caso mantida a prática de aterramento, o aumento nas emissões de metano. Em sua fala final, Cantarino retomou a discussão sobre resíduos como forma de trabalhar a implementação de uma agenda positiva, uma vez que a valorização de resíduos pode gerar energia aproveitada por outros setores e contribuir com a redução de emissões (17:16) <u>Plano ABC:</u>		comandos (princípios, diretrizes, objetivos) da LPNMC. André justificou a importância de um olhar mais integrado das políticas a partir das diretrizes da PNMC haja vista que os diferentes setores da economia estão conectados. Como exemplo, esclareceu que o setor de transportes apresentará maior ou menor emissões em função do modal escolhido pela indústria para escoar a produção. Assim, ao menos nessa situação, estes dois setores precisam ser pensados de maneira conjunta. **Situação (vinculação a artigo da PNMC): A compatibilização de políticas com a PNMC se relaciona com o artigo 11º.** Com relação à execução, art. 5º, VIII: "Art. 5º São diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima: (...) VIII - a identificação, e sua articulação com a Política prevista nesta Lei, de instrumentos de ação governamental já estabelecidos aptos a contribuir para proteger o sistema climático;"	Leila sugeriu a elucidação da convergência entre normas em um momento posterior de revisão do Plano, incluindo a consideração sobre novas tecnologias, práticas da agricultura familiar que contribuem para reduções de emissão (ex, sistema agroflorestais). Precede, no entanto, a recomendação de regulamentação do referido artigo do Código Florestal, que [como eu entendo] independe de revisão da PNMC ou do Plano ABC. **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** Lei criar um atributo de necessário diálogo em meio ao qual a questão da mudança do clima seja tomada como de observância obrigatória. **Linguagem simplificada:**

	Plano ABC deveria explicitar a implementação do Código Florestal e seus incentivos (Leila em 14:41). **Relação com auditoria do TCU:**			
2.2. EXEQUIBILIDADE DA LEI EM FUNÇÃO DE CONDIÇÕES PROPORCIONADAS DE ALCANCE DA FINALIDADE DA NORMA **Definição:** Conjunto de instrumental e de estrutura de governança oferecido pelo sistema estabelecido pela PNMC. **Parâmetro:** (Quanto mais exequível, tendo sido oferecidas as condições de alcance da finalidade, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Planos setoriais:</u> Como dificuldade de implementação, foi constatada a necessidade de a especificação dos comportamentos como aceitos para o cumprimento do dever de mitigar ter de ser diretamente associada à capacidade de proporcionar a que os setores econômicos reduzam emissões de forma economicamente viável e, gradualmente, por incremento de investimento. André (16:08) destacou ser essencial aprimorar a governança com os objetivos de: acompanhar a formação e regulação de um mercado e possibilitar maior engajamento dos diferentes atores. Esparta (15:38) acrescentou em sua fala ser essencial maior transparência com relação aos dados que são utilizados nos BURs para que seja possível melhor acompanhamento do cumprimento dos objetivos de redução de emissões por meio	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Admitir que outras políticas públicas lato sensu. Sobre a questão de governança, conforme destacado por André, na reunião sobre plano setoriais, retomar a estrutura prevista em decreto do governo anterior para estruturação da governança do clima no Brasil. André (16:12) reforçou que o acompanhamento da política deve ser feito pelo centro de governo (Casa Civil, Ministério da Economia), por um ministério isento de interesses específicos de um setor (ex. MMA, Agricultura ou Indústria) - para evitar conflitos de interesse. Também sugeriu que fossem realizadas audiências públicas para definição de uma nova governança e planejamento da política de clima do Brasil, com maior participação dos setores compreendidos pela PNMC. Em relação ao Plano ABC, sugere-se fomentar o processo de validação do CAR e ao mesmo tempo verificar como as demais linhas de crédito avaliam a questão de adequação ambiental para que seja feito um alinhamento dos requisitos no sentido de assegurar a integridade ambiental no campo. Raoni sugeriu que um possível critério seria a propriedade que tivesse auto de infração ficasse impossibilitada de obter créditos. Esse comentário vai na mesma linha do que a Heloísa comentou sobre dar visibilidade à outras agendas. Por exemplo,	**Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:** Citar a ADIN 6121, relativa ao Decreto nº 9.759/2019.

	de indicadores e que seja possível, como previsto em lei, mas não realizado, a revisão periódica e reajuste das metas. Também nesse sentido, destaca-se a fala do representante da CNI (Antônio Caminha? Em 15:21) que relembrou que as metas foram definidas pelo governo sem o envolvimento do setor o que inviabilizou um maior engajamento <u>Plano ABC:</u> A contribuição "Resposta ao Senado", de integrante do subgrupo Plano ABC, trouxe dados e interpretações quanto ao estágio da implementação da LPNMC em especial do Plano ABC, os quais servem para fundamentar as proposições sobre a matéria (Nesse sentido, ver ASSAD, Eduardo). Conforme a discussão técnica, do subgrupo, é providencial que o Plano ABC alcance escala. Durante audiência pública Marcelo Medeiros (24:07) apresentou dados que revelam que aproximadamente apenas 1% dos recursos do Plano Safra foram destinados ao Plano ABC. Uma vez que as práticas adotadas contribuem para o aumento da produtividade e integridade ambiental, sugere que se inverta a lógica no sentido de o plano ABC		trabalho análogo à escravidão, que ainda hoje pode ser observado no setor para o qual a observância dos direitos humanos está considerada na NDC. **Contextualização:** A lei prevê instrumentos institucionais e operacionais para a sua implementação, incluindo em ambas as categorias, instrumentos financeiros e de governança Das discussões sobre crédito rural no âmbito do Plano ABC, é importante destacar essas duas visões um tanto quanto antagônicas, mas que revelam, talvez, uma questão de fundo que é a importância da validação do CAR. Pelo que entendi, o CAR é autodeclaratório e tem muitas inconsistências. Então no momento que o produtor precisa do crédito via ABC, nem sempre é possível demonstrar que tem o CAR validado e ele acaba optando por outra linha. **Justificativa:** A auditoria do TCU (conforme Acórdão 2330 de 2019 - Plenário TCU) analisou o aperfeiçoamento e os possíveis resultados dos normativos legais e regulamentares pertinentes à matéria (item 7 do TC 021.295/2018-2). Além disso, muitas das questões identificadas como fragilidade de implementação da PNMC são adjacentes à disciplina da LPNMC. Portanto, não são um problema da LPNMC, mas da falta de conectividades das demais matérias para com a matéria de mudança do clima. Esse diagnóstico é um mérito da LPNMC, ao demandar integração dos outros assuntos e suas correções de implementação de outras áreas, para, então, trazer resultados mais	

	corresponder ao Plano Safra, ou seja ganhar escala. Raoni Rajão (14:48) sugere inclusão de documentos que comprovem maior adequação ambiental para obtenção de crédito uma vez que em sua visão o registro no CAR seria insuficiente (citou Resolução BACEN Nº 13896) e que esta medida tem potencial de contribuir significativamente para diminuição do desmatamento. Como contraponto, João Carlos (CNA - 14:58/59) destacou que o processo de análise (confirmação do CAR) demanda muito esforço e dificultaria ainda mais a questão de obtenção de crédito, que hoje já é muito burocrática. Mencionou o esforço do SFB para automatizar o processo de validação do CAR. <u>Aspectos jurídicos:</u> Vigora a competência material de todas as unidades federativas protegerem o meio ambiente, conforme art. 23, VI, da CF/88: "Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: (...) VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;" Irradiação **Relação com auditoria do TCU:**		abrangente à favoráveis para a implementação eficaz da LPNMC. Em relação às discussões sobre o Plano ABC, restou evidentes que o CAR é um importante instrumento de regularização. O fato de sua validação ser impeditiva não deve ser considerado como uma barreira de acesso. **Situação (vinculação a artigo da PNMC):** "Com relação à execução, art. 6º, art. 7º, art; 8º e art. 9º: ""Art. 6º São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima: (Regulamento) I - O Plano Nacional sobre Mudança do Clima; II - O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima; III - os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas; IV - A Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de acordo com os critérios estabelecidos por essa Convenção e por suas Conferências das Partes; V - As resoluções da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima; VI - As medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica; VII - as linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados; VIII - o desenvolvimento de linhas de pesquisa por agências de fomento; IX - As dotações específicas para ações em mudança do clima no orçamento da União;	

	De acordo com a deliberação 9.2.8 e 9.2.8.2 ["9.2.8 Recomendar ao Comitê Interministerial e ao Grupo Executivo sobre Mudança do Clima que: 9.2.8.2 Avalie a conveniência e oportunidade de implementar um sistema de gerenciamento para o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), a exemplo do modelo de gestão aplicado ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) "]. Conforme situação apresentada ao pelos gestores, segundo o § 95 "(§ 95. Dessa forma, ressalta-se a importância de uma nova estrutura de governança e gestão para as políticas públicas relacionadas à mudança do clima que promova a integração e harmonização das diferentes iniciativas ministeriais a respeito do tema e que também possa promover maior transparência nas decisões sobre o assunto".		X - Os mecanismos financeiros e econômicos referentes à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos efeitos da mudança do clima que existam no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto; XI - os mecanismos financeiros e econômicos, no âmbito nacional, referentes à mitigação e à adaptação à mudança do clima; XII - as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais o estabelecimento de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, compreendidas aí as parcerias público-privadas e a autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos; XIII - os registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas; XIV - as medidas de divulgação, educação e conscientização; XV - O monitoramento climático nacional; XVI - os indicadores de sustentabilidade; XVII - o estabelecimento de padrões ambientais e de metas, quantificáveis e verificáveis, para a redução de emissões antrópicas por fontes e para as remoções	

			antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa; XVIII - a avaliação de impactos ambientais sobre o microclima e o macroclima. Art. 7o Os instrumentos institucionais para a atuação da Política Nacional de Mudança do Clima incluem: I - O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima; II - A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima; III - o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima; IV - A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais - Rede Clima; V - A Comissão de Coordenação das Atividades de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia. Art. 8o As instituições financeiras oficiais disponibilizarão linhas de crédito e financiamento específicas para desenvolver ações e atividades que atendam aos objetivos desta Lei e voltadas para induzir a conduta dos agentes privados à observância e execução da PNMC, no âmbito de suas ações e responsabilidades sociais. Art. 9o O Mercado Brasileiro de Redução de Emissões - MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários - CVM, onde se dará a negociação de (...) evitadas onde se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas.". Com relação à execução, art. 5º, V: "Art. 5º São diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima: V - o estímulo e o apoio à participação dos governos federal,	

			estadual, distrital e municipal, assim como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima;"	
2.3. RIGOR LINGUÍSTICO NA DEFINIÇÃO DE CONCEITOS **Definição:** A linguagem da política de clima subentende evidenciar a transversalidade da matéria finalisticamente para a gestão respectiva implicar desenvolvimento do país. **Parâmetro:** (Quanto mais exequível, tendo sido oferecidas as condições de alcance da finalidade, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Planos Setoriais:</u> Os planos setoriais estão esparsos entre si, não havendo uma conectividade entre os planos de setores diversos. <u>Plano ABC:</u> Durante o GT e a Audiência Pública que tratou do Plano ABC os especialistas enfatizaram que o Plano traz pouco a noção de adaptação. E que como o agricultor é avesso ao risco, explicitar que a utilização de técnicas mais modernas, capazes de diminuir os riscos de produção em médio e longo prazo, trazem benefícios adicionais ao de contribuir para a diminuição da emissão seria mais eficaz. Nesse sentido, sugeriram melhor a comunicação em futuras revisões. <u>Aspectos Jurídicos:</u> Art. 6º, I da LPNMC se referiu usou o termo plano para a finalidade de instituição de	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Explicitar textualmente que a terminologia e os conceitos utilizados na PNMC são vinculativos do desenvolvimento econômico. Corrigir os termos da LPNMC quando se referiu a "plano" em sentido de "programa" que estabelece "planos". **Contextualização:** **Justificativa:** Os planos setoriais poderiam ter sido implementados com mais eficiência, e mesmo serem concebidos com maior assertividade e, consequentemente, capacidade de eficácia caso regidos sobre a égide de um programa. **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**

	programa ("I - Plano Nacional sobre Mudança do Clima") **Relação com auditoria do TCU:**			
2.4. PROPOSIÇÕES NORMATIVAS (PRESCRITIVAS) CONSISTENTES EM COMPORTAMENTOS CAPAZES DE LEVAR AO RESULTADO ALMEJADO PELA POLÍTICA **Definição:** Configuração de comportamentos, por parte dos responsáveis a executarem medidas de mitigação e adaptação, empreendidos graças aos mandamentos legais dos dispositivos da LPNMC. **Parâmetro:** **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** Plano ABC: Constatou-se que ações de mitigação e adaptação no setor agropecuário não decorreram de programa previsto no Plano ABC. [Checar fundamento em TCU] **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** A auditoria do TCU (conforme Acórdão 2330 de 2019 - Plenário TCU) analisou o aperfeiçoamento e os possíveis resultados dos normativos legais e regulamentares pertinentes à matéria (item 7 do TC 021.295/2018-2). **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** Projeto de Lei que acrescente um parágrafo ao art. 11 para estabelecer a obrigação brasileira de efetuar balanço intergeracional de reduções de emissões, com bases em séries históricas de contabilização cujo termo inicial (to) se inicie com a entrada em vigor da lei proposta. **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
2.5. UTILIZAÇÃO DE PALAVRAS QUE EM UMA INTERPRETAÇÃO HISTÓRICA (ANALISANDO-SE AS CAUSAS QUE LEVARAM À ELABORAÇÃO DA PROPOSIÇÃO NORMATIVA) E SISTEMÁTICA (ANTE OS VÁRIOS SIGNIFICADOS QUE AS PALAVRAS	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** Plano ABC: No contexto da audiência pública, afirmou-se que, no momento do desenho da LPNMC, a meta estabelecida já "estava cumprida" no sentido de já ser exequível sem nenhum	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Caso não haja revisão da LPNMC, utilizar o entendimento lógico segundo o qual as obrigações de mitigação e de adaptação permanecem mesmo se a meta da LPNMC prescreve em 2020 (conforme o art. 12 da PNMC), dada a interpretação histórica e sistemática - portanto, não fria da lei -, de que o objetivo de estabilização permanece, o dever de manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado também, assim	**Proposições:** Indicação para o Poder Judiciário de aplicar a lei em vigor conforme a recomendação se ou enquanto não alterada. **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento**

ASSUMEM DENTRO DO TEXTO LEGISLATIVO, TOMADOS DE FORMA COERENTE E UNITÁRIA) **Definição:** Em determinados momentos da história, as palavras constantes dos textos legais se transformam quanto à significância contextualizada pelas demandas sociais e econômicas que justificam a manutenção dos mandamentos legais no ordenamento jurídico. **Parâmetro:** **Natureza:**	esforço adicional em relação ao advento de sua vigência. [checar o momento/AP]. **Relação com auditoria do TCU:**		como normas correlatas prescrevem limitações quantificadas, como o Acordo de Paris por meio da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC). **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**(Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
2.6. INCOMPLETUDE DA LINGUAGEM DO LEGISLADOR, SUSCITANDO MEIOS DE COMPLETÁ-LA VIA MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO **Definição:** Ocorre de constar, do texto legal, redação que exija interpretação extensiva pelo fato de ter dito o legislador, com os termos escolhidos, menos do que queria dizer; ou interpretação restritiva pelos termos significarem menos do que o legislador queria dizer. **Parâmetro:**	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** Projeto de Lei instituindo um Programa Nacional de Desenvolvimento de Baixa Emissão em Carbono, dando nova redação ao inc. I do art. 6º "I - Plano Nacional sobre Mudança do Clima", que se constitua em um conjunto de políticas econômicas, ecológicas e sociais planejadas para consolidar a transição à economia brasileira não dependente dos combustíveis fósseis. **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento**

Natureza: Qualitativo				**(Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
CRITÉRIO 3 - COMPATIBILIDADE NO REGIME NACIONAL E INTERNACIONAL				
3.1. NÍVEIS DE REFERÊNCIA AJUSTADOS À ABORDAGEM INTERNACIONAL **Definição:** Necessidade de evidenciar no tempo quais ações de mitigação e adaptação nacionalmente executadas, bem como, quais políticas nacionais adotadas são, ou não, respostas nacionais às responsabilidades assumidas internacionalmente. **Parâmetro:** (Quanto mais facilmente visualizável a compatibilidade, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Instrumentos Financeiros:</u> A verificação do nível de alcance das metas prometidas por meio da NDC foi asseverada como sendo importante para estimular a transformação interna brasileira a uma economia menos intensiva em carbono. <u>Planos Setoriais:</u> As políticas públicas lato sensu, isto é, em matéria de gerenciamento da mudança do clima, o plano nacional sobre mudança do clima e os respectivos planos setoriais precisam estar integrados nas demais políticas da esfera federal (Ex.: de educação, turismo, desenvolvimento econômico etc.) e nas políticas estaduais e municipais. **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** No regime federativo brasileiro, a União, Estados, Distrito Federal e Municípios têm autoridade para legislar com vistas a exigir comportamentos que resultem em redução de emissões ou em medidas de adaptação. Para haver clareza da relação entre as regras de cada instância, faz-se oportuno haver fungibilidade entre os dispositivos sempre que a implementação de uma medida em uma esfera servir para cumprimento parcial da disciplina oriunda da outra esfera, seja subnacional, nacional ou decorrente do direito internacional. **Contextualização:** As prescrições de comportamentos visando a ações de mitigação de GEE e de adaptação precisam ser enquadradas nas normas que regem os comportamentos em matéria de mudança do clima. Toda vez que um ente impõe, no âmbito de sua competência, uma dessas medidas há um impacto na eventual exigência imposta por outro sobre a mesma matéria. **Justificativa:** O fato de haver várias normas, de instâncias diversas e origens nacional e internacional exige conjugação entre elas, de modo explícito no tocante a contabilização e capacidade de subsunção	**Proposições:** <u>Projeto de Lei</u> alterando o art. 12 da LPNMC para evidenciar que o parâmetro de redução de emissão percorre entre a mais baixa emissão de carbono possível* (base mínima) e a valor descriminado em cada Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC (base máxima). **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** Embora a 1ª fase [etapa] de implementação da LPNMC [2009-2018] compreende as NAMAs (combinado com tenha o MDL como ferramenta de execução), como estratégia de implementação da política de clima oriunda da esfera internacional, a partir de 2020, vigorará a estratégia NDC.

			a cada uma. Enquanto quem age para cumprir a norma é um agente, a esse podem se aplicar as várias normas desde que de forma clara e justa. A conformidade legal relativa aos compromissos internacionais subentende realização de ações subnacionalmente. Em consequência, a forma com que o país escolha por nacionalmente entregar internacionalmente a sua proporção na redução de emissão ou na adaptação tem que ser racionalmente conhecida. **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	*: “possível” juridicamente, ou seja, no mundo do Direito tudo é juridicamente possível desde que não seja proibido ou esteja legalmente autorizado. Como efeito, àquela emissão em que no mundo dos fatos é exequível, faz-se necessário trabalhar quanto impacto ambiental decorrente. Ante aos cenários de risco ou de evidência da mudança do clima, parte-se, então, juridicamente, da premissa de não ser juridicamente admissível emissão sem tratamento jurídico. **Observações:** **Linguagem simplificada:** Alterar art. x para isso ou para aquilo.
3.2. APTIDÃO DA PNMC EM RECEPCIONAR INSTRUMENTOS ADVINDOS DAS TRATATIVAS INTERNACIONAIS **Definição:** Os instrumentos criados no âmbito internacional, em acordo do qual o Brasil seja Parte, precisam encontrar nacionalmente receptividade para aplicação fluida, sem entraves e com formas automáticas de superação de	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Plano ABC:</u> Pedro (17:37) ressaltou a relação do Plano ABC com outras convenções assinadas pelo Brasil internacionalmente, como por exemplo a Convenção de Desertificação no que diz respeito a neutralidade da degradação da terra como repercutido na meta de recuperação de pastagens. Nesse sentido, enfatiza a	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**

eventuais barreiras no ajustamento entre a legislação externa e interna, para que a aplicação seja coerente e condizente com o ordenamento jurídico. **Parâmetro:** (Quanto mais apta, melhor) **Natureza:** Qualitativo	magnitude da importância e das sinergias do Plano e sua relação com outras ações. **Relação com auditoria do TCU:**			
3.3. POSSIBILIDADE DE PONTUAR O QUANTO FOI POSSÍVEL REDUZIR DE EMISSÕES INTERNAMENTE EM RELAÇÃO AO GERAL INTERNACIONAL **Definição:** O balanço de reduções de emissões nacionalmente representa um desempenho passível de entrar no cálculo do balanço internacional. **Parâmetro:** **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
3.4. COERÊNCIA COM O REGIME EM QUE ESTÁ INSERIDA: DA CONVENÇÃO, PASSANDO PELO PROTOCOLO DE QUIOTO AO ACORDO DE PARIS	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):**

Definição: A LPNMC precisa ter a maleabilidade de abarcar à própria Convenção e os acordos adicionais à Convenção - esta que delimitou o marco legal de regulação da matéria internacionalmente e a LPNMC nacionalmente sob o arranjo legal da LPNMC. **Parâmetro:** **Natureza:** Qualitativo			**Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Observações:** **Linguagem simplificada:**
3.5. CLAREZA QUANTO AOS DADOS, VANTAGENS E DESVANTAGENS QUANDO DO USO A MÉTRICA GTP **Definição:** **Parâmetro:** **Natureza:**	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
3.6. CLAREZA QUANTO AOS DADOS, VANTAGENS E DESVANTAGENS QUANDO DO USO A MÉTRICA GWP **Definição:** **Parâmetro:**	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):**

Natureza:				**Observações:** **Linguagem simplificada:**
3.7. ACUIDADE DA RELAÇÃO DO COMPROMISSO BRASILEIRO COM AS RESPONSABILIDADES DOS DEMAIS PAÍSES (CUSTO ECONÔMICO) **Definição:** **Parâmetro:** **Natureza:**	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
CRITÉRIO 4. SUSTENTABILIDADE DA PNMC				
4.1. PERPETUIDADE DO INSTRUMENTO **Definição:** Tratando-se a LPNMC como lei de natureza instituidora de política pública, estatal que estabelece o marco legal, os comandos legais dela advindos têm de perdurar no tempo de sua vigência por prazo indeterminado e, para isso, apresentar características de ajustabilidade ao longo da implementação (da criação da lei à sua aplicação). **Parâmetro:** (Quanto mais perene, melhor)	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**

Natureza: Qualitativo				
4.2. CARÁTER DE COGÊNCIA DA PRESCRIÇÃO DO MANDAMENTO LEGAL **Definição:** O comando legal precisa ter força (incluindo suporte legal) jurídica correspondente ao efeito por ela almejado; portanto, o nível de *enforcement* (cogência) precisa ser adequado para a devida eficácia no alcance do objetivo geral da lei, com relação ao objeto disciplinado juridicamente. Se determinada prescrição (comando aberto e/ou abstrato) é formulada com margem de liberdade, há um espectro mais amplo de hipóteses para seu cumprimento entre as quais a voluntariedade é possível; já quando o mandamento legal é fechado e/ou concreto, não há tal margem. **Parâmetro:** (Quanto mais vinculada, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Instrumentos Financeiros:</u> A fração de recursos destinados à institucionalização dos mecanismos econômicos e financeiros (vez que eles também precisam receber apoio financeiro para melhor desempenho) precisa ser aumentada. A remediação pelas ameaças e danos da mudança do clima são mais custosas do que a prevenção delas por meio do financiamento de ações de mitigação e adaptação. Ainda que não visualizável no curto prazo. <u>Planos Setoriais:</u> A institucionalização da política, em termos de estabelecimento de estrutura institucional suficiente para a implementação, é uma necessidade apontada sob o viés dos setores que receberam a incumbência de contribuir diretamente mediante redução de emissão (evitando-se mais mudança do clima) ou indiretamente mediante adaptação (reagindo a mudança do clima observada ou esperada). <u>Aspectos Jurídicos:</u>	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Reforçar a cogência do fato gerador "não-emitir" e do "se adaptar aos efeitos da mudança do clima já ocasionada", sob uma data de corte em que qualquer emissão seja amortizada e qualquer redução juridicamente reconhecida como favorável para um balanço negativo de emissões, dentro de uma política nacional que transite do curto, passando pelo médio, ao longo prazo para o alcance da estabilização na proporção de cada contribuição. Para tanto, não mais admitir qualquer lentidão em serem adotados mecanismos de incentivo à redução e à adaptação já demonstrada - e primordialmente ela - como necessária. **Contextualização:** Os setores de atividade econômica no Brasil mostraram não terem condições de, de per si, sofrerem ônus e encargos para a transição a uma economia menos intensiva em carbono. Verificou-se que, vigorando um dever de combate à mudança do clima, a prioridade da política tem que estar em mecanismos econômicos e financeiros que promovam as ações de mitigação e adaptação, reconhecendo os agentes/setores que empreendam resultados em termos de menos mudança do clima ou menos efeito adverso dela. A demarcação de institucionalidade advinda de previsões no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) acarretou ao Brasil uma decisão interna de governo segundo a qual o ponto focal para assuntos de clima estaria no MMA e, para questões de	**Proposições:** "<u>Indicação</u> ao Poder Executivo que discrimine em regulamentação quais são (quais fatos geradores e em que circunstâncias temporais, orçamentárias e de governança se aplicam) os comportamentos e as co-políticas (políticas que disciplinam matérias paralelas à de clima) que se coadunam à política de clima, bem como aqueles que lhe são contra-producentes. Nesse sentido, reconhecer juridicamente, como Administração Pública, os comportamentos favoráveis à política de clima que respondam aos planos e políticas, concedendo a esses tratamentos diferenciados. Indicação ao PJ no sentido de aplicar a determinação constitucional e legal de proporcionalidade quanto a quaisquer impactos ambientais de atos/fatos que provoquem a mudança do clima, de modo a julgar aplicando as consequências jurídicas das emissões provocadas e efeitos adversos decorrentes, as quais por si já configuram ameaça ou dano para o meio ambiente e futuras gerações.

	No Direito, quando se trata de uma prescrição que impõe uma obrigação, o mandamento impõe um comportamento especificamente previsto; quando se refere a um dever, porém, haverá um rol de possibilidades para que o destinatário da norma impositiva se mostre em conformidade. Ele terá escolhas a fazer quanto a, por exemplo, como reduzir ou como se adaptar. Verificou-se que, os planos setoriais, juridicamente, foram sub-implementados. Ou seja, é muito provável que a carência de previsões específicas de comportamentos, de prazos, de orçamentos e de subdivisão de parcelas das responsabilidades interssetoriais tenham provocado menor eficiência dos instrumentos "planos" do que se especificações tivessem feitas neles mesmos. Assim, pode-se sugerir, juridicamente, de duas uma: reforçar o desenho de cada plano (suas intersecções com as outras políticas lato sensu, suas metas, seus recursos etc.) ou tornar obrigatório determinado tipo de comportamento por setor em função da vigente responsabilidade comum e compartilhada. A natureza das atribuições necessárias para o combate à mudança do clima é transversal e de inarredável coordenação		implementação do mecanismo financeiro do Protocolo de Quioto (no caso, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), estaria em um Comitê Interministerial cuja Secretaria Executiva ficou para o MCTIC (idem para o Mecanismo Tecnológico). São exemplos de distribuição em órgãos da Administração Direta cujas pastas são temáticas. **Justificativa:** Conforme linha 1, reitera-se que já há, no ordenamento jurídico brasileiro, previsão tanto na CF/88 (que determina como dever manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado) como na Lei nº 6.938/81 o dever de combater a poluição em todas as suas formas; portanto, qualquer mudança do clima produz efeito de responsabilização. Desse modo, a toda emissão, ou situação de efeito adverso da mudança do clima, cabe um tratamento jurídico. **Situação (vinculação a artigo da PNMC):** A previsão do art. 6º, I, III, a XIII, da LPNMC	Apresentar um Projeto de Lei que explicite o tratamento diferenciado para aqueles que implementem a PNMC. " **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**

	por parte central e/ou estratégica de Governo quando se trata de exercício da competência do Executivo para implementar a LPNMC. Portanto, cabe, juridicamente, haver institucionalidade adequada a essa natureza, de modo que as pastas temáticas possam trabalhar sem competição entre si e, sim, em favor de atribuição central comum a todas. **Relação com auditoria do TCU:** De acordo com a deliberação 9.3 ["§9.3 Recomendar aos Ministérios de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e do Desenvolvimento Agrário (MDA) que, no tocante aos correspondentes segmentos do agronegócio e da agricultura familiar, adotem providências no sentido de que os órgãos e entidades sob as respectivas supervisões passem a considerar os cenários projetados sobre as mudanças climáticas no planejamento e elaboração das políticas públicas destinadas ao setor."]. Conforme proposta de encaminhamento § 222 "§ 222 Pelo exposto, apesar dos avanços, os órgãos e entidades da Administração Pública ainda não levam em conta em seus respectivos planejamentos possíveis alterações decorrentes das mudanças climáticas, limitando-			

	se a iniciativas para mitigação dessas possíveis alterações, como a redução na emissão de Gases de Efeito Estufa.". De acordo com a deliberação 9.1 ["Recomendar à Casa Civil... (…) da região"]. Conforme § 147 "(...) A Nota Técnica relata que sob uma perspectiva mais ampla (...) e agências governamentais." E § 148 "Trata-se de esforço conjunto (…) desenvolvimento econômico que priorize o princípio da sustentabilidade ambiental e que promova a transição para uma economia de baixa emissão de GEE.". Na proposta de encaminhamento do § 156, o TCU considerou que a recomendação 9.1 estava implementada. Ocorre que, lembrando de ter sido essa auditoria atualizada para até 2018; sabendo que em 2019 a estrutura institucional que em 2018 passava pela tentativa de regulamentação por meio de proposta de Decreto que não está em vigor. Permanece, logo, a necessidade de reforçar a institucionalidade advinda dos instrumentos do art. 6º e 7º da LPNMC.			
4.3. CAPACIDADE DE PROPORCIONAR A QUE OS SETORES ECONÔMICOS REDUZAM EMISSÕES DE FORMA ECONOMICAMENTE	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Planos setoriais:</u>	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:**	**Recomendação:** **Ver recomendação do indicador "Exequibilidade da lei em função de condições proporcionadas de alcance da finalidade da norma"**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento**

VIÁVEL E, GRADUALMENTE, POR INCREMENTO DE INVESTIMENTO **Definição:** Alcançar o nível de redução de emissões necessário para a estabilização ou para não haver dano e ameaça associados à mudança do clima é custos, necessitando de distribuição adequada, isto é, de estratégia de mudança de comportamentos o quanto antes, acompanhada de tratamento jurídico conferido que torne o ato “reduzir” ao longo do tempo preferencial ao ato “emitir”. **Parâmetro:** (Quanto mais bem assimilada a necessidade de distribuição adequada, melhor) **Natureza:** Qualitativo	Ver comentário sobre eficiência energética (co-benefícios). Além disso, na exposição da Clarice (16:54), foi mencionado um estudo que avaliou o impacto da restrição de créditos, conforme resolução BACEN 3545, 2008, para áreas desmatadas. Segundo a pesquisadora, essa foi uma importante estratégia para controlar o desmatamento [checar contribuição adicional]. <u>Plano ABC:</u> Eduardo Bastos (15:20) sugeriu que fossem estipuladas, por meio de norma, taxas mais atrativas para obtenção de crédito a partir do Plano ABC. Em sequência João Carlos (CNA) destacou a necessidade de regulamentação do art 41 (Código Florestal) para que a sugestão anterior seja concretizada (juros mais vantajosos para propriedades que adotem práticas mais sustentáveis). Assim, não precisaria de revisão da PNMC, mas sim de regulamentação do que já existe. **Relação com auditoria do TCU:** De acordo com a deliberação 9.3 ["Recomendar aos Ministérios "]. Conforme § 222 "(...)."	**Nota (0 a 3):**	**Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):** Com relação à execução: "Art. 3º A PNMC e as ações dela decorrentes, executadas sob a responsabilidade dos entes políticos e dos órgãos da administração pública, observarão os princípios da precaução, da prevenção, da participação cidadã, do desenvolvimento sustentável e o das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, este último no âmbito internacional, e, quanto às medidas a serem adotadas na sua execução, será considerado o seguinte: (...) VI – (VETADO)""	**(Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
4.4. CAPACIDADE DE A POLÍTICA CLIMÁTICA INFLUENCIAR AS	**Análise geral:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?**	**Recomendação:** Ajuste nas linhas de financiamento da atividade agrícola para que apresentem	**Proposições:** **Intersecção com a norma:**

DESTINAÇÕES DE INVESTIMENTO PÚBLICO NO SENTIDO DA BAIXA INTENSIDADE EM EMISSÕES **Definição:** A normatização sobre combate à mudança do clima deve conter medidas de apoio financeiro destinado a induzir os comportamentos pela política almejados **Parâmetro:** (Quanto maior a medida de apoio financeiro, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Relação com temas abordados:** <u>Plano ABC:</u> Durante audiência pública Marcelo (24:07) apresentou dados que revelam que aproximadamente apenas 1% dos recursos do Plano Safra foram destinados ao Plano ABC. Uma vez que as práticas adotadas contribuem para o aumento da produtividade e integridade ambiental, sugere que se inverta a lógica no sentido de o plano ABC corresponder ao Plano Safra, ou seja ganhar escala. **Relação com auditoria do TCU:** De acordo com a deliberação 9.3 ["Recomendar aos Ministérios "]. Conforme § 222 "(...)."	**Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	critérios compatíveis e incorporem valores de preservação ambiental. Note que não é um aspecto que precisa ser alterado na PNMC e nem no Plano ABV, mas que é revelado justamente pela avaliação da política pública, sendo este um grande mérito. **Contextualização:** Por força do art. 170, VI, da CF/88: "Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003)" Sobre o Plano ABC, O dado revela que, ao menos no aspecto econômico, a PNMC, por meio do Plano ABC, mais especificamente do Programa ABC (linha de financiamento) não foi capaz de influenciar a destinação de recursos. Foi muito discutido que outras linhas de crédito são menos burocráticas e demandam menos critérios para obtenção de crédito (Fala Raoni GT4 14:48) **Justificativa:** Destaca-se, no entanto, que, se o resultado almejado é redução de emissão e adoção de uma agricultura prolífica em técnicas modernas de produção com ganhos de produtividade capazes de aumentar a	**Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**

			produtividade de modo a se tornar compatível com a proteção do meio ambiente, é necessário que as demais linhas de crédito atentem para os mesmos critérios. **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	
4.5. ESPAÇO LÓGICO CONFERIDO A INCENTIVOS FISCAIS, COMO PROMOCIONAIS, AOS IMPLEMENTADORES DA PNMC **Definição:** A política deve proporcionar que o cumprimento das prescrições seja valorizado **Parâmetro:** (Quanto maior a valorização do cumprimento, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Instrumentos Financeiros:</u> Relacionar a discussão de incentivos no âmbito das discussões de Reforma Fiscal **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
4.6. PARA O FUTURO, CAPACIDADE DE OS INCENTIVOS FISCAIS INSTITUÍDOS REALMENTE INCENTIVAREM COMPORTAMENTOS **Definição:** A parafiscalidade precisas trabalhar a favor do combate à mudança do clima. **Parâmetro:** (Quanto mais seguros e promocionais, melhor)	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** COMENTÁRIO AP Seria interessante ouvir André sobre o Rota2030. Se não me engano, o programa dá incentivos fiscais para pesquisas em motores a combustão. Poderia, por exemplo, ser motores elétricos. Faria mais sentido...	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Em um segundo momento, verificar, para os diferentes setores, políticas que apresentam algum nível de conflito com as diretrizes e compromissos relacionados à PNMC. **Contextualização:** **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**

Natureza: Qualitativo	**Relação com auditoria do TCU:**			
4.7. CAPACIDADE DE OS INCENTIVOS AJUSTAREM-SE ÀS NECESSIDADES DE SETOR A SETOR **Definição:** As demandas por resultados induzidos mediante incentivos têm que ser aplicadas transversalmente a todos os setores da economia **Parâmetro:** (Quanto mais ajustáveis, melhor) **Natureza:** Qualitativo	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** **Relação com auditoria do TCU:**	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** **Contextualização:** Por força do art. 170, VI, da CF/88: "Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003)" **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** **Linguagem simplificada:**
4.8. ORÇAMENTO SUFICIENTE E GASTOS COMPATÍVEIS **Definição:** os recursos para as ações precisam estar disponíveis na proporção necessária ao cumprimento. **Parâmetro:** (Quanto mais disponibilidade de recursos necessários, melhor)	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** Plano ABC: Raoni (16:36) destacou a importância de serem destinados recursos para pesquisa com o objetivo de avaliar (ex-post e ex-ante) a efetividade das políticas em termos de custo efetividade do que foi realizado de maneira adicional e que não aconteceria na ausência da política.	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** "Vincular recursos para a agenda de clima de tal modo que o controle da destinação seja transparente quanto às intersecções entre as matérias - sejam as fontes de recursos originárias advindas do montante próprio ao combate da mudança do clima, sejam de outras áreas. Ademais, incrementar recursos orçamentários e fazer uso de modelos não-orçamentários de geração de fonte de recursos em favor dos programas e planos que tenham tido êxito, bem como alimentar	**Proposições:** Indicação para o Poder Executivo levar ao ME a idealização de uma ferramenta que diagnostique e faça o cruzamento das intersecções financeiras do combate à mudança do clima com as outras áreas, comparando-as com as frações dos gastos dispensados pelas atividades contraproducentes à política de clima; e abarcando as esferas municipais, estaduais

Natureza: Quantitativo	Instrumentos Financeiros: Os financiamentos ligados à sustentabilidade (por exemplo, à biodiversidade, a protocolos marítimos, a resíduos) foram comentados como pertencentes a um conjunto que subentende transversalidade e complexidade de setores associados, bem como complexidade de leis aplicáveis em um regime de disciplina contendo intersecções nem sempre evidenciadas como relacionadas (direta ou indiretamente) com a agenda sobre mudança do clima. Sinalizou-se, nesse contexto, a propriedade em enfrentar essa transversalidade combinada com complexidade, pois, do contrário, a capacidade de implementar a política de clima fica fragilizada. Interessante mencionar a observação trazida à lume, nessa discussão, quando se trata de aproveitar o potencial que a política de clima pode trazer à sociedade bem impactada por seus programas/planos. **Relação com auditoria do TCU:** De acordo com a deliberação 9.2.1 ["Recomendar ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa, que adote providências no sentido de incentivar a utilização pelos produtores rurais das linhas de crédito voltadas		aqueles que tiveram insuficiência de recursos. Faz-se necessário responsabilizar pelas emissões que levam à mudança do clima e os recursos de indenização serem canalizados para alimentar a capacidade de diretamente diminuir a vulnerabilidade e realizar a reparação climática." Fortalecimento das redes existentes no sentido de aprimorar a colaboração entre governo, pesquisadores e iniciativa privada. À exemplo do ocorre no setor privado, parte dos recursos destinados à implantação do Plano ABC poderia ser destinado à Pesquisa e Desenvolvimento e ao aprimoramento da assistência técnica, apontada pelos técnicos como essencial para a incorporação de novas tecnologias. Aos pesquisadores poderia ser incentivada estudos de análise e monitoramento das ações bem como fomentar a pesquisa de inovações. Essa sugestão de maior articulação com Universidade, coincide também com a fala do Senador Wellington no início da audiência pública dos Planos Setoriais. **Contextualização:** A exemplo da fração Plano Safra vs Plano ABC [assim como outros exemplos], a proporção destinada à agenda negativa (diga-se, agenda marrom ou ações emissoras-causa da mudança clima ou aumento dos seus efeitos negativos, como a vulnerabilidade) tem sido maior do que aquela voltada à agenda positiva (isto é, agenda verde ou sustentável, preventiva). Considera-se que o alto custo de remediação (por exemplo, para gerenciar	e nacional, assim como as instituições financeiras oficiais em suas linhas de crédito e financiamento conforme o art. 8º da LPNMC. Legislativo apresentar pedidos de auditorias, ao TCU e Tribunais de Contas Estaduais, com o objetivo de levantar a quantidade necessária de recursos (públicos orçamentários e não orçamentários; privados; de fontes internas, externas e internacionais) para que progressivamente o Brasil deixe de ser uma economia movida a fonte energética proveniente de combustível fóssil em uma geração (25 anos), com vistas a ingressar em definitivo e massificadamente na economia de baixo carbono. Projeto de Lei Complementar (ou PL) que preveja artifício jurídico (ficção jurídica) por meio do qual o sistema financeiro passe a se nortear e planejar para não mais ofertar novos incentivos financeiros para atividades contraproducentes à política de clima, canalizando esses recursos para o uso massificado de tecnologias

	para preservação e recuperação florestal, tais como, o Produsa, Propflora e afins, disponibilizando e divulgando as tecnologias, capacitação e apoio técnicos necessários."]. Como proposta de encaminhamento § 25: "§ 25. Com relação à recomendação exarada pelo TCU, entendemos que houve avanços no que tange a capacitação e apoio técnico aos produtores. Ainda, houve aumento na aplicação de recursos de linhas de crédito destinadas ao financiamento de atividades destinadas à redução de gases de efeito estufa (GEE) e ao estímulo da agropecuária sustentável por meio do Programa ABC. Desta maneira, entendemos que a recomendação 9.2.1 foi implementada." "De acordo com a deliberação 9.2.3 ["Recomendar ao MDA (...) foi implementada". Como proposta de encaminhamento § 34: "§ 34 Entendemos (...) floresta sustentável." De acordo com a deliberação 9.4.1 ["Adote medidas efetivas (...) metas físicas e financeiras". Como proposta de encaminhamento § 39: "§ 39 Pelo exposto, ... comprometendo o alcance dos seus objetivos."		crises decorrentes de eventos extremos ou acidentes tecnológicos associados a eles) é válido para arcar com os danos das emissões já constatadas como também aquelas esperadas se cruzadas emissões possíveis com as estimativas de aumento da temperatura. Em síntese, chegou-se a tal cenário, que mesmo diante da escassez por recursos, há necessidade de romper a visão obtusa de não incrementar o preventivo. **Justificativa:** Uma parte dos recursos tem razão de ser em função da necessidade de se preparar para serem remediados os danos decorrentes da mudança do clima já causada por força de emissão passada; outra parte de recursos diz respeito a financiar as ações que evitarão mais mudança do clima. Ainda que se possa justificar elevado investimento na remediação, dada a concentração de gases de efeito estufa a que se chegou, o fato é que o comportamento prioritário financiável é o da não-emissão - sob pena dos custos totais precisarem ser ainda maiores. Ficou evidente a necessidade de revisão dos Planos. No entanto, é necessário que se faça o acompanhamento da eficiência de implantação do plano para que se possa revisar, propor reajustes e incorporar novas técnicas que porventura sejam mais promissoras para o enfrentamento das mudanças do clima, tanto no aspecto de mitigação quanto adaptação **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	menos emissoras em carbono e já internalizando os custos de amortização dos impactos ambientais Das atividades financiadas que não apresentam alternativas tecnológicas de não-emissão. <u>Indicação</u> ao Poder Judiciário para que aplique as regras de responsabilização (? Princípio do Equador? Regras...) das instituições financeiras pelos danos e ameaças ao meio ambiente causados por ação ou omissão daqueles cujas atividades sejam por elas financiados, assim como a regras de responsabilização dos emissores e daqueles que tenham dever de gerir as crises climáticas ou gerenciar os efeitos adversos da mudança do clima. **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):** **Observações:** Parte-se da premissa que a determinação de ingresso na economia de baixo carbono já foi estabelecida no marco legal da política sobre

	De acordo com a deliberação 9.2.8 e 9.2.8.2 ["9.2.8 Recomendar ao Comitê Interministerial e ao Grupo Executivo sobre Mudança do Clima que: 9.2.8.2 Avalie a conveniência e oportunidade de implementar um sistema de gerenciamento para o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), a exemplo do modelo de gestão aplicado ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) "]. Conforme § 96, como Proposta de Encaminhamento, "§ 96. Entendemos que o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) ainda carece de um sistema de gerenciamento adequado, a exemplo do modelo de gestão aplicado ao Programa de Aceleração do Crescimento. A falta de tal sistema impede que sejam publicadas na Internet informações e resultados do PNMC para acompanhamento por parte dos interessados." "PAC".			mudança do clima. Assim, a sugestão de haver levantamento do custo das reduções de emissões e associar esse levantamento a balanços de geração a geração diz respeito à execução da política sobre mudança do clima por meio da utilização do Direito Promocional em paralelo ao Direito Punitivo. Desse modo, salienta-se que toda proposição resultante desta Avaliação é feita tendo-se ciência da realidade dos fatos em que há emissões que são necessárias e intrínsecas à atividade econômica e sobrevivência humana - porém, ainda assim, cabe nortear os comportamentos para o sentido da não-emissão ou da amortização dos impactos ambientais sempre que inevitáveis. **Linguagem simplificada:** Foram reunidas as principais contribuições.
4.9. COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES **Definição:** As medidas de mitigação e de adaptação permeiam pastas e áreas diversas, sendo necessária interação coordenada constante.	**Análise geral:** **Relação com temas abordados:** <u>Plano ABC:</u> Gustavo Mozzer destacou a importância do Plano ABC para sistematização de boas práticas do setor privado e	**Considerações gerais:** **Norma implementada?** **Nível de *compliance*:** **Nota (0 a 3):**	**Recomendação:** Ver comentário em orçamento, principalmente na questão de assistência técnica. As técnicas são conhecidas, mas foi revelado que a incorporação pelo produtor demanda assistência. **Contextualização:**	**Proposições:** **Intersecção com a norma:** **Enquadramento no encaminhamento (Governança, Orçamento ou Força Legal):**

Parâmetro: (Quanto maior a interação coordenada no exercício das competências, melhor) **Natureza:** Qualitativo	desenvolvimento de pesquisas do setor (15:10) **Relação com auditoria do TCU:**		I - Soberania nacional;". Com isso, cada impacto ambiental produz um efeito jurídico. **Justificativa:** **Situação (vinculação a artigo da PNMC):**	**Observações:** **Linguagem simplificada:**

Documento elaborado por: Instituto Vale

Data: 11/11/2019

Atividade: Contribuição Instituto Vale

Ext.51/2019

Brasília, 11 de novembro de 2019

A Sua Excelência o Senhor
FABIANO CONTARATO
Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal
Senado Federal, Anexo 2, Ala Afonso Arinos, Gabinete 06
Brasília/DF

Assunto: Resposta ao Of. 259/2019-CMA/SF

Senhor Senador,

Em atenção ao **Ofício nº 259/2019/CMA/SF**, dirigido ao Dr. José Oswaldo Siqueira, Diretor do Instituto Tecnológico Vale (ITV) e, em decorrência da reunião realizada no dia 22 de outubro no Senado Federal entre representantes da Vale S.A e membros da Comissão de Meio Ambiente (CMA) do Senado Federal, gostaríamos de informar que:

O ITV desenvolveu uma metodologia e programa de computador para o cálculo do aumento da temperatura média da superfície do planeta e aumento do nível médio do mar resultantes das emissões de gases de efeito estufa. A análise pode ser feita no nível individual do agente/setor emissor durante qualquer intervalo de tempo.

Esse programa, denominado ITVCM, foi utilizado para o cálculo do aumento de temperatura resultante da produção de minério de ferro na mina de Carajás (PA) e para a produção da mesma quantidade de minério de ferro na nova mina paraense denominada S11D. Com a nova tecnologia, a S11D produziu aumento de temperatura menor do que a de Carajás.

Sendo assim, o programa ITVCM pode ser utilizado para comparar o aumento de temperatura verificado – ou esperado – como resultado de diferentes opções de políticas públicas de combate à mudança do clima. Embora a formulação de políticas necessariamente leve em consideração uma série de fatores, como no caso que se trata de políticas na área de mudança do clima, o programa poderia ser utilizado para quantificar o efeito de cada política proposta. Para isso, a aplicação efetiva da metodologia à avaliação de casos concretos de políticas públicas deverá ser iniciada com a inserção dos dados de emissões de gases de efeito estufa.

Cumpre salientar que o aumento de temperatura é a métrica universal para a avaliação da mudança do clima. Sendo utilizado na estimativa dos danos, dos custos de adaptação e até mesmo do Acordo de Paris, do qual o Brasil faz parte.

Nessa linha, a Vale reconhece as mudanças climáticas como um dos maiores desafios da sociedade e um dos maiores riscos para a humanidade, biodiversidade e o planeta. Estamos comprometidos em mitigar as emissões de gases de efeito estufa internamente e na nossa cadeia de valor visando contribuir com a meta definida no Acordo de Paris de limitar o aquecimento global a menos de 2ºC.

Assim, sentimo-nos honrados em sermos convidados a contribuir com análises sobre mudança do clima da CMA do Senado Federal e temos interesse em apoiar estudos técnicos sobre o assunto.

Por isso, temos a satisfação de colocar o Professor Luiz Gylvan Meira Filho à disposição para apoio consultivo e, caso haja o interesse em aprofundar e detalhar os desdobramentos da referida análise, em um plano de trabalho, a Vale S.A também está pronta para apoiá-los no que for necessário.

Renovando os votos de profunda consideração e estima, ressaltamos que o conhecimento desenvolvido pelo ITV está à disposição desta i. Comissão.

Respeitosamente,

Luiz Ricardo de Medeiros Santiago
Diretor de Relações Governamentais

Documento elaborado por: Compilação de reuniões de Audiência Pública – Contribuição LACLIMA

Data: 20/11/2019 – LACLIMA

Atividade: Contribuição LACLIMA

São Paulo, 20 de Novembro de 2019.

A Sra. Flávia Frangetto
Secretaria de Apoio à Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal

Por e-mail a scomcma@senado.leg.br e flavia.frangetto@senado.leg.br

Ref: Comentários às audiências públicas realizadas pela Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal para revisão da implementação da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC)

Prezada Sra.

A LACLIMA – Latin American Climate Lawyers Initiative for Mobilizing Action - é uma recém-inaugurada rede de advogados e advogadas dedicados aos estudos do direito das mudanças do clima na América Latina, com atuação inicialmente no Brasil. Embora ainda incipiente, nossa rede conta com mais de 150 advogados e advogadas brasileiros que desde a metade de 2019 estão se engajando para contribuir com o desenvolvimento desse direito no Brasil e implementação dos compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito internacional, bem como visando apoiar a estruturação de soluções jurídicas para a descarbonização da economia brasileira e a adaptação à mudança do clima no país.

É com grande satisfação que vimos apresentar nossas considerações quanto às importantes discussões que foram travadas nas audiências públicas realizadas por ocasião dos trabalhos de revisão da PNMC, quais sejam:

Informações sobre estimativas e compromissos no âmbito da PNMC (29a Reunião do CMA/2019)
Informações relativas aos Instrumentos financeiros da PNMC (38a Reunião do CMA/2019)
Contribuições para avaliação dos planos setoriais da PNMC (43a Reunião do CMA/2019)
Contribuições para avaliação do Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC) (46a Reunião do CMA/2019)
Contribuições em aspectos jurídicos da PNMC (52a Reunião do CMA/2019)

Nossos comentários estão relacionados às seguintes audiências e temas:

I - Informações relativas aos Instrumentos financeiros da PNMC

Considerando as recomendações e ponderações dos participantes, entendemos

que:

- A recomendação do Sr. Ronaldo Seroa da Motta no sentido de que sejam empregados mecanismos financeiros voltados para setores elétrico e industrial para fins de **diversificação dos setores de mitigação** tem bons fundamentos, e a diversificação tende a ser positiva dado o vasto potencial de oportunidades de mitigação no Brasil, sobretudo nesses setores citados. Faltou indicação clara de quais mecanismos financeiros seriam adequados para essa finalidade, mas a provocação é pertinente.
- Sobre a **proposta de implementação de mercado de carbono no Brasil** com alocação de quantidade máxima de emissões, por meio de adoção de um marco regulatório, o ponto merece ser objeto de ponderação, levando em conta o trâmite necessário para criação de um marco regulatório eficiente vis-à-vis os prazos das metas de redução. Além disso, o Banco Mundial indica[1] que as iniciativas de precificação locais existentes pelo mundo são mistas (tributo ou mercado de carbono), havendo outras implícitas como redução de isenções fiscais a combustíveis fósseis. É importante que se analise de forma ampla a questão, considerando a experiência com o MDL e os tributos existentes no Brasil. Sabemos que o projeto Partnership for Market Readiness ("PMR"), financiado pelo Banco Mundial, já está apoiando esta avaliação no Brasil junto ao Ministério da Economia. Seria pertinente garantir que estes estudos do PMR serão concluídos com brevidade, para que se proceda à execução das medidas mais adequadas para a precificação de carbono do Brasil com brevidade, sobretudo considerando que decisões importantes sobre os mercados de carbono estão na iminência de ser tomadas nas rodadas de negociação do artigo 6º do Acordo de Paris nesta COP 25, por meio do qual se confirmará a manutenção das condições previstas no Protocolo de Kyoto, entre outras medidas, sendo certo que, uma vez adotadas tais medidas, os movimentos de precificação de carbono no mundo poderão ser acelerados.
- Sobre a proposta de Beto Mesquita para desenvolvimento de **instrumentos financeiros com foco em aspectos florestais**, entendemos oportuna, mas se trata ainda de proposta vaga. Os instrumentos do artigo 41 da Lei nº 12.651/2012 têm potencial para serem melhor desenvolvidos e têm a vantagem de já estarem positivados. Cabe salientar que há mecanismos de financiamento já contidos no modelo de REDD+ que o Brasil vem sustentando e que levaram ao desenvolvimento de constituição de fundos como o Fundo Amazônia.[2]
- Quanto à recomendação de Juliano Assunção sobre o **alinhamento das políticas de crédito rural às políticas ambientais e de clima**, a proposta é valiosa, mas seria necessário explorar o tema a fundo para entender como operacionalizar a recomendação. É possível considerar a inclusão de obrigações específicas relativas à política de clima na regulação que trata da concessão de crédito rural – não somente ao Planos Safra, mas também ao Pronaf e ao Pronamp, por exemplo. Tais políticas podem ser incluídas como obrigação principal de bancos de fomento e instituições financeiras,

[1] http://documents.worldbank.org/curated/en/191801559846379845/pdf/State-and-Trends-of-Carbon-Pricing-2019.pdf

[2] https://redd.unfccc.int/submissions.html?country=BR

similar às políticas de compliance, obrigatórias em qualquer contratação.

- Finalmente, quanto à recomendação de Linda Murasawa no sentido de maior **planejamento para a precificação de carbono no Brasil**, concordamos com a necessidade de planejamento e segurança jurídica, daí a importância da adoção de medidas de comando e controle ou de regulação para organizar e garantir o ambiente favorável e seguro para viabilizar transações de ativos de mitigação climática em ambiente primário (créditos de carbono) e secundário (derivativos, por exemplo). Acreditamos que as recomendações do IPCC[3] no seu 5o Relatório de Avaliação de Mudanças do Clima de 2014 que analisam potenciais instrumentos financeiros e ambientes regulatórios favoráveis podem ser consideradas para eventual adaptação ao nosso contexto regulatório no Brasil.

II - Contribuições para avaliação dos planos setoriais da PNMC

Considerando as recomendações e ponderações dos participantes, entendemos que:

- Concordamos que há necessidade de uma política de monitoramento pelo poder e órgãos públicos, para que seja feita uma avaliação durante a implantação da PNMC, a fim de identificar e reajustar eventuais "falhas" na elaboração e expectativa das metas. Tal **acompanhamento permite modular e ajustar as políticas setoriais** de forma dinâmica e consistente com a dinâmica da transição para uma economia de baixo carbono, como no caso das políticas energéticas, que devem a rigor considerar uma gradual maior independência de combustíveis fósseis; mas também valendo para outros setores de atividades que sejam carbono-intensivas e que precisam gradativamente se descarbonizar, o que pode ser feito em maior ou menor velocidade de acordo com as circunstâncias políticas, econômicas e climáticas.
- Sobre a necessidade de **articulação de entes subnacionais e descentralização de competências** para otimização de esforços de endereçamento da crise climática por estados e municípios, entendemos oportuno usar o pacto federativo em prol de uma melhor eficácia da PNMC. Estados e municípios podem contribuir com suas visões diversas e olhar adequado às peculiaridades regionais para o sucesso da PNMC.
- Da mesma forma, concordamos que é importante haver um olhar integrado entre os setores para garantir que as **reduções de emissões ocorram em todos os setores de forma balanceada**, sendo oportuno que a PNMC reflita esse comando de que os planos setoriais devem ser estabelecidos com metas e resultados proporcionais e balanceados entre si em termos de ambição das medidas, mas também cuidando para que este balanceamento seja garantido na velocidade de execução dos planos.

[3] https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/cross-cutting-investment-and-finance-issues/

III - Contribuições para avaliação do Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC)

Considerando as recomendações e ponderações dos participantes, entendemos que:

- Tendo em vista os desafios de **articulação entre o Plano Safra e o Plano ABC**, entendemos que seria de se considerar a criação de uma linha sustentável do Plano Safra, voltado justamente a produtores que atendam as disposições do Código Florestal e destinem os recursos captados para ações que envolvam uma redução nas emissões de GEE e outros ganhos socioambientais. Além disso, é importante haver maior destinação dos recursos do Plano Safra para o ABC para viabilizar o cumprimento da NDC brasileira no setor do agronegócio. Seria oportuno haver um posicionamento institucional desta Casa no sentido de recomendar e encorajar os atores correlatos a adotarem essas medidas, ou verificar se este comando pode ser trazido com mais clareza no texto da PNMC;
- Quanto ao futuro do ABC, lembramos que, em linha com a NDC brasileira, o Plano ABC **precisará ser revisado e renovado para uma nova fase** pela CENABC (2ª fase). Entendemos que é importante que sejam criados os instrumentos normativos e/ou a articulação política necessária para vincular a renovação do Plano ABC ao cenário da NDC brasileira e a uma visão renovada da PNMC na ótica do Acordo de Paris, incluindo para garantir que esta revisão considerará a pertinente recomendação de (i) Marcelo Medeiros, no sentido de que a recuperação de áreas de pastagem degradadas seja enfoque do Plano ABC para garantir aumento da produtividade da agropecuária brasileira sem acarretar mais desmatamento; (ii) Leila Harfuch, no sentido de trazer para a narrativa do plano questões como resiliência, ganhos de produtividade e de renda, e incorporação de práticas sustentáveis ligadas à redução como adaptação;
- Dentre as modificações também entendemos que modificar a **metodologia de comunicação do Plano ABC** para utilizar uma linguagem mais direcionada aos seus efetivos atores - os produtores rurais - é uma medida que se faz necessária para popularizar e disseminar os programas e as ações do Plano. Como mencionado pelos especialistas, e de acordo com nossa experiência, apenas uma pequena parcela de produtores rurais possui conhecimento técnico suficiente para entender linguagens cientificas, técnicas e financeiras do agronegócio para saber exatamente qual seria o ganho de produtividade e renda obtida por meio da implementação de métodos de produção que visem a redução de GEE. A maioria dos produtores rurais são pequenos e médios produtores, que geralmente não possuem assistência técnica que os auxiliem com essa demanda. Soma-se a isso uma comunicação falha e desentendida, criando-se um cenário de distanciamento entre o pequeno e médio produtor rural das políticas agrícolas de baixo carbono;
- Quanto às ponderações de Leila Harfuch sobre incentivos para quem implementa o Código Florestal, entendemos que seria oportuno recomendar ao BACEN a **revisão da Resolução BACEN 3.986/2010** para prever uma linha de crédito mais vantajosa para produtores rurais que

demonstrem o cumprimento das disposições do Código Florestal (via Cadastro Ambiental Rural, por exemplo) e invistam em culturas agrícolas que tendem a ser mais adaptadas à determinada região geográfica (conforme avaliado pelo Estudo Brasil 2040, por exemplo). As vantagens competitivas podem envolver, além de taxas menores, também a oferta de assistência técnica pela instituição financeira;

- Com relação à Plataforma ABC, implementada no âmbito do sistema de meio ambiente da EMBRAPA, ela possui a missão de articular ações multifuncionais de monitoramento da redução das emissões de GEE da agropecuária brasileira, sobretudo as reduções derivadas das ações previstas e em execução pelo Plano ABC. De fato a ideia de ter uma Plataforma/Sistema que consolide as informações de ações de redução de emissão, seus sucessos e fracassos, é essencial para uma adequada aplicação da PNMC. Em um país de território vasto como o Brasil, o sucesso dessa política depende intrinsicamente do mapeamento dessas informações para fins de identificar as vulnerabilidades e fomentar ações de mitigação dessas vulnerabilidades para alcançar as metas previstas. Contudo, seria pertinente haver, dentre os instrumentos trazidos na PNMC, um **sistema de monitoramento ligado ao Ministério do Meio Ambiente e da Agricultura** (talvez em conexão com as informações do CAR e/ou no âmbito deste). Uma previsão legal com atribuição de competências e organizações bem delimitadas poderia fortalecer a implementação desse sistema de monitoramento. Ademais, **eventual sistema poderia ser integrado e abrangente** o suficiente para ser capaz de reunir e cruzar informações sobre (i) os recursos financeiros concedidos em todos os programas voltados à redução de GEE (não só do Plano ABC), (ii) quanto desses recursos foram efetivamente aplicados pelos tomadores de crédito em ações de redução de GEE, (iii) os sucessos e fracassos das tecnologias e/ou ações realizadas pelos tomadores; (iv) deficiências regionais ou setoriais nas ações realizadas para fins de revisão dos programas em implementação; (v) mensuração do impacto dessas ações e criação de indicadores de práticas e tecnologias; e (vi) monitoramento por meio de imagens de satélite para fiscalização da efetividade das ações implementadas. A obtenção, compilação e organização dessas informações são imprescindíveis para a avaliação da qualidade dos programas implementados e os seus impactos na redução de GEE, para avaliar eventuais realocações de recursos, para prestar contas perante a sociedade sobre a efetividade das políticas implementadas e os recursos e esforços públicos nelas empregados, bem como para atrair novos players do mercado.
- Por fim, com relação à recomendação de Raoni Rajão sobre **condicionar a concessão de crédito agropecuário de linhas de crédito incentivadas à regularidade do produtor rural perante a legislação ambiental**, notadamente ao que se refere às áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, para isso seria necessário alterar a PNMC e normas legais e/ou infralegais (que tratem da concessão de créditos incentivados para agropecuária), para incluir como condicionante para concessão do crédito a provação pelo tomador de sua regularidade ambiental. Seria cabível para tanto alterar a redação do inc. VII, do art. 6º da PNMC da seguinte maneira:

Art. 6º São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima: VII - as linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados, desde que comprovada a regularidade do tomador do crédito perante a legislação ambiental vigente (a regularidade perante a legislação não necessariamente significa a ausência total de irregularidade no imóvel, uma vez que o produtor pode estar incluído em Plano de Regularização Ambiental, ou pode estar cumprindo obrigações de recuperação/regeneração/compensação de mata nativa). Cabe salientar, contudo, como já dito, que tais exigências podem se mostrar inviáveis de serem atendidas por pequenos e médios produtores rurais sem a devida capacitação ou assistência técnica, sendo importante também assegurar mecanismos de facilitação de acesso ao crédito que enderecem essas dificuldades relacionadas ao compliance ambiental.

IV - Contribuições em aspectos jurídicos da PNMC

Considerando as recomendações e ponderações dos participantes, entendemos que:

- Com relação aos **riscos de descontinuação da PNMC** por razões de ordem política, e a necessidade de se garantir transparência das ações governamentais na tomada de decisões de mudança do clima e implementação da PNMC, entendemos que seria pertinente que esses riscos e necessidades fossem endereçados por meio de disposições mais vinculantes no ordenamento jurídico brasileiro, com previsão normativa cujo processo de alteração e modificação fosse mais rígido, em observância ao Princípio Constitucional da Proibição de Retrocesso Social em Direitos Fundamentais, sendo o direito a um meio ambiente saudável e equilibrado direito fundamental garantido constitucionalmente.
- Neste contexto, note-se a recomendação de André Lima para **inclusão expressa das mudanças climáticas na CF-88**, como fundamento e princípio da Ordem Econômica e Financeira, abarcando a propriedade, função social da propriedade, direito do consumidor, meio ambiente, dentre outros e o ”enfrentamento e adaptação às mudanças climáticas”, uma vez que envolve além das questões ambientais, questões de ordem econômica. Não obstante seja possível discutir uma interpretação sistemática da CF que permite entender o recepcionamento das mudanças climáticas neste contexto, certamente a inclusão expressa dos termos relacionados às mudanças climáticas, sobretudo das expressões de adaptação à mudança do clima, conceito mais transversal, facilita a tomada de decisão e adoção das medidas cabíveis em todos os níveis, o que é pertinente tendo em vista a urgência que o enfrentamento da questão requer; bem como facilita a percepção do tema para todos os públicos de interesse, inclusive para o legislador, o executivo, e os agentes que no dia-

a-dia executam e promovem o "enforcement" das obrigações correlatas, inclusive as de meio ambiente, para que melhor sejam capazes de aplicar as noções relacionadas a mudança do clima no que couber;

- Ainda nesta linha, é particularmente preocupante e requer ação rápida o fato de **não haver lei específica infraconstitucional que trate das metas climáticas** de médio e longo prazo, de modo que a PNMC trata de metas somente até 2020. A atualização das novas metas baseadas nas NDCs vindouras precisa estar positivada e ter sua sistemática governada de forma clara na PNMC ou legislação própria e específica. Veja-se que ao ratificar o Acordo de Paris o Brasil se compromete a manter, comunicar e renovar periodicamente, a cada 05 anos, uma NDC que deve ser progressivamente mais ambiciosa que a anterior. O fluxo de ações, o sistema de governança, as instituições e as diretrizes que vão assegurar que o Brasil continuamente cumpra esta obrigação internacional de caráter vinculante precisam estar previstos expressamente em texto legal.
- Como já tratado aqui neste documento, há necessidade de **descentralização das ações de mudanças climáticas por meio do pacto federativo**, e aqui reforçamos que há que um potencial criativo, e por vezes maior autonomia e condições concretas por parte dos entes federativos, para mudança de paradigma, inclusive no que diz respeito à exploração de negócios. Vide, por exemplo, a iniciativa no RJ do Projeto de Lei 997/2019 para instituir a Política Estadual de Investimentos e Negócios de Impacto Social, cujo Artigo 2, Parágrafo único prevê que os empreendimentos que visam a gerar impactos socioambientais deverão atuar na promoção do bem-estar da comunidade em que atuam em âmbito local e estadual, nas áreas de defesa do meio-ambiente; do consumidor e da livre- concorrência; bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e da ordem urbanística, etc, devendo observar regras específicas de transparência e governança, nos termos da lei. Nada impede que atributos de clima sejam adicionados de forma clara a esse tipo de política subnacional;
- Sem prejuízo das discussões que estão sendo travadas no PMR quanto à precificação de carbono, uma **reforma tributária pode contribuir** para fomentar o desenvolvimento sustentável, sendo a extrafiscalidade tributária potencial ferramenta eficaz no processo de implementação da PNMC. Entretanto, é importante frisar que as especificidades de cada setor devem ser consideradas quando da definição de incentivos fiscais, isenções ou outras alterações tributárias que visem fomentar atitudes pró-clima e desestimular a manutenção do status quo com relação às operações econômicas emissoras de gases. Neste sentido, seria interessante considerar um pacote tributário de reforma específico para cada atividade/setor (alinhado com os planos setorias), de acordo com o nível de emissão por ele causado, bem como a carga tributária que lhe é

específica. A distribuição dessa desoneração pelas esferas públicas também deve ser considerada para fins de equilíbrio orçamentário ou criação de meios de compensação orçamentária justa entre os entes. A questão da inconstitucionalidade da destinação específica da arrecadação de impostos (que vão para os cofres públicos e estes definem o seu destino); e a possiblidade de repartição de receita tributária entre os entes da Federação (matéria de Direito Financeiro) são fatores importantes a considerar.

Sendo essas as considerações que tínhamos a fazer para o momento, desejamos votos de elevada estima e consideração e permanecemos à disposição para continuar discutindo esse importante tema.

Cordialmente,

Caroline Prolo

Equipe LACLIMA

Este material foi elaborado com a participação dos seguintes membros da LACLIMA:

Alice Amorim Vogas
Ana Carolina de Mello e Souza
Ana Trevizan
Andresa Tatiana da Silva
André Castro
Beatriz de Azevedo Marcico Pereira
Bianca Longo
Caio Borges
Eliza Donda
Felipe Carmona
Fernanda Rotta
Jéssica Hipólito
Juliana Marcussi

Karine Duarte
Lívia Rossi
Mariana Barbosa
Renata Candemil
Rodrigo Sluminsky
Suzane Merlo

Audiência Pública Revisão da PNMC
Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal

Informações sobre estimativas e compromissos no âmbito da PNMC

35ª REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA

Data: 29/08/2019, às 10h

Contexto: Foram convidados 04 cientistas renomados para participar da 35ª Reunião Extraordinária. Cada um deles explanou por um período aproximado de 25 minutos. Ao final das apresentações foi dado início à sessão de perguntas e respostas em audiência pública.

Apresentação Sr. Mauro Meirelles Oliveira Santos - Professor e pesquisador na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

- A Convenção do Clima estabeleceu que todos os países devem fazer sua comunicação nacional. O Brasil já submeteu 3 comunicações nacionais, com diversas observações sobre o país, que inclui o plano de contenção do efeito estufa. A primeira comunicação nacional ocorreu em 2004, e a terceira em 2016. Há previsão de que a quarta seja feita em dezembro de 2020. A comissão do clima auxilia financeiramente o brasil a fazer sua comunicação nacional.

- A comunicação segue uma metodologia internacional. O inventário é um exercício bem complicado, pois abrange dados do país inteiro. Ele prima pela transparência das informações.

- Gás é uma coisa invisível, mas tem que ser estimado através de métodos. É muito complexo e difícil de se obter uma precisão. Diante disso, é necessário que haja um compromisso entre o custo e o que é possível de ser calculado.

- O inventario estima uma totalidade que contempla todo o país. Por exemplo, se a população troca o carro por bicicleta, isso não aparece como uma ação, mas no inventário é captada a diminuição do uso de combustíveis. Assim, não é possível individualizar qual a ação que resultou na diminuição de emissão de gases. Outro exemplo: Energia eólica reduz as emissões de termelétricas.

- Através dos relatórios gerados pelos aterros sanitários do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) se obtém as informações do quanto foi sua redução de emissões de gases.

- A Lei 12.187/2009 (PNMC) definiu percentuais máximo e mínimo de redução. O Decreto 7390/2010 atende a lei 12187/2009 e detalha as ações que o brasil poderia se comprometer com elas. Este decreto foi substituído pelo decreto 9578/2018, mas tem as mesmas definições em termos de números e ações. Foi definido que o Brasil tivesse estimativas anuais, e não mais de 4 em 4 anos, como estava acontecendo antes.

- Foram publicadas 4 edições de inventário e a 5 está quase pronta. As estimativas pegam o último inventario e se atualizam com os dados do IBGE e de outras fontes públicas.

- Referente aos compromissos assumidos pelo Brasil, a lei inicial estabeleceu metas voluntárias de redução de 36,1 a 38,9, que se manteve. No Acordo de Paris, o Brasil informou outras ações para um período maior: A NDC, em setembro de 2016 - compromisso de reduzir 37% abaixo dos níveis de 2005 em 2025. E a redução de 43% em 2030. A primeira parte do documento contém o compromisso propriamente dito, e a segunda parte apresentam as ações que poderão ser feitas para o Brasil atingir estas metas.

- Cada vez que o inventario é feito ele pode ter um recalculo, caso haja uma nova fonte de informação ou seja encontrado algum erro de cálculo. Essa possibilidade de mudança de valores confunde um pouco para a fixação de quantidade da redução em toneladas. Existem outras dificuldades, como a inexistência de mecanismos de controle: por exemplo, (i) quanto do desmatamento da Amazônia é ilegal? Não existe um número ainda sobre isso. (ii) Aumento de eficiência energética. O último balanço de energia útil foi feito em 2004 e ainda não se tem previsão de quando irá sair um novo.

- A respeito das dificuldades que as pessoas tem na hora de somar os gases para saber o número de quanto o Brasil emite: 1. O metano é uma das principais fontes do Brasil por causa da fermentação entérica do gado bovino (arroto do boi). 2. Para se obter a quantidade de CO2 equivalente, o metano precisa ser multiplicado por um fator de aquecimento global (GWP), que pelo último dado é 28.

- Já o Índice de Temperatura Global (GTP) visa a quantidade de temperatura final. Neste o metano deve ser multiplicado por 4.

- O Brasil está dentro das metas assumidas no compromisso de 2010. O Brasil precisa limitar o crescimento de emissões se quiser cumprir o Acordo de Paris.

Sra. Karen Cope - Pesquisadora da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima)

- Na avaliação de uma política pública são abordadas algumas variáveis para chegar à conclusão de aquela política é eficaz, eficiente ou efetiva. A PNMC pode ser considerada uma política eficaz, pois alcançou suas metas e objetivos principais de redução de emissão de gás de efeito estufa e dos instrumentos de gestão que estão previstos na Lei 12187/2009. Fatores e fundamentos de sucesso:

    1. Clara de definição de competências distribuição e delegação de atribuição e responsabilidades, não apenas no âmbito do executivo, como também no papel ativo e proativo do legislativo.

    2. A Estruturação dos instrumentos de gestão e governança foram colocados de uma forma muito clara na PNMC.

3. Estabelecimento de mecanismos de reporte, relato e verificação (MRV).

4. Estabelecimento de projetos estruturantes. Grandes iniciativas ou empreendimentos de geração de conhecimento aplicado para a área especificas da política.

5. Financiamento/ investimento da política pública: qual a fonte do recurso.

- Na PNMC, até dezembro de 2018, houve uma distribuição muito clara de papeis no executivo federal, o que é um fator de sucesso (artigo 12, da Lei 12187/2009). Portanto, esta é uma recomendação para quando se fizer um plano de ação da NDC ou um plano de visão de longo prazo do país: estabelecer com clareza as competências e atribuições de papel a cada ministério e a cada grupo representado na governança do clima.

- Além disso, a agenda da PNMC foi prioridade na agenda do alto escalão da presidência e de todos os ministérios envolvidos, o que fez com que todo o processo de geração da informação, formulação de instrumentos e implementação chegasse rapidamente às instâncias decisórias, gerasse processo de tomada de decisão e fossem implementados. Assim, é fundamental a participação do alto escalão na tomada de decisão e a prioridade de agenda política, tanto no executivo quanto no legislativo.

- Por meio da coordenação da Casa Civil, o executivo estabeleceu um núcleo de articulação federativa, por meio do qual foi possível engajar em debates técnicos com os estados e municípios na formulação de instrumentos, no entendimento das demandas e desafios, e estabelecer processos confluentes de implementação, como elaboração do inventario a nível estadual. Então, o Núcleo de Articulação Federativa também é um fator de sucesso que deve ser reativado em ações futuras.

- O relacionamento com a comunidade acadêmica foi outro fator de sucesso. O envolvimento de cientistas foram autores ativos do processo, que criou uma imagem de muita solidez e robustez do Brasil na implementação da política de clima. Com isso, diversos países solicitaram ao Brasil o compartilhamento de informações e uma demonstração da implementação da política de clima.

- Participação social é um fator de sucesso. Antes mesmo de existir política de clima, existia o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima, instituído em 2000, que trouxe a participação da sociedade para o diálogo, e tratar de desafios e críticas. Neste sentido, considera-se que a política foi eficiente e eficaz, visto que permitiu o relacionamento entre atores diferentes, com especialidades diferentes.

- O governo estruturou um sistema robusto com métricas e metodologias internacionais de aferição de resultado, que são os inventários de emissão de gases de efeito estufa. Em 2015, o Ministério da Ciência e Tecnologia começou a elaboração de um projeto para a construção do sistema de observação dos impactos da mudança do clima, que embora ainda não esteja em andamento, será

fundamental para fundamentar um plano nacional de adaptação às mudanças do clima.

- Existem outros projetos estruturantes que são muito relevantes e recomendados para que a comissão use os resultados: 1) Projeto de Opções de Mitigação (reuniu a melhor ciência do país para criação de cenários e as consequentes projeções econômicas); 2) IES – Fórum Brasileiro da Mudança do Clima; 3) PMR - Ministério da Fazenda (estudos para a preparação de instrumentos de mercado, de financiamento e precificação de carbono).

- Há instrumentos de financiamento mais eficientes que outros para as políticas ambientais, em especial relacionadas a mudança de clima.

- As principais lacunas que a PNMC deixou foram: 1) a não implementação de um programa nacional de relato, que os demais países implementaram; e 2) Mecanismos de mobilização de capital, como o REDD, que avançaram mas não tiveram uma consolidação em tempo suficiente para que se possa fazer uma avaliação negativa ou positiva sobre o potencial de mobilização e captação de recursos.

Sr. Paulo Moutinho - Pesquisador no Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM)

- O IPCC publicou um novo relatório mostrando que o aquecimento nos ecossistemas terrestres está aumentando mais do que a média global.

- Avançamos muito na redução futura de emissões, fazendo a decisão de preservar a Floresta Amazônia, que é a maior floresta tropical do mundo e um grande irrigador de diversas atividades especialmente do agronegócio.

- Após as experiencias da PNMC, já se conhece o caminho a ser seguido: (i) campanhas de fiscalização; (ii) restrição a créditos a desmatadores; (iii) estabelecimento de novas áreas protegidas; (iv) processo planejado ao combate ao desmatamento e ao incêndio florestal.

- Durante esse processo de redução de desmatamento da Amazônia, aumentou a produção de grãos e carnes. Portanto, não faz sentido a ideia de que há necessidade de continuar com o desmatamento para expandir a área de produção, pois se tem quase 20 milhões de hectares de área já desmatadas que foram abandonadas ou que estão subutilizadas. Neste sentido, a recomendação é de que o governo busque como utilizar estas áreas já desmatadas para a produção.

- Em termos de redução de emissão, no período compreendido entre os anos de 1996 e 2005, o Brasil alcançou resultados quase equivalentes a todos os países europeus. Na Europa as ações adotadas geraram 400 bilhões de dólares sendo comercializados no mercado, enquanto que no Brasil se tem 1 bilhão do fundo Amazônia. Neste ponto, deve se verificar qual é a saída financeira para isso. Qual o mecanismo a ser adotado? O REDD pode ser a alternativa? Desoneração?

- Como diminuir a pegada do sistema tributário brasileiro: como fazer concessões tributárias para quem está fazendo certo e está buscando uma produção mais sustentável com menos desmatamento. Essa reforma tributária é necessária.

- Investir em mais conservação aumentará o PIB agrícola, através do uso da floresta de forma mais adequada.

- Pela lei de florestas públicas de 2006, as florestas públicas estaduais e federais precisam continuar florestas, ainda que possam ser florestas de produção. Ocorre que há uma área imensa (um "limbo cinza" de vários milhões de hectares) que não faz parte do inventário de florestas e não se tem mapeado a quem pertence o território e qual a destinação. É preciso entender todo o processo (mapeamento) fundiário do Brasil como um todo.

- É preciso combater o desmatamento ilegal. Neste setor existe muita corrupção e para enfrenta-la, é preciso começar combatendo a grilagem de florestas públicas.

- É preciso que seja entendido o que está acontecendo para tantos focos de incêndios florestais, pois em 2019 os incêndios estão quase todos correlacionados à limpeza após o desmate. É preciso retomar o plano nacional de combate de desmatamento que faz parte da PNMC, pois a estação seca na região Amazônia está recém começando.

- Sobre as medidas de mitigação e adaptação, é preciso a consolidação de áreas, buscar mecanismos inovadores e de longo prazo, avançar em algumas políticas como a Florestal, Agrária e Extrativista, bem como a PNGTI (terra indígena).

- Sobre finanças verdes, o programa ABC precisa ter muito mais recurso. De repente, transformar o plano SAFRA em um programa ABC, pois os agricultores não podem ser vistos como vilões. Muitos estão engajados em fazer da forma correta. O pecuarista e agricultor sério não podem ser prejudicados.

- Também é preciso ter cuidado pois existem Projetos de Lei na câmara e no senado que podem agravar o problema sobre o avanço do desmatamento e do fogo.

Sr. Gustavo Luedemann - Pesquisador no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)

- O que mais diferencia as emissões do Brasil dos demais países é o cuidado com o desmatamento de florestas. Por isso, a eficácia do PNMC está diretamente ligada à eficácia do Programa de Redução do Desmatamento.

- A agropecuária tem alguns incrementos nas emissões, porém, observa-se que ela está aumentando a produção sem aumentar as emissões. Por isso é importante incentivos do governo para que a agropecuária possa continuar se desenvolvendo sem significar um aumento de emissões.

- A matriz energética do Brasil é historicamente bastante limpa (hidrelétrica) e agora se tem a entrada massiva de fontes renováveis, e a substituição de gás

natural por outros fósseis mais intensivos em intensões. Não se vê o setor de energia como algo que possa ser um fator negativo futuramente.

- As metas futuras estabelecidas no Acordo de Paris para o Brasil são em relação aos resultados de 2005. São metas possíveis, factíveis. Para se chegar nesta meta é o que precisa ser definido com urgência. O fórum nacional de mudança do clima já apresentou no ano passado uma proposta inicial de implementação da contribuição brasileira – trata-se de um documento que mostra vários caminhos.
- O projeto de mitigação (já falado anteriormente pela pesquisadora Karen) utilizou em massa o peso da ciência brasileira, vários ministérios participaram. Neste estudo consistentemente trabalhou todos os setores em conjunto.
- Ainda assim, ainda é preciso editar com urgência um documento oficial sobre qual é o caminho a ser seguido pelo Brasil, para ser submetido ao Acordo de Paris.
- O governo federal está terminando agora o projeto PMR Brasil, onde são discutidas formas de precificação do carbono nos países. Os países estão tendendo a fazer isso para baixar as emissões, pois, enquanto as emissões não custam nada, os agentes não reduzem as emissões. Além disso, a partir da precificação, passaria ser possível criar um mercado de carbono com a venda dos excedentes de permissões que cada empresa teria.

Perguntas e Respostas

Comentários que surgiram durante essa sessão:

- Necessidade de adaptar o regime das reservas à atual situação de ocupação humana intensa.
- Qualquer estímulo financeiro é fundamental para auxiliar na manutenção da floresta nativa.
- Investir em compensações e conversão de multas em serviços ambientais.
- Sobre o fortalecimento e as alterações que precisam ser feitas na PNMC:
    - PNMC é bem escrita e completa (Karen)
    - PNMC precisa de reformas (Paulo Moutinho)
    - Precisa melhorar a governança e os mecanismos de implementação, mas por meio de reformas infralegais
    - Aperfeiçoar as competências do Executivo para monitorar planos, por exemplo, a execução dos planos setoriais
    - Revisão do ano de referência (2005) -> adiantar para refletir maior ambição. Ex.: 2010 ou 2011
    - Deve ser feita avaliação sobre a degradação florestal

- Os incentivos devem ser recalibrados. Ex.: fortalecimento do Plano ABC
- A PNMC deve dialogar com mecanismos financeiros que abarquem uma outra lógica econômica para manter a floresta em pé
- Diálogo entre PNMC e outros instrumentos, como o pagamento por serviços ambientais, o fundo de repasse para estados (ex.: mais recursos para estados que conservam mais e reduzem emissões)
- Mecanismos dentro da PNMC para educação e cidadania climática
- Tolerância zero à ilegalidade no desmatamento como 'mote' da revisão da política
- Área de uso da terra como área para 'pacificar' o debate
- Perfil de emissões do Brasil está mudando para ter a agricultura como principal fonte e Plano ABC é fundamental

SÍNTESE DAS RECOMENDAÇÕES

Os palestrantes fizeram uma análise dos fatores de sucesso da PNMC, que segundo sua opinião devem ser novamente implementados nas futuras políticas do clima. Também apresentaram as lacunas da PNMC e outras recomendações para que o Brasil consiga ser eficaz, eficiente e efetivo na redução de emissões de gases de efeito estufa, e cumpra as metas do Acordo de Paris.

Em síntese, foram feitas as seguintes recomendações: (i) clara definição de competências, distribuição e delegação de atribuição e responsabilidades, não apenas no âmbito do executivo, como também no papel ativo e proativo do legislativo; (ii) estruturação dos instrumentos de gestão e governança, sendo estabelecido com clareza as competências e atribuições de papel a cada ministério e a cada grupo representado na governança do clima; (iii) participação do alto escalão na tomada de decisão e a prioridade de agenda política, tanto no executivo quanto no legislativo; (iv) criação do Núcleo de Articulação Federativa, como foi feito na PNMC; (v) Estabelecimento de mecanismos de reporte, relato e verificação (MRV); (vi) Estabelecimento de projetos estruturantes, com iniciativas ou empreendimentos de geração de conhecimento aplicado para a área especificas da política; (vii) definição e criação das fontes do recurso da política do clima; (viii) forte relacionamento com a comunidade acadêmica; (ix) instrumentos de participação social, permitindo o relacionamento entre atores diferentes, com especialidades diferentes; (x) concessões tributárias para produtores que buscam uma produção mais sustentável com menos desmatamento; (xi) maior investimento em conservação de florestas públicas; (xii) combate ao desmatamento legal, com a retomada do Plano Nacional de Combate de Desmatamento, que faz parte da PNMC, e através de campanhas de fiscalização, restrição a créditos a desmatadores, estabelecimento de novas áreas protegidas; (xiii) incentivos do governo para que a agropecuária possa continuar se desenvolvendo sem significar um aumento de emissões; (xiv) implementação do sistema de observação dos impactos da mudança do clima elaborado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia; (xv) busca de um meio para que as atividades agropecuárias possam utilizar

as áreas já desmatadas e que estão abandonadas; (xvi) verificar viabilidade de implementar o projeto PMR Brasil, do governo federal, que visa a precificação do carbono.

As principais lacunas da PNMC que devem ser contornadas são as seguintes: (i) a não implementação de um programa nacional de relato, que os demais países implementaram; e (ii) mecanismos de mobilização de capital, como o REDD, que avançaram mas não tiveram uma consolidação em tempo suficiente para que se possa fazer uma avaliação negativa ou positiva sobre o potencial de mobilização e captação de recursos.

Além disso, foi exaltada a necessidade de cuidado com os Projetos de Lei que tramitam na Câmara e no Senado que podem agravar o problema sobre o avanço do desmatamento e do fogo.

Audiência Pública Revisão da PNMC
Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal

Contribuições para avaliação dos planos setoriais da PNMC

43ª REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA

Data: 26/09/2019

1º Apresentador: RICARDO ESPARTA - engenheiro químico (Representante de **Ecopart Assessoria Ltda.)**				
Principais desafios apontados:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
1. O objetivo da PNMC brasileira era cumprir uma meta futura independentemente do caminho ou possibilitar a transição para uma sustentabilidade ambiental, social e econômica.	Os obstáculos de mercado que temiam que as reduções de emissões trouxessem problemas para a economia, estabelecendo uma estagnação. Abordagem do Plano Decenal de Expansão de Energia – Plano Setorial para o Setor de energia. Pois ao ser o implementado o Plano Setorial em 2010 as metas já estavam cumpridas ou quase**.**	Utiliza uma fala de Karen Cope que falou em outra exposição na mesma comissão.	A maior falha foi a não implementação de um programa nacional de monitoramento. É preciso monitorar, para reportar, verificar e estabelecer pontos intermediários que possibilitem reajustar o plano. Desse modo as avaliações do plano devem ser contínuas para que possibilitem a ampliação das metas.	
2. As metas estabelecidas não levaram em conta realidades diversas no território brasileiro.	A falta de inclusão de entes subnacionais como Estados Federados e Municipios.		Trabalhar com Métricas. Incluir jurisdição, escolha adequada de ano base e alvo das metas, compromissos plurianuais, podendo utilizar publicações como WRI, 2014.	
O Brasil vai cumprir o que se comprometeu junto ao Acordo de Paris?	Diante de promessas do atual governo de “sair do acordo”, quais são os riscos? O Pacote de Proteção do Clima proposto na Alemanha estabelece uma conduta de mercado?		O produto brasileiro será mais barato, pois temos menos emissões na produção e utilizar políticas públicas que consagrem esse fato pode ser um início. Aproveitar as vantagens comparativas para torná-las competitivas.	

GIAMPAOLO QUEIROZ PELLEGRINO (engenheiro florestal - Embrapa Informática Agropecuária - Campinas. Coordenador do Portfólio de Mudanças Climáticas da Embrapa).				
Principais desafios levantados:	**Contexto:**	**Ponto reiterado?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
1º Promover a Adaptação da Agricultura com cobenefícios de mitigação.	1º Ainda numa realidade em que o agricultor precisa ser convencido a modificar sua forma de produzir para não visualizar custos e sim investimentos num produto que terá futuramente maior competitividade, é preciso mudar a forma de se comunicar.		Integração do Plano ABC Agricultura com baixa emissão de Carbono com o ZARC Zoneamento Agrícola de Risco Climático.	
2º Ampliação da adoção das tecnologias do Plano ABC para o cumprimento das NDC	O ABC está vinculado inicialmente às NAMAs, lá de 2010, 2009, e as NDCs acabaram praticamente dobrando o nosso compromisso para 2030. Então, a gente tem aí um desafio grande a cumprir.		Agricultura climaticamente inteligente. 1. Recuperação Pastagens Degradadas (RPD) 2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) 3. Sistema de Plantio Direto (SPD) 4. Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) 5. Florestas Plantadas (FP) 6. Tratamento de Dejetos Animais (TDA) 7. Adaptação Uso dos instrumentos de gestão: SIGABC - Sistema de Governança do Plano ABC (SIGABC) e Plataforma ABC - Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agropecuária	
3. Implementação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima	O Plano Nacional de Adaptação foi concebido. Ele não chegou a ser um plano com ações muito detalhadas e definidas, mas ele precisa também ser incorporado e ser		Colaborações da Embrapa para o Plano Nacional de Adaptação "Sugestões de Tópicos e Ações de Adaptação Relacionados ao Setor da Agricultura" (Dezembro 2014): Intensificação de aquisição e uso de informações;	

	mais integrado a essa discussão da política nacional.		Recursos hídricos e uso da água na agricultura; Combate à desertificação; Manejo de pragas e doenças Recursos genéticos e melhoramento; Uso da terra, zoneamento do risco e identificação de vulnerabilidade, modelagem, simulação e concepção de cenários integrados; Adaptação de sistemas de produção para a sua sustentabilidade econômica, social e ambiental; Transferência de tecnología Políticas públicas.	

FÁBIO MARQUES **(representante da empresa Plantar Carbon).**				
Principais desafios levantados:	**Contexto:**	**Ponto reiterado?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
1º. Abordagem integrada entre emissões e remoções de GEE. As emissões de GEE, do ponto de vista contábil, têm que ser apuradas de uma forma separada do uso da terra (que é remoção/sequestro de GEE), por uma série de questões metodológicas – e isso já é previsto pelo IPCC, pela própria Convenção da ONU, inclusive no âmbito do MDL, etc. Mas apurar separadamente não significa que esse balanço não possa ser feito e pensado de uma forma integrada.	No setor de energia, p. ex., você pode ter o uso de biomassa florestal como fonte de mitigação no sistema interligado nacional e, ao mesmo tempo, pode haver as remoções ou o sequestro de carbono gerado pelo suprimento daquela biomassa, inclusive restauração de áreas de conservação. **Isso pode ser trabalhado de uma forma integrada**, fazendo o balanço no nível macro.		1. A abordagem integrada é chave por diversos aspectos: - os potenciais de mitigação podem ficar mais óbvios e também haver mais justiça na avaliação de atividades produtivas, olhando não só a parte de emissões, mas também os potenciais no uso da terra; - equilibrar ênfases que às vezes podem ser exageradas em relação aos passivos que temos e aos desafios que temos estruturalmente como País; - temos ativos muito substantivos que precisam ser olhados numa abordagem equilibrada, inclusive, para que se tenha aí um portfólio sustentável, ativos que podem gerar	

			diferenciais reais para a economia brasileira. 2. Potencial de aplicação não apenas no setor ou setores de base florestal, mas também para uma série de segmentos na indústria e no agro que também podem ter um papel relevante nessa parte de mitigação.	
2. Há restrições de uso de determinados créditos de carbono, de determinadas atividades de mitigação, em mercados importantes, inclusive no sistema europeu de comércio de emissões	Hoje na análise das emissões acabamos olhando apenas os passivos e deixamos de lado os potenciais ativos em termos de oportunidades de mitigação.		Problema de comunicação. É importante trabalhar politicamente a coleta de dados de emissões e a sua avaliação integrada, valorizando a comunicação: "Então, se essa comunicação não ficar muito clara, esses potenciais ativos brasileiros, inclusive potencialmente ativos econômicos diretamente vinculados à nossa economia, acabam ficando mais ocultos do que deveriam."	
3º Aproveitar o potencial brasileiro para o mercado de carbono. ***"Brasil pode ser líder e daí a necessidade de protagonismo na construção de soluções técnicas e políticas para o tema"***	Projeto PMR, parceria com o Banco Mundial, estuda possibilidades de precificação de carbono no Brasil. Estamos aguardando a divulgação desses estudos, que estão sendo conduzidos no âmbito do Ministério da Economia.		Podemos ter uma abordagem baseada no balanço entre emissões e remoções de diversos setores que podem estar envolvidos com isso, o que é fundamental para que se tenha uma visão adequada do impacto econômico da variável carbono, não só da parte de emissões. Pode haver uma abordagem de créditos florestais por reflorestamento e restauração para atividades fora desse sistema regulado.Por fim, podem se aproveitar sinergias com as próprias cotas de reserva ambiental já em regulamentação pelo próprio Código Florestal Brasileiro.	

Audiência Pública da Revisão da PNMC
Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal

Contribuições para a avaliação do Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC)

Data: 30/09/2019
46ª REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA

Contextualização:

- O Plano Safra foi criado pelo governo federal em 2003 visando garantir o acesso a crédito pelo produtor rural. Ele é lançado anualmente e, especificamente em relação à edição 2019/2020, o Plano prevê um montante de R$ 225,59 bilhões, sendo R$ 169,33 bilhões para crédito rural (custeio, comercialização e industrialização) e R$ 53,41 bilhões para investimentos, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (**Plano ABC**) é fruto de um trabalho conduzido por mais de 100 pessoas, de ONGs, instituições governamentais e do setor privado, coordenado pela Casas Civil, MAPA e MDA. O Plano ABC é previsto como um dos planos por meio dos quais a PNMC se operacionaliza (conforme art. 17 do Decreto Federal 9.578/2018). Ele foi aprovado em maio de 2011, em reunião ordinária do Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (Gex/CIM) e tem vigência até 2020.
- O Gex/CIM foi instituído pelo Decreto Presidencial 6.263/2007.
- Em 23.10.2015, foi instituído pela Portaria MAPA 230/2015 a Comissão Executiva Nacional do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (CENABC), que tem como competência implementar, acompanhar, monitorar, avaliar e revisar o Plano ABC. A CENABC é composta por membros dos seguintes órgãos e entidades:
    - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); que a coordenará;
    - Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA);
    - Casa Civil da Presidência da República (CC-PR);
    - Ministério do Meio Ambiente (MMA);
    - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI);
    - Ministério da Fazenda (MF);
    - Ministério da Integração Nacional (MI);
    - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC);

- Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS);
- Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE-PR);
- Associação Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (ASBRAER);
- Banco do Brasil (BB);
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);
- Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC);
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA);
- Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG);
- Conselho Nacional dos Sistemas Estaduais de Pesquisa Agropecuária (CONSEPA);
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA);
- Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC);
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA);
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- Organização das Cooperativas do Brasil (OCB); e
- Rede Clima.

- Para oferecer incentivos econômicos e financiamento para os produtores rurais implementarem as atividades do plano, foi desenvolvido pelo MAPA o **Programa ABC**, uma linha de crédito lançada no Plano Agrícola e Pecuária 2010/2011, aprovada pela Resolução BACEN nº 3.896 de 17/08/10[1].

1º apresentador: Marcelo de Medeiros Coordenador de Políticas Públicas do Imaflora				
Principais desafios apontados:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendações**	**Avaliação LACLIMA:**
Plano ABC e Plano Safra (10:40/10:44) – "Aqui está a tabela de cada safra, o valor do Plano Safra e o quanto foi destinado para o ABC. Só para se ter uma ideia: na última safra, de 2017/2018, o total do Plano Safra foi de R$200 bilhões, e o crédito	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	Não foi feita recomendação.	

[1] Disponível em: http://observatorioabc.com.br/quem-somos/.

disponibilizado para o Plano ABC, especificamente, foi de 2,1 bilhões. Então, foi praticamente 1% apenas. Houve uma redução de 30% da safra 2016/2017 para 2017/2018. Então, isso, de certa forma, é preocupante: somente 1% está sendo destinado exclusivamente para essas práticas, enquanto que, dos outros 99%, a gente ainda não sabe o quanto está sendo utilizado de fato".				
Como garantir escala para o Plano ABC? – Análise do Plano Safra e Pronaf (10:48) – "A gente tem acompanhado as audiências públicas aqui da Comissão, e alguns pesquisadores falam muito que o Plano ABC não deveria ser uma pequena porcentagem do Plano Safra, que talvez se devesse estender esse Plano ABC para todo o Plano Safra".	Vide referência aos minutos na coluna A.	Não	**Adoção, pelo Plano Safra e Pronaf, de critérios de baixa emissão e alto sequestro de carbono.** (10:48) "Então, se o Plano Safra e também o Pronaf (Plano Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) adotassem critérios de baixa emissão e alto sequestro de carbono, isso seria uma grande vitória, porque, de fato, como a gente está medindo no campo, a gente está vendo que essas práticas estão dando retorno econômico e socioambiental. Então, acho que a palavra para a próxima década talvez seja 'escala'. Acho que a gente precisa de escala para o Plano ABC".	
Plano ABC – enfoque futuro (10:48) – "A gente acredita que o próximo desenho do Plano ABC deveria ter um foco maior na	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	**Recuperação de áreas de pastagem degradadas como enfoque do Plano ABC para garantir aumento da produtividade da agropecuária**	

recuperação de áreas de pastagens degradadas. A gente considera que haja 50 milhões de hectares de pastagens degradadas. Esse número varia de 40 a 60, mas é uma área enorme. A gente sabe que o Mapa e a Fiesp têm projeções de aumento da produção e da produtividade da pecuária, enfim, o Brasil é um super... A agropecuária brasileira é uma superexportadora de produtos – e deve continuar assim –, mas, se essa expansão não vier planejada, talvez a fronteira agrícola vá para a Amazônia, acarretando, talvez, mais desmatamento".			**brasileira sem acarretar mais desmatamento.** (10:48) "Então, a ideia nossa é usar essa quantidade de pastagens degradadas que já estão abertas, investir nelas, recuperar sua aptidão agrícola".	
Plano ABC – como superar a falta de conhecimento técnico do produtor rural? (10:48) - "Outro ponto importante acerca das limitações, sobre o qual eu não falei, é que não existe uma extensão rural, não existe uma assistência técnica muito consolidada e estratégica do plano. Fazer uma boa prática agropecuária no campo exige muito conhecimento técnico e, muitas vezes, o produtor rural, seja grande ou de	Vide referência aos minutos na coluna A.	Não	**Disponibilização de assistência técnica pelo Plano ABC ao produtor rural.** (10:48) – "Então, é preciso de fato, uma melhor assistência técnica".	

assentamento familiar, não sabe, de fato, como fazer um projeto. Então, é preciso de fato, uma melhor assistência técnica".				
2º apresentador: Leila Harfuch Sócia-gerente da Agroícone				
Principais desafios apontados:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendações**	**Avaliação LACLIMA:**
Diálogo entre o Plano ABC e o Código Florestal (10:52) – "Acho que, primeiro, é mostrar que a gente tem, no Plano ABC, muita sinergia... Na NDC a gente tem muita sinergia com o Plano ABC, inclusive nas metas colocadas. Grande parte da redução de emissões na NDC, no Acordo de Paris, que o Brasil apresentou vem do setor agropecuário, vem do uso da terra. A gente termina essa fase da agropecuária de baixo carbono, a primeira fase de 2010 a 2020, com algumas metas, com algumas tecnologias sugeridas de implementação, com foco em redução de emissões e adaptação do setor agropecuário. O primeiro objetivo da NDC é aprimorar o Plano ABC. Então, a gente tem essa meta, esse objetivo	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	**Incentivar quem adota e implementa o Código Florestal.** (11:04) – "De novo: o Programa ABC é o único programa de investimento dentro do Sistema Nacional de Crédito Rural voltado à adoção de tecnologia e olhando a propriedade como um todo, olhando o sistema produtivo. Junto com Código Florestal, que traz externalidade positiva, ao aliar a produção com conservação ambiental, a gente tem o subprograma ABC Ambiental, que é voltado para restauração. Isso não está no plano, mas existe o programa. Também é muito importante incentivar quem adota, quem implementa o Código Florestal".	

de aprimorar o Plano ABC – e faz-se bastante necessário". [...] "Outra coisa importante é que o ABC veio antes do Código Florestal, da lei de proteção de vegetação nativa, e a gente tem objetivos... O art. 41 do Código Florestal trata muito do que é o Plano ABC. Então, há essa sinergia, e essas duas políticas estão desconectadas hoje. Então, a sugestão de revisão é incorporar também a implementação do Código Florestal. Na verdade, é revisar o Plano ABC com foco na implementação da NDC. Esse é um dos objetivos e, obviamente, ir além, porque a gente tem diversas tecnologias na agropecuária que contribuem para a redução das emissões e para a adaptação e não estão listadas como sugestões à NDC". [...] (10:56) – "O art. 41 do Código Florestal, como eu comentei, diz explicitamente sobre a necessidade de criação de um programa de incentivo e apoio à conservação do meio ambiente, bem como para				

adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal com redução dos impactos ambientais. É exatamente o objetivo do Plano ABC. Então, essas duas políticas precisam dialogar. E vai além o art. 41 do Código Florestal, que cita alguns instrumentos para fazer isso. Por exemplo, obtenção de crédito agrícola em todas as suas modalidades com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado. Ou seja, é preciso criar um instrumento para implementar boas práticas, para conceder crédito para restauração e recuperação da vegetação nativa e também para tecnologias que dialogam com a redução de emissões e adaptação. E fala também do seguro agrícola, de dar melhores condições do seguro agrícola do que as praticadas no mercado para quem incorpora boas práticas, para quem cumpre o Código Florestal, e de dedução no ITR, Imposto sobre a Propriedade Rural, dos produtores que tenham área				

de APP e reserva legal nas suas propriedades. Então, são indicações do art. 41 que não estão totalmente dialogando com o Plano ABC – quer dizer, que dialogam com o Plano ABC, mas o Plano ABC não trata explicitamente dessas questões – e também com o Programa ABC, que é o instrumento de implementação do plano, como incentivo, que está dentro do Sistema Nacional de Crédito Rural".				
Plano ABC – narrativa futura (11:00) – "A primeira coisa que a gente ouve é a narrativa do Plano ABC. Está muito ligada. Em toda a comunicação do Plano ABC, aparece mitigação e redução de emissões de gases de efeito estufa e, quando a gente fala com o produtor rural, o produtor rural não entende isso como benéfico para ele mesmo. Então, acho que a narrativa do Plano ABC precisa ser aprimorada".	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	**Trazer para a narrativa do plano questões como resiliência, ganhos de produtividade e de renda.** (11:00) – "Tem-se de trazer os pilares de toda agropecuária de baixo carbono, que são: resiliência, que é adaptação, melhoria de resiliência dentro da propriedade; inovação; ganhos de produtividade; e ganhos de renda. Então, o produtor rural tem de entender que, se ele implementar práticas dentro do Plano ABC, vai ter todas essas vantagens".	
Diálogo entre o Plano ABC e a NDC brasileira (11:08) – "O Plano ABC precisa ser revisado para trazer as NDCs e, além disso, trazer outras tecnologias que não estão	Vide referência aos minutos na coluna A.	Não	**Revisão do Plano ABC e incorporação de práticas sustentáveis ligadas à redução como adaptação.**	

listadas na NDC para abarcar todas ou tentar abarcar muito mais práticas no campo, que já estão sendo realizadas, que corroboram para mitigação e adaptação".			(11:08) – **"**Nossa sugestão é que a segunda fase do ABC (2020-2030) tenha que abranger práticas sustentáveis que sejam passíveis de monitoramento, mas que sejam ligadas à redução como adaptação. Esse é um ponto muito relevante. Resiliência, melhoria de renda... Há que se dialogar com o produtor. Quem vai implementar é o produtor rural, então tem que dialogar essa política com o que é importante para o produtor".	
Falha dos métodos de comunicação do Plano ABC para tratar com o produtor rural	Atualmente, as informações contidas no Plano ABC não são atrativas e claras o suficiente para atrair e conquistar os interesses do produtor rural. Em outras palavras, não "falam a língua" do produtor rural. Por esse motivo, muitas vezes o produtor rural deixa de aderir aos programas por não entender o quão benéfico é respectiva ação para a sua produção. Ao tratarmos de mitigação e redução de emissões de GEE, não entende que os esforços empreendidos por ele para chegar neste fim trazem benefícios a ele como aumento na produção,	Sim, Eduardo Brito Bastos.	Aprimorar a comunicação do Plano ABC para priorizar a linguagem do produtor rural, mostrando a ele os benefícios trazidos pela implementação dos programas disponibilizados para sua própria produção. O caminho seria fundamentar a comunicação nos pilares da agricultura de baixo carbono, relacionando a aplicação de ações de adaptação de sistema produtivo voltadas à redução de emissão de GEE, com o ganho de produtividade e, consequentemente, da renda do produtor rural.	

	diminuição no custo e melhoria na qualidade do solo			
Dificuldade de compilar informações e metodologia para estimar a redução de emissões e monitorar as ações implementadas	Nas palavras da especialista, o Brasil possui ações de redução de emissão bem-sucedidas, como por exemplo o atingimento de 60% das indicações das metas do Plano ABC até o ano de 2018 (Relatório EMPBRAPA e Ministério da Agricultura). Porém, trata-se de número pouco trabalhado, estudado e divulgado pois não há uma compilação e organização eficaz desses dados.		Impulsionamento da Plataforma ABC para que esta plataforma seja o principal instrumento de monitoramento e fiscalização do Plano ABC. *O especialista Sr. Marcelo Medeiros do Imaflora menciona em sua apresentação a necessidade de melhorar o monitoramento em um nível mais individualizado, para fins de comparação dos resultados de redução de GEE entre todas as frentes de ação, para atingir o objetivo final, que é a efetividade da política de mudanças climáticas	
Dificuldade de monitorar e criar indicadores de práticas e tecnologias para estimativa dos impactos das ações implementadas	Nas palavras da especialista, hoje, para fins de cálculo de estimativa de redução de GEE, a atenção está muito focada em quanto de crédito público, oficial, vai para o Programa ABC e é tomado pelos produtores. Mas existem diversas outras práticas sustentáveis sendo colocadas em prática pelos produtores e/ou outros programas que financiam as mesmas tecnologias do Programa ABC, mas se perdem por falta de		Aprimorar o monitoramento e criar indicadores de práticas e tecnologias para que o monitoramento seja simplificado ou que seja possível estimar o impacto das tecnologias implementadas a partir de todas as inciativas existentes. *O especialista Sr. Eduardo Brito da ABAG também reforça a necessidade de aprimoramento no monitoramento das ações em sua apresentação. Menciona que se trata de uma frente fundamental para mensurar os resultados do Plano para a sociedade e atrair o interesse do mercado.	

	monitoramento e obtenção de informações			
5º apresentador: Eduardo Brito Bastos Diretor da Associação Brasileira do Agronegócio - ABAG				
Principais desafios apontados:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendações**	**Avaliação LACLIMA:**
Plano ABC e Política de Governo (12:00) – "A gente falou aqui dos recursos de ABC que oscilam, dependendo do humor do Governo, entre 2 e 4 bilhões. Na safra 2015 e 2016, a gente perdeu R$16 bilhões por seca. Uma boa parte disso poderia ser evitado se a gente tivesse sistemas integrados de produção. Na época, o recurso estava na faixa de R$2 bilhões, a gente brigava por R$4 bilhões. E lembro que eu falei: "Por causa de R$2 bilhões, a gente perdeu R$16 bilhões". Então, essa conta a gente tem que fazer e tem que fazer junto, como sociedade, setor privado, terceiro setor, Governo, para entender o impacto. Para não gastar R$2 bilhões, a gente perdeu R$16 bilhões. Não me parece uma conta muito inteligente".	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	**Alinhamento do Plano ABC com outras políticas de governo.** (12:04) – "Mas o ABC precisa conversar melhor com outras ações transversais para que realmente ele possa ser uma política robusta para o País todo, como, por exemplo, regularização ambiental, regularização fundiária, Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Isso já foi falado também e é muito importante".	
Plano ABC – narrativa futura (11:00) – "O escopo	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	**Enfoque em resiliência e revisão do nome do plano.**	

do ABC precisa ir além das emissões, como também foi dito, para olhar muito mais a adaptação, olhar a resiliência – isso é muito importante".			(12:08) – **"**O escopo do ABC precisa ir além das emissões, como também foi dito, para olhar muito mais a adaptação, olhar a resiliência – isso é muito importante".	
Plano ABC e ajustes futuros (<u>na apresentação</u>) – "O escopo precisa ir além das emissões de GEE e incluir novas tecnologias, aumento de produtividade e rentabilidade, benefícios ambientais adicionais (conservação e uso racional da água, redução da erosão e degradação do solo etc.), enfatizar a necessidade de adaptação da agricultura (sistemas resilientes a cenários como a quebra de safra 2015/2016) e comunicar melhor ao produtor o que ela é capaz de entregar (por exemplo, revendo o nome do Plano)".	Vide referência aos minutos na coluna A.		<u>Na apresentação:</u> "O escopo precisa ir além das emissões de GEE e incluir novas tecnologias, aumento de produtividade e rentabilidade, benefícios ambientais adicionais (conservação e uso racional da água, redução da erosão e degradação do solo etc.), enfatizar a necessidade de adaptação da agricultura (sistemas resilientes a cenários como a quebra de safra 2015/2016) e comunicar melhor ao produtor o que ela é capaz de entregar (por exemplo, revendo o nome do Plano)".	
Plano ABC e Plano Safra (12:08) – "E deve haver um alinhamento com o Plano Safra. Também foram mostrados aqui os números: de R$239 bilhões, nós estamos falando de pouco mais de R$2 bilhões, quer dizer, 1% do Plano Safra é realmente ABC. Isso é uma vergonha. Num país como o	Vide referência aos minutos na coluna A.	Sim	**Direcionar uma maior parte do Plano Safra como ABC.** (12:08) – **"**Num país como o nosso, a gente deveria ter boa parte do Plano Safra como ABC para realmente embutir isso, contar lá fora e mostrar o potencial disso".	

nosso, a gente deveria ter boa parte do Plano Safra como ABC para realmente embutir isso, contar lá fora e mostrar o potencial disso".				

Outros comentários					
Autor(a)	**Principais desafios apontados**	**Contexto**	**Recomendação do Autor(a)**	**Deliberação sobre o tema na Audiência**	**Avaliação LACLIMA:**

Sr. Pedro Machado (pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa)	Falta de meio de verificação eficaz do uso do dinheiro público emprestado ao produtor e de iniciativas privadas dos próprios produtores para agricultura de baixo carbono.	Nas palavras do especialista, o monitoramento precisa ser aperfeiçoado. Hoje em dia existem técnicas de sensoriamento remoto e outras tecnologias que permitem, por meio de imagens de satélite e coordenadas, identificar a utilização do solo pelos produtores. Com isso, seria possível verificar não só a efetividade das ações realizadas pelos produtores tomadores de crédito dos Programas públicos ofertados, mas também daqueles produtores que realizam iniciativas próprias para implementação dessas ações e tecnologias de baixo carbono.	Aprimoramento da Plataforma ABC e possibilidade de acesso às coordenadas geográficas dos tomadores de créditos junto aos bancos, para monitorar os avanços da adoção das práticas, tanto para dar satisfação para a sociedade no que tange ao cumprimento das metas estabelecidas e dos créditos oferecidos, bem como para mapear iniciativas privadas de agricultura de baixo carbono que acabam sendo deixadas de fora do cálculo de redução de GEE.		

Sr. Raoni Rajão (Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)	Falta de avaliação da regularidade do produtor rural para a concessão de crédito pelos bancos das linhas de crédito incentivadas para o agronegócio	Nas palavras do especialista, é necessário termos tolerância zero contra ilegalidades, pois hoje, o fato de o produtor ter desmatado, não ter reserva legal, ou ter praticado qualquer outra irregularidade contra o meio ambiente não é levado em conta para a concessão do crédito. É desarrazoado conceder empréstimo ao produtor rural, inclusive com equalização de juros fomentado por recurso público, sendo que referido produtor não está regular com a lei, enquanto outros merecedores até de taxa de crédito mais vantajosa não conseguem acessar esse recurso.	Condicionar a concessão de crédito agropecuário de linhas de crédito incentivadas à regularidade do produtor rural perante a legislação ambiental, notadamente ao que se refere às áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal.	A especialista Sra. Leila Harfuch, da Agroícone, aborda a questão em sua apresentação, ao recomendar como proposta para o Plano Agrícola e Pecuário 2019/2020 o alinhamento do crédito rural à adequação ao Código Florestal.	

Audiência Pública Revisão da PNMC
Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal

Instrumentos Financeiros

Data: 12/09/2019
38ª REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA
Mapeamento das recomendações e avaliação do grupo LACLIMA

1º Apresentador: Sr. Ronaldo Seroa da Motta (Representante de Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ)				
Principais pontos:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Setorização de redução de emissões no Brasil	Redução está muito focada em uso do solo e desmatamento e precisa ser diversificada. A redução de emissões com foco no desmatamento se confunde com a discussão do Código Florestal.	Sim	Empregar mecanismos financeiros voltados para setores elétrico e industrial.	
Precificação do carbono	Precificação do carbono como meio de incentivar economicamente a adoção de tecnologias de baixo carbono e/ou eficientes. Entende que a PNMC deve ser alterada para assegurar evolução nas metas de redução para além do desmatamento. Isso também incentivaria setores "verdes" e de tecnologia. Deve haver cuidado com questão de proteção da competitividade internacional.	Sim	Implementação de mercado de carbono no Brasil com alocação de quantidade máxima de emissões, por meio de adoção de um *marco regulatório*.	

	Descartou-se “taxar” o carbono, mas indicou haver “instrumento já dentro do quadro tributário do constitucional de uma contribuição que poderia adaptar”			

2º Apresentador: Sr. Beto Mesquista (Representante de Instituto BVRIO)				
Principais pontos:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Instrumentos financeiros com foco em aspectos florestais	Em adição ao sistema de precificação do carbono no setor industrial, empregar o setor florestal para compensação, sem limitação à preservação, mas com foco em desenvolvimento sustentável. Citou o artigo 41 do Código Florestal[1].	Sim	Desenvolver instrumentos financeiros com foco em aspectos florestais.	

[1] Art. 41. É o Poder Executivo federal autorizado a instituir, sem prejuízo do cumprimento da legislação ambiental, programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente, bem como para adoção de tecnologias e boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável, observados sempre os critérios de progressividade, abrangendo as seguintes categorias e linhas de ação:
I - pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente:
a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;
b) a conservação da beleza cênica natural;
c) a conservação da biodiversidade;

d) a conservação das águas e dos serviços hídricos;
e) a regulação do clima;
f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico;
g) a conservação e o melhoramento do solo;
h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;
II - compensação pelas medidas de conservação ambiental necessárias para o cumprimento dos objetivos desta Lei, utilizando-se dos seguintes instrumentos, dentre outros:
a) obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;
b) contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;
c) dedução das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, gerando créditos tributários;
d) destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito na bacia de geração da receita;
e) linhas de financiamento para atender iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;
f) isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fios de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração de solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito;
III - incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa, tais como:
a) participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola;
b) destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental.
§ 1º Para financiar as atividades necessárias à regularização ambiental das propriedades rurais, o programa poderá prever:
I - destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental;
II - dedução da base de cálculo do imposto de renda do proprietário ou possuidor de imóvel rural, pessoa física ou jurídica, de parte dos gastos efetuados com a recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008;
III - utilização de fundos públicos para concessão de créditos reembolsáveis e não reembolsáveis destinados à compensação, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008.
§ 2º O programa previsto no caput poderá, ainda, estabelecer diferenciação tributária para empresas que industrializem ou comercializem produtos originários de propriedades ou posses rurais que cumpram os padrões e limites estabelecidos nos arts. 4º , 6º , 11 e 12 desta Lei, ou que estejam em processo de cumpri-los.
§ 3º Os proprietários ou possuidores de imóveis rurais inscritos no CAR, inadimplentes em relação ao cumprimento do termo de compromisso ou PRA ou que estejam sujeitos a sanções por infrações ao disposto nesta Lei, exceto aquelas suspensas em virtude do disposto no Capítulo XIII, não são elegíveis para os incentivos previstos nas alíneas a a e do inciso II do caput deste artigo até que as referidas sanções sejam extintas.
§ 4º As atividades de manutenção das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito são elegíveis para quaisquer pagamentos ou incentivos por serviços ambientais, configurando adicionalidade para fins de mercados nacionais e internacionais de reduções de emissões certificadas de gases de efeito estufa.
§ 5º O programa relativo a serviços ambientais previsto no inciso I do caput deste artigo deverá integrar os sistemas em âmbito nacional e estadual, objetivando a criação de um mercado de serviços ambientais.
§ 6º Os proprietários localizados nas zonas de amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral são elegíveis para receber apoio técnico-financeiro da compensação prevista no art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, com a finalidade de recuperação e manutenção de áreas prioritárias para a gestão da unidade.
§ 7º O pagamento ou incentivo a serviços ambientais a que se refere o inciso I deste artigo serão prioritariamente destinados aos agricultores familiares como definidos no inciso V do art. 3º desta Lei.

3º Apresentador: Sr. Juliano Assunção (Representante de PUC-Rio e Climate Policy Initiative)				
Principais pontos:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Necessidade de condicionamento do crédito rural a políticas públicas ambientais	As linhas de crédito existentes hoje (como o Plano ABC) são muito limitadas e é necessário aplicar critérios condizentes com a legislação ambiental e políticas públicas que refletem os interesses na população na concessão de crédito. Necessária mais estabilidade das regras. Instrumentos de risco como seguros ambientais são importantes nesse contexto. Ademais, importante a abertura para participação do setor privado no tema.	Sim	Alinhamento de políticas de crédito rural a políticas ambientais.	

4ª Apresentadora: Sra. Linda Murasawa (Sócia-diretora da Fractal Assessoria e Desenvolvimento de Negócios)				
Principais pontos:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Desafios da implantação de mercado de carbono e implementação de mercados voluntários de crédito de carbono	Repassou fatos históricos sobro o MDL e comentou que até hoje crédito carbono no Brasil não foi reconhecido oficialmente como um instrumento financeiro.	Não	Recomendação vaga. Focou mais em criticas e apontar problemas a serem endereçados quando das reflexões e planejamento do governo sobre precificação de carbono.	.

Audiência Pública Revisão da PNMC
Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal

Aspectos Jurídicos

Data: 30/10/2019
52ª REUNIÃO EXTRAORDINÁRIA

Considerações iniciais do Senador Fabiano Contarato (REDE/ES) sobre os trabalhos desta Audiência Pública, que tem o objetivo de instruir a avaliação da implementação da política nacional sobre mudança do clima quanto aos seus aspectos jurídicos, e também sobre o encerramento dos trabalhos de revisão da PNMC, trazendo conclusões sobre as demais audiências realizadas.

No decorrer da implementação da PNMC - Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009 -, alguns êxitos foram identificados, como as reduções de emissões decorrentes de medidas aplicadas ao uso da terra (a exemplo do combate ao desmatamento, com o PPCDAM e o Plano ABC). Esse sucesso da PNMC mostra a importância de políticas públicas como a política sobre mudança do clima para o nosso país.

Resultados preliminares que integram os subsídios a auxiliarem na elaboração do relatório:

(a) Estimativas e compromissos: Na ocasião, ficou evidente que as emissões atmosféricas de GEE acarretam o aumento da temperatura global. O poder público deve em consequência atuar no plano da responsabilização. Nesse contexto, temos meditado acerca das possibilidades de se mensurar a contribuição brasileira proporcionada pelas reduções de emissões realizadas internamente no país. Ou seja, quanto deixamos de emitir e quais práticas sustentáveis o país tem adotado para cumprir os acordos firmados nas políticas internacionais sobre mudança do clima. Nesse sentido, também julgamos oportuno verificar o tamanho do compromisso brasileiro para os anos vindouros, lembrando que o Acordo de Paris começa a ser implementado no próximo ano, em 2020.

(b) Instrumentos financeiros: ficou claro ser fundamental haver mecanismo de incentivo às medidas de redução de emissões e de adaptação frente aos efeitos negativos da mudança do clima. Constatou-se a importância de haver sinalização por parte do poder público de que a opção pelas tecnologias de baixo carbono é a preferencial, e nesse quesito a indução aos comportamentos menos emissores merece ser orientada por meio de instrumentos financeiros operacionais de acesso facilitado, mesmo que devidamente respaldados em critérios técnicos necessários para com a comparabilidade, confiabilidade, interesse e aceitação no mercado. Nessa linha, identificou-se como fundamental ser reforçada a governança da agenda climática nas pastas do país.

(c) Planos setoriais: mostrou-se a lógica e a inserção das realidades dos setores representados nas categorias de reduções de emissões, e nesse âmbito devendo participar do processo de decisão das metas brasileiras. Fazer uso de mecanismos de outras agendas que impliquem mitigação e ajustamento às mudanças do clima pode ser de grande valia para a própria política do clima brasileira. Constatou-se ademais a importância das políticas em vigor dialogarem entre si, sendo a política de clima paradigmática nesse sentido, dada a transversalidade da matéria e lembrando a aptidão de alguns setores em reduzir emissões de gases de efeito estufa, mesmo quando decorrente de emissões intrínsecas aos exercícios das atividades econômicas.

(d) Plano ABC: foi o quarto tema tratado, quando vimos a diferença que fez o setor agropecuário brasileiro especialmente para adoção de medidas de adaptação aos efeitos negativos da mudança do clima. Verificou se que nem sempre as medidas ocorrem em função da vigência dessa política do clima, mas muitas vezes por força de necessidades inerentes à atividade agropecuária, um dos setores mais

sensíveis aos agravantes do clima. Houve sucesso na política no tocante ao plano ABC, mas isso foi relativo, pois, tivessem sido superadas diversas dificuldades burocráticas e de intensificação da assistência técnica, o êxito teria sido alcançado ainda em maior escala.

Objetivos da discussão sobre os aspectos jurídicos da PNMC: Pretendemos colher elementos para verificar se o regime jurídico instituído mediante o marco legal estabelecido pela lei 12.187/2009 foi suficiente enquanto política de gerenciamento da questão de mudança do clima. Se não foi, precisamos ver o que precisa ser reforçado, corrigido e melhorado. Cabe também indagar o que vale a pena ser replicado, bem como o que precisa ser regulamentado sob um ponto de vista contemporâneo, ajustada às circunstâncias novas dado o decurso de 10 anos da lei.

1º Apresentador: Rachel Biderman (diretora executiva do WRI Brasil)				
Principais desafios apontados:	**Contexto:**	**Item apontado por outro apresentador?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Implementação: Descompasso entre o discurso e a prática. Distanciamento da legislação do desafio climático.	Práticas Brasileiras de implementação jurídica não estão refletindo a conjuntura internacional e o contexto nacional sobre o tema Mudança Climática. O Brasil possui uma constituição conhecida como "constituição cidadã", que coloca de forma clara os elementos básicos para a questão do meio ambiente, conferindo a base para o tema climático ser trabalhado. Porém, o maior desafio é a implementação **2º:** O marco regulatório brasileiro é suficiente?	Sim	**1º:** Necessidade de monitoramento sistemático de todos os mecanismos e arcabouço institucional que foram criados em 2009, mas que não foram implementados. O que prejudica a avaliação da própria política – para dizermos se ela é eficaz ou não. Destaca-se a importância de ser instalado um monitoramento de forma reiterada. Garantir o cumprimento das leis criminais é fundamental. Investir em leis de crimes ambientais e enviar um sinal ao mundo de que o país está comprometido e que podemos atrair investidores porque somos capazes de implementar leis. (Nota: Ver item sobre Ordem Econômica. Estão relacionados) **2º:** Com relação a suficiência do marco regulatório brasileiro, diria que em parte sim e em parte não.	

			Parte da nossa legislação no que diz respeito aos oceanos precisa ser melhor abordada e regulamentada, da mesma forma que na área de energia e agricultura. A política nacional foi um grande marco, um grande avanço para gerenciarmos o tema das mudanças climáticas – resultado de uma movimentação da sociedade brasileira, fruto de trabalho da sociedade civil, do Senado, da Câmara dos Deputados e de lideranças em todo o país. O nosso maior desafio é implementar essas leis, é respeitar a cidadania do nosso povo, é empoderar o Judiciário e o Ministério Público, é garantir que nos rincões da Amazônia não teremos mortes e assassinatos ligados à defesa desses direitos.	
Riscos de descontinuidade da PNMC por razões de ordem política	A sociedade civil clama pelo aumento de transparência e de participação social.		Ouvir a sociedade faz parte de ser uma democracia avançada. Não podemos eliminar espaços públicos de consulta à sociedade (como aconteceu neste último ano, o que é inaceitável). Somos uma democracia avançada que se orgulha disso.	
Regulamentação do Mercado de Carbono	Falou-se, em 2009, do mercado de carbono: redução de emissões de gases de efeito estufa provenientes da degradação florestal e do desmatamento poderá ser compensada financeiramente a partir de negociação de créditos no mercado de carbono.		Precisamos de regulamentação do mecanismo de Redução Certificada de Emissões do Desmatamento e Degradação.Não avançamos em nada neste sentido. Temos estudos que foram feitos por órgãos do governo, sociedade civil – que já indicaram possíveis caminhos para tanto, mas nada foi feito. O Brasil precisa ter um bom mercado de carbono, um bom sistema de redd plus. Precisamos de vontade política para avançar, para criar esses mecanismos para atrair investimentos para o país.	
Questão de Ordem Econômica	A questão do clima não é apenas uma questão para ambientalistas. É uma questão econômica. A		Devemos, então, investir em adaptação, pois dá retorno, sim. Adaptar sistemas de infraestrutura, passar a praticar a agricultura de uma	

	política nacional de mudanças climáticas é também uma lei da ordem econômica. "Na véspera da cúpula do clima em nova york este ano, mais de 400 investidores anunciaram o seu desinvestimento. Pediram para que grandes investidores abandonassem os combustíveis fósseis. Há uma clara demanda de ambição climática, ou seja, estamos correndo risco de a nossa economia no Brasil não ser mais compatível com essa tendência. O que nos levaria a deixar de atrair grandes investidores. Especialistas alertam para o colapso da indústria de combustíveis. O Brasil, ao optar por caminhar na direção contrária estará diminuindo a sua competitividade econômica no futuro. Há um grande potencial para gerarmos uma nova economia trabalhando com a adaptação da nossa sociedade à realidade das mudanças climáticas. Na área de energia na área de agricultura na área de transporte e de infraestrutura. Há muita riqueza a ser criada, se começarmos a direcionar o nosso investimento para o baixo carbono, para a energia renovável de vários tipos.		forma melhor, gestão consciente dos dos recursos hídricos. Ou seja, canalizar investimentos de negócios para esta abordagem, trazendo retorno sobre o investimento e ao mesmo tempo uma adaptação às mudanças climáticas. Estamos vivendo uma crise de refugiados climáticos em todos os cantos do planeta. No Brasil também temos isso: os pobres são os mais vulneráveis, são aqueles que vão ficar com menor acesso à água menor acesso a alimentos. O número de pessoas que passam a viver em pobreza nos próximos 15 anos está diretamente relacionada às mudanças climáticas. Precisamos olhar para o nosso sistema produtivo no setor rural de uma forma mais eficiente, fazer investimento de uma forma mais eficiente, sob pena de desperdício de dinheiro. Em 2007 foi adotada uma política regulamentando o código florestal - chamada política nacional de recuperação da vegetação nativa. Isso nos ajuda a colocar o Brasil em um lugar muito interessante para atrair o investidor. O Brasil tem uma grande costa apesar da tristeza que a gente está vivendo agora com uma grande contaminação nordeste a nossa costa pode ser fonte de soluções econômicas, mas a legislação não está presente. Nós não temos um marco regulatório suficiente para a economia do oceano.	

	Outro ponto de atenção: A crise de refugiados climáticos em todos os cantos do planeta. No Brasil também vivemos isso, pois os pobres são os mais vulneráveis, aqueles que vão ficar com menor acesso à água, menor acesso a alimentos... E estamos aumentando em 100 milhões o número de pessoas que passam a viver em pobreza nos próximos 15 anos – o que está diretamente relacionada às mudanças climáticas. Por mais paradoxal que seja, um país com o nome de Brasil (nomeado a partir de uma árvore) não tem uma economia florestal robusta. A Suécia e a Finlândia são países com economias florestais muito mais robustas.			
P&D no setor florestal e agroflorestal.	Urgência no alcance de emissões negativas. Necessidade de uso de toda e qualquer tecnologia que seja legal e sustentável.		Fazer uso do Direito Comparado e *benchmark* internacional em iniciativas inovadoras e novas tecnologias.	
Pacto Federativo			A descentralização das competências é fundamental. Estados e municípios são atores na luta contra a mudança climática, precisam ter autonomia para gerenciar desafios na área energética, sob pena de não conseguirmos entregar a conta do clima. Isso afeta também o potencial de resolução da questão de transporte e autonomia para fazer os investimentos.	

Larissa Schmidt (sócia e consultora ambiental, representante da Ecoadvice).				
Principais desafios levantados:	**Contexto:**	**Ponto reiterado?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Implementação - Descompasso entre o discurso e a prática. Distanciamento da legislação do desafio climático.	Possuímos uma base principiológica na política nacional que é bastante substancial, porque nós internalizamos alguns princípios inclusive de responsabilidade comum. Entender que esses princípios estão na sua grande maioria respaldados e consubstanciados em outras políticas transversais na legislação e em políticas que estão em implementação ou já implementadas no Brasil. ressalva que a gente tem que fazer nesse processo de implementação de políticas de mitigação e de adaptação que são que é a questão da participação cidadã. Ela não teve até o momento atual, dez anos depois, a permeabilidade que ela precisa ter para que tenhamos um alcance e conhecimento de base de informação para o nosso cidadão. Igualmente, com relação à educação – precisamos entender o que significa esse processo de transição econômica necessário.	Sim	Com relação à implementação da política tentamos discutir e levantar alguns questionamentos do ponto de vista de eficiência e de eficácia da legislação. O que na lei talvez esteja com o menor nível de implementação, tirando a questão dos incentivos, a questão de você não ter tido uma política tributária condizente com uma política de clima, seja o Artigo 11 da política que fala que os princípios objetivos e diretrizes, os instrumentos das políticas públicas e os programas governamentais devem ser compatibilizados com a política de clima. Precisamos ter uma interface muito maior e isso precisa de muito mais conversa do que estamos tendo hoje.	

Riscos de descontinuação da PNMC por razões de ordem política	Rumo que o governo federal está querendo dar para as questões de clima – pode preocupar.	Sim	Evitar essa descontinuação (mas não diz como).	
Questões Urbanas	Escolhas mais inteligentes do ponto de vista econômico para saber aonde nós queremos chegar. Não só na questão florestal, mas também em outra situação que é muito importante para a redução de emissões do Brasil que são as questões urbanas né?		A gente pode usar o exemplo da cidade de brasília, onde a maior quantidade de emissões hoje inventariada é do setor de transporte. O setor de transporte precisa de um aporte significativo (transporte público do poder público) então não consigo cobrar exatamente. O GDF cobrar do próprio poder público uma redução significativa de emissões em aportes do próprio poder público. É preciso fazer esse balanço. A nossa contribuição nacional é uma das mais ambiciosas dos países em desenvolvimento que foram aportados. Agora nós temos que dar conta e a chave disso talvez sejam justamente os estados da federação por que é nos estados, no território dos estados onde as reduções de emissões acontecem não é aqui só no âmbito do nosso cenário político de Brasília. O plano nacional de adaptação precisa avançar, bem como os estados e os municípios. Vide o caso de lugares sujeitos a eventos extremos constantes. É o caso do estado do Rio Grande do Sul onde mais de mil casas foram atingidas por temporais que não podem ser controlados por lei. Precisamos amarrar essas questões de ciências políticas de forma mais eficiente.	

			A grande parte dos estados está trabalhando com planos e com inventários visando à apresentação de planos de investigação e de planos de adaptação porque os estados e municípios brasileiros principalmente nas áreas urbanas estão sentindo impactos muito sérios com relação a eventos extremos. Como iremos lidar com isso não está claro ainda, mas precisamos de planejamento e de ações concretas principalmente nas áreas urbanas. A chave desse processo hoje no Brasil é como distribuiremos as atribuições e benefícios de uma NBC que vai ter que ser implementado no nível estadual.	
Questões Fiscais	Frente aos instrumentos objetivos que foram previstos originalmente, um dos que menos recebeu aporte para implementação para desenvolvimento foram as questões econômicas e tributárias e de incentivos do ponto de vista do estímulo ao desenvolvimento ao mercado brasileiro de reduções de emissões. Embora já se tenha pensado nisso e já se tenha começado a trabalhar com regulação, não se chegou a um momento crucial para um consenso do que de fato precisamos: se é de uma precificação de carbono, se é a taxação	Sim	O que efetivamente não saiu ainda do papel e precisa de uma atenção é a discussão de uma política tributária coerente com o cenário de obrigações de redução de gases de efeito estufa. É preciso crescer nessa área de baixo carbono. A importância da precificação de carbono como uma política estratégica do brasil. Pois se não avançarmos nessa questão de precificação de mercado de carbono de uma forma mais contundente ele pode perder substancialmente uma possibilidade de vender nossas reduções de emissões. Buscar construir um quadro jurídico constitucional que seja mais claro também para os investidores para que possam migrar para esse cenário. O que	

	(que não parece ser a melhor idéia para qualquer economia)... Permanece a dúvida.		provavelmente irá se replicar para os estados posteriormente. Com relação ao impacto fiscal, alguns estados da federação, como é o caso de minas gerais, conseguiram aumentar a isenção ou mexer nas suas alíquotas de ICMS para geradores. O DF, por exemplo, tem mais uma isenção até para gerador de até um 1 mega. A resolução Daniel vai gerar impacto depois no CONFAZ com relação à questão do ICMS também porque os estados não têm muito espaço para tramitar nessa questão da desoneração fiscal, então o máximo que eles vão conseguir fazer é o que está dentro de sua competência e atribuição constitucional. É fundamental que se discuta a questão de geração de energia aqui e chegar ao congresso nacional uma grande proposta de um pacto federativo tributário. Promover uma política tributária que também seja relevante para cenários de redução de emissões.	
Fomento e Linhas de Crédito	Importante no encaminhamento de tocar política pública está a indução para condutas privadas com linhas de crédito e financiamento que é um outro instrumento institucional que estava previsto e que está totalmente carente de implementação.		Para isso é preciso um aporte do poder público, é preciso mais do que dinheiro. É preciso vontade política de carrear investimentos e ter um arcabouço jurídico institucional preparado para receber recursos para essas áreas de investimentos.	

Permeabilidade na discussão do tema	Ter participação social na criação dos instrumentos legais é, por óbvio, positivo, todavia você não tem hoje uma permeabilidade para discutir: desde atribuições de todos os entes da federação e até como é que nós vamos nos comportar com relação à questão de adaptação.		Não indicou uma recomendação específica	
Pacto Federativo	Questão da implementação das medidas pelas três esferas, pelos três entes da federação. A lei da política focou essencialmente essa questão em adaptação porque na época se entendia obviamente que a política federal daria conta de ter diretrizes e objetivos gerais que poderiam ser internalizados gradativamente pelos estados e posteriormente pelos pelos municípios.	Sim	Como uma recomendação para os trabalhos dessa comissão é relevante a focar no que está acontecendo extra governo federal com relação a ações dos estados. Diga-se, dos compromissos que serão assumidos e que está sendo coordenado pela associação brasileira de entidades ambientalistas. É uma carta de compromisso dos estados com relação a rumar suas atividades de uma forma mais contundente. A implementação das NDCs do ponto de vista dos estados: os estados acordaram para esse processo que precisa acontecer. Não virá do governo federal ou de qualquer outro a capacidade de implementar a redução de emissões e de se adaptar às mudanças adversas que estamos sujeitos nos próximos anos e próximas décadas. Sugestão direcionada à essa comissão de levantar essas informações para saber o que os estados estão fazendo.	

			Hoje já temos uma grande parte dos estados inventariando mais ou menos as suas emissões. Igualmente importante é focar em planos de adaptação e mitigação, já que é condição preliminar primeiro entender o que estamos emitindo para depois o porquê. A própria ONU hoje está prestando atenção na questão das atuações subnacionais justamente porque ela percebeu que existe um espaço de negociação um pouco mais direto com os atores subnacionais estados e municípios, entidades locais que implementam lá na ponta as políticas de clima. Talvez fosse o caso de nós termos um grande novo pacto federativo ambiental voltado para a área de sustentabilidade. Trata-se de questão econômica (lucrativa). E ainda financiamento adequado para a mitigação e adaptação no âmbito dos estados e municípios se os muitos estados estão em situação periclitante complicada do ponto de vista tributário fiscal e isso precisa ser repensado do ponto de vista de onde queremos chegar com os nossos objetivos de geração inclusive de renda e de receitas que é um cenário significativo. Brasília está em um lugar que possui uma das maiores instalações do planeta para produção de energia, mas Brasília é hoje uma cidade que figura como exemplo de cidade estritamente consumidora de energia. Praticamente não gera nada, apesar de ter a possibilidade	

			e o ambiente para um desenvolvimento concreto de fazer uma conversão para uma economia de geração local muito significativa. Precisamos verificar o que falta: Falta crédito? Falta financiamento para o pequeno gerador? Questão fundamental. Não é a resolução da ANEEL que vai ajudar nesses termos. O que precisa ser discutido e o que precisa ser acelerado? Sem dúvida a capilarização dos princípios e objetivos da lei no âmbito estadual e municipal.	

André Lima (3º. Expositor)				
Principais desafios levantados:	**Contexto:**	**Ponto reiterado?**	**Recomendação:**	**Avaliação LACLIMA:**
Desafio específico quanto à redução do desmatamento	A redução do desmatamento na Amazônia especialmente por conta de eficácia da política pública decorrente o Plano de Prevenção e Controle dos Desmatamentos na Amazônia 2003-2018 – PPCDAM foi a maior contribuição climática brasileira e de redução de	Sim	**Necessidade urgente de resgate e implementação do PPCDAM com resgate do plano estratégico.** O autor trouxe estudos que indicam que o Decreto 6321/07 foi um marco na forma de combater o desmatamento na Amazônia, sendo decisivo para evitar a retomada do corte raso que se delineava (estudos GIZ IPEA e IPAM). O palestrante aponta especial fator de sucesso da política a aplicação da tríade: fiscalização ambiental, política de crédito e política fundiária, ou seja, realizar a conexão de políticas mediante vínculo do crédito	

	emissões CO2 no Planeta (no período) -> Houve redução em 75% dos desmatamentos na Floresta Amazônica -> Redução superior a 3,85 bilhões de Ton CO2 (valor atribuído pelo Conselho Técnico do Fundo Amazônia 132 ton de C/ha)* -> + de 15 bilhões de árvores adultas na floresta amazônica deixaram de ser derrubadas. Entre 1996 a 2005, média superior a 19.000 anuais tendo caído para quase 7.989 entre 2006 e 2016 (fruto de políticas públicas) No entanto, não houve continuidade nas ações que estavam sendo realizadas na Amazônia, culminando em um grande retrocesso quanto às políticas de desmatamento e consequente aumento de grandes proporções nas taxas de desmatamento atuais. O PPCDAM não foi citado como política para redução do desmatamento no atual período		agropecuário com regularidade fundiária e ambiental. No período houve, ainda o descolamento entre PIB e dinâmica de desmatamento, demonstrando plenamente possível a contenção da degradação ambiental e o crescimento agropecuário. A título de exemplo pelo palestrante houve a construção de marco Jurídico/Normativo no contexto do PPCDAm, com as seguintes medidas, dentre outras: **-Unidades de Conservação e Terras Indígenas:** criação de arcabouço legal e instituição de 25 milhões de hectares de Unidades de Conservação federais e homologação de 10 milhões de hectares de Terras Indígenas. **- Lista Municípios Críticos da Amazônia (2008)** (https://www.mma.gov.br/informma/item/8645-lista-de munic%C3%ADpiospriorit%C3%A1rios-da-amaz%C3%B4nia - **Res 3545/2008 Banco Central** - http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=17709 **- Recadastramento obrigatório de todos os imóveis nos municípios críticos IN 44/2008** **INCRA:** http://www.incra.gov.br/media/institucional/legislacao/atos_internos/instrucoes/instrucao_normativa/IN44_180208.pdf **- Embargo Obrigatório das áreas desmatadas ilegalmente** (alteração Decreto de Infrações Ambientais) **- Decreto Federal 6321 de 2007**, com pacote completo adotado em 2007/2008 que ajudou a derrubar o desmatamento em 75%:	

			https://www.mma.gov.br/informma/item/4545-decreto-presidencial-reforcaacoes-de-controle-do-desmatamento	
Clima em caráter constitucional	Lacuna legal na Constituição Federal quanto à prevenção, mitigação e adaptação às mudanças climáticas		Apesar da interpretação sistêmica da Constituição Federal abarcar conceitos de sustentabilidade e de proteção ambiental, havendo construção para o enfrentamento da a questão climática é importante que esta se torne expressa na carta constitucional. Recomenda o palestrante a inclusão expressa de Clima na CF-88, como fundamento e princípio da Ordem Econômica e Financeira, abarcando a propriedade, função social da propriedade, direito do consumidor, meio ambiente, dentre outros, e o enfrentamento e adaptação às mudanças climáticas, uma vez que envolve além das questões ambientais, questões de ordem econômica. Isso se deve especialmente para cumprimento de metas estabelecidas no âmbito do Acordo de Paris. O palestrante indica que há uma proposta de emenda à Constituição que está sendo gestada sendo importante que seja apresentada.	
Normatização das Metas	Inexistência de Lei específica infraconstitucional que trate das metas climáticas de médio e longo prazo (PNMC trata de metas até 2020)	Sim	A PNMC e seus regulamentos tratam das metas estabelecidas para 2020. Metas de médio e longo prazo devem ser estabelecidas. As Contribuições Nacionalmente Determinadas do Acordo de Paris (NDC) estabelecem inicialmente metas até 2030. Necessidade de construir metas para 2030, tendo por base um olhar para 2050 (por isso há a necessidade da inclusão da questão climática na Constituição Federal incluir na CF)	

			Recomendação de Projeto de Lei alterando artigo 12 da LPNMC feito com base em projeções do GT Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas e da COPPE-RJ, que sinalize para meta para Brasil tornar-se carbono neutro em 2050 Estudos citados com referência: i - Meta NDC – Acordo de Paris 2030 *https://drive.google.com/file/d/1puFdkXpY3Ms8yyMPB7z2mIen7dDcFiha/view ii –Meta Brasil Carbono Neutro 2050* http://brasilcarbonozero2050.com.br/porque/ ** Artigo na Nature dos pesquisadores da COPPE/RJ em http://bit.ly/CO2-Zero2050-Nature ** COPPE/RJ: http://bit.ly/NotaCOPPE-NDC-AcordoParis	
Reforma Tributária Verde		Sim	**Reforma Tributária Verde**: instrumento econômico de transição rumo: i - Meta NDC – Acordo de Paris 2030* ii –Meta Brasil Carbono Neutro 2050** O palestrante cita necessidade de resgate do debate da reforma tributária e aponta necessidade de evitar o risco de eventual perda do que atualmente o que temos, indicando o regime de ICMS ecológico no Brasil (Por exemplo, o Pará já distribuiu mais de 200 milhões de reais entre municípios por redução de desmatamento. Este ponto também demonstra o reforço do pacto federativo para a questão climática)	

Regularização Fundiária e Implementação do Código florestal		Sim	**Regularização Fundiária + Código florestal** Evitar aventuras na regularização fundiária ou consolidar apoio financeiro e programas (CAR/PRA) nos estados. (Consideremos também a estratégia do atual governo de ocupar a Amazônia "ainda que ilegalmente" (Nova Colonização da Amazônia) preconizada pelo atual secretário de regularização fundiária do MAPA Sr. Nabhan Garcia, que prometeu uma Medida Provisória para regularização fundiária "AUTODECLARATÓRIA" que NÃO pode prosperar no parlamento.) – neste caso perderemos tudo o que foi feito desde 1992 – construção dos desdobramentos. A corrida para garantir espaço no programa pode aumentar o desmatamento	

III - Outros pontos abarcados na audiência:

Questionamentos Senador Styvenson Valentim (Podemos-RN)				
Questionamento pelo Senador Styvenson Valentim (Podemos-RN) à palestrante Larissa sobre a existência e efetivação do Fundo estabelecido pelo art. 6º., II da PNMA **Art. 6º. São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima: II - o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima;**	**Resposta da Dra. Larissa**: Fundo possui problemas de contingenciamento decorrentes das políticas fiscais. Vínculo ao BNDES e burocracia. No começo do ano o MMA não nomeava o comitê gestor necessário para realizar a gestão do fundo. 90% da verba está contingenciada. Recomendação: Instituir fundos com associações de capital públicos e privados, nos moldes da nova legislação de fundos patrimoniais, por exemplo. Existem obrigações do setor privado. Possibilidade de trabalho conjunto.			

Questionamentos internautas e Senador Fabiano Contarato (REDE/ES)
Rachel (questionamentos internautas)

Desafios plano ABC? Crédito rural para atividades menos emissoras de carbono – baixa emissão de carbono deve ser a regra e não a exceção
Código Florestal? A ameaça do Código Florestal: sinal de impunidade e afasta investidores (afeta imagem internacional)
Pacto Federativo? Há necessidade de integração de questões subnacionais onde as mudanças irão acontecer (governo e municípios) – lideranças ex. califórnia
Enfrentamento aos Desastres?
Centro Nacional de Alertas a desastres naturais - CEMADEN. (avisos para grandes eventos climáticos) e defesa civil nos municípios
2. Larissa (questionamentos internautas)
Programa de formação popular para a PNMC?
Traduzir informações sobre a responsabilidade de cada um (ex: emissão de combustíveis fósseis individualmente)
Lei de educação ambiental – formal e não formal
Capacitação – empregos para novos tipos de serviços – tecnologias
Aspectos jurídicos – aliar ciência à política pública (medidas simples que podem resolver questões
3. André (questionamentos Senador)
O que deve constar na PNMC?
Metas devem estar mais claras nos próximos períodos. Mecanismos de transparências nas emissões, detalhado – responsabilização territórios e esferas de governo e setores. Aferição – competências
Apontar indicadores de verificação da implementação da PNMC?
(a) mecanismos de avaliação pública periódica e transparente do avanço dos indicadores de emissões (bienal/ anual). Aferição permanente pelo governo para avanço dos indicadores
(b) Oferta de crédito público para nova economia (ex: 95 bilhões em 2017 de isenções tributárias para combustíveis fósseis – como estão os outros anos?)
(c) Criar hábito de Avaliação periódica de crédito de subsídio
(d) Aumento de disponibilidade de energia renovável
(e) Produtividade agropecuária por hectare
(f) Redução do desmatamento
(g) Hectares reflorestados

IV - Destaques nas apresentações da Dra. Larissa Schmidt

Comentários sobre Participação Social Positiva:
Forte participação privada na elaboração dos planos setoriais.
Contribuições efetivas do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima para a NDC brasileira (2018) nas áreas de Florestas, Agricultura e pecuária; Transportes e mobilidade, Cidades e resíduos, Energia elétrica, Indústria, Instrumentos econômicos, além de sugestões de medidas transversais e setoriais de adaptação.
Relatório BRASIL CARBONO ZERO EM 2060 (2018):
- recursos naturais renováveis são oportunidades da transição para uma economia de baixo carbono no Brasil;
- A implantação plena da NDC brasileira é compatível com uma melhora acentuada nos indicadores econômicos e sociais do país.

Considerações sobre a implementação da PNMC
Art. 11 da PNMC? Os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das políticas públicas e programas governamentais deverão compatibilizar-se com a PNMC.

O que avançou?
Os compromissos formalizados internacional e nacionalmente.

O que NÃO foi implementado?

- política tributária coerente com o cenário de obrigações de reduções de GEE;
- financiamento adequado para mitigação e para adaptação no âmbito dos Municípios;
- Informação e educação ambiental voltada para o assunto.

O que precisa ser acelerado?
- a capilarização dos Princípios e objetivos da Lei no âmbito estadual e municipal e a repartição de atribuições/benefícios da NDC brasileira, que é uma das mais ambiciosas dentre os países em desenvolvimento.

Recomendação: focar na atuação dos entes subnacionais que buscam se colocar de modo diferenciado no debate

V - Destaques na apresentação da Rachel Biderman, WRI Brasil (Recomendações PNMC)

- Incentivos / Subsídios para setores de baixo carbono
- Aplicar leis ambientais
- Remoção de incentivos perversos (ex: subsídio para combustíveis fósseis e agricultura de alto carbono)
- Simplificação regulatória e de licenciamento para setores de baixo carbono
- Regulamentação de Mercado de Carbono / Precificação de Carbono (PNMC)
- Ampliação de investimentos em pesquisas para novas tecnologias (P&D)
- Monitoramento da implementação da PNMC
- Legislação setorial condizente
- crimes ambientais: aplicados para valer
- Estabelecer sistema abrangente para monitorar a implementação e avaliar impactos da política climática
- Estabelecer revisão robusta e periódica para as políticas e planos climáticos
- Focar no desacoplamento entre PIB e emissões de GEE
- Acelerar uso de instrumentos econômicos relevantes
- Simplificar arranjos institucionais e aprimorar a coordenação entre ministérios: governança mais ágil e eficiente
- Aumentar a transparência e participação social
- Atualizar • Simplificar • Empoderar • Implementar a Governança da PNMC
- Uso do solo: Sistema de gestão de emissões e • inventários de gee corporativos e governamentais tem que ser lei;
- Cumprir a lei florestal de 2012 (código florestal);
- Economia florestal e agroflorestal de baixo carbono;
- Grande oportunidade (soluções baseadas na natureza – unfccc);
- Proveg - política nacional de recuperação da vegetação nativa (Decreto 8972/2017 - Art. 2º A Proveg tem os seguintes objetivos: I - articular, integrar e promover políticas, programas e ações indutoras da recuperação de florestas e demais formas de vegetação nativa; e II - impulsionar a regularização ambiental das propriedades rurais brasileiras nos termos da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 , em área total de, no mínimo, doze milhões de hectares, até 31 de dezembro de 2030. Parágrafo único. A Proveg será implementada pelo Poder Executivo federal em regime de cooperação com os Estados, com os Municípios, com o Distrito Federal e com organizações da sociedade civil e privadas). RESTAURAR PARA O QUÊ? Emprego Renda Segurança Hídrica Segurança Alimentar Mitigação Climática Adaptaçao Climática Energia
- Finanças: FINANCIAMENTO ALINHADO CUMPRIMENTO LEGAL NECESSÁRIO (Diminuir Riscos Desenvolver Projetos Conectar Investidores e projetos) –
- Metas NDC relacionadas ao uso do solo:
- Cumprir código florestal (CAR, PRA, CRA)
- Reflorestamento com espécies nativas e multi-diverso nativas e exoticas

- Pacto federativo: o que falta para estados e munícipios serem mais autônomos/independentes? (cidades, estados e empresas assumem metas nos EUA e chegam a 17% de reduções até 2025 (niveis de 2005) próximo da ndc)
- Geração de energia descentralizada?
- Oceanos recomendação: (Ação urgente): (a) implementar leis e estabelecer marco regulatório: (b)Aumentar produção de energia renovável; (c)Descarbonizar transportes marítimos; (d) Proteger ecossistemas marinhos (mangues, sargaço, pantanos salgados) evita emissões; (e) Aumentar consumo de proteína oriunda dos oceanos melhora saúde e reduz emissões

Documento elaborado por: Climate Policy Initiative (CPI)

Data: Agosto a Novembro de 2019

Atividade: Contribuição “Como interpretar o aumento da regeneração na Amazônia Brasileira?” – Reunião Técnica

RESUMO DE ESTUDOS:
EFETIVIDADE DE ESFORÇOS DE COMBATE AO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA

Este documento apresenta breves resumos de estudos conduzidos pelo Climate Policy Initiative / Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio. O material abrange análises de efetividade e recomendações para aprimoramento dos esforços de conservação ambiental e combate ao desmatamento na Amazônia.

Queda do Desmatamento na Amazônia: Preços ou Políticas?

resumo: O estudo tem como objetivo isolar o efeito sobre perda de floresta tropical das políticas de combate ao desmatamento adotadas no âmbito do PPCDAm. A análise documenta que, entre 2002 e 2009, o desmatamento na Amazônia respondeu a variações nos preços de commodities agropecuárias. Esse resultado indica que incentivos econômicos afetam a dinâmica regional de uso do solo. No entanto, a queda observada na taxa de desmatamento não se deve apenas à queda observada nos preços de commodities agropecuárias — os resultados mostram que políticas de conservação adotadas a partir de 2004 também desempenharam um papel significativo. **Estima-se que o conjunto de esforços implementados na primeira fase do PPCDAm ajudou a evitar a perda de aproximadamente 73,000 km² de floresta entre 2005 e 2009.**

publicações: artigo acadêmico publicado em *Environment and Development Economics*
https://doi.org/10.1017/S1355770X15000078

sumário
https://www.inputbrasil.org/publicacoes/queda-do-desmatamento-na-amazonia-precos-ou-politicas/

Como DETER o Desmatamento na Amazônia? O Impacto da Mudança na Política de Comando e Controle

resumo: A análise estima o impacto sobre desmatamento na Amazônia de esforços de monitoramento e aplicação da lei adotados no âmbito do PPCDAm. Os resultados mostram que **a estratégia de comando e controle foi efetiva entre 2006 e 2016, evitando o corte de mais de 33,000 km² de floresta por ano. Esse foi o principal fator que resultou na queda observada na taxa de desmatamento.**

É importante ressaltar que **essa proteção não ocorreu em detrimento da produção agropecuária**, uma vez que a evidência indica que a fiscalização não interferiu nos resultados produtivos locais. Estimativas conservadoras apontam, ainda, que esforços de monitoramento e aplicação da lei demonstraram ótima relação custo-benefício.

publicações: *working paper* (artigo acadêmico em desenvolvimento) e sumário
https://www.inputbrasil.org/publicacoes/como-deter-o-desmatamento-na-amazonia-o-impacto-da-mudanca-na-politica-de-comando-e-controle/

Municípios Prioritário: Reputação ou Fiscalização?

resumo:	A análise avalia o efeito da inclusão na lista de Municípios Prioritários sobre desmatamento. Os resultados indicam que **a política contribuiu para conter o desmatamento**, evitando o corte de 11.000 km^2 de floresta entre 2008 e 2011. A evidência sugere que esse impacto resultou de esforços de monitoramento e aplicação da lei, não de sanções econômicas impostas aos municípios prioritários. Além disso, o estudo documenta que **a política não afetou a produção agropecuária local e tampouco a concessão de crédito rural**.
publicações:	artigo acadêmico publicado em *Environment and Development Economics* https://doi.org/10.1017/S1355770X18000499 sumário https://climatepolicyinitiative.org/publication/municipios-prioritarios-reputacao-ou-fiscalizacao/

Crédito Afeta Desmatamento? Evidência de Uma Política de Crédito Rural na Amazônia

tema:	**avaliação de efetividade** da Resolução 3.545 do BC, que condiciona a concessão de crédito rural dentro do bioma Amazônia ao cumprimento de normas ambientais e de direito de propriedade
resumo:	O estudo investiga se a política de condicionamento do crédito atendeu ao propósito de limitar recursos financeiros para atividades que promoviam desmatamento. A análise mostra que **a Resolução 3.545 ajudou a reduzir o desmatamento, principalmente em municípios onde a pecuária era a principal atividade econômica local.** Estima-se que, entre 2009 e 2011, a resolução evitou 2.000 km^2 de desmatamento em municípios na fronteira do bioma. Os resultados ajudam a contextualizar o ambiente financeiro da Amazônia, indicando que, em áreas de produção pecuária, o crédito rural é usado para fomentar o desmatamento e não para aumentar a produtividade em áreas já convertidas.
publicações:	artigo acadêmico publicado em *The Economic Journal* - em processo editorial - sumário https://www.inputbrasil.org/publicacoes/credito-afeta-desmatamento-evidencia-de-uma-politica-de-credito-rural-na-amazonia/

Combate ao Desmatamento Ilegal: Fortalecimento do Comando e Controle é Fundamental

tema:	monitoramento e aplicação da lei como ferramenta de combate ao desmatamento ilegal
resumo:	O Brasil encontra-se diante de uma oportunidade única de alinhar interesses de diversos segmentos do poder público em torno de uma mesma ação. **Ao fortalecer a proteção de sua vegetação nativa, o país não apenas protege um precioso ativo ambiental, mas também avança rumo a uma posição de liderança em fóruns multilaterais, ganha competitividade em mercados globais de commodities e contribui com a agenda nacional de combate ao crime e à corrupção.** O white paper apresenta um resumo da literatura acadêmica sobre efetividade do comando e controle no combate ao desmatamento na Amazônia e propõe medidas para consolidar e aprimorar monitoramento e aplicação da lei no país. As propostas partem de um conjunto de evidências empíricas sobre efetividade e limitações de políticas públicas brasileiras. São elas: **(i) promover e apoiar desenvolvimento tecnológico que permita identificar e combater o desmatamento em pequena escala e a degradação florestal; (ii) monitorar áreas de regeneração florestal para mensuração e combate ao desmatamento ilegal da vegetação secundária; (iii) expandir a cobertura do monitoramento por sensoriamento remoto para todo o território nacional; e (iv) desenvolver estratégias complementares para combate ao desmatamento ilegal em terras públicas não designadas e assentamentos da reforma agrária.**
publicações:	white paper para formulador de política pública https://www.inputbrasil.org/publicacoes/combate-ao-desmatamento-ilegal/

Como Interpretar o Aumento da Regeneração na Amazônia Brasileira?

resumo:	O documento apresenta a expansão da vegetação secundária na Amazônia, que cresceu quase 7 milhões de hectares entre 2004 e 2014 (TerraClass/Inpe, 2016), e discute questões centrais para auxiliar formuladores de políticas públicas na interpretação desses dados. São elas: (i) determinar o impacto das políticas de desmatamento sobre a regeneração florestal; (ii) explorar a dinâmica do uso da terra subjacente ao fenômeno da regeneração florestal; (iii) avaliar de que forma a regeneração florestal se integra ao novo Código Florestal; e (iv) identificar como a regeneração florestal afeta as metas brasileiras de redução de emissões. **Para o Brasil cumprir suas metas climáticas, o país precisará não apenas fortalecer o combate ao desmatamento ilegal, mas também atentar para a regeneração florestal e incorporá-la às políticas públicas. É fundamental que o país passe a monitorar áreas de regeneração florestal para mensuração e combate ao desmatamento ilegal da vegetação secundária.**
publicações:	sumário https://www.inputbrasil.org/publicacoes/como-interpretar-o-aumento-da-regeneracao-na-amazonia-brasileira/

SOBRE O CPI E O INPUT

O Climate Policy Initiative (CPI) é formado por um grupo de analistas e consultores que trabalham para aprimorar as políticas públicas mais relevantes de energia e uso da terra em diversos países. O CPI oferece conhecimento aplicado e soluções aos tomadores de decisão por meio de análises aprofundadas, a fim de auxiliar no aprimoramento do ambiente regulatório relevante para questões climáticas. No Brasil, o CPI tem uma parceria com o Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio).

A Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT) é composta por uma equipe de especialistas que trazem ideias inovadoras para conciliar a produção de alimentos com a proteção ambiental. O INPUT visa avaliar e influenciar a criação de uma nova geração de políticas voltadas para uma economia de baixo carbono no Brasil. O trabalho do INPUT é produzido pelo Climate Policy Initiative (CPI) e é financiado por Children's Investment Fund Foundation (CIFF), Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI), Instituto Clima e Sociedade (iCS) e World Wildlife Foundation (WWF).

CONTATO

Clarissa Gandour
Head of Policy Evaluation, Conservation
clarissa.gandour@cpirio.org

Carolina Marques
Senior Project Associate
carolina.marques@cpirio.org

Documento elaborado por: André Andrade

Data: 26/09/2019

Atividade: Contribuição “Governança Climática e os Planos Setoriais” – Reunião Técnica

Universität Potsdam

Governança Climática e os Planos Setoriais

26 de setembro de 2019

André Andrade

Senado Federal
Comissão de Meio Ambiente (CMA)
Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)

"Planos setoriais"na PNMC

Explicitados no art. 3º do Decreto 7.390/2010*

1- PPCDAM
2- PPCERRADO
3 -PDE
4- Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura
6- Plano de Redução de Emissões da Siderurgia

Mencionados no parágrafo único do art. 11 da Lei 12.187/2009

"*Decreto do Poder Executivo estabelecerá, em consonância com a Política Nacional sobre Mudança do Clima, os Planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono, na*

geração e distribuição de energia elétrica,

no transporte público urbano e nos sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros,

na indústria de transformação e na de bens de consumo duráveis,

nas indústrias químicas fina e de base,

na indústria de papel e celulose

na mineração,

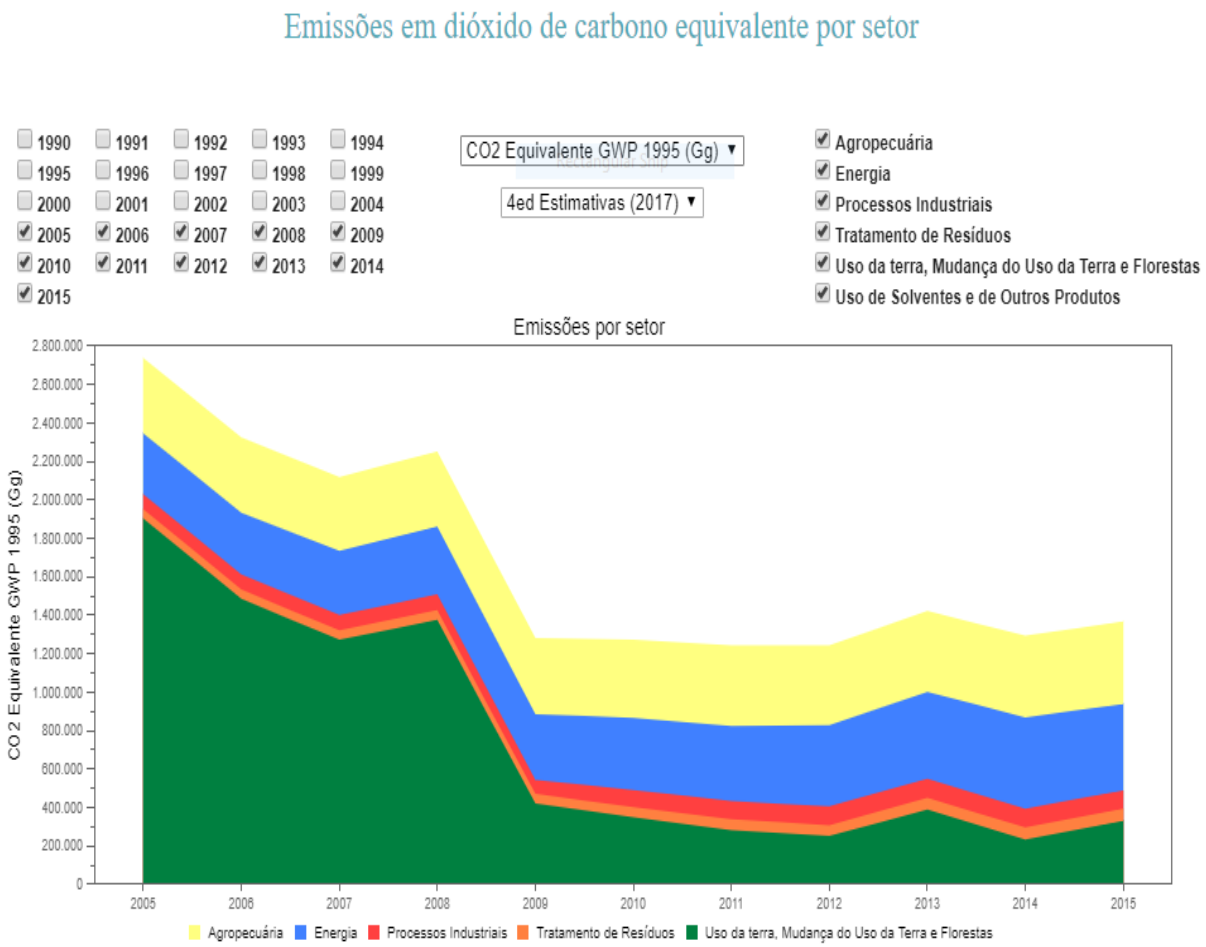
na indústria da construção civil,

nos serviços de saúde e

na agropecuária."

** O Decreto 7.390/2010 foi revogado pelo Decreto 9.578/2018, que consolidou alguns atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal. Ver em* http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9578.htm#art25

NAMAs 2020 (Decreto 7.390/2010)



Fonte: SIRENE-MCTIC

* Entre 2011 e 2019 a taxa media de crescimento do PIB foi de 0,6% a.a.

- Emissões projetadas para 2020*: 3.236 milhões ton CO2 eq (base 2º inventário);
- Meta 2020: Redução das emissões projetadas entre 1.168 milhões de tonCO2eq e 1.259 milhões de tonCO2eq.

JÁ ATINGIMOS A META?

Algumas premissas da projeção:

- Taxa de crescimento do PIB 5% a.a. (2010-2020)*;
- Taxa média de desmatamento:
  - Amazônia Legal: 19.535 km2
  - Cerrado: 15.700 km2

➢ **COMO OS PLANOS SETORIAIS AJUDARAM?**

NDC 2025-2030 (Acordo de Paris)

- **OU MELHOR, COMO OS DIFERENTES SETORES DA ECONOMIA PODERÃO AJUDAR DE 2020 EM DIANTE?**

Quadro 1 - Compromisso brasileiro junto ao Acordo de Paris

2005	2025	2030
2.133	1.346	1208
-	37%	43%

- **NDC ECONOMY-WIDE**

TRANSPORTES

- ✓ Mudança do modal rodoviário de carga para hidroviário e ferroviário
- ✓ Mudança do modal passageiro individual para ônibus e metrô

INDÚSTRIA

- ✓ Eficientização na geração de calor e vapor
- ✓ Troca de combustíveis

SETOR ENERGÉTICO

- ✓ Repotenciação de usinas hidrelétricas
- ✓ Substituição de térmicas a carvão por biomassa e cogeração com bagaço
- ✓ Redução da queima em flare e instalação de unidades de recuperação de vapor
- ✓ Eficiência na geração de calor, vapor e consumo de hidrogênio nos processos
- ✓ Eficientização elétrica em motores, bombas e compressores

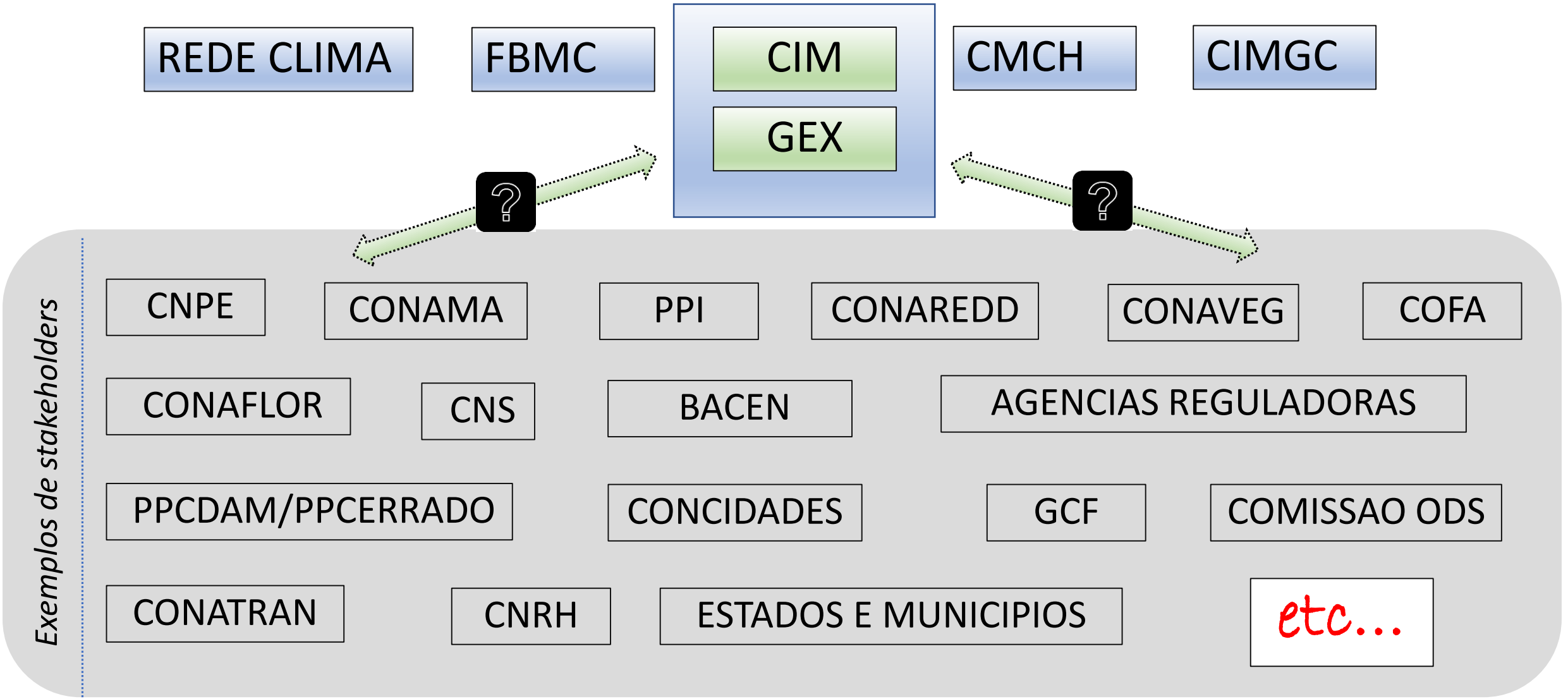
RESÍDUOS

- ✓ Degradação do biogás de aterro em flare
- ✓ Aproveitamento do biogás para produção de biometano e eletricidade
- ✓ Difusão da biodigestão para produção de biometano e eletricidade

AFOLU

- ✓ Expansão do plantio de florestas comerciais
- ✓ Redução no desmatamento
- ✓ Recuperação de florestas degradadas
- ✓ Expansão do confinamento da pecuária bovina de corte

Uma questão de GOVERNANCA!



Diagnósticos sobre o atual modelo de Governança

Acórdão TCU 2.293/2009:

Recomendação à Casa Civil de um plano de ação para a Governança;

"Gestão de forma pulverizada";

MMA (2016):

"*Urgente a alteração da governança sobre Mudança do Clima no Brasil, à luz da iNDC e do Acordo de Paris*";

Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (2017):

"*Arranjos que se encontram inativos, como CIM e Gex, precisam ser substituídos imediatamente por uma estrutura de coordenação estratégia funcional sob o risco da fragmentação se ampliar e afetar negativamente os resultados da política...";*

WRI (2017):

"Simplificar arranjos institucionais e aprimorar a coordenação entre ministérios para uma governança mais ágil e eficiente da política climática";

CNI (2018):

"Consolidar um novo modelo de governança do clima no Brasil" capaz de "*coordenar, de forma centralizada e integrada, as diversas iniciativas na agenda de mudanças climáticas no governo federal".*

Caminhos a seguir para um novo modelo de Governança

- **Governança tranversal** que permita a coordenação entre os diferentes atores-chave do processo;
- Tranversalidade e interesses conflitivos obrigam a **participação efetiva do Centro de Governo**;
- Emprego de **diferentes tipos de mecanismos de coordenação** do setor público:
  - *Hierarchy-type mechanism (HTM);*
  - *Network-type mechanism(NTM);*
  - *Market-type mechanism(MTM).*
- Governança **multinível** (nacional e subnacional);
- Regulação, Financiamento e Acompanhamento (pelo nivel nacional);
- **Empoderamento** e aumento das **capacidades nos Estados e Municípios**.

Algumas sugestoes para a Comissao

- **Buscar evidências** sobre os mecanismos de coordenação empregados no atual modelo de governança climática;

- **Mapear os atores**:
  - Quem regula?
  - Quem executa?
  - Quem realiza a prestação de contas? Quem é responsabilizado?
  - Quem toma a decisão de investimento?

- Examinar **a interação entre as prioridades domésticas e o posicionamento do país nos foros internacionais** acerca do tema mudança do clima;

- Como o processo de **elaboração da iNDC** fez uso da Governança Climática disponível?

- Se possível, realizar uma **audiência pública** específica sobre governança e planejamento da PNMC.

Muito Obrigado!

André Luiz Campos de Andrade
Doutorando
andre.campos.de.andrade@uni-potsdam.de

Documento elaborado por: CNI
(Acesso: http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/mudanca-do-clima/)

Data: 26/11/2019

Atividade: Contribuição “Mudança do Clima: A agenda de mudança do clima deixou a esfera estritamente ambiental e hoje influencia diretamente a competitividade econômica”

CNI

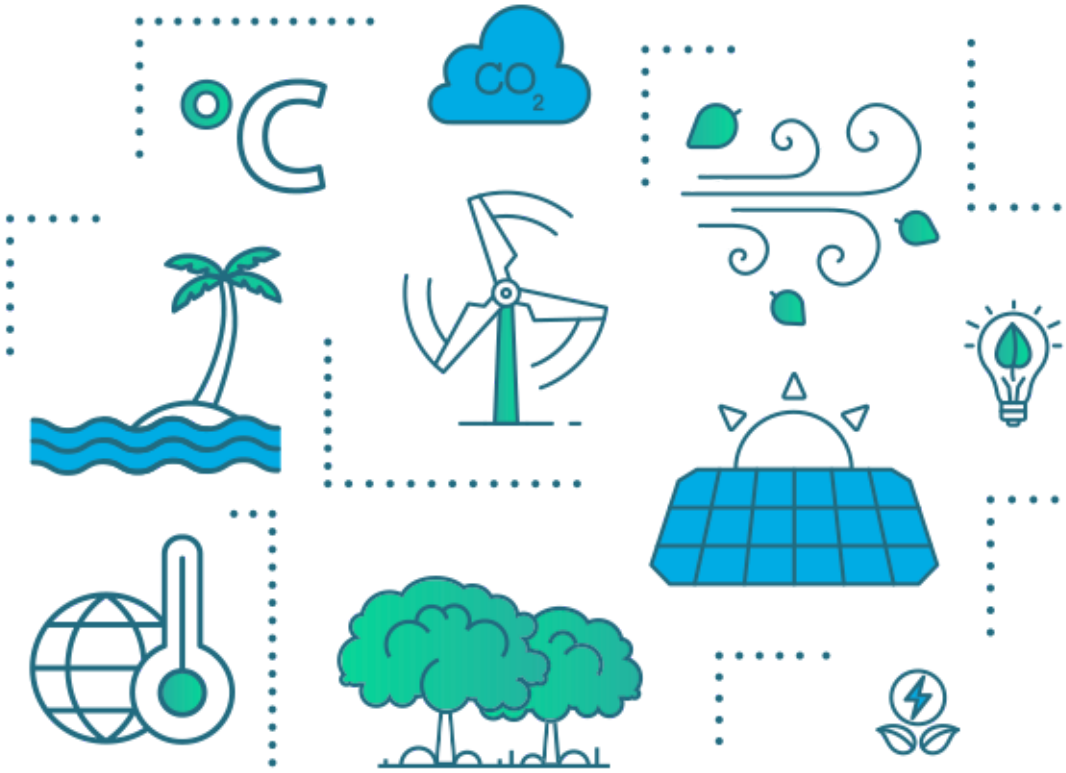
Indústria Sustentável

MUDANÇA DO CLIMA

A agenda de mudança do clima deixou a esfera estritamente ambiental e hoje influencia diretamente a competitividade econômica

A indústria brasileira apresenta o segundo melhor desempenho em termos de emissões de gases de efeito estufa (GEE) entre os setores econômicos, de acordo com a 3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Esse esforço coloca o setor como parte das soluções para a consolidação da economia de baixa emissão de carbono no país.

Isso representa oportunidades de negócios, uma vez que a indústria possui o maior poder de alavancagem econômica. A cada R$ 1 produzido na indústria, são gerados R$ 2,32 na economia brasileira. O setor também é responsável por 21% do PIB nacional e pela geração de cerca de 10 milhões de empregos.



A agenda de mudança do clima deixou a esfera estritamente ambiental e hoje influencia diretamente a competitividade econômica. Na indústria nacional, os desafios estão relacionados à necessidade de grandes investimentos, ao desenvolvimento de tecnologia para redução de emissões de GEE e a eventos climáticos extremos como secas, enchentes e deslizamentos de terra. Esses eventos podem implicar em insegurança energética, risco de desabastecimento de água e danos aos ativos das empresas e da infraestrutura.

Com a ratificação do Acordo de Paris, em 2016, o Brasil se comprometeu a reduzir em 37% as emissões absolutas de GEE até 2025 e também indicou a redução de 43% até 2030, conforme apresentado em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC). A NDC também apresenta um conjunto de medidas adicionais nas áreas de florestas, biocombustíveis e energia.

Estudos desenvolvidos pela CNI mostram que os investimentos para a implementação dessas medidas adicionais são da ordem de US$ 36 bilhões para o setor sucroenergético, e de US$ 81 bilhões para o setor elétrico. A principal preocupação da indústria é o efeito dessas medidas na cadeia de valor, pois, ao mesmo tempo em que pode gerar oportunidades de negócios, também pode ocasionar perdas econômicas e de competitividade.

Diante desse cenário, é importante que as políticas públicas levem adiante uma agenda positiva e estruturante, visando à implementação da NDC brasileira pelo setor industrial. Essas políticas devem conciliar princípios de integridade ambiental com o custo-benefício das ações a serem adotadas, de modo a garantir o aproveitamento do potencial dos setores, geração de novos negócios, maior eficiência e o crescimento do produto, emprego e renda.

Para implementação e financiamento da NDC do Brasil, a CNI, em parceria com o governo federal, elaborou um conjunto de recomendações baseadas em 7 pilares estratégicos: governança. financiamento; competitividade; energia; tecnologia e inovação; florestas; adaptação à mudança do clima.

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável relacionados:

Mensagens-chave

1.

A implementação da NDC na indústria requer uma avaliação integrada de seus efeitos sobre a competitividade da sua cadeia de valor.

2.

O financiamento é chave para a mudança estrutural requerida.

É necessário desenvolver novos arranjos financeiros mais aplicáveis à realidade da indústria, que visem ao custeio de investimentos voltados à implementação da NDC.

3.

O setor de uso da terra e florestas tem grande relevância para ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Uma abordagem integrada entre floresta e indústria é fundamental para que o setor siga contribuindo no combate aos impactos das mudanças climáticas.

4.

A adoção de tecnologias para mitigação de emissões e adaptação deve considerar a realidade da indústria brasileira.

Devem ser analisados os contextos técnico, econômico, político, institucional e de mercado aplicáveis à realidade industrial. Essa medida é importante para a transição gradual das operações industriais existentes, visando à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono, sem prejuízo a sua descontinuidade e preservação de investimentos, além de adoção de tecnologias que não sejam aplicáveis às práticas industriais brasileiras.

5.

As variações climáticas impactam a indústria pelo seu efeito sobre a disponibilidade de recursos naturais, energia e infraestrutura.

Os esforços governamentais devem ser direcionados para infraestruturas cada vez mais resilientes aos eventos climáticos extremos e ao gerenciamento e minimização dos riscos climáticos.

Agenda prioritária 2019

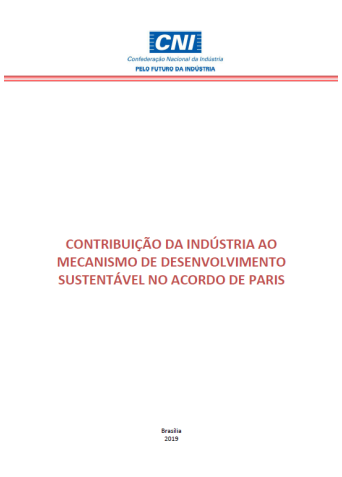
Estudar os **critérios de elegibilidade de fundos climáticos** mais aplicáveis às necessidades da indústria.

Atuar para a rejeição do **PLP 559/2018**, que trata sobre a **criação da CIDE carbono**.

Uniformizar as regras de **Monitoramento, Relato e Verificação (MRV)** das emissões de Gases de Efeito Estufa.

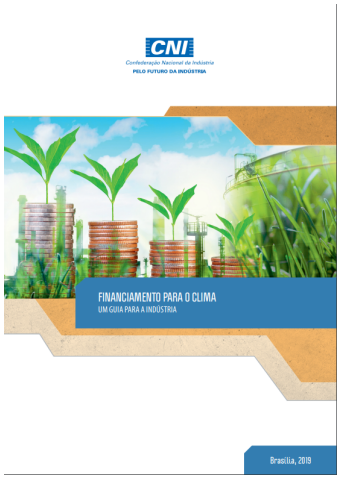
Influenciar o alinhamento do texto do **Acordo de Paris** referente ao **Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável** (art.6º) com o posicionamento da indústria.

Estudos e análises



Contribuição da Indústria ao Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável no Acordo de Paris

Junho/2019



Financiamento para o Clima: um guia para a indústria

2019

Contribuição da Indústria para a Agenda de Financiamento Climático

2018

Mudança do Clima e Indústria Brasileira: iniciativas e recomendações estratégicas para a implementação e financiamento da NDC do Brasil

2018

CARREGAR MAIS

SAC - Serviço de atendimento ao cliente
(61) 3317 9989
(61) 3317 9992

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Documento elaborado por: Karen Cope; Marcelo Ling

Data: 12/09/2019

Atividade: Contribuição “Revisão de gastos públicos para ações em Mudanças do Clima e análises das políticas fiscal e tributária: resultados preliminares” – Reunião Técnica

CONTRIBUIÇÕES À COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE DO SENADO FEDERAL

Revisão de gastos públicos para ações em Mudanças do Clima e análises das políticas fiscal e tributária: resultados preliminares

12/09/2019

Rede Clima
Mudanças Climáticas Globais no Brasil

Políticas Públicas

Pesquisadores:
Karen Cope
Marcelo Ling

Instrumentos da PNMC abordados

Art. 6o São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima:

IX - as dotações específicas para ações em mudança do clima no orçamento da União;

VI - as medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa...;

Dotações específicas para ações em Mudanças do Clima no OGU

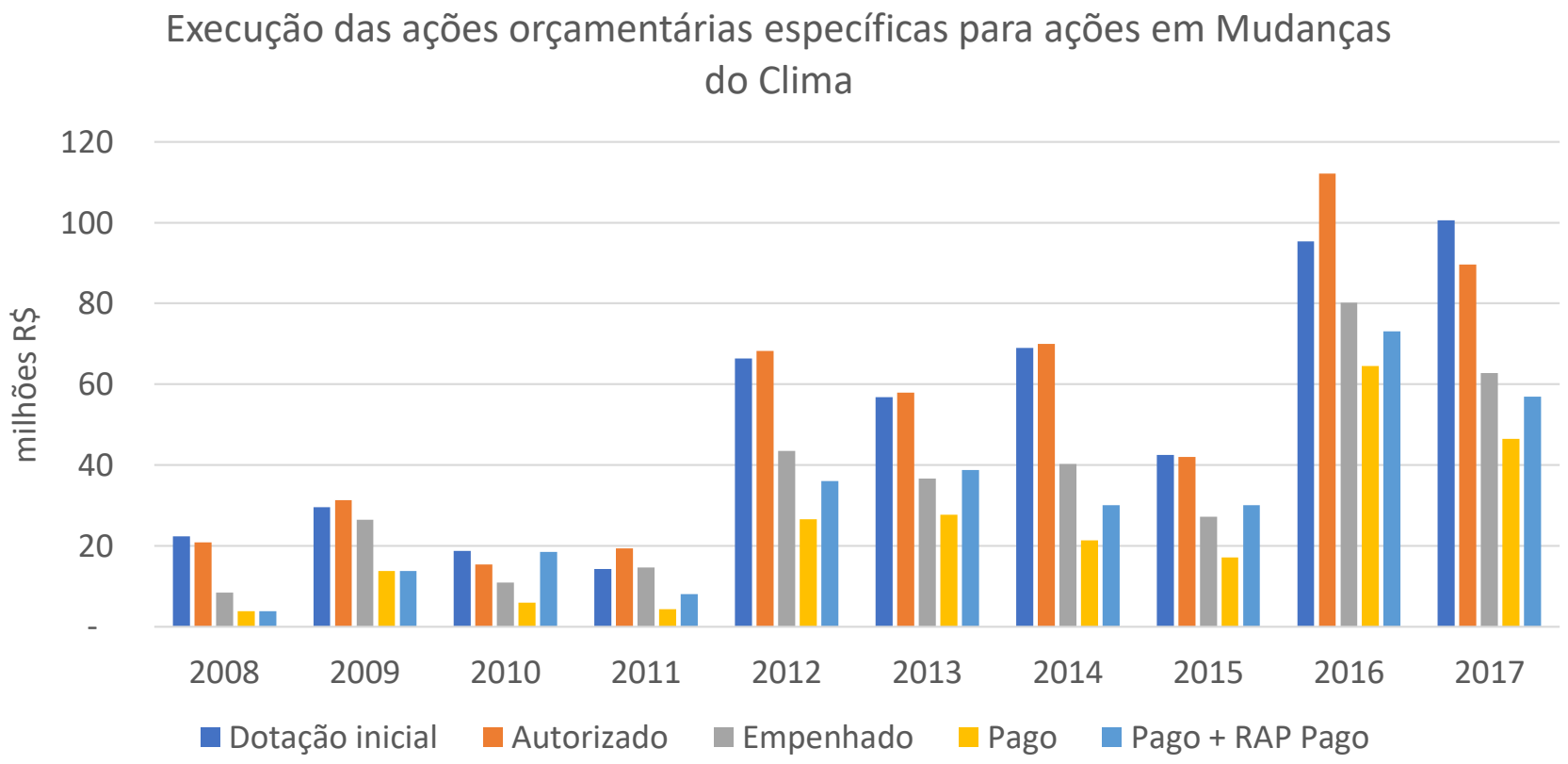
Gastos orçamentários em Mudanças do Clima, por Programa dos PPAs 2008-11, 2012-15 e 2016-19, período 2008 a 2017, exceto FNMC. (Valores Pago + Restos a Pagar, em milhões R$).

Programas PPAs	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total Período
Agropecuária Sustentável	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	2,8	**4,2**
Agropecuária Sustentável, Abastecimento e Comercialização	-	-	-	-	0,7	1,7	2,4	3,9	1,0	-	**9,6**
Ciência, Tecnologia e Inovação para Natureza e Clima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
Gestão da Participação em Organismos Internacionais	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**0,8**
Meteorologia e Mudanças Climáticas	1,7	12,3	18,1	5,9	9,5	-	-	-	-	-	**47,4**
Mudança do Clima	-	-	-	-	-	-	-	-	61,0	53,8	**114,7**
Mudanças Climáticas	-	-	-	-	24,9	36,3	26,7	26,1	7,6	0,4	**122,0**
Operações Especiais: Gestão da Participação em Organismos e Entidades Nacionais e Internacionais	-	-	-	-	-	-	-	-	2,2	-	**2,2**
Operações Especiais: Gestão da Participação em Organismos Internacionais	-	0,4	-	1,4	0,9	0,8	0,9	-	-	-	**4,5**
Qualidade Ambiental	1,4	1,1	0,4	0,7	-	-	-	-	-	-	**3,7**
Total Geral	**3,9**	**13,7**	**18,5**	**8,1**	**36,0**	**38,8**	**30,0**	**30,1**	**73,1**	**56,9**	**309,0**

Notas: (i) Valores referentes a "Pago+RAP"; (ii) valores constantes de 2018 - IPCA; (iii) resultados preliminares
Fonte: SIOP (2018) Orçamento Geral da União.

Dotações específicas para ações em Mudanças do Clima no OGU

Dotações e gastos orçamentários em Mudanças do Clima, por Programa dos PPAs 2008-11, 2012-15 e 2016-19, período 2008 a 2017, exceto FNMC. (em milhões R$).



Notas: (i) valores constantes de 2018 - IPCA; (ii) resultados preliminares
Fonte: SIOP (2018) Orçamento Geral da União.

Medidas fiscais e tributárias (PNMC: art. 6º; inc. VI)

Subsídios da União

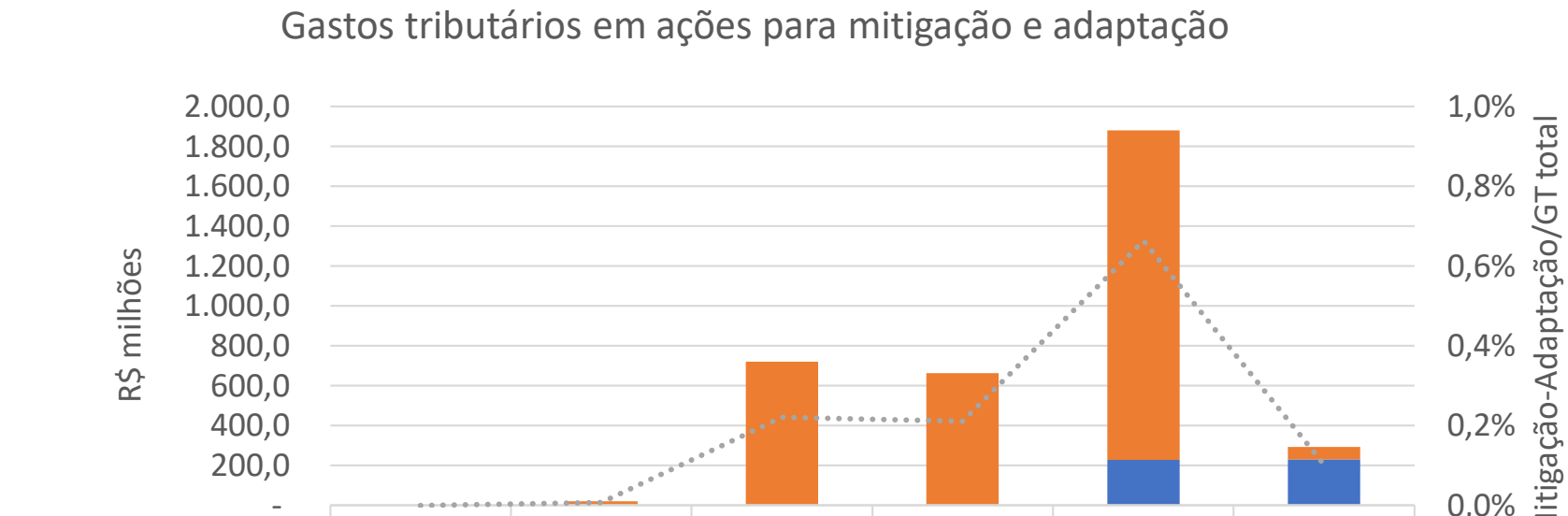
Modalidades de subsídios e contextualização

Modalidades	Gastos tributários	Benefícios financeiros	Benefícios creditícios
O que é?	Renuncias de receitas por intermédio do Sistema Tributário	Equalizações de juros e preços e assunção de dívidas	Programas oficiais de crédito com taxas de juros subsidiadas
Quanto ao OGU	Não consta no OGU. É apresentado como complemento ao PLOA	Consta como despesa primária e é registrada no OGU	Não consta no OGU. É apresentado como complemento ao PLOA
Exemplo	• Rendimentos isentos e não tributáveis do Imposto de Renda Pessoa Física	• Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) • Programa de Apoio ao Setor Sucroalcooleiro - PASS	• Empréstimos da União ao BNDES • Fundos Constitucionais de Financiamento do Desenvolvimento

Fonte: BRASIL (2019) 3º Orçamento de Subsídios da União. SECAP/ME

Medidas fiscais e tributárias (PNMC: art. 6º; inc. VI)

Gastos tributários para ações em mudanças do clima



	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mitigação	-	19,73	719,61	663,82	1.654,48	64,33
Adaptação	-	-	-	-	226,61	229,40
GT-MM/GT total	0,00%	0,01%	0,22%	0,21%	0,66%	0,10%

Notas: (i) (valores constantes de 2018 - IPCA; (ii) resultados preliminares
Fonte: SIOP (2018) Financiamento Extraorçamentário; BRASIL (2019) 3º Orçamento de Subsídios da União. SECAP/ME.

Medidas fiscais e tributárias (PNMC: art. 6º; inc. VI)

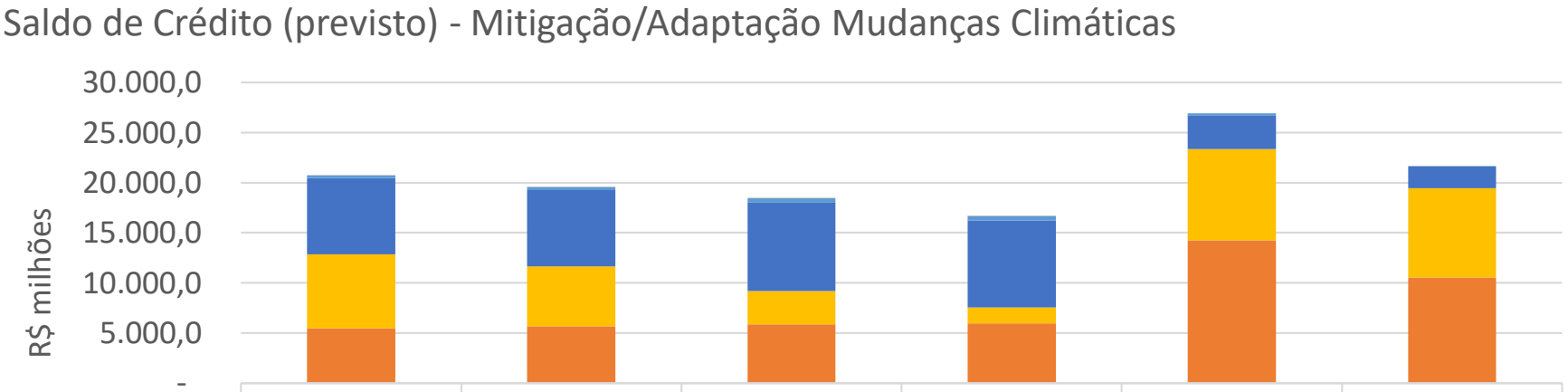
Gastos tributários para ações em mudanças do clima identificados

Foram identificados gastos tributários para ações em mudanças do clima relacionados aos seguintes gastos tributários:

- **Seguro Rural**: Isenção irrestrita, de quaisquer impostos ou tributos federais, às operações de seguro rural
- **REID** - Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Infraestrutura (Suspensão, Redução da Alíquota da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS).
- **REID** - Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Infraestrutura (Suspensão, Redução da Alíquota da Contribuição Social para o PIS-PASEP)
- **Álcool**: Crédito presumido de PIS/COFINS para as pessoas jurídicas importadora ou produtora de álcool, inclusive pra fins carburantes.
- **Biodiesel**: Redução das alíquotas do PIS/COFINS sobre a venda de biodiesel pela aplicação de coeficientes de redução definidos pelo Poder Executivo. Crédito presumido de PIS/COFINS calculado sobre o valor das matérias-primas adquiridas de pessoa física, de cooperado pessoa física, de pessoa jurídica que exerça atividade agropecuária, de cooperativa de produção agropecuária ou de cerealista e utilizados como insumo na produção de biodiesel. Suspensão do PIS/COFINS sobre a venda de matéria-prima in natura de origem vegetal, destinada à produção de biodiesel.
- Redução da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão de Energia Elétrica (TUST) para empreendimentos de fontes renováveis e cogeração qualificada.

Medidas fiscais e tributárias (PNMC: art. 6º; inc. VI)

Saldo de crédito previsto para ações mudanças do clima (direto e indireto), concedido por Agentes Financeiros públicos

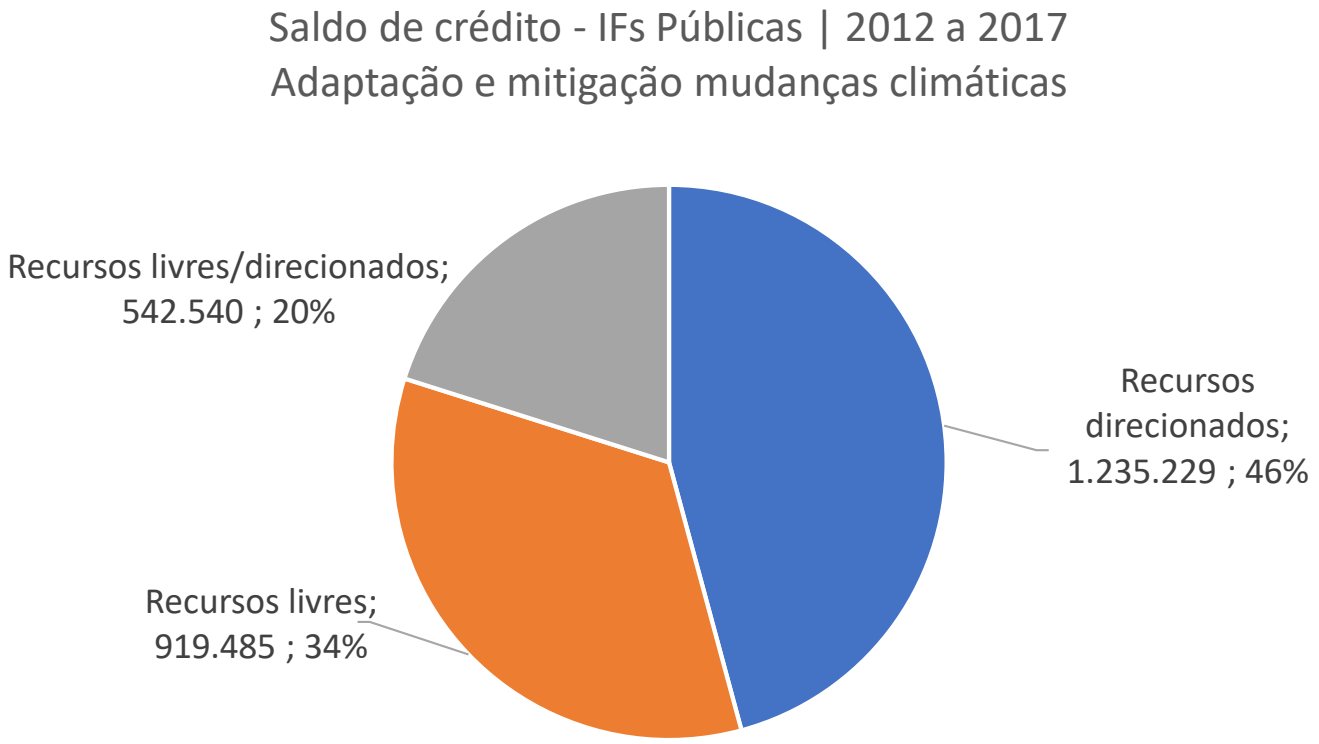


	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Processos Industriais	19,7	7,1	6,6	3,4	-	-
Uso da terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas	259,2	272,2	416,1	431,8	173,6	44,7
Agropecuária	7.600,1	7.598,9	8.818,9	8.694,5	3.411,4	2.191,5
Tratamento de Resíduos	7.367,9	5.961,2	3.347,3	1.607,7	9.100,8	8.906,8
Energia	5.498,4	5.695,0	5.857,8	5.944,0	14.228,7	10.539,4
Total	20.745,4	19.534,3	18.446,6	16.681,3	26.914,5	21.682,3

Notas: (i) em R$ de 2018; (ii) resultados preliminares
Fonte: SIOP (2018) Financiamento Extraorçamentário; BRASIL (2019) 3º Orçamento de Subsídios da União. SECAP/ME.

Medidas fiscais e tributárias (PNMC: art. 6º; inc. VI)

Saldo de crédito previsto para ações mudanças do clima (direto e indireto), concedido por Agentes Financeiros públicos



Notas: (i) em R$ de 2018; (ii) resultados preliminares
Fonte: SIOP (2018) Financiamento Extraorçamentário; BRASIL (2019) 3º Orçamento de Subsídios da União. SECAP/ME.

Definições

Classificação por origem do recurso das operações de crédito

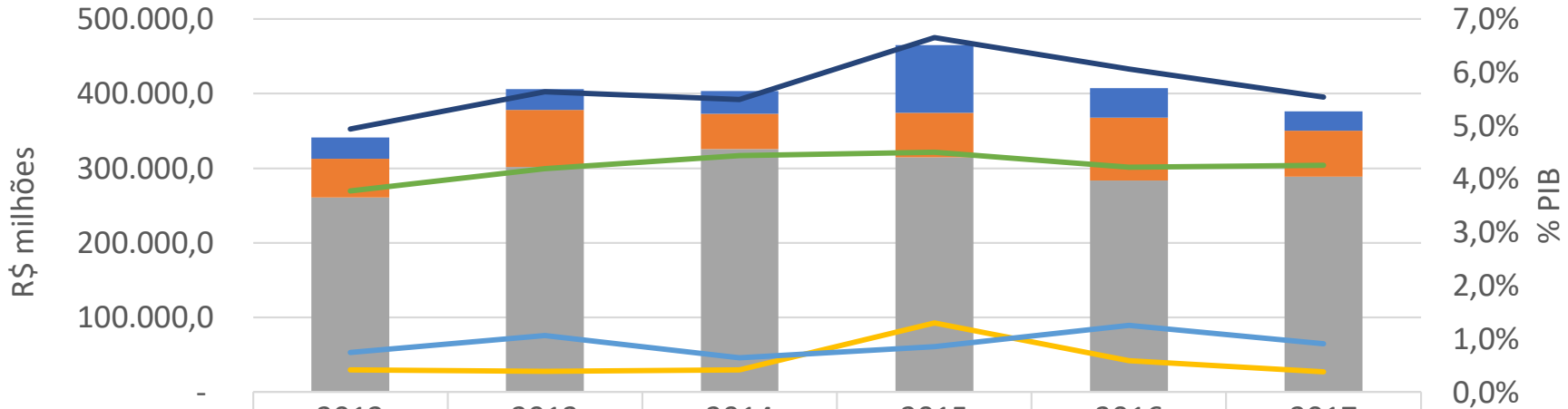
Recursos livres: Recursos livres: correspondem aos contratos de financiamentos e empréstimos com taxas de juros livremente pactuadas entre instituições financeiras e mutuários (taxas de mercado). Nas operações livres, as instituições financeiras têm autonomia sobre a destinação dos recursos captados no mercado.

Recursos direcionados: operações de crédito regulamentadas pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) ou vinculadas a recursos orçamentários, destinadas, basicamente, à produção e ao investimento de médio e longo prazo aos setores imobiliário, habitacional, rural e de infraestrutura. As fontes de recursos são oriundas de parcelas das captações de depósito à vista e de caderneta de poupança, além de fundos e programas públicos.

Fonte: BCB (2019). Meta dados. Séries temporais SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais.

Medidas fiscais e tributárias (PNMC: art. 6º; inc. VI)

Total de subsídios financeiros, creditícios e tributários da União, 2012 a 2017



	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Benefícios Financeiros	28.710,7	27.789,9	30.433,9	90.681,8	39.367,0	25.555,3
Benefícios Creditícios	51.529,8	76.343,4	47.502,8	59.492,3	84.285,9	61.698,0
Gastos tributários	260.939,6	301.883,4	325.773,5	314.837,2	283.843,6	288.958,6
BF/ PIB	0,42%	0,39%	0,41%	1,30%	0,59%	0,38%
BC/ PIB	0,75%	1,06%	0,65%	0,85%	1,25%	0,91%
GT/ PIB	3,77%	4,19%	4,43%	4,50%	4,22%	4,25%
Subsídios/ PIB	4,94%	5,63%	5,49%	6,65%	6,06%	5,54%

Notas: (i) em R$ de 2018;.
Fonte: BRASIL (2019) 3º Orçamento de Subsídios da União. SECAP/ME.

Considerações finais

- Inc. IX do art. 6º da PNMC (dotações específicas no OGU em ações para mudanças do clima)
  - Em atendimento – Verificadas dotações explicitamente identificadas para ações para mudanças do clima.
  - Dotação inicial em 2017 = R$ 101,0 milhões
  - Valor executado em 2017 = R$ 56,9 milhões

- Inc. VI do art. 6º da PNMC (medidas fiscais e tributárias)
  - Gastos tributários
    - Não foi estabelecida legislação específica para estimular a mitigação através de medidas fiscais e tributárias
    - Valor para ações em mudanças do clima em 2017 = R$ 293,7 milhões*
    - Valor total dos gastos tributários em 2017 = R$ 288 bilhões
  - Subsídios creditícios
    - Saldo das operações de crédito por IFs públicas para ações em mudanças do clima (direto e indireto) em 2017 = R$ 21,6 bilhões
    - Cerca de 50% deste saldo das operações de crédito é proveniente de recursos direcionados, com potencial controle pelos subsídios creditícios

CONTRIBUIÇÕES À COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE DO SENADO FEDERAL

Revisão de gastos públicos para ações em Mudanças do Clima e análises das políticas fiscal e tributária: resultados preliminares

12/09/2019

Rede Clima
Mudanças Climáticas Globais no Brasil

Políticas Públicas

Pesquisadores:
Karen Cope
Marcelo Ling

Documento elaborado por: WWF-Brasil

Data: 05/11/2019

Atividade: Contribuição “Contribuição do WWF-Brasil para o processo de avaliação da política nacional de Mudanças do Clima (PNMC) da Comissão de Meio ambiente do Senado Federal”

CONTRIBUIÇÃO DO WWF-BRASIL PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE MUDANÇAS DO CLIMA (PNMC) DA COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE DO SENADO FEDERAL

Brasília, 05 de outubro de 2019

GRUPO DE TRABALHO: PLANOS SETORIAIS
Responsável: Renata Camargo de Araújo – especialista em política climática do WWF-Brasil

INTRODUÇÃO

Este documento foi produzido pela equipe do WWF-Brasil a partir de informações e análises feitas pela organização e por parceiros, com destaque para os relatórios do projeto SEEG, liderado pelo Observatório do Clima. Ele consta de três partes: 1) avaliação e análise da PNMC em pontos gerais; 2) recomendações para a política climática em pontos gerais e; 3) contribuições setoriais sobre os planos de energia, transportes e PPCerrado. As devidas referências bibliográficas, seguem ao final do documento.

1) AVALIAÇÃO E ANÁLISE DA PNMC

Políticas governamentais – A Lei nº 12.187/2009, que estabeleceu a Política Nacional sobre Mudança do Clima, define, em seu artigo 11, que as políticas públicas e programas governamentais deverão compatibilizar-se com a Política Nacional sobre Mudança do Clima.

- ✓ Incompatibilidade de políticas e/ou não incorporação da componente climática. Exemplo, o Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) ainda representa menos de 2% do total investido no Plano Safra, que em 2017/2018 foi de R$ 200 bilhões. Um outro exemplo é o Plano Decenal de Energia (PDE), considerado como plano setorial de energia, prevê mais subsídios a combustíveis fósseis do que a energias renováveis. Outros exemplos foram os grandes projetos de governo como os Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e Programa de Parcerias de Investimento (PPI), batizado de Projeto Crescer, que ignoraram a questão climática;
- ✓ A PNMC não se tornou uma agenda do Centro de Governo, ou seja, não houve de maneira efetiva um olhar sobre a totalidade da ação governamental para assegurar coerência e coesão às diversas iniciativas propostas pelos ministérios e atores relevantes no âmbito dessa política e garantir uma política de desenvolvimento socioeconômico alinhada com os princípios, objetivos e diretrizes da política climática;
- ✓ Não foi estabelecida nem implementada uma estratégia integrada de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional, conforme previsto no art. 5 da PNMC, que prevê as diretrizes dessa política;

- ✓ Embora o arcabouço legal tenha sido criado e várias medidas setoriais seguiram seus cursos, não houve no governo uma orientação estratégica para o plano de mitigação, tão pouco uma escalada de prioridade.
- ✓ Importantes estudos como Opções de Mitigação (MCTI), IES Brasil 2030 e 2050 (Coppe/UFRJ) e Brasil 2040 (extinta SAE) ainda não foram incorporados como parte do planejamento de desenvolvimento nacional, o que mostra que os riscos e oportunidades das mudanças climáticas não vem sendo priorizadas na política de governo.

Governança – O art. 7º da Lei da PNMC dispõe sobre os instrumentos institucionais para atuação da política, entre eles, o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM).

- ✓ A governança climática no Brasil não tem sido efetiva, e mesmo a antiga estrutura existente não vinha sendo acionado pelo governo federal como norteador de políticas públicas e programas governamentais;
- ✓ Colegiados como o CIM, assim como o GEx e outros importantes instrumentos institucionais da política – mesmo antes do decreto presidencial nº. 9759/2019, que extinguiu colegiados da administração pública federal – já vinham operando com inefetividade e sem transparência, e ou mesmo estavam inativos;
- ✓ A governança climática foi sendo feita de forma experimental e dedicada a instrumentos, se diferenciando de políticas onde há liderança executiva clara e mecanismos que geram convergência de ações de governo com seus projetos;
- ✓ Em algum momento, foi esperado que o Plano Nacional sobre Mudança do Clima exercesse esse papel de integração desejado das ações e dos instrumentos relevantes no campo das mudanças climáticas, no entanto, ele foi gradualmente abandonado como instrumento de ação e de coordenação;
- ✓ O encaminhamento das questões relacionadas ao clima, no âmbito federal, vem se dando de forma pulverizada, entre diversos atores, sem uma governança clara e efetiva;
- ✓ O Plano Nacional sobre Mudança do Clima não previu mecanismos necessários para a execução das ações propostas, não possuindo um modelo de gerenciamento de suas ações, não havendo também a ampla divulgação de suas ações e resultados obtidos;
- ✓ Houve a ausência de espaços ativos de pensamento estratégico para a governança climática, inclusive no que se refere a questões de longo prazo.

Transparência – A plena implementação de uma política pública depende de seus mecanismos de transparência, para fomentar o debate junto à sociedade e alinhar os interesses dessa política aos interesses públicos.

- ✓ Não foi mantida a publicidade regular de trabalhos e resoluções dos instrumentos institucionais, conselhos e grupos da PNMC;

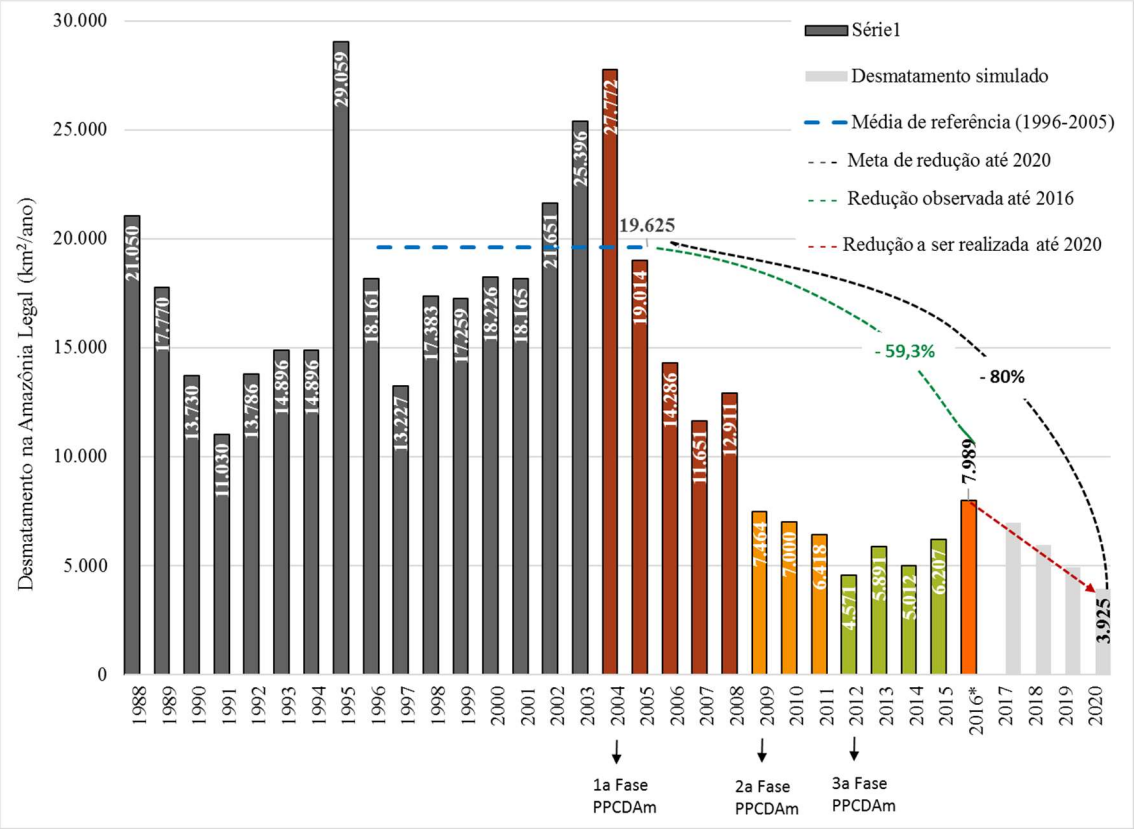
- ✓ O governo federal não tornou público qualquer avaliação sistematizada da implementação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, havendo uma ausência de mecanismos que possam demonstrar impactos positivos de implementação do plano, assim como deficiências e oportunidades;
- ✓ Em julho de 2012, mesmo sem avaliação do Plano Nacional, o governo federal iniciou o processo de atualização do plano, com previsão de seis meses para concluir os trabalhos, mas até hoje uma versão atualizada do plano não foi publicada;
- ✓ O GEx, coordenado pelo MMA, tem registro de reunião até fevereiro de 2018 (https://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/grupo-executivo-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/326.html). Já o CIM, coordenado pela Casa Civil, não tem registros, além de não funcionar há muito tempo.

Meta – Art. 12 da Lei da PNMC, estabelece que, para alcançar os objetivos dessa política, o país adotará, como compromisso nacional voluntário, metas de redução de mitigação de 36,1% e 38,9%, com emissões projetadas até 2020.

- ✓ A meta global da PNMC foi ancorada numa atividade desacoplada do crescimento do PIB, o desmatamento, o que estabeleceu um "colchão de ar" de redução de emissões, colocando o Brasil em uma situação confortável do ponto de vista de cumprimento da meta, sem incrementar as políticas de mitigação em outros setores;
- ✓ Em 2017, o Brasil já havia cumprido dois terços da meta de redução projetada para 2020, totalmente dependente do controle do desmatamento da Amazônia e de uma meta já cumprida para o cerrado;
- ✓ Embora tenhamos condições de cumprir a meta de redução relativa de emissões prevista na PNMC, deveremos checar a 2020 com as emissões em ascensão e não em queda;

A meta de redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre os anos de 1996 a 2005, representa chegar em 2020 abaixo de 4 mil km², o que está ameaçado com a constante alta dos últimos anos

conforme gráfico a seguir:



(Fonte: MMA - https://www.mma.gov.br/informma/item/616-preven%C3%A7%C3%A3o-e-controle-do-desmatamento-na-amaz%C3%B4nia)

2) RECOMENDAÇÕES

- Integrar os princípios e diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima a todas as políticas governamentais federais e transversalizar a agenda de clima, conforme estabelece o artigo 11, principalmente aos grandes planos de desenvolvimento para setores estratégicos como de infraestrutura, energia, agricultura e pecuária e indústria;
- Estabelecer um plano de investimentos para a plena implementação da NDC e alinhamento das metas à trajetória do 1.5C;
- Realizar planejamentos estratégicos que estabeleçam políticas governamentais que incorporem a componente climática do ponto de vista de mitigação e de adaptação;
- Aumentar e fortalecer o processo participativo na elaboração de estratégias e ações de implementação da política climática;
- Estabelecer mecanismos de transparência, com divulgação de dados pertinentes à base de cálculo dos planos de mitigação, considerando que o documento-base da NDC brasileira trouxe apenas indicação de fontes genéricas de base de cálculo;
- Especificamente, tornar transparente e acessível o sistema de planejamento da política energética, garantindo o acesso da sociedade civil a bases de dados e programas utilizados na modelagem setorial;

- Publicar anualmente relatório com indicadores de monitoramento da implementação das ações de mitigação no âmbito da PNMC e da NDC;
- Estabelecer uma governança climática efetiva e resiliente nos três níveis da Federação, que assegure o engajamento de alto nível, a incorporação da componente climáticas nas políticas setoriais, a inclusão e a participação da sociedade civil nas políticas e que defina claramente órgãos executores, seus papéis e responsabilidades;
- Revisão da Lei 12.187/2009 para incorporação de todos os compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris e para demais ajustes que se façam necessários;
- Revisão da NDC brasileira à luz dos objetivos maiores do Acordo de Paris, dentre os quais o de limite de temperatura ("bem abaixo dos 2°C, e envidar esforços" no sentido de limitar o aquecimento a 1,5°C), uma vez que a NDC brasileira faz referência exclusivamente ao limite de 2°C;
- Revisão das políticas de incentivos econômicos para indústria, substituindo os incentivos por setor específico e promovendo incentivos abrangentes com foco na contribuição para mitigação e adaptação às mudanças climáticas;
- Integrar a agenda climática na reforma tributária, de forma que a tributação seja coerente e favoreça uma economia de baixo carbono;
- Garantir uma ampla divulgação dessa avaliação da implementação do Política Nacional sobre Mudança do Clima

3) PLANOS SETORIAIS

- ✓ Consideramos que houve uma falta de integração entre os planos, como por exemplo PDE dialogar com o Plano de Transportes, evidenciando lacunas na elaboração e implementação da PNMC sob a perspectiva setorial;

PLANOS SETORIAIS DE ENERGIA E TRANSPORTES

AVALIAÇÃO

Energia

- O setor energético nacional pode vir a ser a principal fonte de emissões após 2020, ao lado do setor agropecuário. Mas o Plano Decenal de Energia (PDE), principal instrumento de planejamento do setor energético, enfatiza a expansão da oferta de energia com fontes fósseis como base da segurança energética - mais de 70% dos investimentos nos próximos 10 anos devem ser direcionados ao segmento de petróleo e gás, relegando ao segundo plano considerações sobre a importância da redução das emissões para o enfrentamento das mudanças climáticas;
- O setor espera atingir a meta setorial proposta, de 680 MtCO2e, mas não leva em consideração que ela está muito aquém do que é necessário e

economicamente viável atingir por meio de investimentos em fontes renováveis;

- A expansão da oferta de energia elétrica é feita principalmente por meio de leilões de compra de energia, onde os contratos de longo prazo para termelétricas a carvão ou gás natural fazem com que elas passem um grande período emitindo GEE, inibindo uma alocação mais dinâmica de investimentos em novas soluções de fontes renováveis. O mesmo ocorre com os leilões de concessão para exploração de petróleo e gás, que estimulam a alocação de investimentos bilionários com horizonte de operação de várias décadas, desprezando a necessidade de reduzir as emissões da matriz energética em poucos anos;
- As metas propostas foram pensadas para um cenário de grande crescimento econômico e, portanto, grande crescimento da demanda de energia. Como isso não ocorreu, os objetivos da meta foram alcançados em 2015 sem a necessidade de grandes medidas em prol das fontes renováveis;
- Entre 2012 e 2016, a geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis passou de 80,6 TWh para 97,5 TWh, um crescimento de 21%.

Transportes

1. A meta ficou muito aquém do desejado e foi baseada em "soluções infraestruturais e logísticas", a partir de uma lista de obras de infraestrutura que foram pouco executadas;
2. O plano não atacou o cerne do problema: a necessária transferência modal, para desafogar as ruas e as estradas, proporcionada por um transporte público e de carga de qualidade e mais limpo;
3. Foi estabelecida uma meta de redução de emissão pela substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis, mas essa meta também estava computada no plano setorial de energia, o PDE, sem diálogo entre os planos.

RECOMENDAÇÕES

Energia

- Eliminar gradualmente todos os subsídios para a produção e consumo da energia fóssil e nuclear e incorporar os impactos ambientais e sociais aos preços da energia, a fim de revelar os verdadeiros custos das fontes de geração de energia;
- Estabelecimento de metas de redução de intensidade de emissões de GEE pelo transporte de carga no Brasil;
- Dar publicidade aos critérios adotados para definição e formação dos leilões de energia elétrica, bem como às informações referentes às quantidades e modalidades de energia contratada no Ambiente de Contratação Livre (ACL) e seus agentes;
- Ampliação dos investimentos na melhoria da mobilidade urbana, buscando a expansão e aumento da qualidade do transporte público e do transporte não-motorizado. A Política Nacional de Mobilidade Urbana deve contemplar ações

de mitigação de emissão de GEE e ações de emergência no caso de desastres, como enchentes e alagamentos, cada vez mais frequentes nas cidades;
- Incrementar as opções de biomassa e outras alternativas energéticas que possam cumprir as mesmas funcionalidades que a termoeletricidade traz – despachabilidade e oferta de energia de base, tipicamente atendidos por meio de usinas a gás natural e, em menor grau, a carvão;
- Ampliar o uso de alternativas energéticas adequadas ao contexto brasileiro, como o uso da biomassa por meio dos seguintes caminhos: (i) o aproveitamento do potencial existente devido ao "retrofit" de usinas de processamento de bagaço e palha de cana-de-açúcar para produção de eletricidade e etanol; (ii) o uso de resíduos agropecuários e urbanos para a produção de biogás e biometano.

Transportes

- Adotar um conjunto de medidas setoriais que, ao mesmo tempo em que reduzam as emissões de GEE ampliem o acesso das pessoas às oportunidades que as cidades oferecem, como: (i) inovações tecnológicas nos veículos e (ii) evitar viagens por transporte individual ou transferi-las para os modos de transporte público coletivo e para os não motorizados;
- Desenhar e implantar instrumentos de política pública que busquem o incentivo à utilização de outras fontes de energia para o transporte coletivo ao mesmo tempo em que assegurem os aspectos de qualidade operacional dos serviços de ônibus e considerem a modicidade tarifária;
- Incentivar automóveis híbridos e elétricos, que são vislumbrados como uma forte alternativa para descarbonizar o segmento de transportes;
- Equilibrar os subsídios e incentivos a transportes individual e coletivo, privilegiando transportes coletivos (a relação entre os subsídios e incentivos dados ao transporte individual e ao coletivo é da ordem de oito para um);
- Restringir ou desestimular, direta ou indiretamente, o uso do carro. Como em toda mudança profunda de paradigma, a implantação de medidas que restrinjam ou desestimulem, direta ou indiretamente, o uso do carro terá que vencer certa resistência por parte de alguns cidadãos. Sobretudo porque a melhoria geral do transporte coletivo - que facilitará a restrição ao carro - não virá por completo no curto prazo;
- Estimular a inovação tecnológica para o aumento da eficiência energética, redução de emissões e menor impacto ambiental em mecanismos como o Rota 2030;
- Implementar o RenovaBio e metas mais ambiciosas para redução da intensidade de carbono da matriz de combustíveis brasileira;
- Adotar a inspeção veicular periódica (especialmente para veículos mais antigos) e rodízio veicular para reduzir as emissões de GEE e melhorar a qualidade do ar nas grandes metrópoles.

PPCERRADO

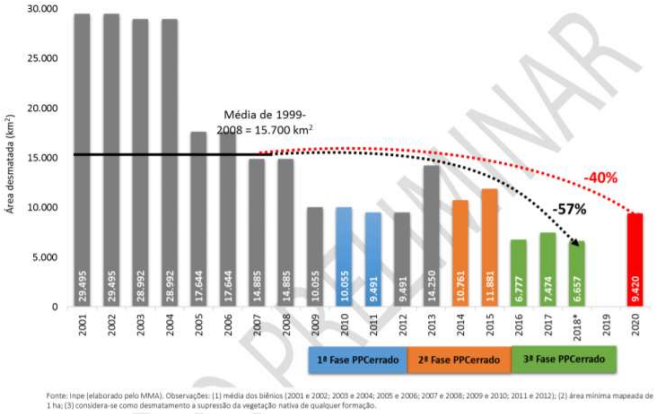
O objetivo geral do PPCerrado é promover a redução contínua da taxa do desmatamento e da degradação florestal, bem como da incidência de queimadas e dos incêndios florestais. Na 1ª Fase do PPCerrado (2010-2011), haviam quatro eixos: 1) Áreas protegidas e Ordenamento Territorial, 2) Monitoramento e Controle, 3) Fomento às Atividades Produtivas Sustentáveis e 4) Educação Ambiental. Na 2ª Fase (2014-2015), o eixo de Educação Ambiental foi retirado. A 3ª fase (2016-2020), mantém os três eixos da fase 2 e propõe um novo eixo relacionado com a elaboração de normas e de instrumentos econômicos, fiscais e tributários que possam contribuir para o combate ao desmatamento no bioma, atuando na prevenção, assim como também no controle.

Essa terceira fase do PP Cerrado considera então 04 eixos sendo: 1) Ordenamento Fundiário e Territorial, em que deverão ser fortalecidas as ações com o objetivo de estabelecer diretrizes de uso e ocupação da terra, além do fortalecimento da gestão de áreas protegidas.

Em relação ao fortalecimento das APs, espera-se que o percentual de área protegida por Unidade de Conservação aumentado para 17% no bioma, sendo que os números atuais estão por volta de 8% e não estamos verificando nenhuma sinalização por parte do governo para criação de novas Áreas Protegidas no Cerrado, ao contrário, pois a maior Unidade de Conservação do bioma, neste caso a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, encontra-se em processo de desafetação de parte da sua área, além do Parque Nacional Serra da Bodoquena que possui parte da sua área do bioma Cerrado.

O Eixo 2, Monitoramento e Controle, onde os principais resultados são esperados, visando aumentar a punibilidade, a integração ao SINAFLOR, a redução dos incêndios florestais e o aperfeiçoamento dos sistemas de monitoramento. Em relação a este eixo, em que o combate ao desmatamento deve ser o foco, o compromisso do governo brasileiro para o Cerrado assumido durante a 15ª COP foi a meta de reduzir em pelo menos 40% das emissões provenientes do desmatamento do Cerrado.

Devido à meta ter sido baseada na média 15.700 km² de desmatamento anual do bioma, período de 1994 e 2008, ou seja, patamares inferiores a 9.421 km² até 2020. Isso fez com que na COP 24, o governo brasileiro anunciasse que o país antecipou, em dois anos, o alcance de compromisso proposto para 2020. A área desmatada no bioma Cerrado no período de agosto de 2017 a julho de 2018 foi de 6.657 km² (Prodes Cerrado 2018), a menor área desmatada já registrada na série histórica, conforme gráfico abaixo.



Fonte: Inpe (elaborado pelo MMA). Observações: (1) média dos biênios (2001 e 2002; 2003 e 2004; 2005 e 2006; 2007 e 2008; 2009 e 2010; 2011 e 2012); (2) área mínima mapeada de 1 ha; (3) considera-se como desmatamento a supressão da vegetação nativa de qualquer formação.

FIGURA 2. EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO NO BIOMA CERRADO, UTILIZANDO DADOS DE DESMATAMENTO DO PRODES CERRADO, INPE.

Apesar desse decréscimo, para 2017/2018, em 2019 alguns dados do MAP Biomas já indicam que esse número deve aumentar, pois só no Estado de Mato Grosso, maior produtor de soja do país, 95% do desmatamento do cerrado identificado em 2018 ocorreu sem autorização. O MapBiomas ainda revela que 1.419 alertas foram registrados em áreas de Reservas Legais que, por lei, não poderiam ser desmatadas. A análise da dinâmica do desmatamento para o ano de 2018 (Prodes Cerrado,) mostrava que a área total desmatada concentrava-se nas Áreas Privadas ou Sem Informações. Fato curioso é que, em 2019, 40% dos alertas validados no primeiro trimestre deste ano, segundo o MAP Biomas, foram detectados em Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Áreas de Preservação Permanente e de nascentes.

Avaliação

- As metas de redução de desmatamento foram calculadas com base nos piores anos e não no cenário mais recente. Logo, há uma redução natural. As metas deveriam ter sido mais ambiciosas;
- O PPCerrado traz um enfoque significativo para o fim do desmatamento ilegal. Até hoje não há a transparência necessária de dados de autorizações de desmatamento e estamos perdendo uma janela tecnológica que permitiria agir de forma interessante nesse ponto (CAR, Sistemas como o SIMLAM no MT, entre outros);
- Seria interessante um acompanhamento e publicação anual do alcance das metas no documento, uma espécie de grupo de acompanhamento. Vejo que o plano ficou bastante estático;

Recomendações

1) Áreas protegidas e Ordenamento Territorial:

a) ALCANÇAR a proteção de pelo menos 17% do Cerrado, de acordo com as Metas de Aichi da Biodiversidade (Meta 11), priorizando as unidades de conservação de proteção integral;

b) PRIORIZAR a regularização fundiária e a estruturação das unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável, aproveitando a aplicação de recursos de conversão de multas e compensação ambiental.

c) PROMOVER os processos de demarcação e homologação de Terras Indígenas, a titulação das posses de agricultores familiares e os direitos territoriais de povos e comunidades tradicionais, por meio da criação de Reservas Extrativistas (Resex), Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), de Assentamentos Sustentáveis Diferenciados, e das Concessões de Direito Real de Uso (CDRU), entre outros mecanismos de regularização fundiária, integrando-os em estratégias mais amplas de conservação em escala de paisagens, fortalecendo os mosaicos de áreas protegidas.

d) AMPLIAR a Política Nacional de Gestão Ambiental e Territorial em Terras Indígenas (PNGATI), e o escopo da política para os territórios quilombolas e territórios de povos e comunidades tradicionais, com reforço de monitoramento e fiscalização;

e) FORTALECER o Conselho Nacional da Reserva da Biosfera do Cerrado como espaço de governança ambiental entre as áreas núcleos de proteção do bioma.

2) Monitoramento e Controle

a) CONSOLIDAR uma Política Nacional de Manejo Integrado e Adaptativo, Prevenção e Controle do Fogo no bioma, que dialogue com iniciativas de base comunitária;

b) ZERAR o desmatamento, seja legal ou ilegal, até 2020, revisando a meta de redução dada pela Política Nacional de Mudanças Climáticas.

c) CRIAR uma meta ambiciosa de redução de emissões de carbono para o Cerrado.

d) AUMENTAR a fiscalização, o controle e a transparência de informações em relação às outorgas de uso da água superficial e subterrânea, as autorizações de desmatamento, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), dentre outros relevantes para a boa governança ambiental.

e) AMPLIAR os programas de proteção, órgãos de defesa, acolhimento e encaminhamento de denúncias de violência oriundas de conflitos agrários, a exemplo dos Centros de Referência de Cidadania e do Programa Nacional de Proteção aos Defensores de Direitos Humanos.

3) Fomento às Atividades Produtivas Sustentáveis

a) APROVAR a Proposta de Emenda Constitucional (PEC) que coloca o Cerrado e a Caatinga como patrimônios nacionais e definir uma legislação federal específica para o uso sustentável, a conservação e a recuperação dos biomas.

b) SUPERAR os entraves regulatórios nos campos sanitário, fiscal e ambiental à produção e à comercialização de produtos da sociobiodiversidade.

c) GARANTIR orçamento para os programas de compras públicas e de formação de estoque, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de

Alimentação Escolar (Pnae), com inclusão de novos produtos da sociobiodiversidade na Política Geral de Preços Mínimos (PGPM-Bio), e preços mais atrativos para as comunidades agroextrativistas.

d) AVANÇAR na implementação da Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Proveg) e do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), estabelecendo linhas de crédito atrativas que promovam o uso eficiente das áreas já abertas e a reversão do passivo ambiental de imóveis rurais.

e) FOMENTAR a pesquisa e as inovações sobre produtos, empreendimentos comunitários e sistemas produtivos sustentáveis do Cerrado, garantindo a efetiva repartição de benefícios provenientes da exploração econômica a partir do acesso ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado.

4) elaboração de normas e de instrumentos econômicos, fiscais e tributários:

a) ARTICULAR um fundo para investimentos socioambientais no Cerrado, com mobilização de recursos nacionais e internacionais – Fundo Cerrado;

b) APLICAR condicionantes e indicadores de sustentabilidade socioambiental para todas as linhas de crédito do Plano Safra, criando condições de financiamento mais atrativas para o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), e para quem vai investir em áreas já abertas, com alta e alta-média aptidão para agricultura, especialmente, para os proprietários que têm excedente de Reserva Legal e se comprometem a não desmatar.

c) CONDICIONAR o crédito agrícola, em quaisquer de suas modalidades, somente para proprietários de imóveis rurais que estejam inscritos no Cadastro Ambiental Rural (CAR), respeitadas as especificidades de povos indígenas e povos e comunidades tradicionais, sem nova prorrogação de prazo para os grandes produtores rurais.

d) ESTIMULAR a conservação de ativos florestais em propriedades privadas, por meio da regulamentação das Cotas de Reserva Ambiental (CRA), como mecanismo de compensação de áreas de Reserva Legal, e do pagamento de incentivos a serviços ambientais para a conservação dos excedentes de vegetação nativa no Cerrado fora das áreas que já possuem proteção legal.

BIOGRAFIA DE REFERÊNCIA:

SEEG. **Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: http://plataforma.seeg.eco.br/. Acesso em 18 set 2019.

SEEG - Emissões de GEE do Brasil e suas contribuições para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris – Documento-Síntese 2017. Observatório do Clima (OC).

SEEG. **Emissões do setor de mudanças do uso do solo**. Disponível em: http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-

content/uploads/2018/05/Relato%CC%81rios-SEEG-2018-MUT-Final-v1.pdf. Acesso em 20 set. 2019

SEEG. **Emissões do setor de energia. Processos industriais e uso de produtos**. Disponível em: https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/Emissoes-dos-Setores-de-Energia-e-Processos-Industrias-Documento-de-Analise-2018.pdf. Acesso em 23 set. 2019

Greenpeace Brasil. **O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades.** Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000300005. Acesso em 10 set. 2019

Monitoramento das auditorias em mudanças climáticas – TCU. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A26023389001609DA01AC57C3E . Acesso em 17 set. 2019.

FBMC. **Como se governa a política nacional de mudança do clima no Brasil hoje?** Diagnóstico do desenho e da evolução dos arranjos de governança da PNMC. 2017. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?60844/Como-se-governa-a-poltica-nacional-de-mudana-do-clima-no-Brasil-hoje . Acesso em 15 out 2019.

WRI. **Monitoramento da Implementação da Política Climática Brasileira**: Implicações para a Contribuição Nacionalmente Determinada. 2017

BRASIL, **Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil** no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC. Brasília: República Federativa do Brasil, 2015.

GOMIDE, A., MORATO, R. **Instrumentos de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado**: lições e recomendações. São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2011. (Série temas em debate)

Documento elaborado por: Eduardo Assad

Data: 04/10/2019 (data de recebimento)

Atividade: Contribuição “Resposta Senado Federal”

Resposta Senado. Eduardo Assad.

Perguntas específicas para "Contribuição para avaliação do Plano Agricultura de Baixo Carbono":

1) Qual é a importância do Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC) no âmbito da política sobre mudança do clima e comparativamente aos demais planos? Se quiser, cite fontes.

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também denominado de Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Este Plano é uma importante parte do compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), assumido pelo Brasil na 15ª Conferência das Partes – COP15 ocorrida em Copenhague, no ano de 2009.É crescente a preocupação com as questões ambientais, e em particular, com o aquecimento global e com a possibilidade de ocorrerem mudanças do clima nos próximos anos. Isto porque as previsões dos cenários em torno deste assunto são preocupantes, tanto pela relevância quanto pela velocidade de fenômenos climáticos extremos que tem sido verificada nas últimas décadas. Por vários motivos o Brasil tem desempenhado um papel de liderança nesta temática. Primeiro, porque entende que o problema requer ações governamentais urgentes, em virtude da sua gravidade e dimensão. Segundo, porque assumiu internacionalmente compromissos voluntários de redução da emissão de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até 2020.Um terceiro motivo refere-se às várias tecnologias sustentáveis de baixa emissão de carbono, desenvolvidas para condições tropicais e subtropicais, principalmente para a agropecuária de que o Brasil dispõe. Por último, o governo brasileiro sempre se posicionou conforme a visão de que os países têm responsabilidades comuns, porém, diferenciadas segundo a situação de suas economias, e que o combate ao aquecimento global é compatível com o crescimento econômico sustentável e com o combate à pobreza.
Até o momento deve ser o único plano que conseguiu atingir mais de 75% das metas de redução de emissões estabelecidas em 2009.

Fonte: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
*Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura : plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília : MAPA/ACS, 2012.*173 p.

2) O Plano ABC busca reduzir as emissões provenientes do desmatamento? Se sim, como?
Diretamente, não.
3) Em que medida os compromissos da Agropecuária para mitigação e adaptação à mudança do clima assumidos no Plano ABC puderam ser cumpridos? Fundamente a resposta, apresentando dados e/ou explicações conforme sua experiência.

Como principais compromissos do Plano ABC consta a ampliação das tecnologias referentes à recuperação de pastagens degradadas (RPD), sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Sistemas Agroflorestais (SAFs), Sistema Plantio Direto (SPD), Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), Florestas Plantadas (FP) e Tratamento de Dejetos Animais (TDA) em 35,5 milhões de hectares com mitigação das emissões de GEEs da ordem de 133,9 a 162,9 milhões de Mg CO_2 eq até 2020, monitoradas através da plataforma ABC.

Ressalta-se neste sentido, que o balanço do estoque de carbono no solo decorrentes do manejo agrícola ainda não é considerado no Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa, do MCTI&C pela falta de coeficientes de emissão/remoção de CO_2 (E/Rc), que expressem as práticas de manejo, histórico de uso

da terra e tempo de adoção da tecnologia, nas diversas condições edafoclimáticas regionais (textura, fertilidade e regime climático). O objetivo é então de estimar a contribuição da expansão da adoção das tecnologias do ABC - TEC_{ABC} (em hectares) e a mitigação de GEE (milhões de Mg CO_2 eq).
As estimativas realizadas estão relacionadas apenas as variações espaço-temporal da expansão da adoção das tecnologias do ABC (TEC_{ABC}) a mitigação das emissões de GEE associadas decorrentes do sequestro de carbono no solo, biomassa vegetal, tratamento de dejetos animais e as emissões evitadas pela FBN, calculadas por ano/período associadas as metas NAMAs, tendo como linha de base o ano de 2010.

O ano base de 2010 foi estabelecido como linha de base para estimar a expansão da adoção das $TEC_{ABC,}$ supondo que grande parte da expansão das áreas com as tecnologias ocorreram em decorrência das ações de fomento do Plano. A base do levantamento de informações para estimativas foram o Censo Agropecuário Brasileiro (Censo) e a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE.Tratam-se de publicações oficiais do governo brasileiro, que apresentam dados censitários e amostrais respectivamente, sobre a área plantada e produção das principais atividades produtivas da agropecuária em nível nacional e municipal. Outra importante fonte de informações são os dados do Banco Central do Brasil (BACEN) que opera o Programa ABC. Apesar dos dados do Programa ABC serem disponibilizados por ano e por área, eles não representam o total de área com adoção das tecnologias pois muitos produtores podem adotar as tecnologias com recursos próprios ou até mesmo com outra fonte de financiamento.

As contribuições em mitigação (milhões de Mg CO2 eq), foram estimatidas a partir da área expandida em hectares multiplicado pelo fator de emissão correspondente. Para estimar a mitigação das emissões de GEE resultantes da expansão das áreas com TEC_{ABC} foram feitos dois exercícios, inicialmente foi multiplicado a área de expansão de cada TEC_{ABC} versus os Fatores E/R_C *default* que haviam sido empregados para os cálculos de metas na elaboração do Plano ABC e outro utilizando-se Fatores E/R_C disponíveis na literatura científica nacional e no inventário nacional de gases de efeito estufa, terceira comunicação nacional de 2016 do MCTIC. De posse dos dados de mitigação foram calculadas as porcentagens em relação a meta de mitigação estabelecidas no Plano ABC, relacionando ao atingimento das metas propostas.

A tabela 1 sumariza a remoção dos gases de efeito estufa atingidos, por tecnologia nos períodos indicados. O resultado mais importante, é que com a adoção das TEC_{ABC}, em relação aos compromisso assumidos em Copenhague, as metas negociadas foram atingidas em 89% no seu limite inferior e 115% no seu limite superior. Calculando-se as taxas de expansão das TEC_{ABC} relacionadas ao processo de intensificação produtiva, observa-se que a expansão de RPD, ILP e SPD foi de 66, 86 e 45% respectivamente e uma taxa de crescimento anual 7,5% para RPD, 9,2% para ILPF e 5,5% para SPD. Mantendo-se estas taxas de adoção poderemos em 2030 alcançar uma expansão da ordem de 22 e 30 milhões de hectares de áreas produtivas sustentáveis com RPD e ILPF em SPD respectivamente, mais do que suficientes para atender as NDCs brasileiras em discussão.

As estimativas ilustram ainda, a oportunidade de abertura e consolidação de mercados para os produtos agropecuários brasileiros através das TEC_{ABC}, que além de contribuir para a segurança alimentar, possuem múltiplas externalidades positivas ao meio ambiente, através da intensificação e integração produtiva com mitigação das emissões. Incentivos para adoção desta estratégia produtiva é socialmente justificável e financeiramente rentável, podendo ser implementada, por exemplo, através da associação do Plano ABC ao Plano Safra.

Tabela 1. Metas voluntárias, estimativas de expansão da adoção, mitigação e critérios de avaliação decorrentes do fomento às tecnologias de baixa emissão de carbono no âmbito do Plano ABC

	Tecnologias ABC	Recuperação de Pastagens Degradada (RPD)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistema Plantio Direto (SPD)	Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)	Florestas Plantadas (FP)	Tratamento de Dejetos Animais (TDA - milhões m^3)	TOTAL
1) Metas do Plano ABC	1.1) Compromissos[1] (milhões ha)	15.0	4.0	8.0	5.5	3.0	4.40	35.50
	1.2) Potencial de Mitigação da Tecnologia (milhões Mg CO_2 eq.)[1]	83 a 104	18 a 22	16 a 20	10	N.E.	6.9	132.9 a 162.9
2) Expansão da adoção da tecnologia	2.1) Área total estimada (milhões ha)	3.30[2] 26.14[3]	12.61[4]	33.98[5]	33.31[5]	0.63[2] 7.84[6] 1.15[7]	N.A.	91,04 a 113,88
	2.2) Expansão da adoção no período (milhões ha)	3.30[2] 10.45[3]	5.83[4]	12.72[5]	10.64[5]	0.63[2] 1.22[6] 1.15[7]	1.708[8a] 4.51[8b]	33.12 a 40.86[16]
	2.3) % atingida em relação à meta do Plano ABC	22% 70%	146%	159%	193%	21% 41%	39% 103%	93% a 115%
	2.4) Período considerado	2010 a 2018 2010 a 2017	2010 a 2016	2010 a 2017	2010 a 2017	2010 a 2016/18	2013 a 2018	2010 a 2018
	3.2) Mitigação (milhões Mg CO_2 eq.)	12.54 18.23 39.57 57.52	22.11 36.40[1]	23.28	19,74 18,03[1]	25.37 0.98	2.67[8a] 7.08[8b]	106,64 145 132,01 170,37
	3.3) % média atingida em relação à média da meta do Plano ABC	13% 20% 42% 62%	111% 182%	129%	197 % 180%	N.E.	39% 103%	72% 98% **89%** **115%**

[1]Compromissos voluntários (NAMA) estabelecido no Plano ABC para expansão da adoção das tecnologias e redução das emissões de GEE; [2]Dados do Banco Central (BACEN) referentes aos financiamentos do Programa ABC; [3] Estimativas de AZEVEDO (2018) com base na estimativa de lotação de pastagens bem manejadas; [4] Dados da Associação Rede ILPF e da Plataforma ABC (2016); [5] Dados oriundos do Censo Agropecuário (2006 e 2017); [6] Dados do Instituto Brasileiro da Árvore (IBA. 2016); [6] Dados pré-estabelecidos no Plano ABC (2010); [7]Total de FP financiadas pelo Plano ABC e outras cultivos florestais (IBÁ. 2016) para estimativa de sequestro C no solo; [8] dados estimados pela expansão da capacidade de TDA financiada pelo Programa ABC/BACEN: [8a] baseado na estimativa de produção média de esterco por categoria animal e [8b] volume diário de dejetos líquidos produzidos em sistemas de produção de suíno para UPL pela Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (2014, Soma das estimativas de redução das emissões excluindo RPD financiadas pelo Programa ABC e sequestro de C na biomassa de FP; Soma das estimativas de redução das emissões excluindo estimativa de RPD financiadas pelo Programa. NE = não definido no Plano ABC; NA= não se aplica.

4) Quais são as iniciativas institucionais do setor agropecuário em termos de implementação da política sobre mudança do clima?

São diversas iniciativas, principalmente do setor privado que vem buscando introduzir novos sistemas de produção que evitam as emissões. O crescimento desde o inicio do Plano abc foi de mais de 10 milhões de hectares em sistemas integrados.

5) Qual é a relação entre a atividade agropecuária, o desmatamento e o desmatamento evitado no contexto do regime estabelecido pela política sobre mudança do clima?

A tabela abaixo sumariza as respostas a pergunta feita, considerando a intensificação de sistemas integrados. Uma das principais consequências é a redução do desmatamento e o efeito poupa terra.

Quadro 1. Benefícios do sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), como estratégia de adaptação e resiliência às mudanças climáticas, para o clima local, para o empreendimento agrícola e o ambiente, para a agricultura e para a pecuária.

Clima local	**Empreendimento / Ambiente**
Proporciona maior adaptação e resiliência às mudanças climáticas Proporciona temperaturas mais amenas Proporciona menor exposição à insolação direta e/ou a temperaturas elevadas Aumenta a umidade do ar e do solo Presença de árvores protege contra geadas, ventos, granizo, tempestades e altas temperaturas Amplia o balanço positivo de energia	Gera produtos como lenha, frutos e forragem Aumenta e estabiliza os rendimentos do produtor Evita o desmatamento de novas áreas e aumenta o efeito poupa-terra Reduz a sazonalidade da mão de obra na propriedade Reduz o assoreamento de cursos d'água Melhora a recarga e a qualidade da água Promove a biodiversidade Favorece novos nichos e habitats para polinizadores e inimigos naturais de insetos-pragas e de patógenos de doenças
Agricultura	**Pecuária**
Reduz perdas de produtividade na ocorrência de veranicos	Melhora a ambiência animal pela sombra gerada por árvores

Aumenta a reciclagem e diminui perdas de nutrientes, reduzindo aplicação de fertilizantes Aumenta a matéria orgânica do solo (sequestro de carbono) pelo acúmulo de biomassa forrageira e florestal Aumenta a atividade microbiana Aumenta a infiltração e a retenção de água no solo Componente florestal reduz incidência de ventos (quebra-ventos) e diminui tombamento das plantas, disseminação de doenças e deriva na aplicação de agrotóxicos Otimiza o uso de máquinas e equipamentos Mantém solo coberto por mais tempo, reduzindo os riscos de erosão laminar	Sombreamento de árvores cria zonas de conforto térmico Melhora a qualidade e a produtividade das pastagens Aumenta a taxa de lotação das pastagens Aumenta o ganho de peso Diminui a idade de abate na pecuária de corte Na pecuária leiteira, aumenta a produção de leite, pois diminui o estresse por calor

- Efeito poupa-terra: efeito da adoção de tecnologias adequadas em sistemas agropecuários, que proporcionam aumento de produtividade e de ganhos financeiros e, consequentemente, permitem poupar o fator terra ao longo do tempo, com consequente redução do desmatamento pra fins de produção agropecuária.

6) Quais as implicações de enfocar a avaliação da política sobre mudança do clima no Plano ABC comparativamente aos demais planos setoriais?

Mostrar claramente que no curto espaço de tempo, o setor agrícola, é o único setor que pode, a partir por exemplo da agricultura ABC, inverter o sinal das emissões, saindo de emissor de gases de efeito estufa, para a remoção de GEE, com ganhos econômicos.

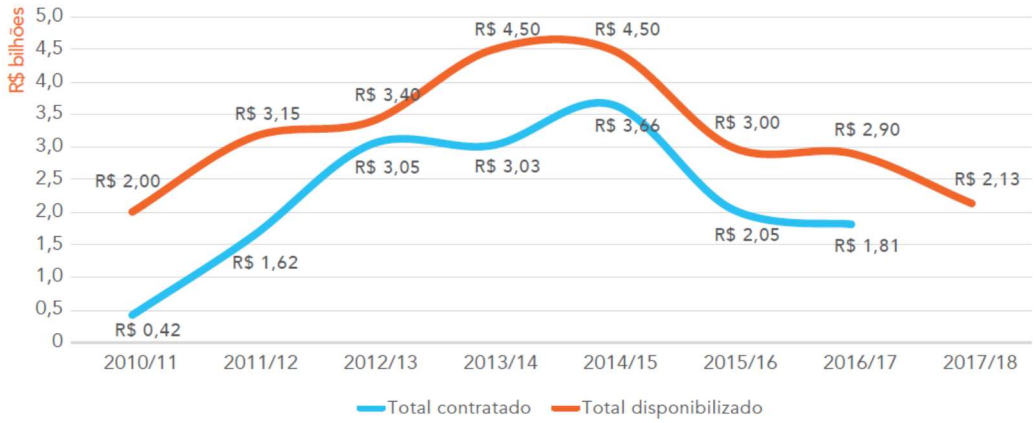
São ações que já estão em andamento, podendo não ser mais qualificadas de ações "potencias"

7)

8) Quando de recurso tem sido disponibilizado ano a ano?

Na figura abaixo estão indicados o valores contratados versus os valores disponibilizados para o programa ABC, para os anos safra de 2010/2011 até 2017/2018

FIGURA 2. VALOR TOTAL CONTRATADO *VERSUS* VALOR TOTAL DISPONIBILIZADO DESDE A SAFRA 2010/11 ATÉ A SAFRA 2017/18 PARA O PROGRAMA ABC



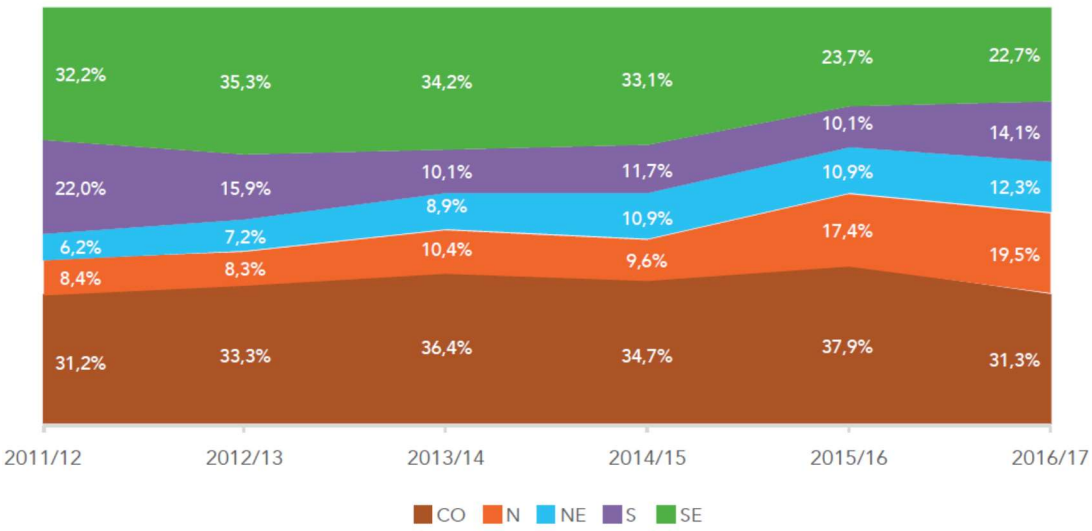
9) Quanto desse recurso tem sido tomado como crédito, ano a ano? (se tinha 2 bi disponíveis, os 2 bi foram emprestados?)

A figura acima responde esta questão, se observarmos a linha azul, total contratado.

10) Qual a participação do plano ABC ano a ano por estado?
11)

Não tenho a especificação por estado mas sim por região, conforme a figura abaixo:

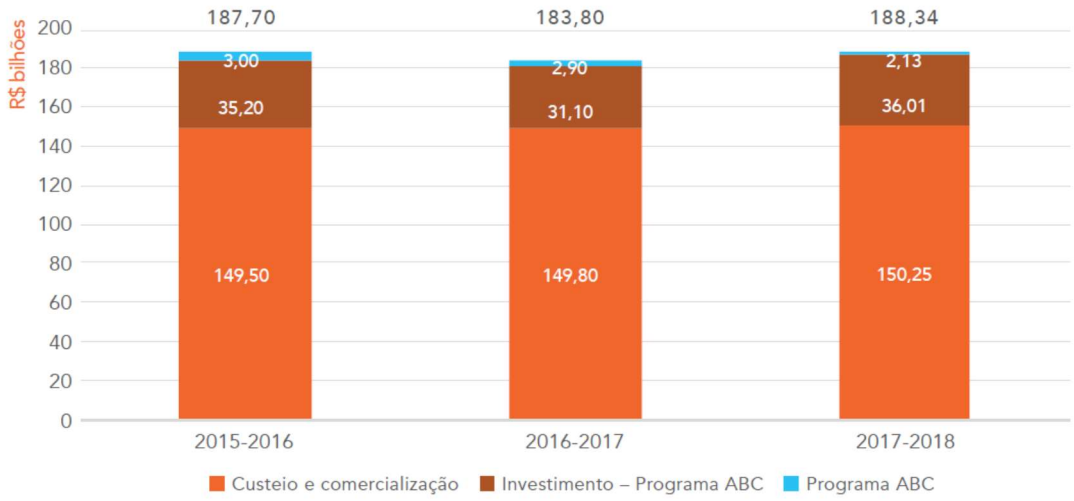
FIGURA 8. PARTICIPAÇÃO NO VALOR CONTRATADO PARA O PROGRAMA ABC POR REGIÃO DESDE A SAFRA 2011/12 ATÉ A SAFRA 2016/17



12) Qual a participação do plano ABC em relação ao crédito total?

Na figura abaixo estão indicados os montantes do credito e quanto foi para o plano ABC entre os anos de 2015/2016 até os anos 2017/2018, o que é menos de 2% do valor do credito.

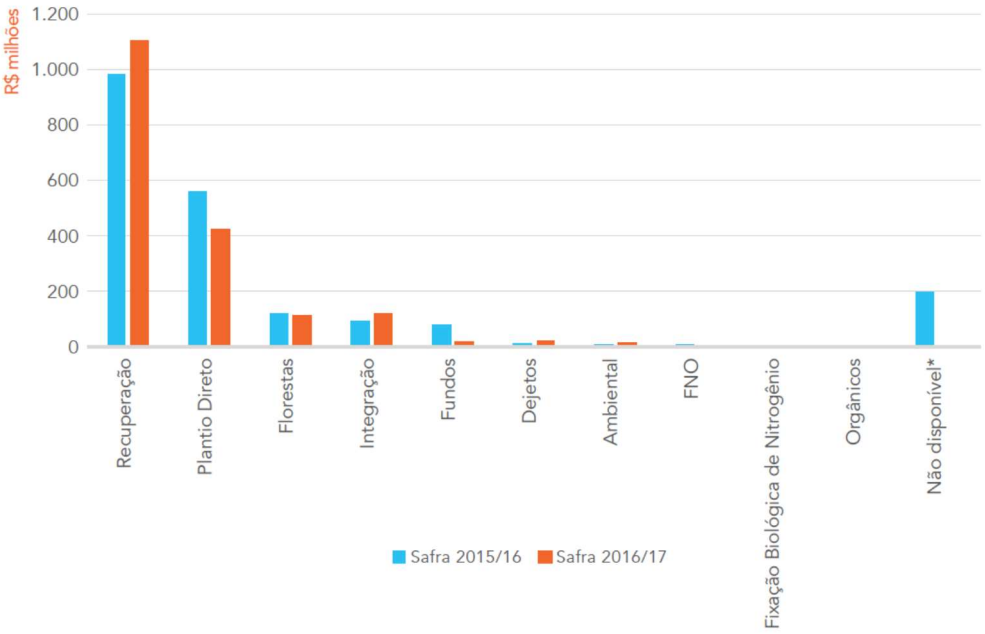
FIGURA 1. MONTANTES DISPONIBILIZADOS PARA CRÉDITO RURAL PELOS PAPs 2015-2016, 2016-2017 E 2017-2018



13) Qual a distribuição, ano a ano do desembolso nas linhas do ABC?

Na figura abaixo, para as safras 2015/2016 e 2017/2017 são indicados os valores contratados para cada finalidade de investimento. Não tenho os mesmos valores para outras safras.

FIGURA 14. VALOR TOTAL CONTRATADO PARA O PROGRAMA ABC POR FINALIDADE DE INVESTIMENTO PARA AS SAFRAS 2015/16 E 2016/17



14) Como tem sido feita a medida da efetividade do uso do recurso?

Essa medida é feita somente utilizando a relação alocado/contratado. A Embrapa e a FGV desenvolveram mecanismos de monitoramento, verificação e relato (MRV), que estão disponíveis para o sistema financeiro há mais de 4 anos. Não foram efetivados. Caso isso ocorra, passaremos a ter a medida de efetividade fisco financeira, além das estimativas mais precisas das emissões evitadas e das remoções promovidas pelas práticas agrícolas preconizadas pelo programa ABC.a

Documento elaborado por: Paulo Saldiva

Data: 17/08/2019 (data de recebimento)

Atividade: Contribuição - Artigos científicos

Science of the Total Environment 664 (2019) 707–712

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Temperature variability and hospitalization for ischaemic heart disease in Brazil: A nationwide case-crossover study during 2000–2015

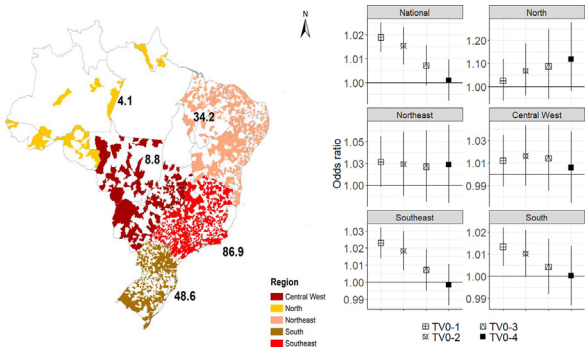
Qi Zhao [a], Shanshan Li [a,*], Micheline S.Z.S. Coelho [b], Paulo H.N. Saldiva [b], Kejia Hu [c], Rachel R. Huxley [d], Michael J. Abramson [a], Yuming Guo [a,*]

[a] Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne, 3004, Australia
[b] Institute of Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo 05508-970, Brazil
[c] Institute of Island and Coastal Ecosystems, Ocean College, Zhejiang University, Zhoushan 316021, China
[d] College of Science, Health and Engineering, La Trobe University, Melbourne 3086, Australia

HIGHLIGHTS

- Role of temperature variability on ischaemic heart disease is unclear in Brazil.
- Effect of temperature variability on ischaemic heart disease peaks on 0–1 days.
- Men and the elderly are more susceptible than others.
- Southern Brazil is more affected than other regions.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Received 13 August 2018
Received in revised form 3 January 2019
Accepted 4 February 2019
Available online 5 February 2019

Editor: Scott Sheridan

Keywords:
Ischaemic heart disease
Hospitalization
Temperature variability
Brazil

ABSTRACT

Background: Previous studies have suggested a potential relationship between temperature variability (TV) and ischaemic heart disease (IHD) but the nature and strength differ between studies. We quantify the association between TV and risk of hospitalization for IHD across Brazilian regions and examine how the relationship varies across important population subgroups.

Methods: Data on hospitalization for IHD and meteorological parameters were collected from 1814 cities during 2000–2015. TV was defined as the standard deviation of daily minimum and maximum temperatures during exposure days. City-specific estimates were quantified using a time-stratified case-crossover approach, and then pooled at the national level using a random-effect meta-analysis. Stratified analyses were performed by region, sex and three age-groups.

Results: There were 2,864,904 IHD hospitalizations during 2000–2015. The estimate of TV effect was strongest on 0–1 days' exposure: odds ratio was 1.019 [95% confidence interval (CI): 1.013–1.025] per 5 °C increase in TV. The relationship was stronger in men [1.025 (95%CI: 1.017–1.033)] than in women [1.011 (95%CI: 1.002–1.019)] and in successively older age groups [1.034 (95%CI: 1.018–1.050)]. Regional differences existed, with the association only apparent in the most ageing parts of Brazil.

Conclusions: Exposure to TV is associated with increased risk of hospitalization for IHD, particularly in men and in older age groups. Our findings add to the growing evidence regarding the potential impact of climatic factors on important health outcomes.

© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

* Corresponding authors at: Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Level 2, 553 St Kilda Road, Melbourne, VIC 3004, Australia.
E-mail addresses: shanshan.li@monash.edu (S. Li), yuming.guo@monash.edu (Y. Guo).

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.066
0048-9697/© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Despite decades of advances in the prevention and management, ischaemic heart disease (IHD) remains the world's biggest cause of mortality accounting for one in six of all deaths (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2018). This is primarily because of the increasing incidence in the prevalence of IHD and its risk factors, in lower- and middle-income countries, which account for roughly 80% of the global burden of IHD. Brazil is one such country; the incidence of IHD has increased by one third since 1990 to 83 cases per 100,000 in 2016 (IHME, 2017), placing an enormous burden on its free and universally accessed public healthcare system (Schlatter et al., 2017).

Although traditional risk factors for IHD are considered to explain a significant proportion of IHD, there is growing evidence that environmental factors may also contribute to its aetiology. Climate change and its component parts have been suggested to pose the greatest threat to humans in the 21st century (Pachauri et al., 2014). In previous studies, we have demonstrated the adverse effect of temperature anomaly on a range of communicable (e.g., hand, foot, and mouth disease) and non-communicable diseases (e.g., preterm birth and cardio-respiratory conditions) (Li et al., 2018; Zhao et al., 2018b). Despite that extremes in temperature (both low and high) have been associated with increased risk of IHD (Bayentin et al., 2010; Guo et al., 2012; Madrigano et al., 2013), the role of temperature variability (TV), a more frequent occurrence representing acute weather instability, has been less explored.

To date, most studies assessing the association between TV and IHD have focused on the impact of diurnal temperature range (DTR), i.e., the intra-day TV (Cao et al., 2009; Lim et al., 2012a). However, some recent findings suggest that this may have resulted in an underestimation of the integral effect of TV since temperature perturbation usually lasts for a few consecutive days (Guo et al., 2016; Zhang et al., 2018). In addition, these investigations were mainly conducted in single, or a limited number of sites, making it difficult to properly evaluate the TV-related IHD burden across an entire country. This is particularly true for Brazil which has significant socioeconomic disparities and tremendous climatic diversity across its five regions – the north, northeast, central west, southeast and south. For example, the equatorial north has the lowest population density and ageing, and economic and educational attainment while the opposite is also true in the subtropical/temperate southern areas (IBGE, 2011).

Given the importance of IHD as a major cause of global morbidity and mortality, and the ubiquitous occurrence of TV, we use a national dataset to quantify the geographic and demographic characteristics of the association between TV and hospitalization for IHD in the Brazilian population over a 16-year period of time (2000–2015).

2. Methods

2.1. Data collection

Between 1 January 2000 and 31 December 2015, data on hospitalization for IHD were collected from 1814 cities (accounting for 78% of the Brazilian population) via the Unified Health System. Fig. 1 shows the locations of the 1814 cities across five Brazilian regions (with regional population densities). Variables included the date of hospitalization, sex, age (grouped into 0–59 years, 60–74 years and ≥75 years), primary diagnosis and city of residence. All data were coded using the 10th version of the International Classification of Diseases (ICD-10: I20-I25).

Data on daily minimum and maximum temperatures (T_{min} and T_{max}) were collected from a 0.25° × 0.25° Brazilian dataset developed using inverse distance weighting interpolation with data from 735 weather stations (Xavier et al., 2016). For each city, data from the grid overlaying the center of this city were extracted. Daily mean temperature (T_{mean}) was the mean value of city-specific T_{min} and T_{max}.

2.2. Statistical analysis

To estimate the combined impact of intra-day and inter-day TV, a composite index was applied in this study, which also took the lag effect into account (Guo et al., 2016). It was defined as the standard deviation (SD) of T_{min} and T_{max} during the current and previous days. For example, TV of the current day and preceding one day was: $TV_{0-1} = SD(T_{min_lag0} + T_{max_lag0} + T_{min_lag1} + T_{max_lag1})$.

The association between TV and hospitalization for IHD was assessed using a two-stage strategy (Fig. S1). In the first stage, the estimate of TV effect for each city was quantified using a time-stratified case-crossover design via the conditional logistic regression model (Guo, 2017; Levy et al., 2001; Li et al., 2016). Briefly, each case of hospitalization was treated as a strata, where the TV exposure of this individual during the "risk period" was compared with his/her exposures during "control periods": $logit\ (P) = \alpha_{stratum(i)} + \beta TV + ns(Temp_{0-21}, df = 4)$. Where P is the possibility of hospitalization; α_1 to α_s are stratum constants (assuming that the number of hospitalizations is s); β is the coefficient of TV; $ns(Temp_{0-21}, df = 4)$ is the natural cubic spline with four degrees of freedom (df) for the moving average of daily T_{mean} on lag 0–21 days to control for its effect. A linear function of TV was applied in the model because both previous studies and our initial analysis (Fig. S2) have shown that the associations between TV and health outcomes are linear (Guo et al., 2016; Lim et al., 2012a; Zhao et al., 2018a). This self-matching case-control design adjusted for time-constant confounders across individuals such as obesity, age and sex (Janes et al., 2005a). In this study, the "control periods" were defined as the same days of the week in the same month for each hospitalization. This time-stratified design can control time-dependent variations such as day of the week, seasonality and long-term trend, and eliminate overlap bias (Janes et al., 2005b).

In the second stage, the city-specific estimates were pooled at the national level using a random-effect meta-analysis with maximum likelihood estimation. Individual analyses were performed to examine the variation in TV effect from the current day and preceding one day (TV_{0-1}) to four days (TV_{0-4}). Stratified analyses were conducted to obtain the region-, sex- and age-specific estimates. In this study, the estimate of TV-IHD association was defined as the odds ratio (OR) of hospitalization per 5 °C increase in TV with 95% confidence intervals (CIs).

Sensitivity analyses were performed to examine whether the effect estimates of TV varied substantially by changing the maximum lag of T_{mean} from 0–21 days to 0–27 days, and the df from four to six for temperature. The potential confounding effect of relative humidity was evaluated using observation data from 193 city-specific weather stations obtained from Brazil's National Institute of Meteorology.

All analyses were performed using R 3.4.1 software, with the "survival" package for modelling conditional logistic regression and the "mvmeta" for meta-analysis (Gasparrini et al., 2012; Therneau and Lumley, 2017). The Cochran Q test and I^2 statistic were used to evaluate the residual heterogeneity of meta-analysis.

3. Results

Daily T_{mean} for the 1814 cities was 23.5 ± 2.8 °C, varying from 20.2 ± 1.5 °C in the south to 27.1 ± 0.7 °C in the north. City-specific TVs were 6.2 ± 0.8 °C on 0–1 days and 5.8 ± 0.8 °C on 0–4 days, respectively, with the greatest variation in temperature occurring in the central west, and the least variation in the north and northeast. Between 2000 and 2015, there were 2,864,904 hospitalizations for IHD, equating to 123 cases per 100,000 population. Table 1 summarizes the regional distribution of IHD hospitalizations and temperature characteristics during 2000–2015. The sex ratio was 1.4:1 between men and women, and the median age of hospitalization was 62 years (interquartile range: 53–71 years).

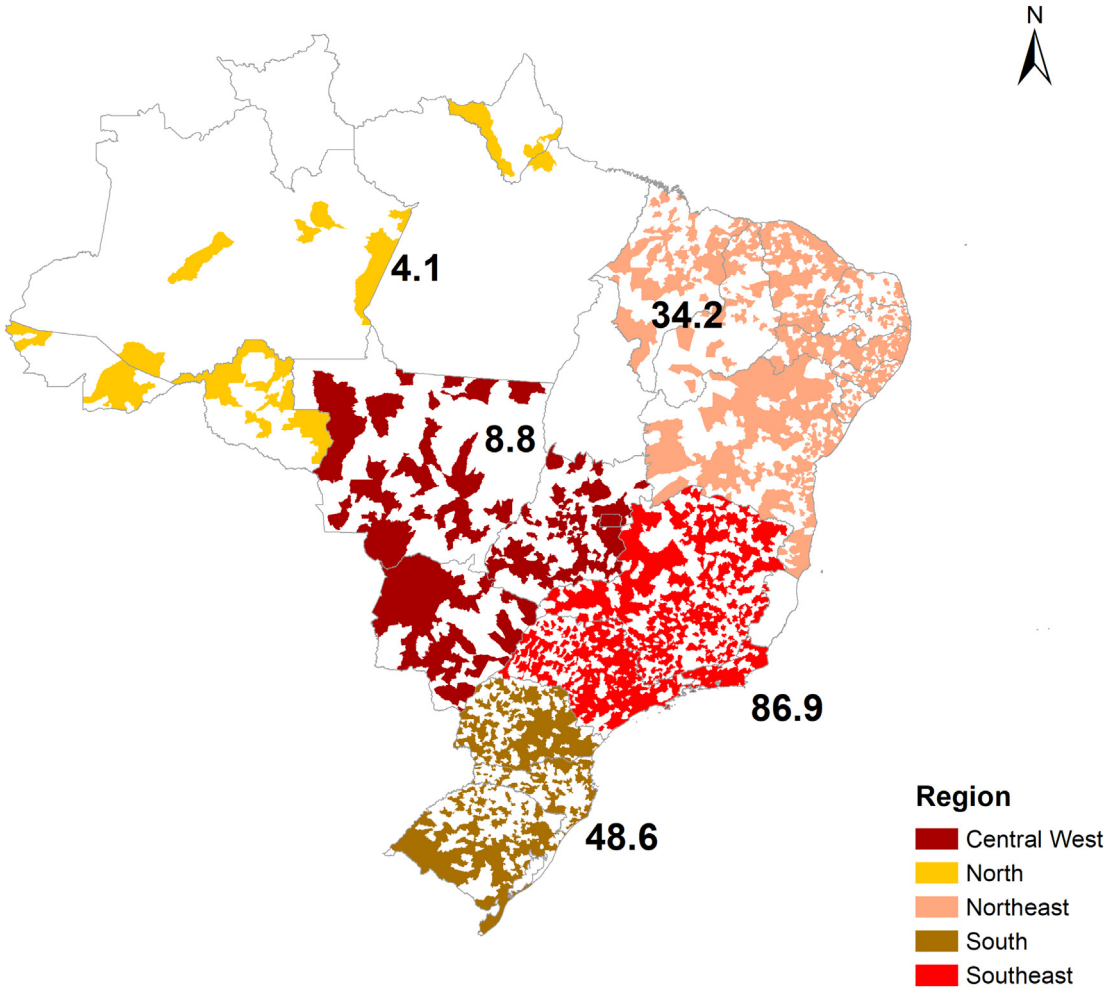


Fig. 1. The location of 1814 enrolled cities in five Brazilian regions. Data on population density (residents per square kilometre, pop/km^2) for each region were downloaded from the Brazilian Census 2010 (http://www.censo2010.ibge.gov.br/).

Fig. 2 shows the ORs of hospitalization for IHD per 5 °C increase in TV from 0–1 days' exposure to 0–4 days' exposure by region. At the national level, the estimate of TV effect was strongest on 0–1 days [1.019 (95% CI: 1.013–1.025)] and became minimal on 0–4 days. There was regional variation such that the association between TV and risk of hospitalization for IHD was only significant in the southeast and south [OR 1.023 (95% CI: 1.014–1.032) and 1.013 (95% CI: 1.005–1.022) on 0–1 days' exposure, respectively]. The I^2 value was 6.2% at the national level, ranging from 0.1% in the south to 17.9% in the southeast.

Table 1
Distribution of hospitalizations for ischaemic heart disease (IHD) and temperature characteristics in the 1814 enrolled Brazilian cities during 2000–2015.

	Cases (crude rate per 100,000 capita)	Daily temperatures (°C, mean ± standard deviation)		
		Mean temperature	TV_{0-1}	TV_{0-4}
National	2,864,904 (123)	23.5 ± 2.8	6.2 ± 0.8	5.8 ± 0.8
Region				
North	39,500 (60)	27.1 ± 0.7	5.8 ± 0.6	5.4 ± 0.5
Northeast	426,372 (66)	26.0 ± 1.6	5.7 ± 0.9	5.3 ± 0.8
Central west	183,091 (106)	25.0 ± 1.3	7.0 ± 0.3	6.6 ± 0.3
Southeast	1,466,333 (134)	22.3 ± 1.5	6.6 ± 0.6	6.2 ± 0.5
South	749,608 (211)	20.2 ± 1.5	6.1 ± 0.5	5.9 ± 0.5

TV_{0-1} and TV_{0-4} are the city-specific temperature variabilities on 0–1 days' exposure and 0–4 days' exposure, respectively.

Fig. 3 shows the sex- and age-specific estimations of TV-IHD association from TV_{0-1} to TV_{0-4}. The effect estimate of TV exposure was higher for men [1.025 (95%CI: 1.017–1.033)] than for women [1.011 (95%CI: 1.002–1.019)] on 0–1 days. The association was stronger in successive age groups: OR of hospitalization on 0–1 days increased from 1.010 (95%CI: 1.002–1.019) for the population 0–59 years to 1.034 (95%CI: 1.018–1.050) for the elderly ≥75 years. Although the TV-IHD association was strongest on 0–1 days' exposure across all sex- and age-groups, the declining trends from TV_{0-1} to TV_{0-4} was most notable in men and those aged ≥75 years.

Sensitivity analyses indicated that the main findings were robust after changing the maximum lag of T_{mean} from 0–21 days to 0–27 days, the df from four to six, and including relative humidity (Figs. S3–S5).

4. Discussion

This is the first nationwide study to assess the geographic and demographic characteristics of the relationship between exposure to TV and risk of hospitalization for IHD across the Brazilian population. We observed that exposure to TV was associated with increased risk of hospitalization for IHD. The nature of the association was complex: it was not equally distributed but varied by duration of TV exposure, and demographic and geographic features. The TV-IHD association was strongest on 0–1 days' exposure and then declined thereafter, with men and the elderly more affected than other population subgroups. The risk of

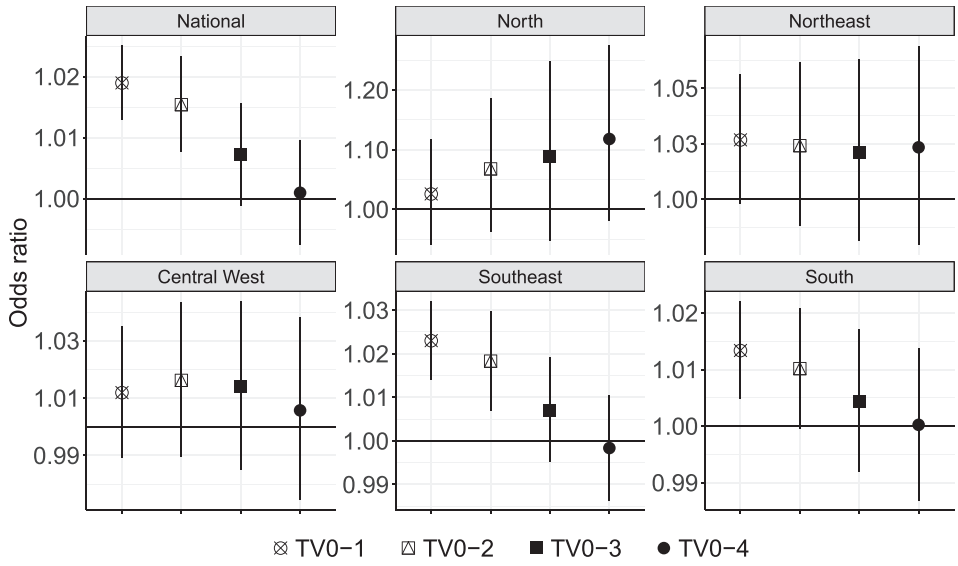


Fig. 2. Odds ratios of hospitalization for ischaemic heart diseases per 5 °C increase in temperature variability (TV) from 0–1 days' exposure to 0–4 days' exposure.

hospitalization for IHD was only significantly associated with TV exposure in south and southeast regions in Brazil.

Previous evidence regarding the association between TV and IHD-related outcomes was very limited and inconsistent, with the majority derived from single-site populations in the northern hemisphere, which used different exposure definitions and study methodologies. Similar to our main findings, a Chinese study reported that per 1 °C rise in DTR increased the cumulative risk of IHD mortality over 0–2 days by 2–3% in Shanghai during 2001–2014 (Cao et al., 2009). Another study in Taiwan, China between 2000 and 2003 reported that the risk of emergency room visit for acute coronary syndrome increased by 34% when the DTR was ≥9.6 °C on 0–1 days, compared with the baseline of <5.8 °C (Liang et al., 2008). By contrast, a multi-county study did not find obvious association between TV and the risk of IHD mortality in Hubei province, China during 2009–2012 (Zhang et al., 2017).

The mechanisms that may govern the observed TV-IHD relationship remain unclear, although there are some intriguing data from animal studies and clinical studies that sudden temperature variation may transiently activate the sympathetic nervous system, resulting in higher oxygen consumption, tachycardia and vasoconstriction (Nguyen et al., 2015; Yamamoto et al., 2007). Previous studies have indicated that temperature perturbation may accelerate the progress of atherothrombosis (Liang et al., 2008). In addition, the current early warning system mainly focuses on extreme temperature events such as heatwaves (McGregor et al., 2015), resulting in individuals less aware of the risk associated with TV. However, the lack of information at an individual patient level necessarily precludes us from speculating further on the underlying physiological mechanisms that may mediate the relationship.

Age and sex are well-documented modifiers of the association between TV and various health outcomes (Cheng et al., 2014; Zhang et al., 2017). For example, numerous studies have reported that the elderly may be more susceptible to exposure to TV for a range of diseases (Ding et al., 2016; Lim et al., 2015). This is because compared with young adults, the older individuals usually have weaker thermoregulation (e.g., lower sweeting dynamics) and impaired circulatory capacity in response to the unstable weather (González-Alonso, 2012; Guo et al., 2016). Similarly, we observed that in Brazil the elderly ≥75 years were most susceptible to hospitalization for IHD after exposure to TV. This finding is also in line with the progress of atherosclerosis and the subsequent IHD, such that the building up of plaque starts in youth, accelerates by middle age, and has clinical effects in the older years

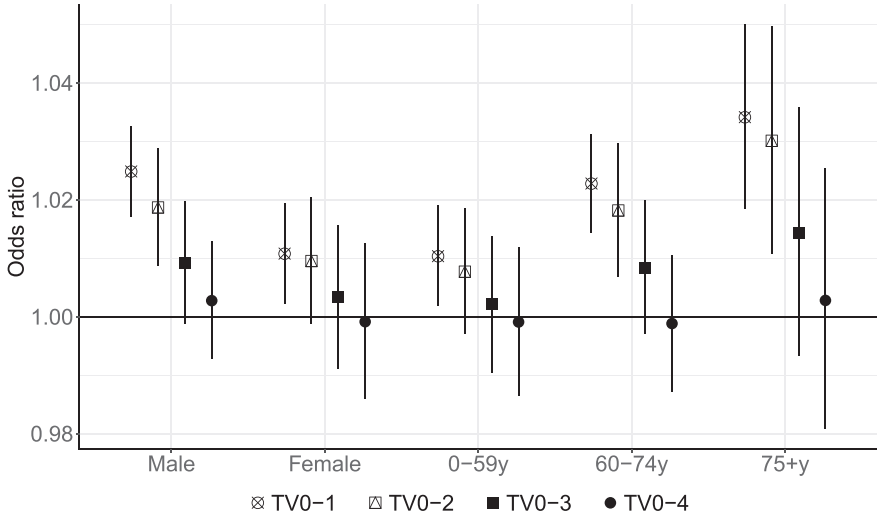


Fig. 3. Odds ratios of hospitalization for ischaemic heart diseases per 5 °C increase in temperature variability (TV) from 0–1 days' exposure to 0–4 days' exposure by sex and three age-groups.

(Castelli, 1996). The higher cardiac workload but reduced myocardial reserve in the elderly may also increase their risk of hospitalization for IHD after TV exposure (Chareonthaitawee et al., 2001).

The physiological difference between men and women in response to temperature fluctuations and other suboptimal temperature events has been investigated. Some evidence indicates that women may have lower sweating dynamics against heat exposure and less shivering-mediated heat generation against cold than men (Wardle, 2017). However, in comparison to the consistent reports on the modification role of age on TV effects, previous findings on the sex difference in TV-health association were relatively inconsistent because of heterogeneities in population characteristics and study designs (Cheng et al., 2014; Ding et al., 2016; Zhang et al., 2017). In Brazil, we observed a higher strength of TV-IHD association for men than for women, which may be due to their spending longer time outdoors for activities, thereby incurring a greater risk of exposure to TV. Alternatively, the sex difference may be explained by a reduced likelihood of women with IHD presenting to hospital for assessment whereupon they are less likely than men to be accurately assessed, diagnosed and adequately treated – a gender bias that is well documented in the literature (Mehta et al., 2016).

Regional differences have been observed in multiple countries on the risk of health outcomes associated with TV exposure, with previous studies tending to explain this as due to within-population disparities and other variations (Cheng et al., 2017; Lim et al., 2012b). In this study, we observed that the TV-IHD association was only apparent in the more economically prosperous southern parts of Brazil (The Brazil Business, 2013). This observation is inconsistent to previous reports that populations with lower economic status may be more susceptible to temperature events. However, it is still explainable since the southern Brazil has the greatest proportion of the most vulnerable population subgroup – the elderly ≥60 years (IBGE, 2011, 2017). In addition, southern Brazil has subtropical/temperate climates, in common with studies from China and Korea that have reported significant TV-IHD associations (Cao et al., 2009; Liang et al., 2008; Lim et al., 2012a; Zhang et al., 2017). In contrast, reports from places with much cooler climates exhibited more heterogeneous TV-IHD patterns (Lim et al., 2012a). It remains unclear whether climatic factors play a role in the TV-IHD association, which warrants further exploration.

5. Strengths & limitations

This study has several strengths. To the best of our knowledge, this is the first national investigation of the association between TV and risk of hospitalization for IHD. The study had a population coverage of 78% and therefore can be considered to be representative of the general population. Related to this, Brazil's size enabled a reliable examination, of whether variation in the relationship exists across regions of the country that have diverse population, climatic and geographic characteristics, that are likely to be relevant to other South American countries. The study also has several limitations. We used gridded temperature data rather than individual exposure to assess the association between TV and the risk of IHD hospitalization although any measurement error should be randomly distributed within the population (Guo et al., 2013), leading to an underestimation of the effect of TV. We were unable to study the potential modifying effect of air pollution because too few Brazilian cities have air pollution data to permit a robust analysis. However, previous studies have suggested that the effect of air pollution on the association is likely to be minimal (Zhang et al., 2017; Zhao et al., 2017). Finally, our study may not have fully captured the effect of TV on total risk of IHD, particularly for the out-of-hospital cases and those who died from IHD before presenting to hospital.

6. Conclusions

In this contemporary study of the Brazilian population, we observed TV to have a modest association with risk of IHD hospitalization, particularly in men and the elderly. Geographic variation in the relationship suggests that regional factors may mediate some of the observed association in a complex way. Our findings add to the growing evidence-base that implicates unstable weather as a driver of adverse health outcomes in populations around the world.

Declaration of interests

MA holds investigator initiated grants from Pfizer and Boehringer-Ingelheim for unrelated research. The other authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Acknowledgements

We thank the Brazilian Ministry of Health and Brazilian National Institute of Meteorology for providing hospitalization and meteorological data, respectively.

Funding

QZ was supported by a Monash Graduate Scholarship and a Monash International Postgraduate Research Scholarship. SL was supported by an Early Career Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (APP1109193). YG was supported by a Career Development Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (APP1107107).

Role of funding source

The funders of the study had no role in study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing of the paper.

Ethics approval

Ethical approval was not required for secondary analysis of aggregated anonymous data from the Brazilian Unified Health System.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.066.

References

Bayentin, L., El Adlouni, S., Ouarda, T.B., Gosselin, P., Doyon, B., Chebana, F., 2010. Spatial variability of climate effects on ischemic heart disease hospitalization rates for the period 1989–2006 in Quebec, Canada. Int. J. Health Geogr. 9, 5.

Cao, J., Cheng, Y., Zhao, N., Song, W., Jiang, C., Chen, R., et al., 2009. Diurnal temperature range is a risk factor for coronary heart disease death. J. Epidemiol. 19, 328–332.

Castelli, W.P., 1996. Lipids, risk factors and ischaemic heart disease. Atherosclerosis 124, S1–S9.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2018. Natural Disasters From 1900 to 2018.

Chareonthaitawee, P., Kaufmann, P.A., Rimoldi, O., Camici, P.G., 2001. Heterogeneity of resting and hyperemic myocardial blood flow in healthy humans. Cardiovasc. Res. 50, 151–161.

Cheng, J., Xu, Z., Zhu, R., Wang, X., Jin, L., Song, J., et al., 2014. Impact of diurnal temperature range on human health: a systematic review. Int. J. Biometeorol. 58, 2011–2024.

Cheng, J., Xu, Z., Bambrick, H., Su, H., Tong, S., Hu, W., 2017. The mortality burden of hourly temperature variability in five capital cities, Australia: time-series and meta-regression analysis. Environ. Int. 109, 10–19.

Ding, Z., Li, L., Xin, L., Pi, F., Dong, W., Wen, Y., et al., 2016. High diurnal temperature range and mortality: effect modification by individual characteristics and mortality causes in a case-only analysis. Sci. Total Environ. 544, 627–634.

Gasparrini, A., Armstrong, B., Kenward, M.G., 2012. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. Stat. Med. 31, 3821–3839.

González-Alonso, J., 2012. Human thermoregulation and the cardiovascular system. Exp. Physiol. 97, 340–346.

Guo, Y., 2017. Hourly associations between heat and ambulance calls. Environ. Pollut. 220, 1424–1428.

Guo, Y., Li, S., Zhang, Y., Armstrong, B., Jaakkola, J.J., Tong, S., et al., 2012. Extremely cold and hot temperatures increase the risk of ischaemic heart disease mortality: epidemiological evidence from China. Heart 99, 195–203.

Guo, Y., Barnett, A.G., Tong, S., 2013. Spatiotemporal model or time series model for assessing city-wide temperature effects on mortality? Environ. Res. 120, 55–62.
Guo, Y., Gasparrini, A., Armstrong, B., Tawatsupa, B., Tobias, A., Lavigne, E., et al., 2016. Temperature variability and mortality: a multi-country study. Environ. Health Perspect. 124, 1554.
IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), 2011. Synopsis of the 2010 demographic census [data file]. 2010 Population Census.
IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), 2017. National Survey of Health 2013.
IHME (Institute for Health Metrics and Evaluation), 2017. Brazil, both sexes, all ages, 2016, new cases per 100,000 [data file]. GBD Compare Data Visualization.
Janes, H., Sheppard, L., Lumley, T., 2005a. Case–crossover analyses of air pollution exposure data: referent selection strategies and their implications for bias. Epidemiology 16, 717–726.
Janes, H., Sheppard, L., Lumley, T., 2005b. Overlap bias in the case-crossover design, with application to air pollution exposures. Stat. Med. 24, 285–300.
Levy, D., Sheppard, L., Checkoway, H., Kaufman, J., Lumley, T., Koenig, J., et al., 2001. A case-crossover analysis of particulate matter air pollution and out-of-hospital primary cardiac arrest. Epidemiology 12, 193–199.
Li, S., Guo, Y., Williams, G., 2016. Acute impact of hourly ambient air pollution on preterm birth. Environ. Health Perspect. 124, 1623.
Li, S., Chen, G., Jaakkola, J.J., Williams, G., Guo, Y., 2018. Temporal change in the impacts of ambient temperature on preterm birth and stillbirth: Brisbane, 1994–2013. Sci. Total Environ. 634, 579–585.
Liang, W.-M., Liu, W.-P., Chou, S.-Y., Kuo, H.-W., 2008. Ambient temperature and emergency room admissions for acute coronary syndrome in Taiwan. Int. J. Biometeorol. 52, 223–229.
Lim, Y.-H., Hong, Y.-C., Kim, H., 2012a. Effects of diurnal temperature range on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Korea. Sci. Total Environ. 417, 55–60.
Lim, Y.-H., Park, A.K., Kim, H., 2012b. Modifiers of diurnal temperature range and mortality association in six Korean cities. Int. J. Biometeorol. 56, 33–42.
Lim, Y.-H., Reid, C.E., Mann, J.K., Jerrett, M., Kim, H., 2015. Diurnal temperature range and short-term mortality in large US communities. Int. J. Biometeorol. 59, 1311–1319.
Madrigano, J., Mittleman, M.A., Baccarelli, A., Goldberg, R., Melly, S., Von Klot, S., et al., 2013. Temperature, myocardial infarction, and mortality: effect modification by individual and area-level characteristics. Epidemiology 24, 439.
McGregor, G.R., Bessemoulin, P., Ebi, K.L., Menne, B., 2015. Heatwaves and Health: Guidance on Warning-system Development. World Meteorological Organization.
Mehta, L.S., Beckie, T.M., DeVon, H.A., Grines, C.L., Krumholz, H.M., Johnson, M.N., et al., 2016. Acute myocardial infarction in women: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 133, 916–947.
Nguyen, J.L., Laden, F., Link, M.S., Schwartz, J., Luttmann-Gibson, H., Dockery, D.W., 2015. Weather and triggering of ventricular arrhythmias in patients with implantable cardioverter-defibrillators. J. Exposure Sci. Environ. Epidemiol. 25, 175–181.
Pachauri, R.K., Allen, M.R., Barros, V.R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., et al., 2014. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.
Schlatter, R.P., Hirakata, V.N., Polanczyk, C.A., 2017. Estimating the direct costs of ischemic heart disease: evidence from a teaching hospital in BRAZIL, a retrospective cohort study. BMC Cardiovasc. Disord. 17, 180.
The Brazil Business, 2013. Brazilian regions. Available:. http://thebrazilbusiness.com/article/brazilian-regions, Accessed date: 23 November 2017.
Therneau, T.M., Lumley, T., 2017. Package 'Survival'.Verze.
Wardle, S., 2017. Sex differences in thermoregulation: implications for physical performance. J. Sci. Med. Sport 20, S16.
Xavier, A.C., King, C.W., Scanlon, B.R., 2016. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). Int. J. Climatol. 36, 2644–2659.
Yamamoto, S., Iwamoto, M., Inoue, M., Harada, N., 2007. Evaluation of the effect of heat exposure on the autonomic nervous system by heart rate variability and urinary catecholamines. J. Occup. Health 49, 199–204.
Zhang, Y., Yu, C., Bao, J., Li, X., 2017. Impact of temperature variation on mortality: an observational study from 12 counties across Hubei Province in China. Sci. Total Environ. 587, 196–203.
Zhang, Y., Yu, Y., Peng, M., Meng, R., Hu, K., Yu, C., 2018. Temporal and seasonal variations of mortality burden associated with hourly temperature variability: a nationwide investigation in England and Wales. Environ. Int. 115, 325–333.
Zhao, Q., Zhang, Y., Zhang, W., Li, S., Chen, G., Wu, Y., et al., 2017. Ambient temperature and emergency department visits: time-series analysis in 12 Chinese cities. Environ. Pollut. 224, 310–316.
Zhao, Q., Coelho, M.S., Li, S., Saldiva, P.H., Hu, K., Abramson, M.J., et al., 2018a. Spatiotemporal and demographic variation in the association between temperature variability and hospitalizations in Brazil during 2000–2015: a nationwide time-series study. Environ. Int. 120, 345–353.
Zhao, Q., Li, S., Cao, W., De-Li, L., Qian, Q., Ren, H., et al., 2018b. Modeling the present and future incidence of pediatric hand, foot, and mouth disease associated with ambient temperature in mainland China. Environ. Health Perspect. 126.

Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study

Antonio Gasparrini, Yuming Guo, Masahiro Hashizume, Eric Lavigne, Antonella Zanobetti, Joel Schwartz, Aurelio Tobias, Shilu Tong, Joacim Rocklöv, Bertil Forsberg, Michela Leone, Manuela De Sario, Michelle L Bell, Yue-Liang Leon Guo, Chang-fu Wu, Haidong Kan, Seung-Muk Yi, Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, Paulo Hilario Nascimento Saldiva, Yasushi Honda, Ho Kim, Ben Armstrong

Summary

Background Although studies have provided estimates of premature deaths attributable to either heat or cold in selected countries, none has so far offered a systematic assessment across the whole temperature range in populations exposed to different climates. We aimed to quantify the total mortality burden attributable to non-optimum ambient temperature, and the relative contributions from heat and cold and from moderate and extreme temperatures.

Methods We collected data for 384 locations in Australia, Brazil, Canada, China, Italy, Japan, South Korea, Spain, Sweden, Taiwan, Thailand, UK, and USA. We fitted a standard time-series Poisson model for each location, controlling for trends and day of the week. We estimated temperature–mortality associations with a distributed lag non-linear model with 21 days of lag, and then pooled them in a multivariate metaregression that included country indicators and temperature average and range. We calculated attributable deaths for heat and cold, defined as temperatures above and below the optimum temperature, which corresponded to the point of minimum mortality, and for moderate and extreme temperatures, defined using cutoffs at the 2·5th and 97·5th temperature percentiles.

Findings We analysed 74 225 200 deaths in various periods between 1985 and 2012. In total, 7·71% (95% empirical CI 7·43–7·91) of mortality was attributable to non-optimum temperature in the selected countries within the study period, with substantial differences between countries, ranging from 3·37% (3·06 to 3·63) in Thailand to 11·00% (9·29 to 12·47) in China. The temperature percentile of minimum mortality varied from roughly the 60th percentile in tropical areas to about the 80–90th percentile in temperate regions. More temperature-attributable deaths were caused by cold (7·29%, 7·02–7·49) than by heat (0·42%, 0·39–0·44). Extreme cold and hot temperatures were responsible for 0·86% (0·84–0·87) of total mortality.

Interpretation Most of the temperature-related mortality burden was attributable to the contribution of cold. The effect of days of extreme temperature was substantially less than that attributable to milder but non-optimum weather. This evidence has important implications for the planning of public-health interventions to minimise the health consequences of adverse temperatures, and for predictions of future effect in climate-change scenarios.

Funding UK Medical Research Council.

Copyright © Gasparrini et al. Open Access article distributed under the terms of CC BY.

Lancet 2015; 386: 369–75

Published Online May 21, 2015 http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0

See Comment page 320

Department of Medical Statistics (A Gasparrini PhD) **and Department of Social and Environmental Health Research** (Prof B Armstrong PhD), **London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, UK; Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Population Health, University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia** (Y Guo PhD); **Department of Pediatric Infectious Diseases, Institute of Tropical Medicine, Nagasaki University, Nagasaki, Japan** (Prof M Hashizume PhD); **Interdisciplinary School of Health Sciences, University of Ottawa, Ottawa, ON, Canada** (E Lavigne PhD); **Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, MA, USA** (A Zanobetti PhD, Prof J Schwartz PhD); **Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA), Spanish Council for Scientific Research (CSIC), Barcelona, Spain** (A Tobias PhD); **School of Public Health and Social Work, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Australia** (Prof S Tong PhD); **Department of Public Health and Clinical Medicine, Umeå University, Umeå, Sweden** (J Rocklöv PhD, Prof B Forsberg PhD); **Department of Epidemiology, Lazio Regional Health Service, Rome, Italy** (M Leone MS, M De Sario MS); **School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, CT, USA** (Prof M L Bell PhD); **Department of Environmental and Occupational Medicine** (Y-L L Guo MD) **and Department of Public Health** (C-f Wu PhD), **National Taiwan University,**

Introduction

Many epidemiological studies have provided evidence for the association between ambient temperature and mortality or morbidity outcomes.[1,2] Interest in this topic has increased after episodes of extreme weather and in response to reports about climate change.[3–5]

Although consensus exists among researchers that both extremely cold and extremely hot temperatures affect health, their relative importance is a matter of current debate and other details of the association remain unexplored. For example, little is known about the optimum temperatures that correspond to minimum effects for various health outcomes. Furthermore, most research has focused on extreme events and no studies have comparatively assessed the contribution of moderately high and low temperatures. The underlying physiopathological mechanisms that link exposure to non-optimum temperature and mortality risk have not been completely elucidated. Heat stroke on hot days and hypothermia on cold days only account for small proportions of excess deaths. High and low temperatures have been associated with increased risk for a wide range of cardiovascular, respiratory, and other causes, suggesting the existence of multiple biological pathways.[6–9] Ambient temperature represents an important risk factor and further investigation is needed to strengthen understanding of the associated health effects. This information is essential for planning of suitable public health interventions and for provision of reliable predictions for the effects of climate change.

Epidemiological studies of the topic face important challenges in modelling of temperature–health dependencies. First, the dose-response association, which is inherently non-linear, is also characterised by different lag periods for heat and cold—ie, excess risk caused by heat is typically immediate and occurs within a few days,

Taipei, Taiwan; Department of Environmental Health, Fudan University, Shanghai, China (Prof H Kan PhD); **Graduate School of Public Health & Institute of Health and Environment, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea** (Prof S-M Yi PhD, Prof Ho Kim PhD); **Department of Pathology, School of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, Brazil** (M de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho PhD, Prof P H N Saldiva PhD); **and Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan** (Prof Y Honda PhD)

Correspondence to:
Dr Antonio Gasparrini, Department of Medical Statistics, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London WC1E 7HT, UK
antonio.gasparrini@lshtm.ac.uk

See Online for appendix

For a **reproducible example** see http://www.ag-myresearch.com/

while the effects of cold have been reported to last up to 3 or 4 weeks.[6,7] Second, the association is heterogeneous between populations because of acclimatisation, different adaptation responses, and variability in susceptibility factors.[10–12] Modelling of such complex patterns needs a sophisticated statistical approach. Although studies have quantified the association in terms of relative risk (RR), few have given estimates of the attributable burden, either as absolute excess (numbers) or relative excess (fractions) of deaths.[13–19] The evidence for the attributable risk of temperature is very often restricted to extreme events, especially heatwaves,[17,18] although few investigations have reported values from dose-response associations estimated in models with temperature as a continuous variable.[13,14]

We aimed to quantify total mortality burden attributable to non-optimum ambient temperature, and the relative contributions from heat and cold and from moderate and extreme temperatures. We based our analysis on recent advances in statistical modelling to account for the complex and heterogeneous temperature–mortality dependency.

Methods

Study design and data

We collected time-series daily data, including mortality, weather variables, and air pollution measures, from 384 locations in 13 countries: Australia (three cities, 1988–2009), Brazil (18 cities, 1997–2011), Canada (21 cities, 1986–2009), China (15 cities, 1996–2008), Italy (11 cities, 1987–2010), Japan (47 prefectures, 1985–2012), South Korea (seven cities, 1992–2010), Spain (51 cities, 1990–2010), Sweden (one county, 1990–2002), Taiwan (three cities, 1994–2007), Thailand (62 provinces, 1999–2008), UK (ten regions, 1993–2006), and USA (135 cities, 1985–2009). Mortality was represented by daily counts of deaths for either all causes or, where not available, non-external causes only (International Classification of Diseases [ICD]-9 0-799, ICD-10 A00-R99). We chose mean daily temperature as the exposure index, calculated from central monitor stations, either as the average between maximum and minimum values or the 24 h average. We did a sensitivity analysis by modifying the modelling choices, replacing all-cause with non-external mortality, and controlling for air pollution and humidity in the subset of countries that provided such information. The appendix contains details of the exact study periods, further information on data collection, additional results, and results from the sensitivity analysis.

	Locations	Study period	Total deaths	Temperature (°C)
Australia	3	1988–2009	1 177 950	18·1 (15·7–20·3)
Brazil	18	1997–2011	3 401 136	24·2 (17·7–27·4)
Canada	21	1986–2009	2 521 586	6·5 (2·6–10·7)
China	15	1996–2008	950 130	15·1 (7·4–23·7)
Italy	11	1987–2010	820 390	15·4 (12·2–18·4)
Japan	47	1985–2012	26 893 197	15·3 (9·1–23·1)
South Korea	7	1992–2010	1 726 938	13·7 (12·5–14·9)
Spain	51	1990–2010	3 479 910	15·5 (10·9–21·6)
Sweden	1	1990–2002	190 092	7·5 (7·5–7·5)
Taiwan	3	1994–2007	765 893	24·0 (23·2–25·2)
Thailand	62	1999–2008	1 827 853	27·6 (25·1–29·3)
UK	10	1993–2006	7 573 716	10·4 (9·5–11·7)
USA	135	1985–2006	22 896 409	14·9 (7·9–25·5)

Temperatures are mean location-specific temperature (range).

Table 1: **Descriptive statistics by country**

Statistical analysis

We did all analysis with R software (version 3.0.3) using the packages *dlnm* and *mvmeta*. The code is available on request, and a reproducible example is included at the personal website of the first author. We first applied a standard time-series quasi-Poisson regression separately in each location to derive estimates of location-specific temperature–mortality associations, reported as RR. Specific tutorials explain the technical details and terminology.[20] Briefly, this first-stage regression included a natural cubic B-spline of time with 8 degrees of freedom per year to control for seasonal and long-term trends, and an indicator of day of the week. We modelled the association with temperature using a distributed lag non-linear model.[21] This class of models can describe complex non-linear and lagged dependencies through the combination of two functions that define the conventional exposure-response association and the additional lag-response association, respectively. The lag-response association represents the temporal change in risk after a specific exposure, and it estimates the distribution of immediate and delayed effects that cumulate across the lag period. Specifically, we modelled the exposure-response curve with a quadratic B-spline with three internal knots placed at the 10th, 75th, and 90th percentiles of location-specific temperature distributions, and the lag-response curve with a natural cubic B-spline with an intercept and three internal knots placed at equally spaced values in the log scale. We extended the lag period to 21 days to include the long delay of the effects of cold and to exclude deaths that were advanced by only a few days (harvesting effect). We tested these modelling choices in sensitivity analysis.

We then reduced the association to the overall temperature–mortality association, cumulating the risk during the lag period.[22] This step reduces the number of parameters to be pooled in the second-stage meta-analysis, and preserves the complexity of the estimated dependency, thus avoiding unnecessary simplification.

We pooled the estimated location-specific overall cumulative exposure-response associations using a multivariate meta-analytical model.[22,23] Previous studies have reported how climatological, socioeconomic, demographic, and infrastructural factors have a role in modification of the association between temperature and mortality.[10] To account for the main features of such

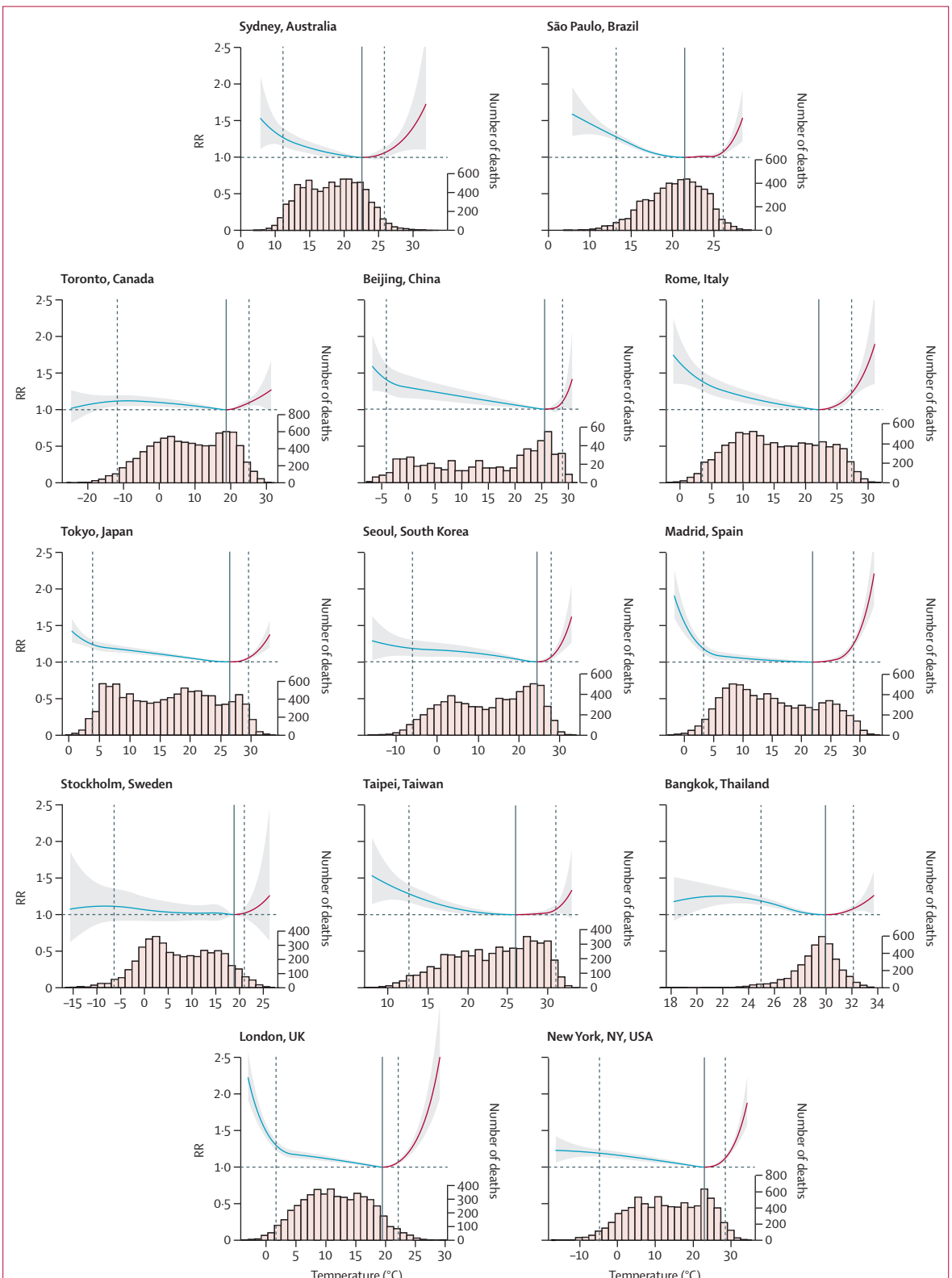


Figure 1: **Overall cumulative exposure–response associations in 13 cities**
Exposure–response associations as best linear unbiased prediction (with 95% empirical CI, shaded grey) in representative cities of the 13 countries, with related temperature distributions. Solid grey lines are minimum mortality temperatures and dashed grey lines are the 2·5th and 97·5th percentiles. RR=relative risk.

effect modification, we included location-specific average temperature, temperature range, and indicators for country as meta-predictors in a multivariate meta-regression. We tested these effects through a multivariate Wald test. We tested residual heterogeneity and reported it by the multivariate extension of Cochran *Q* test and I^2 statistic.[23,24]

We used the fitted meta-analytical model to derive the best linear unbiased prediction of the overall cumulative exposure-response association in each location. The best linear unbiased prediction represents a trade-off between the location-specific association provided by the first-stage regression and the pooled association. This approach allows areas with small daily mortality counts or short series, usually characterised by very imprecise estimates, to borrow information from larger populations that share similar characteristics.[13,23,25]

The minimum mortality temperature, which corresponds to a minimum mortality percentile between the first and the 99th percentiles, was derived from the best linear unbiased prediction of the overall cumulative exposure-response association in each location. We referred to this value as the optimum temperature, and deemed it the reference for calculating the attributable risk by re-centring the quadratic B-spline that models the exposure-response. For each day of the series, in each location, we used the overall cumulative RR corresponding to each day's temperature to calculate the attributable deaths and fraction of attributable deaths in the next 21 days, using a previously described method.[26]

The total attributable number of deaths caused by non-optimum temperatures is given by the sum of the contributions from all the days of the series, and its ratio with the total number of deaths provides the total attributable fraction. We calculated the components attributable to cold and heat by summing the subsets corresponding to days with temperatures lower or higher than the minimum mortality temperature. We further separated these components into moderate and extreme contributions by defining extreme cold and heat as temperatures lower than the 2·5th location-specific percentile (extreme cold) and higher than the 97·5th location-specific percentile (extreme heat). These cutoffs are consistent with previous definitions of extreme weather, such as heatwaves.[7,14,18,19] We defined moderate temperatures as the ranges between the optimum temperature and these cutoffs. We defined other ranges using cutoffs at the 10th, 25th, 50th, 75th, and 90th percentiles.

We calculated empirical CIs (eCIs) using Monte Carlo simulations, assuming a multivariate normal distribution of the best linear unbiased predictions of the reduced coefficients. We reported algebraic equations and details elsewhere,[26] and they are summarised in the appendix.

	Minimum mortality percentile	Total	Cold	Heat
Australia	83th	6·96% (4·27 to 9·51)	6·50% (3·91 to 8·94)	0·45% (0·20 to 0·70)
Brazil	60th	3·53% (3·00 to 4·01)	2·83% (2·34 to 3·30)	0·70% (0·45 to 0·93)
Canada	81st	5·00% (3·83 to 6·07)	4·46% (3·39 to 5·48)	0·54% (0·39 to 0·66)
China	83rd	11·00% (9·29 to 12·47)	10·36% (8·72 to 11·77)	0·64% (0·47 to 0·79)
Italy	79th	10·97% (8·03 to 13·43)	9·35% (6·59 to 11·72)	1·62% (1·24 to 1·98)
Japan	86th	10·12% (9·61 to 10·56)	9·81% (9·32 to 10·22)	0·32% (0·27 to 0·36)
South Korea	89th	7·24% (4·45 to 9·73)	6·93% (4·12 to 9·44)	0·31% (0·15 to 0·45)
Spain	78th	6·52% (5·82 to 7·16)	5·46% (4·79 to 6·07)	1·06% (0·96 to 1·16)
Sweden	93rd	3·87% (–6·20 to 12·93)	3·69% (–6·31 to 12·61)	0·18% (–0·47 to 0·65)
Taiwan	62nd	4·75% (3·26 to 6·06)	3·89% (2·50 to 5·31)	0·86% (0·12 to 1·50)
Thailand	60th	3·37% (3·06 to 3·63)	2·61% (2·31 to 2·88)	0·76% (0·65 to 0·86)
UK	90th	8·78% (8·00 to 9·54)	8·48% (7·72 to 9·25)	0·30% (0·25 to 0·36)
USA	84th	5·86% (5·50 to 6·17)	5·51% (5·17 to 5·82)	0·35% (0·30 to 0·39)
Total	81st	7·71% (7·43 to 7·91)	7·29% (7·02 to 7·49)	0·42% (0·39 to 0·44)

Attributable mortality computed as total and as separate components for cold and heat. Data are median percentile or % (95% empirical CI).

Table 2: **Attributable mortality by country**

Role of the funding source

The funder of the study had no role in study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing of the report. The corresponding author had full access to all the data in the study and had final responsibility for the decision to submit for publication.

Results

Table 1 shows the descriptive statistics from each country. The dataset included 74 225 200 deaths. As expected, the populations in different countries experienced a broad range of temperatures, with country-specific averages ranging from 6·5°C in Canada to 27·6°C in Thailand. These temperatures are illustrative of regions characterised by different climates: from cold countries (Canada, Sweden, and to a lesser extent UK), through temperate latitudes in the Mediterranean (Spain and Italy), east Asia (South Korea and Japan), and southern-hemisphere areas (Australia), to tropical and subtropical areas (Brazil, Taiwan, and Thailand). Other large countries (China and USA) included locations with more heterogeneous climates.

Figure 1 shows overall cumulative exposure-response curves (best linear unbiased predictions) for 13 cities selected to represent each country, with the corresponding minimum mortality temperature and the cutoffs to define extreme temperatures. The corresponding graphs for all 384 locations are reported in the appendix. The temperature distributions emphasise how the hot temperature range, although characterised by a high RR, consists of only a small proportion of days. The median minimum mortality percentile ranges were at about the 80th and 90th percentiles for most countries, with the exception of the tropical and subtropical areas of Brazil, Taiwan, and Thailand, where it seemed to be near the 60th percentile (table 2). Risk increases slowly and linearly for cold temperatures below the minimum mortality

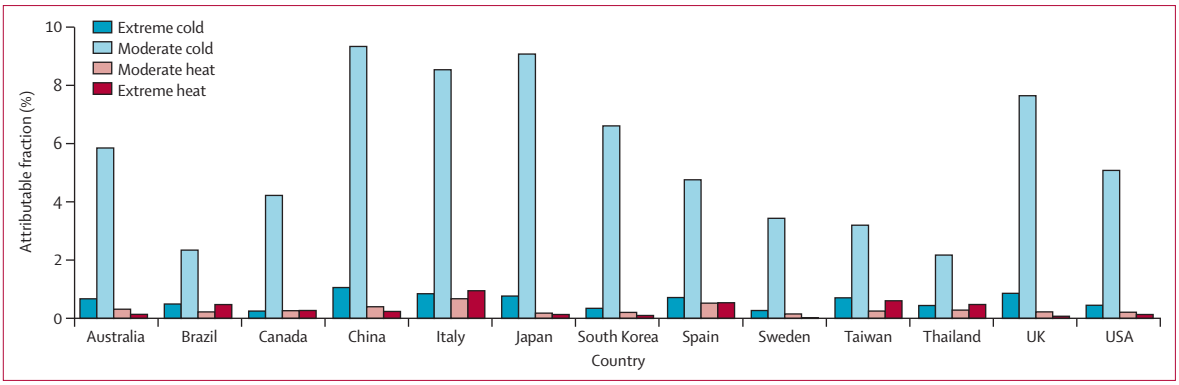


Figure 2: **Fraction of all-cause mortality attributable to moderate and extreme hot and cold temperature by country**
Extreme and moderate high and low temperatures were defined with the minimum mortality temperature and the 2·5th and 97·5th percentiles of temperature. distribution as cutoffs.

temperature, although some locations (eg, London and Madrid) showed a higher increase for extreme cold than did the others. By contrast, risk generally escalated quickly and non-linearly at high temperatures.

Results from our multivariate meta-regression suggest that, although significant, residual heterogeneity is low after country indicators, average temperature, and temperature range had been included as meta-predictors, with an I^2 of 36·3%. Although all three predictors significantly modify the temperature–mortality association, either in single-predictor or full models, the country indicators account for a much higher proportion of heterogeneity than do average temperature or temperature range (appendix).

The main results (table 2) were the estimated attributable fraction calculated as total and as separated components caused by cold and hot temperatures in each country (see appendix for location-specific figures). Overall, the total fraction of deaths caused by both heat and cold was 7·71% (95% eCI 7·43–7·91), although this fraction varied substantially between countries, with the highest attributable risk in Italy, China, and Japan, and the lowest estimates in Thailand, Brazil, and Sweden (table 2). Although the CI for Sweden was not significant, the results seemed more likely to be caused by the small dataset than by a different pattern. Cold was responsible for most of the burden (total estimate 7·29%, 95% eCI 7·02–7·49%), while the fraction attributable to heat was small (0·42%, 0·39–0·44). This difference was mainly caused by the high minimum-mortality percentile, with most of the mean daily temperatures being lower than the optimum value.

The attributable risk can be separated into components related to moderate and extreme temperatures (figure 2). The appendix contains estimates for different temperature percentile ranges. In all countries, most of the mortality risk attributable to temperature was related to moderate cold, with an overall estimate of 6·66% (95% eCI 6·41–6·86). Extreme temperatures (either cold or hot) were responsible for a small fraction, corresponding to 0·86% (0·84–0·87%). These results are consistent with the exposure-response associations and temperature distributions in figure 1. Although the range corresponding to moderate cold had a comparatively low RR, it included the most days in the series. Our sensitivity analysis suggested that our results were not dependent on modelling assumptions (appendix).

Discussion

Our findings show that temperature is responsible for advancing a substantial fraction of deaths, corresponding to 7·71% of mortality in the selected countries within the study period. Most of this mortality burden was caused by days colder than the optimum temperature (7·29%), compared with days warmer than the optimum temperature (0·42%). Furthermore, most deaths were caused by exposure to moderately hot and cold temperatures, and the contribution of extreme days was comparatively low, despite increased RRs. The study was based on the largest dataset ever collected to assess temperature–health associations, and included more than 74 million deaths from 13 countries (panel). The analysis of data from 384 locations provides evidence for temperature-related mortality risk in a wide range of climates and populations with different demographic, socioeconomic, and infrastructural characteristics. A strength of the study was the application of new, flexible statistical models to characterise the temperature-mortality association and pool estimates across locations. In particular, while previous studies relied on simplification of the exposure-response or lag structure, the approach we used here enabled us to estimate and pool non-linear and delayed dependencies and to identify the temperature of minimum mortality.

Comparison with previous studies that reported data for attributable deaths is limited by several factors, particularly the variation in study designs and modelling approaches and the use of alternative definitions of attributable risk measures. Findings from studies that focused on specific events or periods with extreme

Panel: **Research in context**

Systematic review

We searched the literature to identify articles that reported estimates of the effect of non-optimum ambient temperature on mortality and used attributable risk measures as the main effect summary. We searched PubMed using combinations of the terms "temperature" or "heat" or "cold", and "mortality" or "death*", and "attributable" or "impact". We searched papers written in English from inception to Dec 31, 2013. We then manually selected relevant articles by reading the abstracts. Although several studies[13–19] reported estimates of attributable risk, they used different definitions of summary measures and used various designs and analytical methods, which made the comparison difficult. Most of these investigations focused on heat-related health effects, and few assessed the attributable component caused by cold temperatures. More importantly, these studies restricted their assessments to single cities or countries, and no study has so far provided a comprehensive assessment across populations exposed to different climates by use of consistent statistical approaches.

Interpretation

We report that non-optimum ambient temperature is responsible for substantial excess in mortality, with important differences between countries. Although most previous research has focused on heat-related effects, most of the attributable deaths were caused by cold temperatures. Despite the attention given to extreme weather events, most of the effect happened on moderately hot and moderately cold days, especially moderately cold days. This evidence is important for improvements to public health policies aimed at prevention of temperature-related health consequences, and provides a platform to extend predictions on future effects in climate-change scenarios.

temperatures suggest a mortality increase of 8·9–12·1% during heat waves and 12·8% during cold spells.[16,17] Investigators who extended the analysis to the whole summer season report estimates of 1·6–2·0% for attributable mortality caused by heat.[13,19] Studies that include attributable risk measures for whole-year mortality, and thus adopt a comparable denominator, report values close to ours: Hajat and colleagues reported that the all-cause mortality attributable to heat was between 0·37% and 1·45% in three European cities,[14] and Carson and colleagues[15] estimated that 5·4% of deaths were attributable to cold but none to heat in London.

Various underlying mechanisms have been postulated to explain the increased mortality risk associated with exposure to high and low ambient temperature. Physiological effects leading to heat-related deaths are not well known yet, and probably vary for different mortality causes. In the case of the association of heat with cardiovascular mortality, the cause accounting for the greatest burden, acute events seem to be triggered when the body exceeds its thermoregulatory threshold, after changes in heart rate, blood viscosity and coagulability, reductions in cerebral perfusion, and attenuated vasoconstrictor responsiveness.[27] Heat also increases mortality risk for other causes: a suggested mechanism is through the alteration of fluid and electrolytic balance in people affected by chronic diseases or in people with impaired responsiveness to environmental conditions.[1,8] These sudden physiological responses are consistent with the steep, supralinear increase in risk above the optimum temperature (figure 1, appendix), which was associated with a comparatively high burden attributable to extremely high temperature. The biological processes that underlie cold-related mortality mainly have cardiovascular and respiratory effects. Exposure to cold has been associated with cardiovascular stress by affecting factors such as blood pressure and plasma fibrinogen, vasoconstriction and blood viscosity, and inflammatory responses.[28,29] Similarly, cold induces bronchoconstriction and suppresses mucociliary defences and other immunological reactions, resulting in local inflammation and increased risk of respiratory infections.[30] These physiological responses can persist for longer than those attributed to heat,[28] and seem to produce mortality risks that follow a smooth, close-to-linear response, with most of the attributable risk occurring in moderately cold days.

Some limitations must be acknowledged. First, although this investigation includes populations with markedly different characteristics and living in a wide range of climates, the findings cannot be interpreted as globally representative. We did not include entire regions, such as Africa or the Middle East, and the assessment was mainly restricted to urban populations. Although our results suggest substantial intercountry variation in attributable risk for both heat and cold, the analysis did not characterise these differences to identify determinants of susceptibility or resilience to the effects of temperature. These limitations can be addressed in future research by extension of the dataset to populations living in other regions, and by collection of standardised measures of meta-variables for location-specific characteristics to be included in the second-stage meta-regression. Results from these analyses would complement the evidence provided in this study.

We identified a substantial effect of heat and cold on mortality, with attributable figures that varied by country. The optimum temperature at which the risk is lowest was well above the median, and seemed to be increased in cold regions. Cold was responsible for a higher proportion of deaths than was heat, while moderate hot and cold temperatures represented most of the total health burden. Research on the association between human health and ambient temperature has so far focused mainly on the effects of extreme heat, and public health plans have implemented policies and interventions designed almost exclusively for heatwave periods. Our results suggest that public-health policies and adaptation measures should be extended and refocused to take account of the whole range of effects associated with temperature, although further research is needed to clarify how much of the excess mortality related to each component is preventable. Our study also provides a platform to improve and extend predictions of the effects of climate change; our findings emphasise how a comprehensive assessment is needed to provide an appropriate estimate of the health consequences of various climate-change scenarios.

Contributors
AG, YG, MH, and BA set up the collaborative network. AG designed the study, collected and standardised the data, and coordinated the work. AG, BA, and ML developed the statistical methods. AG did the statistical analysis and took the lead in drafting of the manuscript and interpretation of the results. BA provided substantial scientific input in interpretation of the results and drafting of the manuscript. YG, MH, EL, AZ, JS, AT, ST, JR, BF, ML, MDS, MLB, Y-LLG, C-fW, HKa, S-MY, MdSZSC, PHNS, YH, and HKi provided the data, and contributed to the interpretation of the results and the submitted version of the manuscript.

Declaration of interests
We declare no competing interests.

Acknowledgments
This study and AG were supported by the UK Medical Research Council (grant G1002296). YG was supported by a University of Queensland Research Fellowship. AT was supported by the Ministry of Education of the Spanish Government (Salvador Madariaga's grant PRX12/00515). ST was supported by an NHMRC research fellowship (#553043) and an ARC Discovery Grant (DP110100651). YH was supported by the Environment Research and Technology Development Fund (S-8 & S10) of the Ministry of the Environment, Japan. MH, Y-LLG, C-fW, S-MY, YH, and HKi were supported by the Global Research Laboratory (grant K21004000001-10A0500-00710) through the National Research Foundation of Korea (NRF). We thank Benjawan Tawatsupa and Kornwipa Punnasiri for providing data for the 62 provinces in Thailand.

References

1 Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev* 2002; **24:** 190–202.
2 Ye X, Wolff R, Yu W, Vaneckova P, Pan X, Tong S. Ambient temperature and morbidity: a review of epidemiological evidence. *Environ Health Perspect* 2012; **120:** 19–28.
3 Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, et al. Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology* 2006; **17:** 75–79.
4 Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996; **335:** 84–90.
5 IPCC. Climate change 2013: the physical science basis. Working group I contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press, 2013.
6 Analitis A, Katsouyanni K, Biggeri A, et al. Effects of cold weather on mortality: results from 15 European cities within the PHEWE Project. *Am J Epidemiol* 2008; **168:** 1397.
7 Anderson BG, Bell ML. Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology* 2009; **20:** 205–13.
8 Gasparrini A, Armstrong B, Kovats S, Wilkinson P. The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. *Occup Environ Med* 2012; **69:** 56–61.
9 The Eurowinter Group. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *Lancet* 1997; **349:** 1341–46.
10 Zanobetti A, O'Neill MS, Gronlund CJ, Schwartz JD. Susceptibility to mortality in weather extremes: effect modification by personal and small-area characteristics. *Epidemiology* 2013; **24:** 809–19.
11 Hajat S, O'Connor M, Kosatsky T. Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. *Lancet* 2010; **375:** 856–63.
12 McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats RS, et al. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' project. *Int J Epidemiol* 2008; **37:** 1121–31.
13 Baccini M, Kosatsky T, Analitis A, et al. Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. *J Epidemiol Community Health* 2011; **65:** 64–70.
14 Hajat S, Armstrong B, Baccini M, et al. Impact of high temperatures on mortality: is there an added heat wave effect? *Epidemiology* 2006; **17:** 632–38.
15 Carson C, Hajat S, Armstrong B, Wilkinson P. Declining vulnerability to temperature-related mortality in London over the 20th century.
16 Huynen MM, Martens P, Schram D, Weijenberg MP, Kunst AE. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect* 2001; **109:** 463–70.
17 Rooney C, McMichael AJ, Kovats RS, Coleman MP. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol Community Health* 1998; **52:** 482–86.
18 Peng RD, Bobb JF, Tebaldi C, McDaniel L, Bell ML, Dominici F. Toward a quantitative estimate of future heat wave mortality under global climate change. *Environ Health Perspect* 2011; **119:** 701–06.
19 Basagana X, Sartini C, Barrera-Gomez J, et al. Heat waves and cause-specific mortality at all ages. *Epidemiology* 2011; **22:** 765–72.
20 Bhaskaran K, Gasparrini A, Hajat S, Smeeth L, Armstrong B. Time series regression studies in environmental epidemiology. *Int J Epidemiol* 2013; **42:** 1187–95.
21 Gasparrini A. Modeling exposure-lag-response associations with distributed lag non-linear models. *Stat Med* 2014; **33:** 881–99.
22 Gasparrini A, Armstrong B. Reducing and meta-analyzing estimates from distributed lag non-linear models. *BMC Med Res Methodo* 2013; **13:** 1.
23 Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. *Stat Med* 2012; **31:** 3821–39.
24 Higgins JPT, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med* 2002; **21:** 1539–58.
25 Post E, Hoaglin D, Deck L, Larntz K. An empirical Bayes approach to estimating the relation of mortality to exposure to particulate matter. *Risk Anal* 2001; **21:** 837–42.
26 Gasparrini A, Leone M. Attributable risk from distributed lag models. *BMC Med Res Methodol* 2014; **14:** 55.
27 Keatinge WR, Coleshaw SR, Easton JC, Cotter F, Mattock MB, Chelliah R. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *Am J Med* 1986; **81:** 795–800.
28 Keatinge WR, Coleshaw SR, Cotter F, Mattock M, Murphy M, Chelliah R. Increases in platelet and red cell counts, blood viscosity, and arterial pressure during mild surface cooling: factors in mortality from coronary and cerebral thrombosis in winter. *BMJ* 1984; **289:** 1405–08.
29 Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M, Foley A, Meade TW. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease. *Lancet* 1994; **343:** 435–39.
30 Eccles R. An explanation for the seasonality of acute upper respiratory tract viral infections. *Acta Oto-laryngol* 2002; **122:** 183–91.

Environment International 120 (2018) 345–353

Contents lists available at ScienceDirect

Environment International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envint

Spatiotemporal and demographic variation in the association between temperature variability and hospitalizations in Brazil during 2000–2015: A nationwide time-series study

Qi Zhao[a], Micheline S.Z.S. Coelho[b,c], Shanshan Li[a,*], Paulo H.N. Saldiva[b], Kejia Hu[d], Michael J. Abramson[a], Rachel R. Huxley[e], Yuming Guo[a,*]

[a] Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne 3004, Australia
[b] Institute of Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo 05508-970, Brazil
[c] Faculty of Science, School of Life Sciences, University Technology of Sydney, Sydney 2007, Australia
[d] Institute of Island and Coastal Ecosystems, Ocean College, Zhejiang University, Zhoushan 316021, China
[e] College of Science, Health and Engineering, La Trobe University, Melbourne 3086, Australia

ARTICLE INFO

Handling Editor: Olga-Ioanna Kalantzi

Keywords:
Temperature variability
Hospitalization
Brazil

ABSTRACT

Background: Extreme temperature events are known to be adversely associated with a range of health outcomes, but little is known about the effect of less extreme, but more frequent fluctuation in temperature. We examined the spatiotemporal and demographic variation in the effect of temperature variability (TV) on nationwide hospitalizations in Brazil during 2000–2015.

Methods: Data on daily hospitalizations and weather variables were collected from 1814 cities, comprising 78.4% of Brazilian population. TV was defined as the standard deviation of daily minimum and maximum temperatures during exposure days. City-specific TV effect was estimated using a quasi-Poisson regression model, and then pooled at the national and regional level using meta-analysis. Stratified analyses were performed by sex, 10 age-groups, and 11 cause categories. Meta-regression was applied to city-year-specific estimates to examine the temporal change.

Results: The estimate of TV effect peaked on 0–1 days' exposure, contributing to 3.5% [95% confidence interval (CI): 3.1–3.8%] of hospitalizations nationwide, equalling 221 (95%CI: 200–242) cases per 100,000 population annually. The effect estimate varied across 11 cause categories, which was strongest for respiratory admissions. Males, particular those 10–49 year old were more affected than females but there was no sex difference for the attributable hospitalization rate. The attributable rate for the under-fives was twice as high as for the elderly, and five times higher than in adults. The majority of the most affected cities were located in the central west and the inland of northeast. The risk of hospitalization related to TV showed a significant increase over the 16-year period at the national level.

Conclusions: In Brazil, the effect of TV on hospitalization is acute, and varies by spatial, sex, age, and cause category. Given there is no evidence regarding TV adaptation, hospitalization burden associated with TV is likely to further increase and warrants consideration when developing future public health policies in the context of climate change.

1. Introduction

Climate change has been identified as posing the single largest threat for global health in the 21st century (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015). Most of the evidence regarding the relationship between temperature change and health outcomes has tended to focus on the adverse effect of extreme temperature events (e.g., heatwaves and cold spells) (Gasparrini et al., 2015; Guo et al., 2017; O'Neill and Ebi, 2009). By contrast, the influence of temperature variability (TV), representing weather instability within a few days, has been less investigated. To date, most studies have examined the mortality risk associated with either intra- (e.g., diurnal temperature range, DTR) or inter-day (e.g., difference of mean temperatures between neighbouring days) TV (Lee et al., 2018; Vicedo-Cabrera et al., 2016). However, these

* Corresponding authors.
E-mail addresses: shanshan.li@monash.edu (S. Li), yuming.guo@monash.edu (Y. Guo).

https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.021
Received 2 June 2018; Received in revised form 30 July 2018; Accepted 7 August 2018
Available online 13 August 2018
0160-4120/ © 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.

TV indicators may not fully capture the magnitude of recent temperature variations, because temperature change is a continuous process.

A novel and validated approach has been developed to assess the mortality effect of TV by combining intra- and inter-day temperature variations (Guo et al., 2016). Based on this new index, it has been estimated that 10 deaths per 100,000 population each year in Australia (1.7% of annual deaths) are attributable to TV exposure (Cheng et al., 2017). However, the actual disease burden associated with TV is likely to be much larger if the adverse effect on morbidity could be quantified. Hospitalizations have been used previously as a proxy measure for quantifying the non-fatal health burden associated with TV (mainly focusing on intra-day TV) but there are limited investigations on the relationship between TV with cause-specific outcomes. Moreover, there has been a marked decline in the disease burden related to extreme temperatures since the twentieth century, implying an evolved thermal adaptation in humans (Ha and Kim, 2013; Nordio et al., 2015; Vicedo-Cabrera et al., 2018). However, few studies have examined whether the strength of the association between TV and health outcomes has changed over time (Lee et al., 2018).

Most previous studies, conducted mainly in North America, Europe and Asia, have shown spatial heterogeneity in the relationship between TV and health outcomes (Gasparrini et al., 2015; Lee et al., 2018). By comparison, there are sparse data from South America, particularly from Brazil which covers nearly half the land mass of South America (Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2016; Central Intelligence Agency, 2017). Brazil's wide range of climatic conditions and topographical types, as well as its unique location, suggest a varying distribution of TV and associated health outcomes (Alvares et al., 2013).

In this study, we use a national dataset to quantify the spatial and demographic variation in the association between TV and cause-specific hospitalizations in Brazil during 2000–2015. Further, by examining the temporal trend in the TV effect we will be able to determine to what extent humans have developed an adaptive capacity to variations in temperature.

2. Material and methods

2.1. Study area

Brazil is comprised of 26 states and one federal district with a total of 5570 cities. The country is subdivided into five regions according to geographic and socioeconomic differences: the north, northeast, southeast, south and central west (Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2017).

2.2. Data sources

Between 1 January 2000 and 31 December 2015, data on daily hospitalizations in each city were collected through the Brazilian Unified Health System. The hospitalization records of some cities in early years were incomplete in the system, particularly for those in Northern Brazil. To examine the temporal change, 1814 cities with 16-year complete data, comprising 78.4% of the Brazilian population, contributed to the analysis. Fig. 1 shows the locations of each city and the population density of each region. Variables included patients' age, sex, date of admission, primary diagnosis [coded using the 10th version of the International Classification of Diseases (ICD-10)] and city of residence.

Daily data on weather conditions were extracted from a $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ dataset that was interpolated using an inverse distance weighting method with data from 735 nationwide weather stations (Xavier et al., 2016). City-specific minimum and maximum temperatures ($Temp_{min}$ and $Temp_{max}$) were extracted from the grid overlaying the centre of each city. We followed the recommendation of the World Meteorological Organization (WMO, 2010) to define daily mean temperature ($Temp_{mean}$) as the mean value of the daily $Temp_{min}$ and $Temp_{max}$ due to the lack of data on actual $Temp_{mean}$.

Data on city-specific population were downloaded from the Brazilian Census 2000 and 2010 datasets (http://www.ibge.gov.br/censo/; http://www.censo2010.ibge.gov.br/). Data on standard population were collected from the World Standard Population Distribution (2000–2025) (Ahmad et al., 2001).

2.3. Data analysis

2.3.1. Definition of TV

In this study, TV was defined as the standard deviation (SD) of daily $Temp_{min}$ and $Temp_{max}$ during exposure days in order to properly capture the cumulative effect of both intra- and inter-day temperature fluctuations (Guo et al., 2016). For example, TV exposure for the current day and the preceding day one (TV0–1) was calculated as the SD ($Temp_{min_lag0}$, $Temp_{max_lag0}$, $Temp_{min_lag1}$, $Temp_{max_lag1}$).

2.3.2. Association between TV and hospitalizations

The association between TV and hospitalizations was quantified using a two-stage approach (Gasparrini et al., 2015; Guo et al., 2017; Hu et al., 2019). In the first stage, a quasi-Poisson regression model was performed on time-series data to obtain city-specific estimates of TV effect:

$$Y_{it} \sim poisson\ (\mu_{it});$$

$$Log\ (\mu_{it}) = \alpha + \beta TV_{it} + ns(\mathrm{Time}, 7\times\mathrm{year}) + cb(Temp_{mean}) + \gamma DOW_{it} + \delta Holiday_{it}$$

where Y_{it} is the daily number of hospitalizations in city i on day t; α is the intercept; TV_{it} is the linear function of TV because both previous studies and our initial analysis (see Fig. S1) have indicated that the relationships between TV and health outcomes are linear (Guo et al., 2016; Zhang et al., 2017); $ns(\mathrm{Time}, 7 \times \mathrm{year})$ is the natural cubic spline for time to control for the long-term trend and seasonality using 7 degrees of freedom (dfs) per year (Gasparrini et al., 2015); $cb(Temp_{mean})$ is the cross-basis function to estimate the nonlinear effect of $Temp_{mean}$ for up to lag 21 days, which could be an important confounder for assessing the TV effect (Gasparrini et al., 2015; Guo et al., 2014); natural cubic splines with 4 dfs are used for the mean temperature and the lags, respectively; DOW_{it} is a categorical variable for day of the week; $Holiday_{it}$ is a binary variable to control for public holidays.

We performed seven independent analyses by changing TV from the neighbouring two days (TV0–1) to eight days (TV0–7) to determine which exposure days were associated with the highest risk of hospitalization. The initial analysis indicated that the effect estimates associated with per 1 °C increase in TV were more heterogeneous than the results per interquartile range (IQR) increase in TV due to different ranges of city-specific TVs. Finally, the TV-hospitalization relationship was described as the percentage change in risk of hospitalization per IQR increase in TV [with 95% confidence interval (CI)].

In the second stage, the estimates of city-specific TV effect were pooled at the national and regional level using a random-effect meta-analysis with maximum likelihood estimation. Stratified analyses were performed by sex and 10 age-groups (i.e., 0–4, 5–9, 10–19, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70–79, and ≥80 years). The various associations between TV and hospitalizations for 11 cause categories were also explored (classification of cause categories, see Table S1).

Sensitivity analyses were performed to check the robustness of the effect estimates by changing the maximum lag from 21 to 28 days and by changing the dfs for $Temp_{mean}$ from four to six. The confounding effect of relative humidity was evaluated using data from 265 weather stations provided by the Brazilian National Institute of Meteorology.

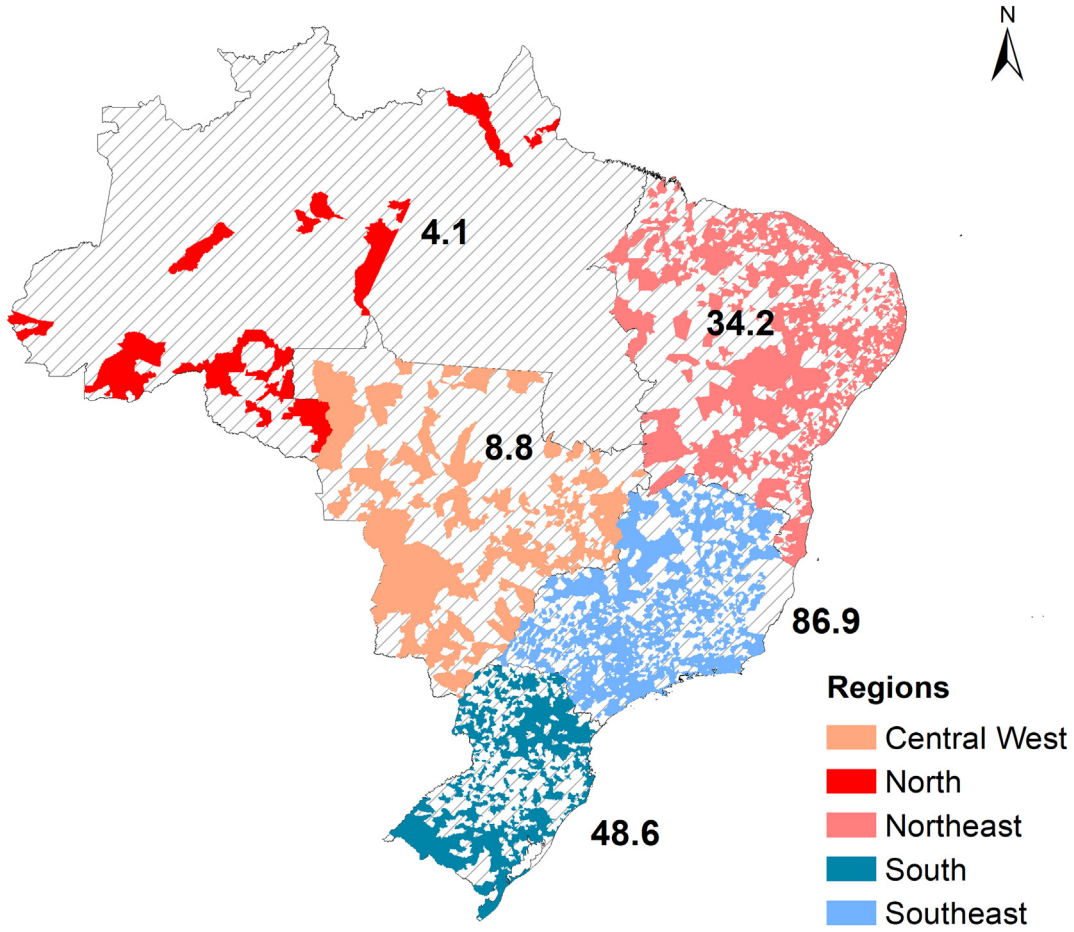


Fig. 1. The locations of 1814 cities and population densities (population per square kilometre) of the five Brazilian regions. Data on population density are extracted from the Brazilian Census 2010 dataset (http://www.censo2010.ibge.gov.br/).

2.3.3. Attributable hospitalizations

The daily attributable hospitalizations in each city (DAN_{it}) were calculated using the following equation (Gasparrini et al., 2012b):

$$DAN_{it} = Y_{it} \times \frac{RR_{it} - 1}{RR_{it}};$$

$$RR_{it} = EXP\left(\frac{\beta}{IQR_i} \times TV_{it}\right)$$

where Y_{it} is the daily number of hospitalizations in city i on day t; RR_{it} is the relative risk (RR) of hospitalization associated with TV exposure during the current day and preceding few days; β is the risk coefficient per IQR increase in TV at city i. In this study, city-specific β was replaced using the pooled risk coefficient at regional level because some small cities had limited patients, which led to the abnormal TV-hospitalization relationship.

The total number of attributable hospitalizations in each city (AN_{it}) was calculated by summing up DAN_{it}; attributable fraction and attributable rate of hospitalizations (per 100,000 population) at the national and regional level were calculated by dividing AN_{it} by the number of hospitalizations and population, respectively. Considering the grouping limitation of the Brazilian Census 2000 and 2010 datasets, we merged the population aged ≥ 60 years when calculating the attributable rate of hospitalizations.

2.3.4. Long-term change in TV effect

We examined the long-term change in the effect of TV using a two-stage strategy: first, the city-year-specific association between TV and hospitalizations was estimated using the above mentioned quasi-Poison regression model. Second, a meta-regression model was performed at the national and regional level, with setting the predictor (i.e., year) as independent variable and city-year-specific estimates as the dependent variable.

All data analyses were performed using R software (version 3.4.1). The "dlnm" package was used to fit the nonlinear lagged effect of daily mean temperature (Gasparrini et al., 2010); The "mvmeta" was used for the second-stage meta-analysis and the meta-regression (Gasparrini et al., 2012a, b; Viechtbauer, 2010). Cochran Q test and I^2 statistic were applied to assess the residual heterogeneity for meta-analysis and meta-regression. Statistical tests were two-sided with p values < 0.05 treated as statistically significant.

3. Results

There were 147,959,243 (59% female) hospitalizations collected from 1814 cities during 2000–2015, with 66% of cases aged 10–59 years (Table 1 and Table S2). The age-standardised rate (ASR) of hospitalizations was 6.4% per year at the national level, varying from 5.8% in the southeast to 7.2% in the central west. The daily mean temperature of each city ranged between 15.7 and 28.8 °C. The city-specific TV declined from 3.6–8.7 °C on 0–1 days to 3.3–7.9 °C on 0–7 days.

3.1. Association between TV and hospitalizations

At the national level, the estimate of TV effect was strongest on 0–1 days' exposure: per IQR increase in TV was associated with 1.07% [95%CI: 1.02–1.12%] increase in the risk of hospitalization (Fig. 2).

Table 1
Summary of hospitalizations and city-specific temperature characteristics (with standard deviation) by region during 2000–2015.

	No. cities	Pop (%)	Cases	Annual rate of hospitalizations (%)		City-specific (°C)		
				Crude	Age-standardised	Mean temp	TV0–1	TV0–7
National	1814	78.4	147,959,243	6.4	6.4	23.5 ± 2.8	6.2 ± 0.8	5.8 ± 0.8
Region								
North	28	26.3	3,904,208	6.2	6.4	27.1 ± 0.7	5.8 ± 0.6	5.3 ± 0.6
Northeast	662	78.0	42,875,430	6.7	6.7	26.0 ± 1.6	5.7 ± 0.9	5.2 ± 0.8
Central West	128	80.7	11,997,508	6.9	7.2	25.0 ± 1.3	7.0 ± 0.3	6.5 ± 0.3
Southeast	622	87.0	63,859,654	5.9	5.8	22.3 ± 1.5	6.6 ± 0.6	6.2 ± 0.5
South	374	83.2	25,322,443	7.1	7.1	20.2 ± 1.5	6.1 ± 0.5	5.9 ± 0.5

Note: Pop, population coverage; temp, daily temperature; TV, temperature variability.

The strength of effect estimates decreased with time and plateaued after TV0–4. Regionally, the estimate of TV effect was highest in the central west and lowest in the north and south. The I^2 value of meta-analysis at TV0–1 was 16.4% at the national level, ranging substantially from 0.0% in the north to 25.8% in the central west.

3.2. Age and sex-specific effect estimates of TV

Fig. 3 compares the sex-specific age difference in TV effect on 0–1 days' exposure (age-specific results for both sex, males, and females see Figs. S2–S4). The estimate of TV0–1 effect was higher in males [1.32% (95%CI: 1.25–1.39%)] than in females [0.88% (95%CI: 0.82–0.93%)]. When examined by age-group, there was a reverse J-shape such that the association was strongest in children – particularly those aged under five years - and the elderly. There was no substantial difference in the estimate of TV0–1 effect between males and females for most age-groups, except that males 10–49 year old were more affected than females.

3.3. Cause-specific effect estimates of TV

There was a marked variation in the size of TV effect on different hospitalization causes (Fig. 4): the strongest effect occurred with respiratory admissions on 0–7 days' exposure whereas the TV effect declined to be negative for cardiovascular admissions if longer than 0–4 days' exposure. The effect of TV peaked on 0–1 days' exposure for all causes of hospitalizations with the exception of certain infectious and parasitic diseases, respiratory diseases, and perinatal conditions. Figs. S5–S6 show the lag patterns of the effect estimates of temperature variability for 11 cause categories. Cardiovascular admissions had the strongest harvesting effect.

3.4. Attributable burden of hospitalizations due to TV

During 2000–2015, 5,141,816 (95%CI: 4,646,015–5,635,099) of nationwide hospitalizations, accounting for 3.5% (95%CI: 3.1–3.8%) of cases, could be attributable to TV0–1 exposure (Table 2). This equated to an annual rate (crude) of 221 (95%CI: 200–242) hospitalizations per 100,000 population. The attributable rate for the under-fives was 5–8 times higher than in adults aged 20–49 years and twice as high in those aged ≥ 60 years. The attributable ASRs were similar between males and females. However, sex difference existed across age-groups (see Tables S3–S4): females aged 20–29 years had a higher attributable ASR than males.

Regionally, the attributable rate of hospitalizations in the central west was highest − nearly twice as high than in the south and north. The attributable fraction, and rate of hospitalizations for each city are shown in Fig. S7. City-specific attributable rates ranged from 53 to 874 cases per 100,000 population, with the majority of the most affected cities located in the central west and the inland of northeast.

3.5. Long-term trend in the effect estimate of TV

Fig. 5 shows the annual change in the coefficient of TV0–1 effect at the national and regional level. From 2000 to 2015, the estimate of TV0–1 effect increased at the national level, and in the north and southeast. In contrast, there was no significant change in TV0–1 effect in other three regions.

Sensitivity analyses indicated that the estimates of TV effect were robust after changing the maximum lag from 21 to 28 days, the dfs from four to six for $Temp_{mean}$, and including relative humidity in the models (see Figs. S8–S10).

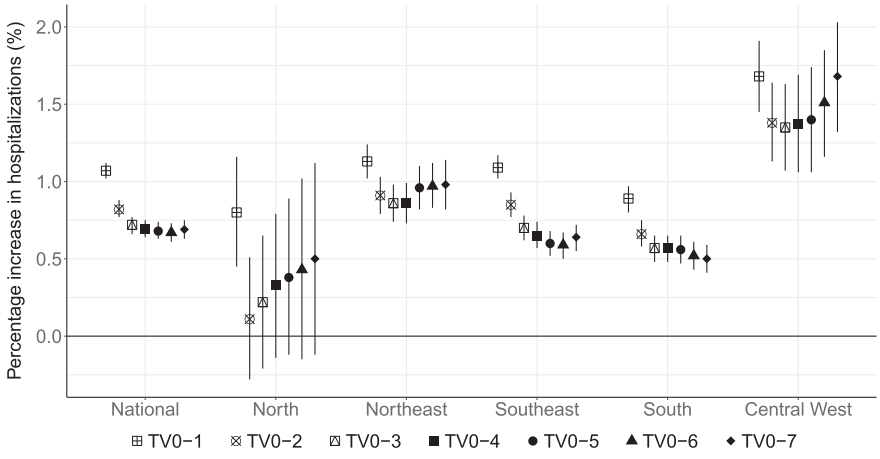


Fig. 2. Effect estimates of temperature variability (TV, per interquartile range increase) from 0–1 days' to 0–7 days' exposure at the national and regional level.

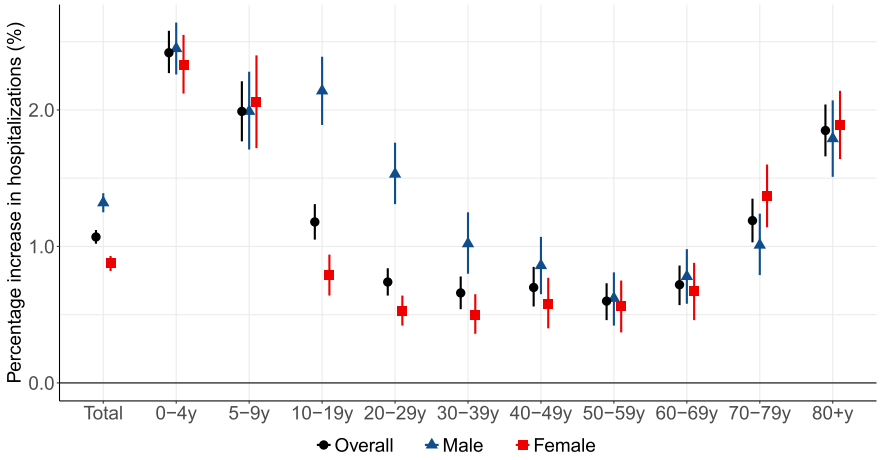


Fig. 3. Age-specific effect estimates of temperature variability (TV, per interquartile range increase) on 0–1 days' exposure by sex. Age-specific results from 0–1 days' to 0–7 days' exposure are provided in Figs. S2–S4.

4. Discussion

This is the first study to comprehensively quantify the relationship between TV and hospitalizations of all-cause and cause-specific over time. Consistent with mortality evidence derived from other continents (Cheng et al., 2017; Zhang et al., 2017), TV has a significant and independent impact on healthcare utilisation in the Brazilian population: for every IQR increase in TV0–1, the risk of hospitalization rose by 1.07%. This is a stronger association than what has previously been reported in this population between TV and mortality using a comparable approach (Guo et al., 2016). Assuming a causal association, more than five million hospitalizations could be attributed to TV on 0–1 days' exposure between 2000 and 2015.

The physiological mechanisms that have been posited to explain the relationship between TV and adverse health outcomes in humans remain uncertain. Inadequate thermoregulatory control and its adverse effects on the cardiovascular and immune systems for example, may contribute to the excess morbidity and mortality associated with TV (Ding et al., 2016; Graudenz et al., 2006; Wang et al., 2013). In addition, some personal behaviours are mainly determined by the forecasted daily mean temperature, which may not protect individuals from TV exposure. For example, a hot day with a sudden drop in temperatures might result in many people being caught outside or having to return home without enough clothes that could protect them from the cold.

The effect of TV on hospitalizations varied not only by duration of exposure to TV, but also by cause of admission, sex and age-group, and region of the country. The estimate of TV effect was most pronounced (with the exception of a couple of cause-specific outcomes) on 0–1 days' exposure in Brazil. Although consistent with findings from studies of relatively hot countries (e.g. Thailand), our results differed to those from countries where longer exposure to TV appeared to be more detrimental such as Australia, Spain and the United States (Cheng et al., 2017; Guo et al., 2016). We speculate that the more acute effect of TV among populations from hot countries may be associated with local climatic adaptation and modified by a variety of country-specific characteristics related to behaviour and technology (Guo et al., 2016).

In this study, we observed TV to be most strongly associated with respiratory admissions, especially during long exposure days. In contrast, the association between TV and cardiovascular admissions declined possibly due to a strong harvesting effect. Similar findings were reported by studies in China and Korea of the DTR-morbidity relationship for the two diseases (Lim et al., 2012a; Wang et al., 2013). However, a TV-mortality study in Hubei, China during 2009–2012 reported lag patterns of the two fatal outcomes completely opposite to ours (Zhang et al., 2017). Another study in the United States also reported a higher risk of cardiovascular death associated with DTR than for respiratory death (Lim et al., 2015). Despite different study designs and populations, these opposing findings possibly imply a hypothesis: the inverse relationship between cardiovascular admissions and TV

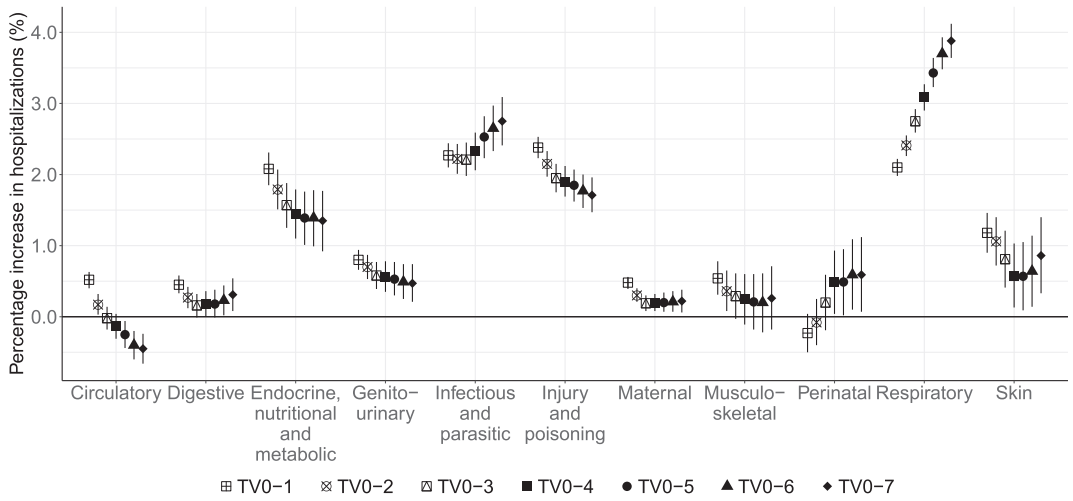


Fig. 4. Cause-specific effect estimates of temperature variability (TV, per interquartile range increase) from 0–1 days' to 0–7 days' exposure.

Table 2
Hospitalizations (with 95% confidence intervals) attributable to temperature variability on 0–1 days' exposure in the 1814 enrolled cities during 2000–2015.

	Attributable cases	Attributable fraction (%)	Annul attributable rate (per 100,000 population)	
			Crude	Age-standardised
National	5,141,816 (4,646,015, 5,635,099)	3.5 (3.1, 3.8)	221 (200, 242)	224 (170, 277)
Region				
North	113,504 (63,707, 162,609)	2.9 (1.6, 4.2)	179 (101, 257)	194 (−89, 462)
Northeast	1,783,754 (1,610,734, 1,955,994)	4.2 (3.8, 4.6)	277 (250, 303)	273 (208, 337)
Central West	591,430 (512,829, 669,455)	4.9 (4.3, 5.6)	341 (296, 386)	345 (232, 456)
Southeast	2,029,367 (1,893,006, 2,165,405)	3.2 (3.0, 3.4)	186 (174, 199)	184 (153, 215)
South	623,761 (565,739, 681,636)	2.5 (2.2, 2.7)	175 (159, 192)	180 (137, 222)
Sex				
Male	2,543,408 (2,252,530, 2,831,963)	4.2 (3.7, 4.7)	221 (196, 247)	230 (159, 298)
Female	2,554,792 (2,208,516, 2,898,836)	2.9 (2.5, 3.3)	217 (187, 246)	218 (143, 293)
Age (years)				
0–4	1,351,790 (1,186,307, 1,514,147)	7.9 (7.0, 8.9)	773 (679, 866)	–
5–9	338,892 (268,133, 407,945)	6.5 (5.1, 7.8)	183 (145, 220)	–
10–19	580,803 (456,279, 703,538)	3.8 (3.0, 4.6)	138 (109, 168)	–
20–29	671,620 (494,855, 846,615)	2.3 (1.7, 3.0)	159 (117, 201)	–
30–39	421,015 (274,168, 566,127)	2.1 (1.4, 2.8)	115 (75, 155)	–
40–49	306,196 (168,086, 442,251)	1.9 (1.1, 2.8)	101 (56, 147)	–
50–59	266,439 (145,116, 386,140)	1.8 (1.0, 2.7)	122 (67, 177)	–
60–69	276,191 (172,422, 378,472)	2.3 (1.4, 3.2)	404 (291, 516)	–
70–79	347,205 (251,643, 441,162)	3.5 (2.5, 4.4)		
≥80	350,735 (277,320, 422,778)	5.2 (4.1, 6.3)		

exposure may be contributed by depletion of susceptible individuals due to high cardiovascular mortality. To test this, further studies are needed to explore cause-specific mortality associated with TV exposure in Brazil.

In our study, we observed an enhanced vulnerability to TV in children and the elderly, potentially because of physiological inability to respond adequately to the unstable weather in these individuals (Chan et al., 2010; Chen et al., 2011; Fleg and Strait, 2012; González-Alonso, 2012). This age pattern of TV effect continued for the attributable rate of hospitalizations. Indeed, our analysis indicates that the attributable hospitalization burden for children aged under 5 years were twice as high as in the elderly. This is in line with previous findings that nearly 90% of the disease burden related to climate change (e.g., temperature anomalies) occurs in the under-fives, particularly in low- and middle-income countries like Brazil (Haines et al., 2006; Ying Zhang MBBS, 2007). The greater vulnerability to TV exposure in the under-fives may be explained by children's higher exposure per unit of weight and their having a weaker adaptive capacity than typically present in adults (Landrigan and Garg, 2005; Medicine and Fitness, 2000).

Previous studies have suggested that females may be more associated with the effect of TV (Lim et al., 2012b; Yang et al., 2013; Zhou et al., 2014). Inconsistently, our finding indicates that in Brazil men 10–49 year old may be more affected by exposure to TV than women, while there is non-significant sex difference for the TV effect across other age-groups. This may be explained by higher levels of outdoor activities (e.g., football), and thus greater exposure to TV, among young and middle-aged men. However, the rate of attributable hospitalization was equally distributed between men and women in Brazil, after adjusting for population size and age structure. Despite this, a higher attributable burden was observed for women of childbearing age, which may be contributed by the high number of hospitalizations for maternal conditions – the association of which with TV has been reported in other countries (Auger et al., 2015; Molina and Saldarriaga, 2017).

Some investigations have also suggested that the effect of TV on health outcomes exhibits regional disparity within a country, possibly due to local climactic and socioeconomic factors (Gasparrini et al., 2015; Guo et al., 2014; Laaidi et al., 2006). However, difference in population structure (i.e., age and sex) precludes the direct comparison between these studies, particularly for findings derived from countries with high population migration. After adjustments by age and sex, we observed that in Brazil the attributable burden of TV was highest in the central west, where the local climate is characterized as moderate but with greater fluctuations in temperature, relative to other regions (Alvares et al., 2013). Compared with the cold and hot areas of the country, living in more temperate areas of Brazil may result in less use of artificial methods for temperature control (e.g., air conditioning and building insulation) as well as greater time spent outdoors, which increases the level of exposure to TV. In addition, the prevalent occupations in the central west, namely farming and livestock breeding, may further exacerbate TV-related hospitalizations due to longer period of time spent outdoors relative to other occupations (The Brazil Business, 2013).

Nationally, the strength of the association between TV and risk of hospitalization in Brazil has increased from 2000 to 2015. A recent multi-country study exploring the effect of DTR on mortality observed a similar long-term rise in Brazil and other few countries, explaining it as partly due to a synergistic effect between the warmer daily temperature and aged population (Lee et al., 2018). However, the regional variation in the changing nature of TV effect implies that the underlining reasons may go deeper because all the five areas have been experiencing global warming and population aging (Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2013; Xavier et al., 2016). More research is thus needed to clarify the underpinning mechanisms. Overall, there was no evidence from this study to suggest that there has been human adaptation to TV exposure (although a decline trend was found in the central west, the reduction was still statistically non-significant). If so, then the effect of TV on population health in the future may not diminish, especially when considering that TV is projected to increase for most of the Brazilian territory over coming decades (Lindvall and Svensson, 2015).

This study has several limitations. We calculated TV using temperature data from a gridded dataset, which may have introduced measurement bias compared with the individual exposure data. However, this may result in an underestimation of the TV effect. The calculation of daily $Temp_{mean}$ was simplified as the average of daily $Temp_{min}$ and $Temp_{max}$ due to the lack of data on actual $Temp_{mean}$ (WMO, 2010). Although this simplification may bias the cofounding effect of daily $Temp_{mean}$, our main findings should not change substantially because of the very high correlation between actual $Temp_{mean}$ and average of daily $Temp_{min}$ and $Temp_{max}$. In this study, data on hospitalizations from 3756 out of 5570 cities were not available for inclusion. However, the 1814 cities that comprised our dataset cover

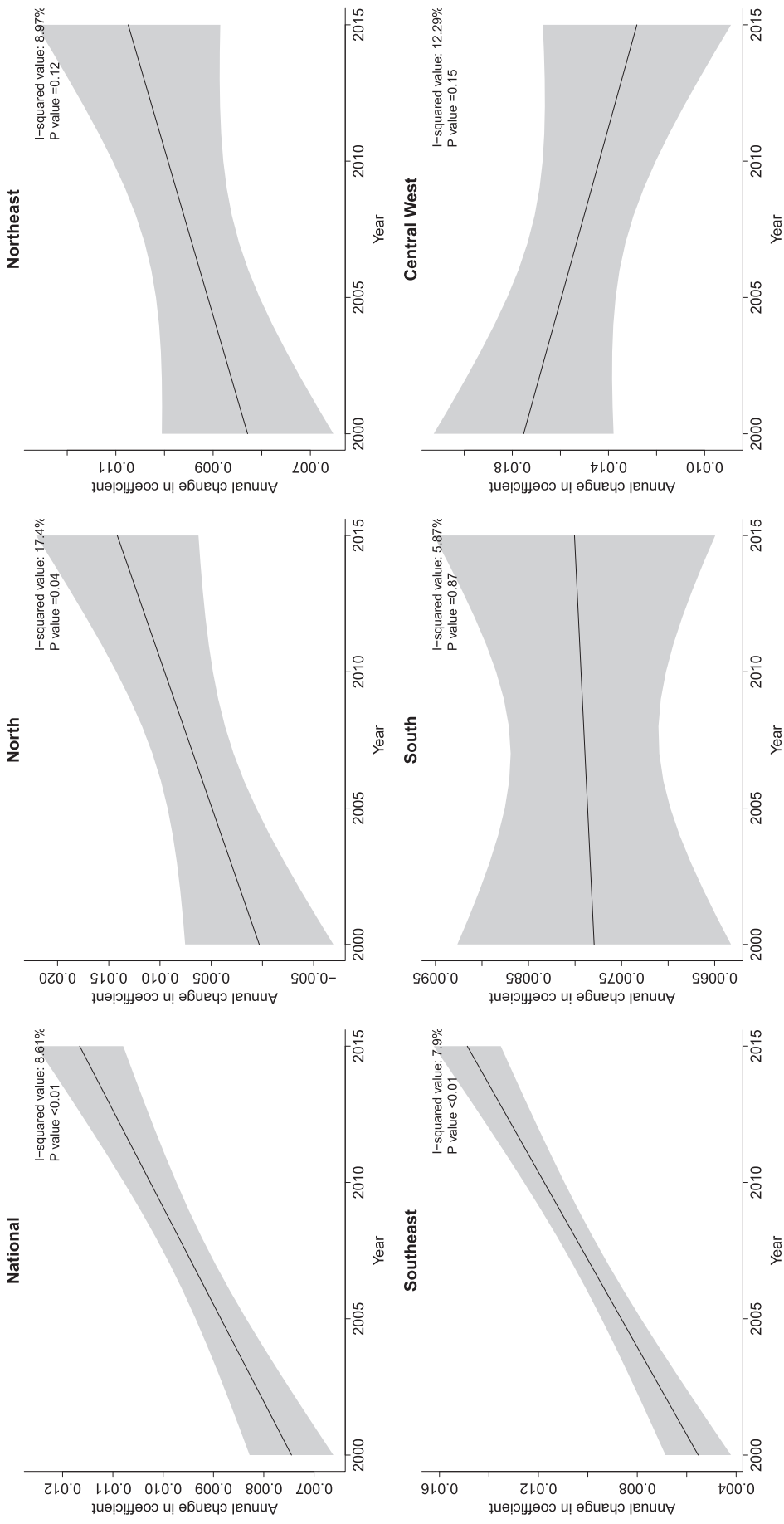


Fig. 5. The annual change in the risk coefficient of temperature variability (per interquartile range increase) on 0–1 days' exposure at the national and regional level.

four-fifths of the national population, supporting the representativeness of our findings. As with other studies (Lim et al., 2012a; Lin et al., 2009; O'Neill and Ebi, 2009; Sung et al., 2011), we analysed data on all hospitalizations due to the lack of necessary information to distinguish whether an admission was emergency or not, although this was the best dataset we could get in Brazil. As a result, the adverse effect of TV may be biased. We did not control for air pollutants in the main analyses due to the lack of monitoring data for most Brazilian cities. However, our findings are likely to be robust, as previous studies have indicated that the associations between temperature and health outcomes are largely unaffected by adjustment for air pollutants (Guo et al., 2014; Zhao et al., 2017).

5. Conclusions

Findings from this study indicate that TV is an independent predictor for hospitalizations from a variety of health-related conditions, but, in particular, from respiratory disease in the Brazilian population. Young children and, to a lesser extent, the elderly, are most susceptible to modest temperature fluctuations, possibly reflecting impaired thermoregulatory response relative to other age-groups. The difference in lag pattern compared with other countries indicates the specificity of TV-related health conditions in Brazil. Compared with extreme temperatures which are relatively infrequent events, the adverse impact of unstable weather is likely to be responsible for a greater burden of morbidity, particularly in lower- and middle-income countries.

Acknowledgements

We thank the Brazilian Ministry of Health and the Brazilian National Institute of Meteorology for providing data on hospitalizations and meteorological observations, respectively.

Sources of funding

QZ was supported by the Monash Graduate Scholarship and the Monash International Postgraduate Research Scholarship. SL was supported by the Early Career Fellowship of Australian National Health and Medical Research Council (APP1109193). YG was supported by a Career Development Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (APP1107107).

Disclosures

MA holds investigator initiated grants from Pfizer and Boehringer-Ingelheim for unrelated research. The other authors declare no competing interests.

Role of funding source

The funders of the study had no role in study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing of the paper.

Ethics committee approval

Ethical approval was not required for secondary analysis of aggregate anonymous data from the Brazilian Hospital Information System.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.021.

References

Ahmad, O.B., Boschi-Pinto, C., Lopez, A.D., Murray, C.J., Lozano, R., Inoue, M., 2001. Age Standardization of Rates: A New WHO Standard. 31. World Health Organization, Geneva, pp. 1–14.
Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., de Moraes, G., Leonardo, J., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 22, 711–728.
Auger, N., Fraser, W.D., Smargiassi, A., Kosatsky, T., 2015. Ambient heat and sudden infant death: a case-crossover study spanning 30 years in Montreal, Canada. Environ. Health Perspect. 123, 712.
Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2013. Population projection of Brazil by sex and age: 2000–2060 (Available). http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shtm, Accessed date: 2 September 2017.
Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2016. Brazilian territorial area (Available). http://www.ibge.gov.br/english/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm, Accessed date: 16 August 2017.
Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2017. Division into regions (Available). http://www.ibge.gov.br/english/geociencias/geografia/default_div_int.shtm, Accessed date: 16 August 2017.
Central Intelligence Agency, 2017. The World fact book: South America - Brazil (Available). https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/wfbExt/region_soa.html, Accessed date: 16 August 2017.
Chan, S.L., Wei, Z., Chigurupati, S., Tu, W., 2010. Compromised respiratory adaptation and thermoregulation in aging and age-related diseases. Ageing Res. Rev. 9, 20–40.
Chen, C., WenHao, Z., YongHao, G., HaiDong, K., 2011. Diurnal temperature range as a novel risk factor for sudden infant death. Biomed. Environ. Sci. 24, 518–522.
Cheng, J., Xu, Z., Bambrick, H., Su, H., Tong, S., Hu, W., 2017. The mortality burden of hourly temperature variability in five capital cities, Australia: time-series and meta-regression analysis. Environ. Int. 109, 10–19.
Ding, Z., Li, L., Xin, L., Pi, F., Dong, W., Wen, Y., et al., 2016. High diurnal temperature range and mortality: effect modification by individual characteristics and mortality causes in a case-only analysis. Sci. Total Environ. 544, 627–634.
Fleg, J.L., Strait, J., 2012. Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. Heart Fail. Rev. 17, 545–554.
Gasparrini, A., Armstrong, B., Kenward, M., 2010. Distributed lag non-linear models. Stat. Med. 29, 2224–2234.
Gasparrini, A., Armstrong, B., Kenward, M., 2012a. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. Stat. Med. 31, 3821–3839.
Gasparrini, A., Armstrong, B., Kovats, S., Wilkinson, P., 2012b. The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. Occup. Environ. Med. 69, 56–61.
Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Zanobetti, A., Schwartz, J., et al., 2015. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multi-country observational study. Lancet 386, 369–375.
González-Alonso, J., 2012. Human thermoregulation and the cardiovascular system. Exp. Physiol. 97, 340–346.
Graudenz, G.S., Landgraf, R.G., Jancar, S., Tribess, A., Fonseca, S.G., Faé, K.C., et al., 2006. The role of allergic rhinitis in nasal responses to sudden temperature changes. J. Allergy Clin. Immunol. 118, 1126–1132.
Guo, Y., Gasparrini, A., Armstrong, B., Li, S., Tawatsupa, B., Tobias, A., et al., 2014. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: a systematic evaluation. Epidemiology 25, 781.
Guo, Y., Gasparrini, A., Armstrong, B., Tawatsupa, B., Tobias, A., Lavigne, E., et al., 2016. Temperature variability and mortality: a multi-country study. Environ. Health Perspect. 124, 1554.
Guo, Y., Gasparrini, A., Armstrong, B., Tawatsupa, B., Tobias, A., Lavigne, E., et al., 2017. Heat wave and mortality: a multicountry, multicommunity study. Environ. Health Perspect. 125, 087006.
Ha, J., Kim, H., 2013. Changes in the association between summer temperature and mortality in Seoul, South Korea. Int. J. Biometeorol. 57, 535–544.
Haines, A., Kovats, R.S., Campbell-Lendrum, D., Corvalán, C., 2006. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. Public Health 120, 585–596.
Hu, K., Guo, Y., Yang, X., Zhong, J., Fei, F., Chen, F., Zhao, Q., Zhang, Y., Chen, G., Chen, Q., Ye, T., 2019. Temperature variability and mortality in rural and urban areas in Zhejiang province, China: an application of a spatiotemporal index. Sci. Total Environ. 647, 1044–1045.
Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press.
Laaidi, M., Laaidi, K., Besancenot, J.-P., 2006. Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming. Int. J. Biometeorol. 51, 145–153.
Landrigan, P., Garg, A., 2005. In: Pronczuk-Garbino, J. (Ed.), Children are not Little Adults. Children's Health and the Environment—A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector. World Health Organization, Geneva, pp. 3–16.
Lee, W., Bell, M.L., Gasparrini, A., Armstrong, B.G., Sera, F., Hwang, S., et al., 2018. Mortality burden of diurnal temperature range and its temporal changes: a multi-country study. Environ. Int. 110, 123–130.
Lim, Y.-H., Hong, Y.-C., Kim, H., 2012a. Effects of diurnal temperature range on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Korea. Sci. Total Environ. 417, 55–60.
Lim, Y.-H., Park, A.K., Kim, H., 2012b. Modifiers of diurnal temperature range and mortality association in six Korean cities. Int. J. Biometeorol. 56, 33–42.
Lim, Y.-H., Reid, C.E., Mann, J.K., Jerrett, M., Kim, H., 2015. Diurnal temperature range and short-term mortality in large US communities. Int. J. Biometeorol. 59,

1311–1319.
Lin, S., Luo, M., Walker, R.J., Liu, X., Hwang, S.-A., Chinery, R., 2009. Extreme high temperatures and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases. Epidemiology 738–746.
Lindvall, J., Svensson, G., 2015. The diurnal temperature range in the CMIP5 models. Clim. Dyn. 44, 405–421.
Medicine, CoS, Fitness, 2000. Climatic heat stress and the exercising child and adolescent. Pediatrics 106, 158–159.
Molina, O., Saldarriaga, V., 2017. The perils of climate change: in utero exposure to temperature variability and birth outcomes in the Andean region. Econ. Hum. Biol. 24, 111–124.
Nordio, F., Zanobetti, A., Colicino, E., Kloog, I., Schwartz, J., 2015. Changing patterns of the temperature–mortality association by time and location in the US, and implications for climate change. Environ. Int. 81, 80–86.
O'Neill, M.S., Ebi, K.L., 2009. Temperature extremes and health: impacts of climate variability and change in the United States. J. Occup. Environ. Med. 51, 13–25.
Sung, T.-I., Chen, M.-J., Lin, C.-Y., Lung, S.-C., Su, H.-J., 2011. Relationship between mean daily ambient temperature range and hospital admissions for schizophrenia: results from a national cohort of psychiatric inpatients. Sci. Total Environ. 410, 41–46.
The Brazil Business, 2013. Brazilian regions (Available). http://thebrazilbusiness.com/article/brazilian-regions, Accessed date: 23 November 2017.
Vicedo-Cabrera, A.M., Forsberg, B., Tobias, A., Zanobetti, A., Schwartz, J., Armstrong, B., et al., 2016. Associations of inter-and intraday temperature change with mortality. Am. J. Epidemiol. 183, 286–293.
Vicedo-Cabrera, A.M., Sera, F., Guo, Y., Chung, Y., Arbuthnott, K., Tong, S., et al., 2018. A multi-country analysis on potential adaptive mechanisms to cold and heat in a changing climate. Environ. Int. 111, 239–246.
Viechtbauer, W., 2010. Conducting meta-analyses in R with the metafor package. J. Stat. Softw. 36, 1–48.
Wang, M.-z., Zheng, S., He, S.-l., Li, B., Teng, H.-J., Wang, S.-g., et al., 2013. The association between diurnal temperature range and emergency room admissions for cardiovascular, respiratory, digestive and genitourinary disease among the elderly: a time series study. Sci. Total Environ. 456, 370–375.
WMO, 2010. Guide to Climatological Practices WMO-No. 100, 3rd edn. World Meteorological Organization, Geneva.
Xavier, A.C., King, C.W., Scanlon, B.R., 2016. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). Int. J. Climatol. 36, 2644–2659.
Yang, J., Liu, H.-Z., Ou, C.-Q., Lin, G.-Z., Zhou, Q., Shen, G.-C., et al., 2013. Global climate change: impact of diurnal temperature range on mortality in Guangzhou, China. Environ. Pollut. 175, 131–136.
Ying Zhang MBBS, M., 2007. Climate change and disability-adjusted life years. J. Environ. Health 70, 32.
Zhang, Y., Yu, C., Bao, J., Li, X., 2017. Impact of temperature variation on mortality: an observational study from 12 counties across Hubei Province in China. Sci. Total Environ. 587, 196–203.
Zhao, Q., Zhang, Y., Zhang, W., Li, S., Chen, G., Wu, Y., et al., 2017. Ambient temperature and emergency department visits: time-series analysis in 12 Chinese cities. Environ. Pollut. 224, 310–316.
Zhou, X., Zhao, A., Meng, X., Chen, R., Kuang, X., Duan, X., et al., 2014. Acute effects of diurnal temperature range on mortality in 8 Chinese cities. Sci. Total Environ. 493, 92–97.

A Section 508–conformant HTML version of this article is available at https://doi.org/10.1289/EHP1026.

Heat Wave and Mortality: A Multicountry, Multicommunity Study

Yuming Guo,[1,2] Antonio Gasparrini,[3] Ben G. Armstrong,[3] Benjawan Tawatsupa,[4] Aurelio Tobias,[5] Eric Lavigne,[6,7] Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho,[8] Xiaochuan Pan,[9] Ho Kim,[10] Masahiro Hashizume,[11] Yasushi Honda,[12] Yue-Liang Leon Guo,[13] Chang-Fu Wu,[14] Antonella Zanobetti,[15] Joel D. Schwartz,[15] Michelle L. Bell,[16] Matteo Scortichini,[17] Paola Michelozzi,[18] Kornwipa Punnasiri,[4] Shanshan Li,[1,2] Linwei Tian,[18] Samuel David Osorio Garcia,[19] Xerxes Seposo,[20] Ala Overcenco,[21] Ariana Zeka,[22] Patrick Goodman,[23] Tran Ngoc Dang,[20,24,25] Do Van Dung,[26] Fatemeh Mayvaneh,[27] Paulo Hilario Nascimento Saldiva,[8] Gail Williams,[1] and Shilu Tong[28,29]

[1]Division of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, The University of Queensland, Brisbane, Australia
[2]Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne, Australia
[3]Department of Social and Environmental Health Research, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, UK
[4]Health Impact Assessment Division, Department of Health, Ministry of Public Heath, Thailand
[5]Institute of Environmental Assessment and Water Research, Spanish Council for Scientific Research, Barcelona, Spain
[6]School of Epidemiology, Public Health and Preventive Medicine, University of Ottawa, Ottawa, Canada
[7]Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario, Canada
[8]Laboratory of Experimental Air Pollution, Department of Pathology, School of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, Brazil
[9]Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Peking University, Beijing, China
[10]Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea
[11]Department of Pediatric Infectious Diseases, Institute of Tropical Medicine, Nagasaki University, Nagasaki, Japan
[12]Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan
[13]National Institute of Environmental Health Sciences, National Health Research Institutes, Zhunan, Taiwan
[14]Department of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan
[15]Department of Environmental Health, Harvard T.H. Chan School of Public Health, Boston, Massachusetts, USA
[16]School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, Connecticut, USA
[17]Department of Epidemiology of the Lazio Regional Health Service, Rome, Italy
[18]Division of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, The University of Hong Kong, Hong Kong, China
[19]School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, Brazil
[20]Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba City, Japan
[21]Laboratory of Management in Public Health, Chisinau, Republic of Moldova
[22]Institute of Environment, Health and Societies, Brunel University London, London, UK
[23]Environmental Health Sciences Institute, Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland
[24]Institute of Research and Development, Duy Tan University, Da Nang, Vietnam
[25]Department of Environmental Health, Faculty of Public Health, University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam
[26]Department of Medical Statistics, Faculty of Public Health, University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh City, Vietnam
[27]School of Geography and Environmental Sciences, University of Hakim Sabzevari, Iran
[28]School of Public Health and Social Work and Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia
[29]Shanghai Children's Medical Centre, Shanghai Jiao-Tong University, Shanghai, China

Background: Few studies have examined variation in the associations between heat waves and mortality in an international context.

Objectives: We aimed to systematically examine the impacts of heat waves on mortality with lag effects internationally.

Methods: We collected daily data of temperature and mortality from 400 communities in 18 countries/regions and defined 12 types of heat waves by combining community-specific daily mean temperature ≥90th, 92.5th, 95th, and 97.5th percentiles of temperature with duration ≥2, 3, and 4 d. We used time-series analyses to estimate the community-specific heat wave–mortality relation over lags of 0–10 d. Then, we applied meta-analysis to pool heat wave effects at the country level for cumulative and lag effects for each type of heat wave definition.

Results: Heat waves of all definitions had significant cumulative associations with mortality in all countries, but varied by community. The higher the temperature threshold used to define heat waves, the higher heat wave associations on mortality. However, heat wave duration did not modify the impacts. The association between heat waves and mortality appeared acutely and lasted for 3 and 4 d. Heat waves had higher associations with mortality in moderate cold and moderate hot areas than cold and hot areas. There were no added effects of heat waves on mortality in all countries/regions, except for Brazil, Moldova, and Taiwan. Heat waves defined by daily mean and maximum temperatures produced similar heat wave–mortality associations, but not daily minimum temperature.

Conclusions: Results indicate that high temperatures create a substantial health burden, and effects of high temperatures over consecutive days are similar to what would be experienced if high temperature days occurred independently. People living in moderate cold and moderate hot areas are more sensitive to heat waves than those living in cold and hot areas. Daily mean and maximum temperatures had similar ability to define heat waves rather than minimum temperature. https://doi.org/10.1289/EHP1026

Address correspondence to Y. Guo, Dept. of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Room 217, 553 St Kilda Rd., Melbourne, VIC 3004, Australia. Phone: +61 3 9905 6100. Email: yuming.guo@monash.edu

Supplemental Material is available online (https://doi.org/10.1289/EHP1026).

The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Received 26 August 2016; Revised 20 March 2017; Accepted 31 March 2017; Published 14 August 2017.

Note to readers with disabilities: *EHP* strives to ensure that all journal content is accessible to all readers. However, some figures and Supplemental Material published in *EHP* articles may not conform to 508 standards due to the complexity of the information being presented. If you need assistance accessing journal content, please contact ehponline@niehs.nih.gov. Our staff will work with you to assess and meet your accessibility needs within 3 working days.

Introduction

Globally, there is increasing interest in assessing heat wave–related health effects after major heat waves in the United States and Europe, for example, Chicago in 1995 and Europe in 2003 (Le Tertre et al. 2006; Semenza et al. 1996). Several recent studies have linked heat waves with significant impacts on human health, including mortality (Kent et al. 2014; Li et al. 2015; Wang et al. 2015). The frequency, intensity, and duration of heat waves will increase in the future, which has the potential to greatly exacerbate the health impacts of heat (Field et al. 2014). Thus, understanding the relationship between heat waves and health is crucial for better adaptation and mitigation strategies (Meehl and Tebaldi 2004).

Recently, a few studies have suggested decomposing the health impacts of heat waves into *a*) effects of high temperature through modeling daily temperature as a numeric explanatory variable, possibly allowing for lagged effects; and *b*) added effects of heat waves through modeling heat wave days as a categorical variable (Anderson and Bell 2009, 2011; Gasparrini and Armstrong 2011; Hajat et al. 2006). The rationale of this method assumes that the impacts of heat should be modeled as the sum of two items: *a*) daily temperature has independent impact on health; and *b*) heat waves lead to an additional risk due to several consecutive days. However, some studies reported that heat waves had added effects on mortality (Anderson and Bell 2009; Hajat et al. 2006; Rocklov et al. 2012), while others suggested that there were no added heat wave effects (Barnett et al. 2012; Gasparrini and Armstrong 2011). Therefore, it is not conclusive for existence and size of the added heat wave effects on mortality.

Studies have shown that associations between heat waves and health vary substantially by location (Anderson and Bell 2009, 2011; Guo et al. 2012). However, there are several challenges in comparison of the heat wave impacts on health from different climate zones or cities/regions/countries. For example, various studies used different heat wave definitions regarding the temperature threshold (e.g., 95th or 97.5th percentiles of temperature), temperature metric (e.g., minimum, mean, or maximum temperatures, or apparent temperature), and duration of heat wave in days (e.g., ≥2, ≥3, or ≥4 d). Use of different time periods (e.g., summer, warm season, or whole year of data) also hinders comparison and synthesis of results across studies. Some studies used time-series analyses, while others used case-crossover designs or case-only studies to assess the health effects of heat waves. Also importantly, some studies considered lag periods of heat wave effects, while others did not, which makes it difficult to compare the cumulative effects of heat waves, because, indeed, heat waves could have a significant lag effect.

Therefore, it is important and necessary to conduct research in different regions/countries using the same statistical design to assess and compare the associations between heat waves and health events. Large studies have investigated the impact of heat waves on mortality in Asia (Son et al. 2012), the United States (Anderson and Bell 2011), and Europe (Baccini et al. 2008), but to the best of our knowledge, there are no previous studies of heat waves across the globe. We have recently established a multicountry, multicommunity (MCC) collaborative network to assess impacts of weather on mortality internationally (Gasparrini et al. 2015a, 2015b; Guo et al. 2014, 2016). This setting provides a unique opportunity to examine: *a*) the effects of heat waves on mortality in 400 communities in 18 countries/regions; *b*) effect modification by heat wave characteristics (intensity and duration); *c*) whether heat waves had added effects on mortality; *d*) regional differences in the heat wave effects; *e*) potential factors contributing to the heterogeneity of heat wave effects on mortality; and *f*) comparison for heat waves defined by daily mean, minimum, and maximum temperatures.

Methods

Data Collection

We used daily time-series data of the MCC study, which has been described in previous publications (Gasparrini et al. 2015a, 2015b; Guo et al. 2014, 2016). Briefly, we obtained daily data on all causes/nonaccidental mortality and weather conditions in 400 communities from 18 countries/regions: Australia (3 cities during 1988–2008), Brazil (18 cities during 1997–2011), Canada (26 cities during 1986–2009), China (6 cities during 2002–2007), Colombia (5 cities during 1998–2013), Iran (1 city during 2004–2013), Ireland (all Irish Island national data, including 6 regions: 2 in Northern Ireland and 4 in the Republic of Ireland during 1984–2007), Italy (10 cities during 1987–2010), Japan (47 prefectures, 1985–2012), Moldova (4 cities during 2001–2010), Philippines (4 cities during 2006–2010), South Korea (7 cities during 1992–2010), Spain (51 cities during 1990–2010), Taiwan (3 cities during 1994–2007), Thailand (62 provinces during 1999–2008), United Kingdom (10 regions during 1993–2006), United States (135 cities during 1985–2006), and Vietnam (2 cities during 2009–2013). Daily weather data included daily mean, minimum, and maximum temperatures and relative humidity in all countries/regions, except for daily minimum and maximum temperatures in Italy and Philippines and relative humidity in Italy. The locations are displayed in Figure 1. Supplemental Material provides the details for data collection, and Table S1 shows the list of locations. This study was approved by the Behavioural and Social Sciences Ethical Review Committee, University of Queensland, Australia.

Heat wave definition. There is no standard heat wave definition worldwide, although they are commonly defined as a few consecutive days with high temperatures above a certain threshold that can either be physiologically based (absolute threshold) or community based (relative threshold) (Robinson 2001). In the present study, relative thresholds based on each community's own long-term daily mean temperature were used to define heat waves, as this approach allows for regional acclimatization to temperatures normal for a community. To examine the impacts of intensity of heat waves on mortality, we used daily mean temperatures of 90th, 92.5th, 95th, and 97.5th percentiles of each community's temperature distribution as heat wave thresholds based on year-round data. To examine the impacts of duration of heat waves on mortality, we used duration of ≥2 (two or more adjacent days), 3 (three or more adjacent days), and 4 d (four or more adjacent days) to define heat waves. Therefore, we defined 12 types of heat waves for each community by combining community-specific daily mean temperature ≥90th, 92.5th, 95th, and 97.5th percentiles and duration ≥2, 3, and 4 d (Table 1).

Data Analysis

The analyses were limited to the hot season (four hottest adjacent months) for each community. The heat wave–mortality association was examined with a two-stage hierarchal approach using data from the 400 communities in the 18 countries/regions. In the first stage, we estimated the community-specific heat wave–mortality association. These estimated associations were then pooled in the second stage at the country level using meta-analysis. This approach has been described in previous publications (Gasparrini et al. 2012; Gasparrini and Armstrong 2013).

First stage of analysis (community-specific associations). In the first stage, we used a time-series Poisson regression model for seasonal data (i.e., hot season) to obtain community-specific estimates allowing for overdispersed death counts. Seasonality was controlled for using a natural cubic spline with 4 degrees of freedom (df; equally spaced knots) for day of the season. Long-term trend was controlled for using a natural cubic spline with 1 df per 10 y (Gasparrini et al. 2015a). A categorical variable was used to control for day of the week, as our preliminary analysis shows mortality risks varied by day of the week. To understand the characteristics of lag effects of heat waves on mortality, a natural cubic spline with 4 df was used to capture the distributed lag effect over time up to 10 d. We placed two internal knots at equally spaced log values of lag, plus intercept. The choice of 10 d for the lag period was motivated by previous studies

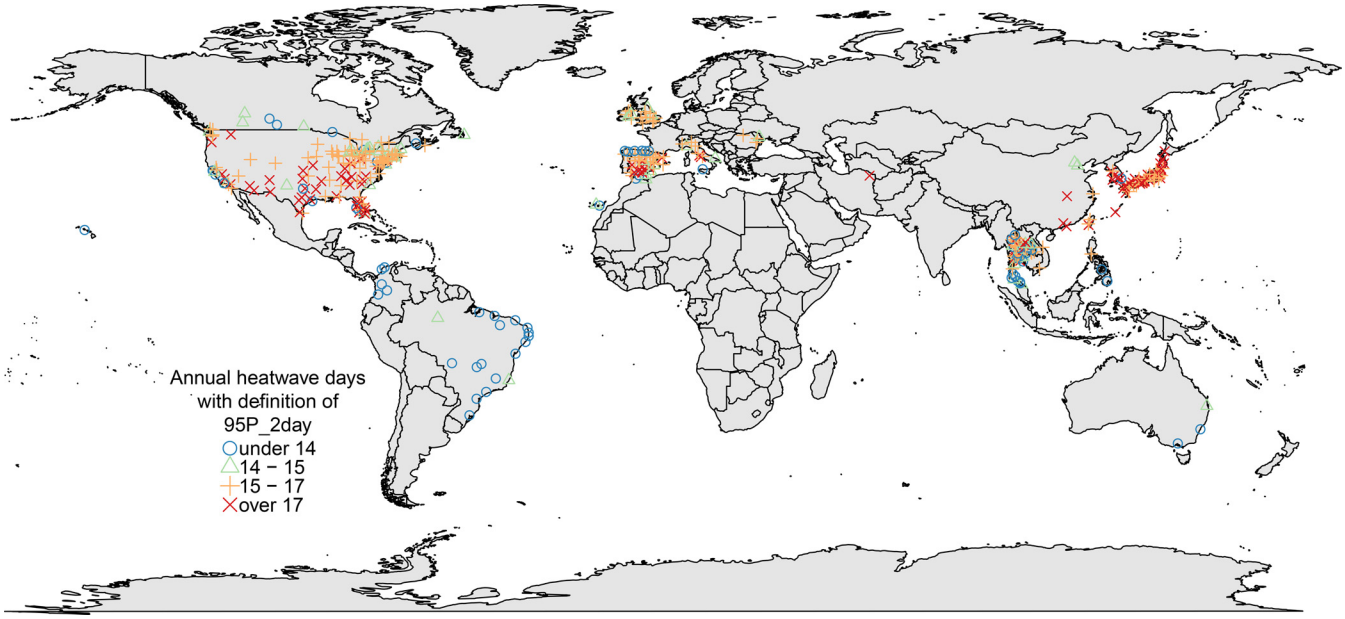


Figure 1. Locations of the study communities and annual mean heat wave days. Heat wave was defined by daily mean temperature ≥95th percentile of temperature with duration ≥2 d.

suggesting that effects of high temperatures were acute and possibly affected by mortality displacement (Gasparrini and Armstrong 2013; Guo et al. 2011, 2014).

We assessed the 12 definitions of heat waves separately (Table 1) for each community to understand the characteristics of the heat wave impacts on mortality risks. All days with temperature above the threshold for a given heat wave definition with duration of ≥2, ≥3, and ≥4 days were defined as heat wave days. For example, day 1 of a 4-d wave was considered part of the 4-d wave.

Second stage of analysis (overall country-level associations). At the second stage, a univariate meta-analysis was used to pool the community-specific cumulative effect estimates of heat waves (lag 0–10 d) obtained from the first-stage model to obtain country-level pooled estimates separately for each type of heat wave.

A multivariate meta-analysis was used to pool the three distributed lag terms expressing the lag–response relationships specific to the heat waves compared to the non–heat wave days. This method has been described previously (Gasparrini and Armstrong 2013).

The univariate/multivariate meta-analyses were fitted using random effects models by maximum likelihood. Heterogeneity was assessed through a multivariate extension of the I^2 index, which quantifies the percentage of variability due to true differences across communities. The heat wave–mortality associations were expressed as the estimated relative risks (RR) and 95% confidence interval of mortality associated with heat wave days in comparison to non–heat wave days. For the distinction between cumulative effect and heat wave duration, if a single consecutive day that includes cumulative lag effects up to 4 d has RR of 1.2, the heat waves with 4 consecutive days will have cumulative relative risk of $\exp(\log(1.2)\times 4) = 2.1$.

Table 1. Heat wave definition.

Heat wave name	Heat wave definition
90P_2day	90th percentile with ≥2-d duration
90P_3day	90th percentile with ≥3-d duration
90P_4day	90th percentile with ≥4-d duration
92.5P_2day	92.5th percentile with ≥2-d duration
92.5P_3day	92.5th percentile with ≥3-d duration
92.5P_4day	92.5th percentile with ≥4-d duration
95P_2day	95th percentile with ≥2-d duration
95P_3day	95th percentile with ≥3-d duration
95P_4day	95th percentile with ≥4-d duration
97.5P_2day	97.5th percentile with ≥2-d duration
97.5P_3day	97.5th percentile with ≥3-d duration
97.5P_4day	97.5th percentile with ≥4-d duration

Regional difference in heat wave effects. In order to investigate whether locations have higher effect estimates based on their long-term temperature, we divided the 400 communities into 4 groups (cold, moderate cold, moderate hot, and hot areas) by the quantiles of temperature based on the hot season mean temperature distribution of all 400 communities (each community has one value of hot season mean temperature): ≤25th (≤20.7°C), 25th–50th (20.7–24.1°C), 50th–75th (24.1–27.6°C), and >75th (>27.6°C) (see Figure S1). Meta-analyses were used to pool the community-specific effect estimates obtained from the first-stage model separately within each of these four groups for both cumulative effects (lag 0–10 d) and lag exposure–response associations.

Added effects of heat waves. To examine whether heat waves had added effects on mortality above the effect of single days of high temperature, all other variables from the above first-stage model were maintained except for the variable to control for daily mean temperature. Here, we controlled for the temperature effects using a cross-basis function with a 6-df natural cubic spline for temperature and a 5-df natural cubic spline for lag of temperature up to 10 d (Gasparrini and Armstrong 2011). Then, the same second-stage analysis as above, univariate meta-analysis, was performed to pool the community-specific cumulative added effects of heat waves.

Assessing the potential factors contributing to the heterogeneity of heat wave effects. Meta-regression models were used to assess the potential factors contributing to the heterogeneity of heat wave effects. We included country, community-specific hot season average temperature, hot season temperature range, hot season temperature variability [standard deviation (SD) of daily mean temperatures], latitude, and longitude as meta-predictors using single predictor models and multipredictor models. Residual heterogeneity was tested and then quantified by the Cochran Q test and I^2 statistic.

Comparison for heat waves defined by daily mean, minimum, and maximum temperatures. We investigated whether effect estimates differed by heat wave definitions for daily mean, minimum, and maximum temperatures. We used daily minimum and maximum temperatures to define heat waves instead of mean temperature, except for Italy and Philippines, due to the unavailable data. The same two-stage analysis strategy was performed as above. In addition, we compared the community-level effect estimates from heat waves defined by daily mean, minimum, and maximum temperatures using the *t*-test.

Sensitivity analyses. Sensitivity analyses were performed on the parameters for the community-specific model to test the robustness of our results. We extended the lag days of heat waves to 15 d to examine whether using a lag of 10 d was sufficient to capture the heat wave effects on mortality. We changed degrees of freedom (3–5 df) for lag days, and included relative humidity in the analyses, except for Italy, due to unavailable data. We also changed the degrees of freedom (3–7 df) for seasonality. Furthermore, we excluded the United States, Italy, Moldova, and Vietnam in sequence when we examined the regional difference in heat wave effects on mortality. We controlled for temperature variability (SD of 10-d daily mean temperatures) (Guo et al. 2016) to examine whether temperature variability influences the impacts of heat waves on mortality.

R software (version 3.2.2; R Development Core Team) was used for data analysis. The dlnm package was used to create the distributed lag model (Gasparrini et al. 2010), and the mvmeta package was used to fit the meta-analyses (Gasparrini et al. 2012).

Results

Table 2 shows the summary of the study period, mortality count, and heat waves in the 18 countries/regions. This study included 400 communities of 18 countries/regions. The study period covered 1972 to 2012, but the years of data varied by country. The total number of deaths included in the study data was over 26 million. In general, there were similar numbers of heat wave days per year across countries within each type of heat wave definition. Table S1 summarizes the heat waves in 400 communities. The numbers of deaths and annual heat wave days were different by community.

Figure 2A shows the pooled cumulative (lag 0–10 d) estimated RRs for the impacts of heat waves on mortality in 18 countries/regions for the 12 definitions of heat waves. There were significant associations of heat waves on mortality in all countries/regions for all types of heat waves. In general, higher temperature thresholds had higher effect estimates, except for China. For heat waves using the same threshold, longer heat waves (based on longer duration of days; ≧4 d) did not have higher heat wave effect estimates on mortality than heat wave definitions with shorter duration of days (≥2 d) in each country/region.

In general, Italy, Moldova, and Vietnam had higher effect estimates than other countries/regions. The effect estimates varied greatly by community, with RRs from 0.84 in Phetchabun, Thailand to 2.19 in Falesti, Moldova for the heat wave definition of ≧95th percentile and ≧2-d duration. However, there were no added effects of heat waves on mortality in all countries/regions when controlling for the effects of daily mean temperature, except for Brazil, Moldova, and Taiwan using the ≧97.5th percentile for the heat wave definition (Figure 2B).

The estimated effects of heat waves on mortality appeared immediately and generally lasted 3 or 4 d in all countries/regions (Figure 3 and Figures S2 and S3), except in Italy and Spain,

Table 2. Summary of the study periods, number of deaths, and heat waves in the 18 countries/regions.

Country	Period	No. of deaths	No. of communities	Mean of heat wave days per year (range)											
				90P_2day	90P_3day	90P_4day	92.5P_2day	92.5P_3day	92.5P_4day	95P_2day	95P_3day	95P_4day	97.5P_2day	97.5P_3day	97.5P_4day
Australia	1988–2009	361,984	3	26 (23, 29)	19 (15, 23)	14 (9, 19)	18 (16, 21)	12 (9, 16)	9 (6, 13)	11 (10, 14)	7 (5, 10)	4 (2, 8)	5 (4, 6)	2 (2, 3)	1 (1, 2)
Brazil	1997–2011	1,101,149	18	23 (17, 28)	18 (12, 24)	15 (8, 22)	17 (11, 21)	13 (7, 19)	10 (5, 15)	11 (6, 14)	8 (4, 11)	6 (2, 10)	5 (1, 7)	3 (1, 5)	2 (0, 4)
Canada	1986–2011	944,105	26	30 (28, 33)	26 (23, 29)	22 (19, 25)	22 (21, 24)	18 (16, 19)	14 (12, 16)	14 (13, 15)	11 (8, 12)	8 (6, 10)	7 (6, 7)	4 (3, 6)	3 (2, 4)
China	2002–2009	172,703	6	37 (32, 54)	32 (26, 49)	27 (21, 44)	30 (24, 54)	26 (19, 49)	21 (11, 44)	16 (14, 21)	13 (8, 15)	10 (6, 12)	10 (6, 21)	7 (4, 15)	5 (2, 12)
Colombia	1998–2013	267,736	5	15 (11, 19)	10 (8, 12)	7 (5, 8)	10 (7, 15)	7 (5, 9)	4 (2, 5)	6 (5, 10)	4 (3, 6)	2 (1, 2)	3 (2, 5)	1 (1, 2)	1 (0, 1)
Iran	2004–2013	40,824	1	34 (34, 34)	31 (31, 31)	27 (27, 27)	25 (25, 25)	22 (22, 22)	16 (16, 16)	18 (18, 18)	15 (15, 15)	12 (12, 12)	8 (8, 8)	6 (6, 6)	4 (4, 4)
Ireland	1984–2007	316,652	6	31 (30, 31)	26 (24, 28)	22 (21, 24)	23 (22, 23)	18 (17, 19)	16 (14, 17)	15 (14, 15)	11 (10, 12)	8 (7, 10)	7 (6, 8)	5 (4, 6)	4 (3, 5)
Italy	1987–2010	248,808	10	33 (30, 35)	30 (25, 34)	28 (23, 31)	24 (21, 26)	21 (17, 24)	19 (15, 23)	15 (13, 17)	13 (11, 16)	11 (8, 14)	7 (6, 8)	6 (4, 7)	4 (2, 6)
Japan	1972–2012	10,075,406	47	35 (33, 36)	32 (29, 34)	29 (25, 32)	26 (24, 29)	23 (21, 26)	21 (18, 24)	17 (16, 18)	14 (13, 16)	12 (10, 15)	8 (7, 10)	6 (5, 8)	5 (3, 7)
Moldova	2001–2010	18,828	4	34 (33, 34)	29 (29, 30)	26 (25, 26)	24 (24, 25)	20 (18, 22)	17 (16, 20)	16 (14, 16)	13 (12, 14)	11 (10, 12)	8 (8, 8)	7 (7, 8)	6 (5, 6)
Philippines	2006–2010	90,917	4	24 (16, 28)	20 (12, 24)	18 (9, 23)	20 (15, 23)	16 (11, 20)	13 (7, 18)	12 (7, 15)	10 (5, 12)	8 (4, 11)	6 (4, 7)	5 (2, 6)	4 (2, 6)
South Korea	1992–2010	472,421	7	33 (25, 35)	30 (23, 33)	28 (21, 31)	25 (19, 26)	22 (17, 24)	21 (16, 23)	16 (12, 17)	14 (10, 16)	13 (9, 14)	8 (6, 8)	6 (4, 7)	5 (3, 6)
Spain	1990–2010	1,054,098	51	32 (11, 36)	29 (9, 33)	24 (7, 30)	24 (8, 27)	20 (6, 24)	16 (4, 22)	15 (5, 18)	12 (3, 16)	9 (3, 14)	7 (2, 8)	5 (1, 7)	3 (0, 5)
Taiwan	1994–2007	218,302	3	35 (34, 36)	30 (29, 32)	28 (26, 30)	25 (24, 26)	21 (20, 22)	18 (16, 19)	17 (16, 18)	14 (12, 15)	12 (10, 13)	8 (7, 10)	7 (6, 9)	5 (4, 7)
Thailand	1999–2008	619,432	62	26 (6, 35)	23 (4, 33)	20 (3, 32)	20 (4, 28)	17 (3, 25)	15 (2, 23)	13 (3, 18)	11 (2, 15)	9 (2, 14)	6 (2, 9)	5 (1, 8)	4 (0, 6)
United Kingdom	1990–2012	3,513,043	10	30 (29, 31)	26 (25, 27)	23 (21, 24)	22 (22, 23)	19 (18, 20)	16 (16, 17)	15 (14, 15)	12 (11, 13)	10 (9, 11)	7 (7, 8)	6 (5, 6)	4 (3, 5)
United States	1985–2006	7,106,601	135	33 (18, 40)	28 (15, 36)	24 (10, 34)	24 (14, 32)	20 (10, 28)	16 (6, 25)	16 (8, 23)	12 (5, 18)	10 (3, 16)	8 (3, 10)	5 (2, 8)	4 (1, 7)
Vietnam	2009–2013	35,655	2	32 (31, 33)	26 (25, 28)	22 (21, 24)	22 (22, 22)	18 (17, 18)	14 (14, 15)	16 (15, 16)	12 (11, 12)	10 (8, 11)	8 (8, 8)	6 (4, 7)	4 (3, 6)

Figure 2. Cumulative effects of heat waves on mortality (A. overall effects of heat waves and B. added effects of heat waves after controlling for effects of daily mean temperature) over lag 0–10 d in 18 countries/regions for 12 types of heat wave definitions. Please refer Table 1 for heat wave definitions.

where the risks persisted longer. There was a period of RR below 1.0 at longer lags, consistent with mortality displacement (harvesting effect) after exposure to heat waves in Canada, Iran, Ireland, Japan, South Korea, Philippines, Thailand, United Kingdom, and, to a lesser extent, in Colombia and the United States.

Figure 4 shows the pooled cumulative (lag 0–10 d) associations between heat waves and mortality in cold, moderate cold, moderate hot, and hot areas. In general, heat waves had higher effects on mortality in moderate cold and hot areas than cold and moderate hot areas for all types of heat wave definitions. However, heat waves had similar effects on mortality in cold and hot areas, except under the ≧97.5th percentile of temperature definition, for which the effect estimates were higher in cold areas than in hot areas.

There was suggestive evidence in mortality displacement (harvesting effect) after exposure to heat waves in cold areas for all types of heat waves (Figure 5). Also, the heat wave effects on mortality generally lasted longer for those using the ≧97.5th percentile of temperature as the threshold in moderate cold, moderate hot, and hot areas.

Table 3 and Table S2 show results from the analysis of heterogeneity for overall heat wave effects and added heat wave effects, with a comparison of statistics from the random effect

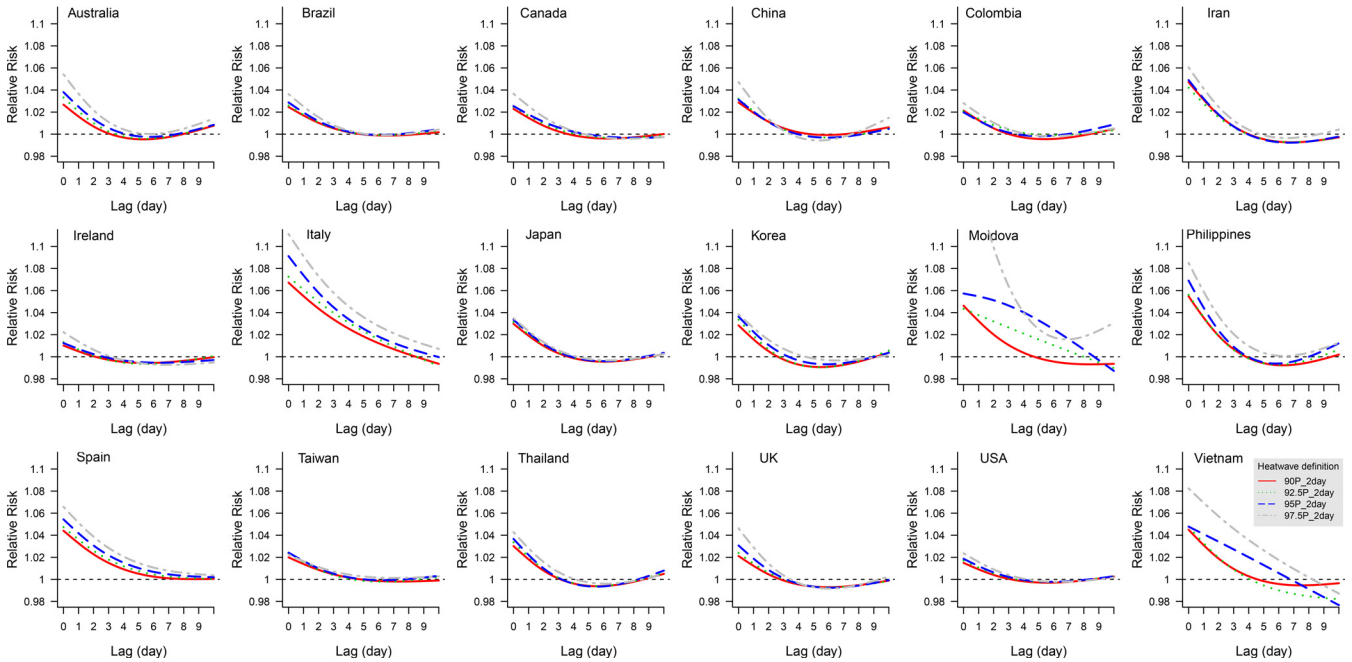


Figure 3. Lag effects of heat waves on mortality along lag 0–10 d in 18 countries/regions for 4 types of heat wave definitions. Please refer to Table 1 for heat wave definitions.

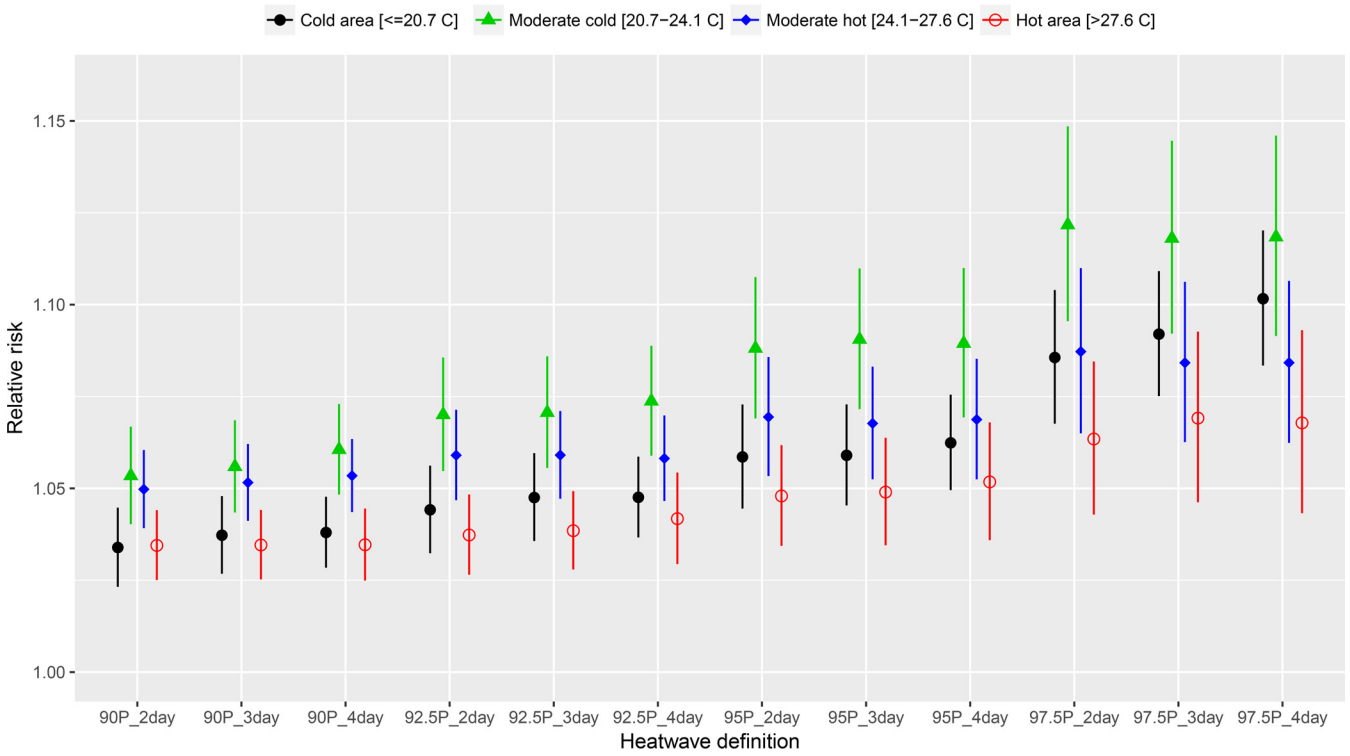


Figure 4. Cumulative effects of heat waves on mortality over lag 0–10 d in 4 climatic areas (cold, moderate cold, moderate hot, and hot areas) for 12 types of heat wave definitions. Cold areas: mean temperature of hot season: ≤20.7°C; moderate cold areas: mean temperature of hot season: 20.7–24.1°C; moderate hot areas: mean temperature of hot season: 24.1–27.6°C; and hot areas: mean temperature of hot season: >27.6°C. Please refer to Table 1 for heat wave definitions.

meta-analyses (no meta-predictor) and random effect meta-regressions with a single meta-predictor or all meta-predictors. For overall heat wave effects, a substantial amount of (residual) heterogeneity could be explained by between-country differences, as indicated by the larger decrease in the I^2 statistics when indicators for country were included as a meta-predictor. The other meta-predictors [community-specific hot season average temperature, hot season temperature range, hot

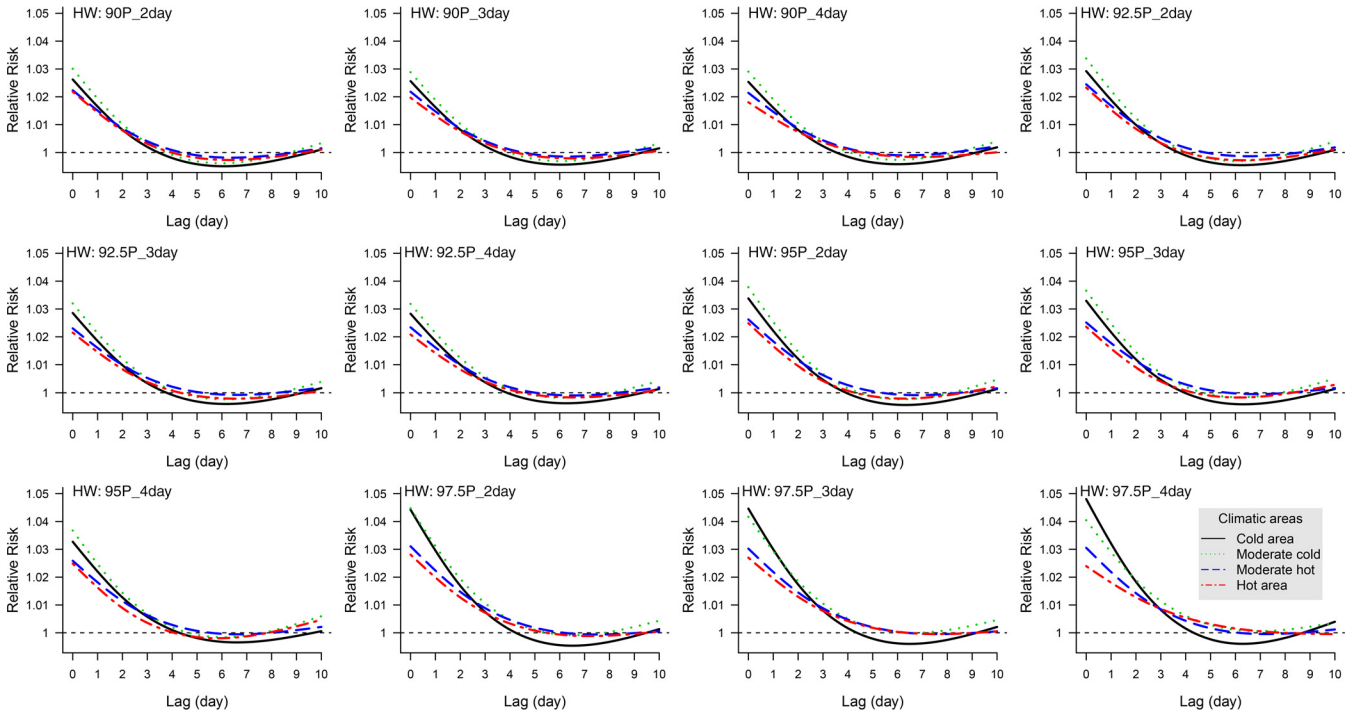


Figure 5. Lag effects of heat waves on mortality along lag 0–10 d in 4 climatic areas (cold, moderate cold, moderate hot, and hot areas) for 12 types of heat wave definitions. Cold areas: mean temperature of hot season: ≤20.7°C; moderate cold areas: mean temperature of hot season: 20.7–24.1°C; moderate hot areas: mean temperature of hot season: 24.1–27.6°C; and hot areas: mean temperature of hot season: >27.6°C. Please refer to Table 1 for heat wave definitions.

Table 3. Second-stage random effects meta-analysis and meta-regression models for explaining variation in overall heat wave effects and added heat wave effects: Cochran Q test for heterogeneity, I^2 statistics for residual heterogeneity.

			Overall heat wave effect		Added heat wave effect	
Heat wave definition	Model	Predictor	p-Value for Q test	I^2 (%)	p-Value for Q test	I^2 (%)
90P_2day	Intercept only	No predictor	<0.001	73.33	0.372	2.12
	Single predictor	Average temperature	<0.001	70.83	0.376	2.04
		Temperature range	<0.001	73.40	0.399	1.63
		Temperature variability	<0.001	73.03	0.412	1.39
		Longitude	<0.001	72.26	0.359	2.35
		Latitude	<0.001	72.16	0.361	2.31
		Country	<0.001	44.72	0.335	2.86
	Full	Average temperature Temperature range Temperature variability Longitude Latitude Country	<0.001	43.99	0.402	1.61
92.5P_2day	Intercept only	No predictor	<0.001	74.37	0.031	12.03
	Single predictor	Average temperature	<0.001	72.84	0.038	11.42
		Temperature range	<0.001	74.34	0.030	12.11
		Temperature variability	<0.001	73.52	0.028	12.25
		Longitude	<0.001	73.72	0.028	12.25
		Latitude	<0.001	73.61	0.028	12.24
		Country	<0.001	46.52	0.024	12.87
	Full	Average temperature Temperature range Temperature variability Longitude Latitude Country	<0.001	43.83	0.030	12.39
95P_2day	Intercept only	No predictor	<0.001	74.99	0.095	8.59
	Single predictor	Average temperature	<0.001	74.51	0.108	8.13
		Temperature range	<0.001	74.91	0.149	6.88
		Temperature variability	<0.001	74.20	0.116	7.88
		Longitude	<0.001	74.65	0.100	8.40
		Latitude	<0.001	74.61	0.090	8.78
		Country	<0.001	49.54	0.082	9.28
	Full	Average temperature Temperature range Temperature variability Longitude Latitude Country	<0.001	46.66	0.097	8.72
97.5P_2day	Intercept only	No predictor	<0.001	73.99	0.038	11.47
	Single predictor	Average temperature	<0.001	74.02	0.038	11.47
		Temperature range	<0.001	73.73	0.074	9.45
		Temperature variability	<0.001	73.43	0.057	10.30
		Longitude	<0.001	74.03	0.043	11.11
		Latitude	<0.001	73.92	0.053	10.48
		Country	<0.001	51.82	0.089	9.00
	Full	Average temperature Temperature range Temperature variability Longitude Latitude Country	<0.001	47.79	0.080	9.42

Note: Please refer to Table 1 for heat wave definitions.

season temperature variability (SD of daily mean temperatures), latitude, and longitude] could only explain a limited part of the residual heterogeneity. For added heat wave effects, there was little residual heterogeneity in all the models, as tested by the Cochran Q test.

Generally, heat waves defined by daily mean temperature gave similar effect estimates [log (RR)] as heat waves defined by daily maximum temperature (Figure 6), while there was statistical difference in effect estimates modeled by heat waves defined by daily mean and minimum temperatures (Figure S4). Heat waves defined by daily mean temperature typically produced higher community-level effect estimates than those defined by daily maximum and minimum temperatures. However, the country-level results were similar when we used daily mean, minimum, and maximum temperatures to define heat waves (Figure 2 and Figure S5).

Our results were robust to a changed lag structure of 15 d, modified degrees of freedom for lag (3–5 df), changed degrees of freedom for day of season (3–7 df), and inclusion of a variable for relative humidity in the model (results not shown). The regional difference in the estimated heat wave effects on mortality did not change substantially when we excluded the United States (Figures S6 and S7), Italy (Figures S8 and S9), Moldova (Figures S10 and S11), and Vietnam (Figures S12 and S13). The estimated effects of heat waves on mortality did not change after controlling for temperature variability (Figure S14).

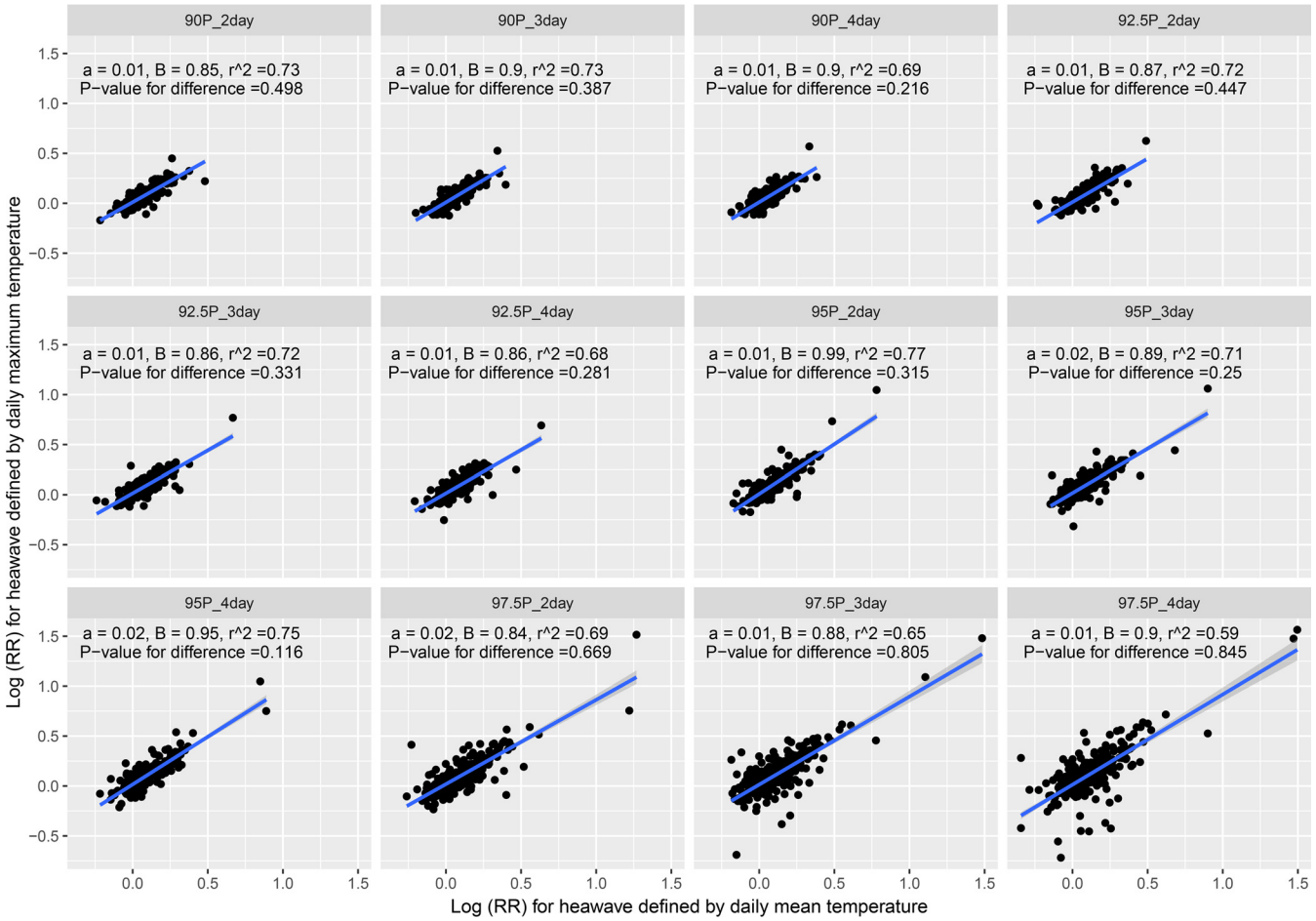


Figure 6. Comparison for cumulative effects of heat waves on mortality over lag 0–10 d in 16 countries/regions for 12 types of heat wave definitions using daily mean and maximum temperatures. Please refer to Table 1 for heat wave definitions. a, B, and r^2 are intercept, coefficient, and r-squared, respectively, derived from linear regression model for effect estimates modeled by heat waves defined by daily mean and maximum temperatures. *p*-Value for difference is modeled by the *t*-test between effect estimates modelled by heat waves defined by daily mean and maximum temperatures.

Discussion

This study examined heat wave–mortality associations using consistent methods for 400 communities across 18 countries/regions, including countries from both developing and developed regions with different climates (i.e., tropical, subtropical, and temperate). We developed 12 definitions of heat waves by combining four temperature thresholds (90th, 92.5th, 95th, and 97.5th percentile of temperature, indicating intensity of heat waves) and three definitions of duration (≥2, 3, and 4 d) to determine how heat wave effects changed when heat waves were more intense and longer. Although many studies have suggested that heat wave characteristics modify mortality risks, to the best of our knowledge, this is the largest and first multicountry study of heat waves to examine effect modification by heat wave duration and intensity. We found that in all countries/regions, heat waves were associated with increased risk of death for all types of heat wave definitions. The estimated effects of heat wave on mortality were higher when using higher temperature thresholds (e.g., 97.5th vs. 95th percentile of temperature). In general, the effects of heat waves varied by country; for example, Italy had highest heat wave effects. The effects of heat waves appeared acutely and lasted for 3 and 4 d for most countries. Heat waves effect estimates were higher in moderate cold and moderate hot areas than in cold and hot areas. However, heat waves did not have added effects on mortality when controlling for the effects of daily mean temperature in all countries/regions, except for Brazil, Moldova, and Taiwan, using the ≥97.5th percentile of temperature as the heat wave definition. Heat waves defined by daily mean and maximum temperatures produced similar effect estimates, which are higher than those defined by daily minimum temperature.

Several plausible physiological mechanisms have been proposed for the effects of heat waves on mortality (Fuller et al. 2010). When ambient temperature is extremely high, the human body responds through thermoregulation; blood vessels dilate near the skin to transfer heat from the body's core to the skin, and then sweat transfers heat from the skin by evaporation (Havenith 2005). Thermoregulation can strain the cardiovascular system, even when body temperature remains normal (Havenith 2005). In general, the higher the intensity (temperature) or the longer the duration of the heat wave, the more work required of the cardiovascular system to maintain normal temperature. Therefore, more intense or longer heat waves are thought to have greater health impacts (Li et al. 2016; Madaniyazi et al. 2016).

Our findings that heat waves had significant impacts on mortality have been strongly indicated by the ensemble of previous studies (Anderson and Bell 2011; Baccini et al. 2008; Fouillet et al. 2006; Le Tertre et al. 2006; Sun et al. 2014; Tong et al. 2012). However, we used consistent statistical methods across a wide range of communities to address whether different methods lead to difficult comparisons. In addition, previous studies have used a variety of heat wave definitions, lags, and methods to

control for time-varying confounders, each of which can change the estimates of heat wave–mortality relationships.

There were substantial variations in the estimated RRs of mortality associated with heat waves between and within countries/regions. We found that Italy, Moldova, and Vietnam had higher heat wave–related mortality risks than other countries. This finding is not supportive with our prior hypothesis that persons in developing countries (Vietnam, Brazil, Moldova, Thailand, and China) would be more sensitive to heat waves than those in wealthy countries, but it would be premature to consider this as strong evidence against that hypothesis. The low rate of air-conditioning use in Italy and Moldova and the low-level socioeconomic development in Moldova and Vietnam might be the reason that these countries had higher heat wave effects on mortality than other countries. In addition, the variation in the impact of heat waves on mortality might be modified by: *a*) demographic characteristics (e.g., population in high-risk categories, such as the elderly or less healthy) (Schifano et al. 2009); *b*) community-level adaptation levels to heat waves (e.g., heat wave warning systems) (Ebi et al. 2004); or *c*) personal adaptation strategies (e.g., air-conditioner use, housing structure, clothing type) (Barnett et al. 2013; Farbotko and Waitt 2011).

Interestingly, our results suggested that the heat wave effects on mortality were higher in moderate cold and moderate hot areas than cold and hot areas. These findings are somewhat different from previous studies, such as U.S. studies that reported higher effects in cold areas (Anderson and Bell 2009; Braga et al. 2001), while European studies found a reversed pattern (Baccini et al. 2008). The difference might result from the large number of communities involved in this study, which enhances our ability to divide areas into detailed climatic areas. Thus, what might have been cold areas in previous studies were only moderate cold areas in this study. However, if we only compare results based on heat waves defined by the 97.5th percentile as the temperature threshold, the estimated heat wave effects on mortality were higher in cold areas than hot areas. Another possible reason for our results might be that in moderate cold and moderate hot areas, absolute temperature is important, but for the hot and cold areas, adaptation becomes important and is dominant in the hottest climate area. Furthermore, heat wave–related impacts within a given type of climate may vary, due to differences in indoor/outdoor activity and housing structures, such as the higher prevalence of air-conditioning in the United States compared to Europe. This study indicates that more attention should be paid to heat waves in moderate cold and moderate hot areas across the world, given the potential for substantial impact to public health.

This study provided evidence on the importance of heat wave intensity (temperature thresholds), but not duration in relation to the health impacts of heat waves. This differs from some earlier studies that suggest that both heat wave intensity and duration modified heat wave impacts on health (Anderson and Bell 2011). Several studies have found that longer heat waves had greater mortality effects (Díaz et al. 2002; Kalkstein and Smoyer 1993; Smoyer 1998). Other work found increases in mortality risks associated with heat wave definitions that were longer (i.e., higher duration) or more intense (i.e., higher temperature) (Gasparrini and Armstrong 2011; Hajat et al. 2006). One potential reason for the differences between our findings and previous studies might be that unlike earlier work, we considered lag effects. Our results showed that there were significant lag effects of heat waves on mortality in all countries/regions, and the estimated effects lasted for 3 and 4 d (even longer in Italy and Spain). These findings suggest that if the lag effects were not considered, the longer-duration heat waves could capture the lag effect (e.g., for a 6-d duration heat wave, the effects of the fourth to sixth days of the heat wave might include the lag effects of first to third days of the heat wave and the effects of days 4 to 6), but the shorter-duration heat waves would not capture the lag effect (e.g., for a 2-d duration heat wave, the lag effect of these 2 d would not be captured). Thus, modeling the cumulative effects of heat waves on mortality including the lags is very important to fully understand the impact of heat wave duration. Another possible reason for differences with some other studies is that those studies allocated each day of a heat wave to the category of duration up to that day only (Anderson and Bell 2009, 2011; Gasparrini and Armstrong 2011; Hajat et al. 2006).

Understanding the lag pattern of heat wave effects on mortality is helpful in preventing heat wave–related health events, particularly for estimating mortality displacement during and after heat waves (Armstrong et al. 2014; Saha et al. 2014). Our results suggest that the effects of heat waves appeared immediately and lasted for 3–4 d in all countries (Figure 3) and all climate areas (Figure 5), except for Italy and Spain, with 7-d lag effects. This finding is consistent with previous studies for effects of heat waves and high temperatures on mortality (Gasparrini et al. 2015a; Guo et al. 2014; Tong et al. 2012). This means prompt preventive actions are necessary for reducing heat wave effects on health events. Interestingly, we found there was mortality displacement after heat waves in some countries, particularly in cold climate areas (Figure 5). The reason might be that people living in cold climate areas have not adapted to the extreme high temperatures (Curriero et al. 2002). Thus, when heat waves appeared, some excess deaths occurred during and shortly after the heat wave, resulting in fewer deaths in the coming days or weeks. Generally, the mortality displacement mainly occurs in chronically ill individuals, for example, the elderly and people with cardiovascular and respiratory diseases (Qiao et al. 2015).

An interesting finding is that heat waves did not have added effects on mortality when we decomposed the effects of heat waves into effects of temperature and added effects of heat waves in all countries/regions, except for Brazil, Moldova, and Taiwan, using the ≧97.5th percentile of temperature for the heat wave definition. This finding suggests that heat wave effects can be adequately captured by the effects of temperature modeled by distributed lag nonlinear models in most countries, except for Brazil, Moldova, and Taiwan. This is consistent with some previous studies conducted in the United States (Barnett et al. 2012; Gasparrini and Armstrong 2011). However, it is still debatable as to whether to estimate heat wave effects as a part of the effects of temperature; some studies find heat waves to have added effects. Based on the findings of this study, the provision of developing heat wave warning systems might be flawed. Instead, concerted efforts to develop high-temperature warning systems might be more warranted to reduce health risks.

Our results demonstrate that using daily mean and maximum temperatures for heat wave definition was better at predicting mortality than daily minimum temperature. Generally, heat waves defined by daily mean temperature produced higher RRs than those using daily maximum and minimum temperatures. This is consistent with a previous study in Europe (Hajat et al. 2006), while a U.S. study suggested that no one temperature measure was superior to others for predicting mortality (Barnett et al. 2010). The potential reason might be that the daily mean temperature, which is the average of the entire day, may better reflect the complete exposure. However, daily maximum temperature often occurs during the afternoon hours when outdoor activity is more likely than overnight; it may be a better surrogate for high/dangerous exposures than daily mean or minimum temperature. Daily minimum temperature usually happens in the night when most people stay at home. Thus, daily minimum temperature

might lead to measure error if people live in an area with good home insulation and high rates of air-conditioning use.

This study has some limitations. Similar to other studies using time-series data, we used the data on temperature from fixed sites to define heat waves, rather than individual exposure, which could introduce exposure error to some extent. However, these exposure errors are likely to be random, which would usually result in an underestimation of the estimated relative risks (Lee et al. 2016). Air pollutants were not adjusted for in this study because the data were not available for some countries. However, previous research showed that temperature effects on mortality in the United States were robust to air pollution (Anderson and Bell 2009). Also, air pollutants might be on the causal path between temperature and health, which can also complicate interpretation of adjusted models (Buckley et al. 2014). Extensive data are needed to investigate in detail the reasons for the variation in heat wave–mortality associations across communities, countries, and regions, such as with respect to different population characteristics and adaptation. In addition, our data set did not include age- or cause-specific mortality, so we investigated all causes/nonaccidental mortality. Relative humidity was not used in our main analyses, but main results were shown to be insensitive to its inclusion in sensitivity analyses. The use of relative humidity might be problematic because of its dependence on temperature (Davis et al. 2016). However, we could not choose a humidity variable with greater physiological relevance because of data availability. Also due to data availability, the time period of data was varied by country, which might have impacted the results, as the impacts of temperature on mortality may have changed over recent years (Gasparrini et al. 2015a). It is important to understand whether socioeconomic status contributes to the heterogeneity of heat wave effects on mortality, but it is beyond the scope of our analysis, and gathering such data would be a substantial undertaking. Future studies are needed to address the above limitations.

Conclusions

Understanding the characteristics of heat wave effects on mortality is important to better protect public health, particularly because heat waves will be more frequent, longer, and more intense in the future (Meehl and Tebaldi 2004). To the best of our knowledge, this study is unique among heat wave studies in its international scale, multiple heat wave definitions, and consideration of how heat wave intensity and duration may modify heat wave effects. Our findings suggest that mortality risk increased during heat waves in comparison to the communities' usual climates, and the effects lasted for 3 to 4 d. The heat wave effects on mortality were affected by the intensity, but not duration. People living in moderate cold and moderate hot areas might be more vulnerable to heat waves than those living in cold and hot areas. There were no added heat wave effects compared to the impact of high temperature on mortality in most countries. Daily mean and maximum temperatures had similar abilities to define heat waves, but not daily minimum temperature. In addition, the observed variation in heat wave effects on mortality between communities/countries/regions indicates the importance of developing local heat wave response plans.

Acknowledgments

We thank relevant institutes/agencies who provided data on mortality and weather conditions.

Y.G. was supported by the Career Development Fellowship of Australian National Health and Medical Research Council (#APP1107107). This work was supported by the Australian Research Council (Australia) (Grant ID: DP110100651); the Medical Research Council, UK (Grant ID: MR/M022625/1); the Ministry of Education, Spain (Grant ID: PRX12/00515); the Environment Research and Technology Development Fund (S-10 and S14) of the Ministry of the Environment, Japan; and the National Research Foundation of Korea (Grant ID: K21004000001-10A0500-00710).

References

Anderson BG, Bell ML. 2009. Weather-related mortality: How heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. Epidemiology 20(2):205–213, PMID: 19194300, https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e318190ee08.

Anderson G, Bell ML. 2011. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. Environ Health Perspect 119(2):210–218, PMID: 21084239, https://doi.org/10.1289/ehp.1002313.

Armstrong B, Gasparrini A, Hajat S. 2014. Estimating mortality displacement during and after heat waves. Am J Epidemiol 179(12):1405–1406, PMID: 24812157, https://doi.org/10.1093/aje/kwu083.

Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, et al. 2008. Heat effects on mortality in 15 European cities. Epidemiology 19(5):711–719, PMID: 18520615, https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e318176bfcd.

Barnett G, Beaty M, Chen D, McFallan S, Meyers J, Nguyen M, et al. 2013. *Pathways to Climate Adapted and Healthy Low Income Housing*. Gold Coast: National Climate Change Adaptation Research Facility.

Barnett A, Hajat S, Gasparrini A, Rocklöv J. 2012. Cold and heat waves in the United States. Environ Res 112:218–224, PMID: 22226140, https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.12.010.

Barnett AG, Tong S, Clements ACA. 2010. What measure of temperature is the best predictor of mortality? Environ Res 110(6):604–611, PMID: 20519131, https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.05.006.

Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. 2001. The time course of weather-related deaths. Epidemiology 12(6):662–667, PMID: 11679794.

Buckley JP, Samet JM, Richardson DB. 2014. Does air pollution confound studies of temperature? Epidemiology 25(2):242–245, PMID: 24487206, https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000051.

Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. 2002. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. Am J Epidemiol 155(1):80–87, PMID: 11772788.

Davis RE, McGregor GR, Enfield KB. 2016. Humidity: A review and primer on atmospheric moisture and human health. Environ Res 144(Pt A):106–116, PMID: 26599589, https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.10.014.

Díaz J, Jordán A, García R, López C, Alberdi JC, Hernández E, et al. 2002. Heat waves in Madrid 1986–1997: Effects on the health of the elderly. Int Arch Occup Environ Health 75(3):163–170, PMID: 11954983, https://doi.org/10.1007/s00420-001-0290-4.

Ebi KL, Teisberg TJ, Kalkstein LS, Robinson L, Weiher RF. 2004. Heat watch/warning systems save lives: Estimated costs and benefits for Philadelphia 1995-98. Bull Amer Meteor Soc 85:1067–1073, https://doi.org/10.1175/BAMS-85-8-1067.

Farbotko C, Waitt G. 2011. Residential air-conditioning and climate change: voices of the vulnerable. Health Promot J Austr S13–S16.

Field CB, Barros VR, Mach K, Mastrandrea M. 2014. "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change." http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/.

Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, et al. 2006. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. Int Arch Occup Environ Health 80(1):16–24, PMID: 16523319, https://doi.org/10.1007/s00420-006-0089-4.

Fuller A, Dawson T, Helmuth B, Hetem RS, Mitchell D, Maloney SK. 2010. Physiological mechanisms in coping with climate change. Physiol Biochem Zool 83(5):713–720, PMID: 20578846, https://doi.org/10.1086/652242.

Gasparrini A, Armstrong B. 2011. The impact of heat waves on mortality. Epidemiology 22(1):68–73, PMID: 21150355, https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181fdcd99.

Gasparrini A, Armstrong B. 2013. Reducing and meta-analysing estimates from distributed lag non-linear models. BMC Med Res Methodol 13:1–10, PMID: 23297754, https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-1.

Gasparrini A, Armstrong B, Kenward M. 2010. Distributed lag non-linear models. Stat Med 29(21):2224–2234, PMID: 20812303, https://doi.org/10.1002/sim.3940.

Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. 2012. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. Stat Med 31(29):3821–3839, PMID: 22807043, https://doi.org/10.1002/sim.5471.

Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Kinney PL, Petkova EP, Lavigne E, et al. 2015a. Temporal variation in heat–mortality associations: a multicountry study. Environ Health Perspect 123(11):1200–1207, https://doi.org/10.1289/ehp.1409070.

Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. 2015b. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. Lancet 386(1991):369–375, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(1014)62114-62110.

Guo Y, Gasparrini A, Armstrong B, Li S, Tawatsupa B, Tobias A, et al. 2014. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: A systematic evaluation. Epidemiology 25(6):781–789, PMID: 25166878, https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000165.

Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, et al. 2016. Temperature variability and mortality: a multi-country study. Environ Health Perspect 124(10):1554–1559, PMID: 27258598, https://doi.org/10.1289/EHP149.

Guo Y, Barnett AG, Pan X, Yu W, Tong S. 2011. The impact of temperature on mortality in Tianjin, China: a case-crossover design with a distributed lag nonlinear model. Environ Health Perspect 119(12):1719–1725, PMID: 21827978, https://doi.org/10.1289/ehp.1103598.

Guo Y, Barnett AG, Tong S. 2012. High temperatures-related elderly mortality varied greatly from year to year: important information for heat-warning systems. Sci Rep 2:830, https://doi.org/10.1038/srep00830.

Hajat S, Armstrong B, Baccini M, Biggeri A, Bisanti L, Russo A, et al. 2006. Impact of high temperatures on mortality: is there an added heat wave effect? Epidemiology 17(6):632–638, PMID: 17003686, https://doi.org/10.1097/01.ede.0000239688.70829.63.

Havenith G. 2005. Temperature regulation, heat balance and climatic stress. In: *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. New York, NY: Springer, 69–80.

Kalkstein LS, Smoyer KE. 1993. The impact of climate change on human health: Some international implications. Experientia 49(11):969–979, PMID: 8253171.

Kent ST, McClure LA, Zaitchik BF, Smith TT, Gohlke JM. 2014. Heat waves and health outcomes in Alabama (USA): the importance of heat wave definition. Environ Health Perspect 122(2):151–158, PMID: 24273236, https://doi.org/10.1289/ehp.1307262.

Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, Declercq C, Medina S, Blanchard M, et al. 2006. Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. Epidemiology 17(1):75–79, PMID: 16357598.

Lee M, Shi L, Zanobetti A, Schwartz JD. 2016. Study on the association between ambient temperature and mortality using spatially resolved exposure data. Environ Res 151:610–617, PMID: 27611992, https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.08.029.

Li M, Gu S, Bi P, Yang J, Liu Q. 2015. Heat waves and morbidity: Current knowledge and further direction-a comprehensive literature review. Int J Environ Res Public Health 12(5):5256–5283, PMID: 25993103, https://doi.org/10.3390/ijerph120505256.

Li S, Zhou Y, Williams G, Jaakkola JJ, Ou C, Chen S, et al. 2016. Seasonality and temperature effects on fasting plasma glucose: a population-based longitudinal study in China. Diabetes Metab 42(4):267–275, PMID: 26851820, https://doi.org/10.1016/j.diabet.2016.01.002.

Madaniyazi L, Zhou Y, Li S, Williams G, Jaakkola JJK, Liang X, et al. 2016. Outdoor temperature, heart rate and blood pressure in Chinese adults: effect modification by individual characteristics. Sci Rep 6:21003, PMID: 26876040, https://doi.org/10.1038/srep21003.

Meehl GA, Tebaldi C. 2004. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. Science 305(5686):994–997, PMID: 15310900, https://doi.org/10.1126/science.1098704.

Qiao Z, Guo Y, Yu W, Tong S. 2015. Assessment of short- and long-term mortality displacement in heat-related deaths in Brisbane, Australia, 1996-2004. Environ Health Perspect 123(8):766–772, PMID: 25794410, https://doi.org/10.1289/ehp.1307606.

Robinson PJ. 2001. On the definition of a heat wave. J Appl Meteor 40(4):762–775, https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040<0762:OTDOAH>2.0.CO;2.

Rocklov J, Barnett AG, Woodward A. 2012. On the estimation of heat-intensity and heat-duration effects in time series models of temperature-related mortality in Stockholm, Sweden. Environ Health 11(1):23, https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-23.

Saha MV, Davis RE, Hondula DM. 2014. Mortality displacement as a function of heat event strength in 7 US cities. Am J Epidemiol 179(4):467–474, PMID: 24264293, https://doi.org/10.1093/aje/kwt264.

Schifano P, Cappai G, De Sario M, Michelozzi P, Marino C, Bargagli AM, et al. 2009. Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome. Environ Health 8(1):50, https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-50.

Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, Howe HL, et al. 1996. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. N Engl J Med 335(2):84–90, PMID: 8649494, https://doi.org/10.1056/NEJM199607113350203.

Smoyer KE. 1998. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri–1980 and 1995. Int J Biometeorol 42(1):44–50, PMID: 9780845, https://doi.org/10.1007/s004840050082.

Son JY, Lee JT, Anderson G, Bell ML. 2012. The impact of heat waves on mortality in seven major cities in Korea. Environ Health Perspect 120(4):566–571, PMID: 22266672, https://doi.org/10.1289/ehp.1103759.

Sun X, Sun Q, Yang M, Zhou X, Li X, Yu A, et al. 2014. Effects of temperature and heat waves on emergency department visits and emergency ambulance dispatches in Pudong New Area, China: A time series analysis. Environ Health 13:77, PMID: 25273545, https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-76.

Tong S, Wang XY, Guo Y. 2012. Assessing the short-term effects of heatwaves on mortality and morbidity in Brisbane, Australia: comparison of case-crossover and time series analyses. PloS One 7(5):e37500, PMID: 22655052, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037500.

Wang XY, Guo Y, FitzGerald G, Aitken P, Tippett V, Chen D, et al. 2015. The impacts of heatwaves on mortality differ with different study periods: a multi-city time series investigation. PloS One 10(7):e0134233, PMID: 26217945, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134233.

A Section 508–conformant HTML version of this article is available at https://doi.org/10.1289/EHP3889.

Geographic, Demographic, and Temporal Variations in the Association between Heat Exposure and Hospitalization in Brazil: A Nationwide Study between 2000 and 2015

Qi Zhao,[1] Shanshan Li,[1] Micheline S.Z.S. Coelho,[2] Paulo H.N. Saldiva,[2] Kejia Hu,[3] Julie M. Arblaster,[4,5] Neville Nicholls,[4] Rachel R. Huxley,[6] Michael J. Abramson,[1] and Yuming Guo[1]

[1]Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne, Australia
[2]Institute of Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo, Brazil
[3]Institute of Island and Coastal Ecosystems, Ocean College, Zhejiang University, Zhoushan, China
[4]School of Earth, Atmosphere and Environment, Monash University, Melbourne, Australia
[5]Centre of Excellence for Climate Extremes, Australian Research Council, Sydney, Australia
[6]College of Science, Health and Engineering, La Trobe University, Melbourne, Australia

Background: Limited evidence is available regarding the association between heat exposure and morbidity in Brazil and how the effect of heat exposure on health outcomes may change over time.

Objectives: This study sought to quantify the geographic, demographic and temporal variations in the heat–hospitalization association in Brazil from 2000–2015.

Methods: Data on hospitalization and meteorological conditions were collected from 1,814 cities during the 2000–2015 hot seasons. Quasi-Poisson regression with constrained lag model was applied to examine city-specific estimates, which were then pooled at the regional and national levels using random-effect meta-analyses. Stratified analyses were performed by sex, 10 age groups, and 11 cause categories. Meta-regression was used to examine the temporal change in estimates of heat effect from 2000 to 2015.

Results: For every 5°C increase in daily mean temperature during the 2000–2015 hot seasons, the estimated risk of hospitalization over lag 0–7 d rose by 4.0% [95% confidence interval (CI): 3.7%, 4.3%] nationwide. Estimated 6.2% [95% empirical CI (eCI): 3.3%, 9.1%] of hospitalizations were attributable to heat exposure, equating to 132 cases (95% eCI: 69%, 192%) per 100,000 residents. The attributable rate was greatest in children <5 years and was highest for hospitalizations due to infectious and parasitic diseases. Women of reproductive age and those ≥60 years had higher heat burden than men. The attributable burden was greatest for cities in the central west and the inland of the northeast; lowest in the north and eastern coast. Over the 16-y period, the estimated heat effects declined insignificantly at the national level.

Conclusions: In Brazil's hot seasons, 6% of hospitalizations were estimated to be attributed to heat exposure. As there was no evidence indicating that thermal adaptation had occurred at the national level, the burden of hospitalization associated with heat exposure in Brazil is likely to increase in the context of global warming. https://doi.org/10.1289/EHP3889

Introduction

Brazil is the fifth most populous country and has the ninth largest economy in the world (The World Bank 2017a, 2017b). Paralleling Brazil's significant economic development over recent decades has been the substantial gains in health outcomes: Over the past thirty years, Brazil's age-standardized mortality rate and years of life lost have fallen by 34% and 41%, respectively (IHME 2016). However, the increase in life expectancy and unchanged morbidity rate in Brazil's population has been accompanied by an enormous burden on health care, particularly among the older population (IHME 2016).

Traditional and lifestyle risk factors (such as cigarette smoking, diabetes, and high blood pressure levels) explain a substantial proportion of Brazil's growing burden of disease (Prince et al. 2015). However, increasing evidence highlights the role that climatic factors, such as high temperature, can play in the determination of health outcomes. For example, in the United States, extreme heat has been associated with a 23% increase in the risk of hospitalization for asthma in the summer months (Soneja et al. 2016). Similarly, in China, the risk of all-cause emergency room visits has been reported to increase by 15% following exposure to extreme heat (Zhao et al. 2017).

In Brazil, the mean temperature has been increasing 25% faster than the global average since 1910, implying that the population may be particularly exposed to the effects of increasing temperature relative to other populations (NOAA 2017). To date, most of the evidence regarding the health effects associated with heat exposure has been derived from populations in East Asia, Europe, and North America, with comparatively little information from Brazil (Bai et al. 2014; Gronlund et al. 2014; Michelozzi et al. 2009). However, Brazil's unique geographic and climatic features and substantial regional economic disparity may mean that any previously observed heat–morbidity associations may differ significantly within and across the Brazilian population. In addition, most previous studies tended to report on only a single or few diseases within the same population (Basu et al. 2012; Fletcher et al. 2012; Ha and Kim 2013). This reporting precludes a more sensitive assessment of the relationship between heat exposure and disease incidence, which may vary according to disease outcomes (Bai et al. 2016; Michelozzi et al. 2009).

In this study, we used a national dataset to quantify the geographic, demographic, and temporal variations in the association between heat exposure and risk of hospitalization from all causes

Address correspondence to Y. Guo, Dept. of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Level 2, 553 St Kilda Rd., Melbourne, VIC 3004, Australia. Email: yuming.guo@monash.edu; S. Li, Dept. of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Level 2, 553 St Kilda Rd., Melbourne, VIC 3004, Australia. Email: shanshan.li@monash.edu

Supplemental Material is available online (https://doi.org/10.1289/EHP3889).

The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Received 10 May 2018; Revised 19 October 2018; Accepted 10 December 2018; Published 8 January 2019.

Note to readers with disabilities: *EHP* strives to ensure that all journal content is accessible to all readers. However, some figures and Supplemental Material published in *EHP* articles may not conform to 508 standards due to the complexity of the information being presented. If you need assistance accessing journal content, please contact ehponline@niehs.nih.gov. Our staff will work with you to assess and meet your accessibility needs within 3 working days.

and cause-specific hospitalization in the Brazilian population during the hot seasons from 2000 to 2015.

Methods

Data Collection

City-specific data on hospitalization were collected between 1 January 2000 and 31 December 2015 through the Brazilian Unified Health System. Only cities that had complete data for the entire 16 y of study duration were included in this analysis. Overall, 1,814 cities (>78% of national population) contributed to the analysis. The cities were located in five regions: the north, northeast, central west, southeast, and south (Figure S1). Information included date of admission, sex, age, and primary diagnosis, which was then divided into 11 main cause categories according to the 10th Revision of International Classification of Diseases (ICD-10) (see Table S1), and 10 age groups (0–4, 5–9, 10–19, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70–79, and ≥80 years).

Daily maximum and minimum temperatures during the study period were downloaded from a $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ Brazilian meteorological dataset (Xavier et al. 2016). City-specific data were collected from the grid overlaying the centroid of each city (Zhao et al. 2018). Daily mean temperature, the mean of maximum and minimum temperatures, was applied as the thermal index in this study to analyze the heat–hospitalization association. We also collected observed data on daily mean temperature and relative humidity from 193 city-specific meteorological stations between 2000 and 2012 from the Brazilian National Institute of Meteorology. Data on city-specific population were downloaded from the Brazilian Census 2000 and 2010 (http://www.ibge.gov.br/censo/, http://www.censo2010.ibge.gov.br/). In 2010, the size of population for the cities included in this study ranged from 7,903 to 11,253,503 people.

In this study, to estimate the effect of heat exposure on risk of hospitalization, analyses were restricted to the hot season, which was defined as the hottest four consecutive months for each city during 2000–2015. By using this definition for the hot season, we were able to take into consideration the wide climatic variation across Brazil's large geographic area (Alvares et al. 2013; Guo et al. 2017).

Statistical Analysis

Heat-hospitalization association. A two-stage approach was performed to assess the associations between heat exposure and risk of hospitalization for all-causes and cause-specific. First, a quasi-Poisson regression with constrained lag model was applied for the time-series data for each city:

$$\begin{aligned} &Y_{it} \sim poisson\,(\mu_{it}) \\ &Log(\mu_{it}) = \alpha + cb(Tem_{it}) + \beta Strata_{it} + \gamma DOW_{it} + \delta Holiday_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

where Y_{it} is the daily counts of hospitalization in city i on day t during hot seasons. α is the intercept; $cb(Tem_{it})$ is the cross-basis function to fit the lagged effect of daily mean temperature. $Strata_{it}$ is the stratum combining the year and calendar month to control for the intraseasonal pattern and long-term trend. As a time-stratified case–crossover design, it provides a flexible alternative to control for temporal trends in the interrupted time-series analysis (Armstrong et al. 2014; Guo et al. 2011). DOW_{it} is a categorical variable to control for day of the week. $Holiday_{it}$ is a binary variable to control for public holidays. β, γ, and δ are the coefficients. Our analysis indicated that the relationship between heat exposure and hospitalization was linear and lagged for 0–7 d. Therefore, a linear function was used for the temperature dimension, with 0–7 lag d and three degrees of freedom (df) for lag dimension in the cross-basis function.

In the second stage, the city-specific estimates were pooled at the regional and national levels using a random-effect meta-analysis with maximum likelihood estimation. This method has been used to estimate the average exposure–response association by assuming a normal distribution of city-specific parameters (Gasparrini et al. 2012a; Gasparrini and Armstrong 2013). Stratified analyses were performed by sex, age, and cause category. The heat–hospitalization association was described as the percentage change in the estimated risk of hospitalization [with 95% confidence intervals (CIs)] over lag 0–7 d per 5°C increase in daily mean temperature during hot seasons. The differences in estimated associations across regions, population subgroups, and cause categories were tested using the random-effect meta-regression, respectively (Guo 2017). For example, when testing for the sex difference, the city-specific estimates for men and women were entered as the dependent variable, and the binary predictor (men and women) was entered as the independent variable.

Attributable hospitalizations. For each city, the number of hospitalizations attributable to heat exposure in city i on day t (DAN_{it}) was estimated using the method described by Gasparrini and Leone (2014), with empirical CIs (eCIs) estimated using Monte Carlo simulation (5,000 random samples):

$$DAN_{it} = (RR_{it} - 1)/RR_{it} \times Ave_case_{it}, \quad (2)$$

where RR_{it} is the cumulative risk of hospitalization in the following 0–7 d associated with the daily mean temperature in city i on day t, in comparison with the minimum temperature value during the hot seasons. Ave_case_{it} is the moving average of daily hospitalization counts in city i in the following 0–7 d since day t, considering that the heat–hospitalization lasted for up to seven days. The total number of attributable hospitalizations in city i (AN_i) was calculated by summing DAN_{it} during 2000–2015. The attributable fraction (AF_i) in city i was calculated by dividing AN_i by the total number of hospitalizations during the study period.

Some of the smaller cities had a relatively low number of daily hospitalizations, which might result in spurious exposure–response associations. To mitigate this issue, city-specific associations were predicted by the best linear unbiased prediction (BLUP). This method has been widely used in multicountry studies (Gasparrini et al. 2015b; Guo et al. 2018). In summary, the heat–hospitalization association in each city was estimated using Equation 1. Then, city-specific cumulative effect estimates were applied as the dependent variable in a meta-regression, whereas city-specific average temperatures of hot seasons and temperature ranges of hot seasons and a categorical variable representing regions were included as predictors. The BLUP of the cumulative association in each city was derived by the meta-regression. When calculating attributable hospitalizations in the elderly, we combined the three older age-groups (60–69, 70–79, and ≥80 years) into ≥60 years due to the grouping limitation of the Brazilian Census 2000 and 2010 datasets.

Long-term change in the heat–hospitalization association. Temporal change in the heat–hospitalization association during the 16-y period was assessed using a two-stage strategy. In the first stage, the city-year–specific effects were estimated using Equation 1. In the second stage, a random-effect meta-regression model was performed to examine the annual variation in the heat effect. The years were entered as the independent variable (linear), and the city-year–specific coefficients were entered as the dependent variable (weighted by variances) (Bauters et al. 2016; Zhao et al. 2018).

Sensitivity analyses. Sensitivity analyses were performed to test the robustness of the results by changing the lag of temperature from 0–7 to 0–9 d and the df of lag days from three to five. We compared the performance of gridded and station-based temperature

data and assessed the confounding effect of relative humidity using data from 193 city-specific meteorological stations between 2000 and 2012. We also tested the linearity of the heat–hospitalization association using a natural cubic spline with two df for the temperature dimension.

All data analyses were conducted using R software (version 3.4.1; R Core Team), with "dlnm" and "mvmeta" packages used for the first-stage and second-stage analyses, respectively (Gasparrini et al. 2010; Gasparrini 2011). The residual heterogeneity in the meta-analysis was quantified using the Cochran Q test and the I^2 statistic. *P* value <0.05 (two-sided) was considered as statistically significant.

Results

The average daily mean temperature of the 1,814 cities was 25.3°C (range: 18.1°C–30.3°C) in the hot seasons between 2000 and 2015 (Table 1). Cities in northern Brazil had higher daily mean temperatures than those in the south. During the study period, there were 49,145,997 hospitalizations (sex ratio: 1.4 women:1 men), equating to 2.1% of all residents being hospitalized during every hot season. Children aged 0–4 y and adults ≥60 years had the highest hospitalization rates (3.1% and 3.9%, respectively), whereas children aged 5–9 y had the lowest rate (0.9%). The mean number of daily hospitalizations in the smallest and largest cities were 4 (median: 4; interquartile range: 2–6) and 1,597 (median: 1,530; interquartile range: 1,227–1,787) cases, respectively.

Heat–Hospitalization Association

At the national level, the estimated risk of hospitalization increased by 4.0% (95% CI: 3.7%, 4.3%) per 5°C increase in daily mean temperature over lag 0–7 d, ranging from the lowest in the south [2.9% (95% CI: 2.4–3.5%)] to the highest in the northeast [6.3% (95% CI: 5.4–7.1%)] (Figure 1; for results of the significance tests see Table S2). The value of the I^2 statistic was 29% at the national level and varied by region: 14% in the southeast, 20% in the central west, 25% in the northeast, 41% in the south, and 43% in the north. Despite the geographic difference in the cumulative effect estimates, the heat–hospitalization associations showed similar lag patterns across the five Brazilian regions (Figure S2): The estimates were highest during the first day of exposure and declined thereafter.

Associations between heat exposure and hospitalization were not significantly different for men [4.2% (95% CI: 3.7–4.6%)] and women [3.7% (95% CI: 3.4–4.1%)] over lag 0–7 d (Figure 2, Table S2). However, an age-sex difference was apparent: on the whole, the estimated cumulative effect was highest in children 0–4 y [8.8% (95% CI: 7.9–9.6%)], followed by 5–19 y, and in the elderly ≥80 years. By contrast, the effect estimate was lowest in adults 50–79 y (1.3% on average). The estimated effect of heat was stronger for older women (particularly those ≥80 years) than for men (for results of significance tests, see Table S3). By comparison, the estimated risk of hospitalization in men 10–39 y was more substantial than in women. Estimates for men, women, and all age groups indicated positive associations between heat and hospitalization during lag 0–2 d, followed by a decrease in hospitalization (relative risk <1) thereafter (Figure S3).

Cause-specific analysis indicated that hospitalizations for ten cause categories were positively associated with heat exposure over lag 0–7 d, with the exception of cardiovascular admissions (Figure 3). Specifically, the estimated effects were highest in hospitalizations for infectious and parasitic diseases, and for endocrine, nutritional, and metabolic diseases (Figure 3 and Table S2). The effect estimates in most cause categories appeared positively on lag 0–2 d and were followed by a decrease in hospitalization (relative risk <1) thereafter (Figure S4). For cardiovascular admissions, there was an immediate increase in the estimated heat effect after exposure and a substantial hospitalization decline in the following days.

Attributable Hospitalizations

During the 16-y hot seasons, assuming a causal relationship, an estimated 3,070,360 (95% eCI: 1,600,393, 4,468,577) cases could be attributable to heat exposure over lag 0–7 d (Table 2). This accounted for 6.2% (95% eCI: 3.3–9.1%) of the total hospitalizations, equating to 132 cases (95% eCI: 69–192%) per 100,000 residents nationwide. The estimated age-standardized rate (ASR) of attributable hospitalizations was the highest in the central west

Table 1. Distribution of enrolled hospitalizations and temperature features in the 1,814 Brazilian cities during the 2000–2015 hot seasons.

	No. of enrolled city	Population coverage (%)	No. of cases	Crude (age-standardized) hospitalization rate (%)	Average city-specific daily mean temperature (°C)		
					Mean	Minimum	Maximum
National	1,814	78.4	49,145,997	2.1 (2.1)	25.3	18.1	30.3
Region							
North	28	26.3	1,271,435	2.0 (2.1)	27.7	20.8	32.1
Northeast	662	78.0	13,823,251	2.1 (2.2)	27.1	22.0	30.9
Central West	128	80.7	3,847,427	2.2 (2.3)	26.3	17.4	31.8
Southeast	622	87.0	22,077,029	2.0 (2.0)	24.2	16.4	29.5
South	374	83.2	8,126,855	2.2 (2.3)	23.4	14.0	30.0
Sex							
Men	—	—	20,232,358	1.8 (1.8)	—	—	—
Women	—	—	28,912,721	2.5 (2.4)	—	—	—
Age (years)							
0–4	—	—	5,456,097	3.1 (–)	—	—	—
5–9	—	—	1,693,045	0.9 (–)	—	—	—
10–19	—	—	5,141,581	1.2 (–)	—	—	—
20–29	—	—	9,621,821	2.3 (–)	—	—	—
30–39	—	—	6,835,872	1.9 (–)	—	—	—
40–49	—	—	5,402,941	1.8 (–)	—	—	—
50–59	—	—	4,907,819	2.3 (–)	—	—	—
60–69	—	—	3,969,895	3.9 (–)	—	—	—
70–79	—	—	3,253,568	3.9 (–)	—	—	—
≥80	—	—	2,144,441	3.9 (–)	—	—	—

Note: —, data not available. The hot season was defined as the hottest four consecutive months for each Brazilian city during 2000–2015. Data on hospitalization were extracted via the Brazilian Unified Health System. Data on population were collected from Brazilian Census 2000 and 2010. The temperature features in the 1,814 cities were calculated by averaging the mean, minimum and maximum daily mean temperatures in each city during the 2000–2015 hot seasons.

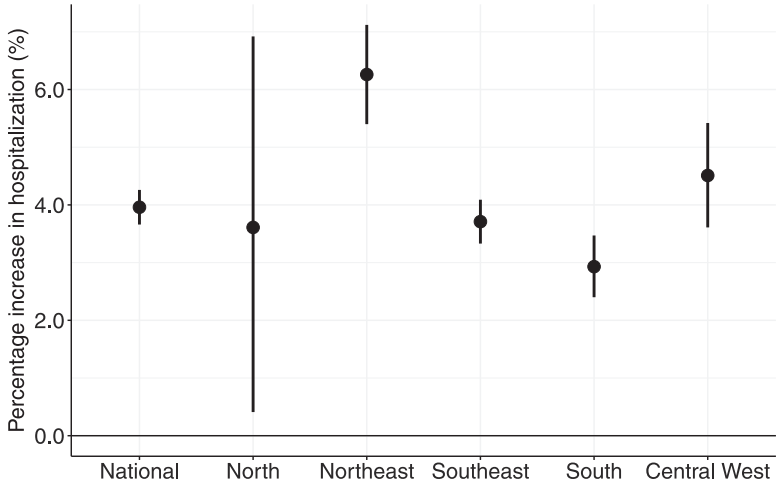


Figure 1. Cumulative association between heat exposure (5°C increase in daily mean temperature) and hospitalization over lag 0–7 d by region during 2000–2015 hot seasons. Data on hospitalization were extracted from 1,814 cities via the Brazilian Unified Health System. City-specific heat–hospitalization associations were estimated using quasi-Poisson regression with constrained lag model, which were then pooled at the regional and national levels using random-effect meta-analyses. Long-term trend and intra-seasonal variation, day of the week and holidays were controlled for.

and followed by the northeast, with no substantial difference in the other three regions. The majority of cities with attributable rates ≥219 per 100,000 were located in the central west and inland of the northeast, whereas cities along the eastern coast and in the north had the lowest attributable rates (Figure S5).

Although there was no substantial sex difference on the whole, the age difference was observed (Table 2 and Table S4); for both sex groups, the estimated attributable rate was much higher in children 0–4 y in comparison with adults. The attributable rates in women 20–29 y and ≥60 years were much higher than those in men of the same age groups. Of all cause categories, the attributable crude rate and ASR were highest in hospitalizations for infectious and parasitic diseases, both approximating to 40 cases per 100,000 residents nationwide during the hot season per year (Figure S6).

Long-Term Change in Heat–Hospitalization Association

Figure 4 shows the change in coefficient of the estimated association between heat exposure and hospitalization over lag 0–7 d between 2000 and 2015. There was a nonsignificant declining trend in the heat effect on the risk of hospitalization at the national level. However, at the regional level, significant increases were observed in the southeast and the north, whereas significant declines were observed in the central west and the south.

Results of Sensitivity Analyses

Sensitivity analysis showed that our results were robust after changing the lag of temperature from 0–7 d to 0–9 d and the df of lag days from three to five, and adding data on relative humidity (Table S5). The difference between gridded and station-based temperature data

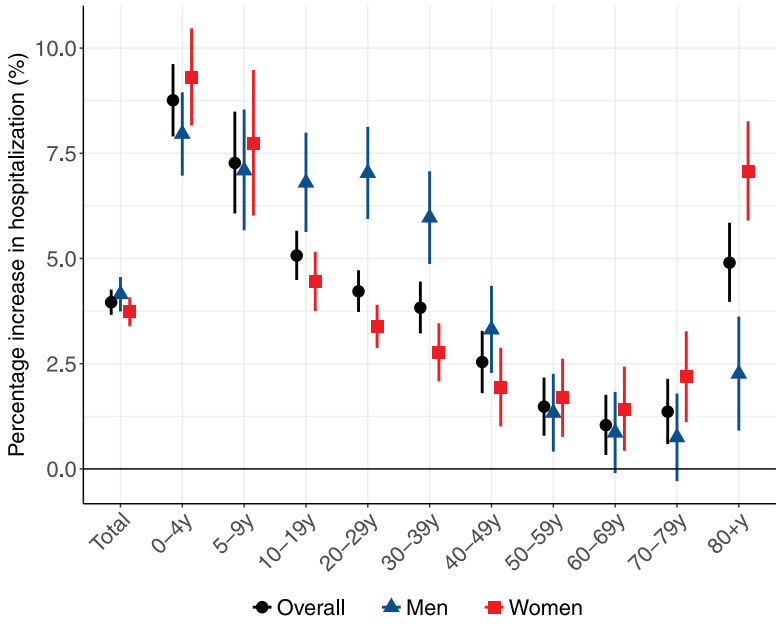


Figure 2. Cumulative association between heat exposure (5°C increase in daily mean temperature) and hospitalization over lag 0–7 d by sex and age-group during 2000–2015 hot seasons. Data on hospitalization were extracted from 1,814 cities via the Brazilian Unified Health System. City-specific heat–hospitalization associations were estimated using quasi-Poisson regression with constrained lag model, which were then pooled at the national level using random-effect meta-analyses. Long-term trend and intra-seasonal variation, day of the week and holidays were controlled for.

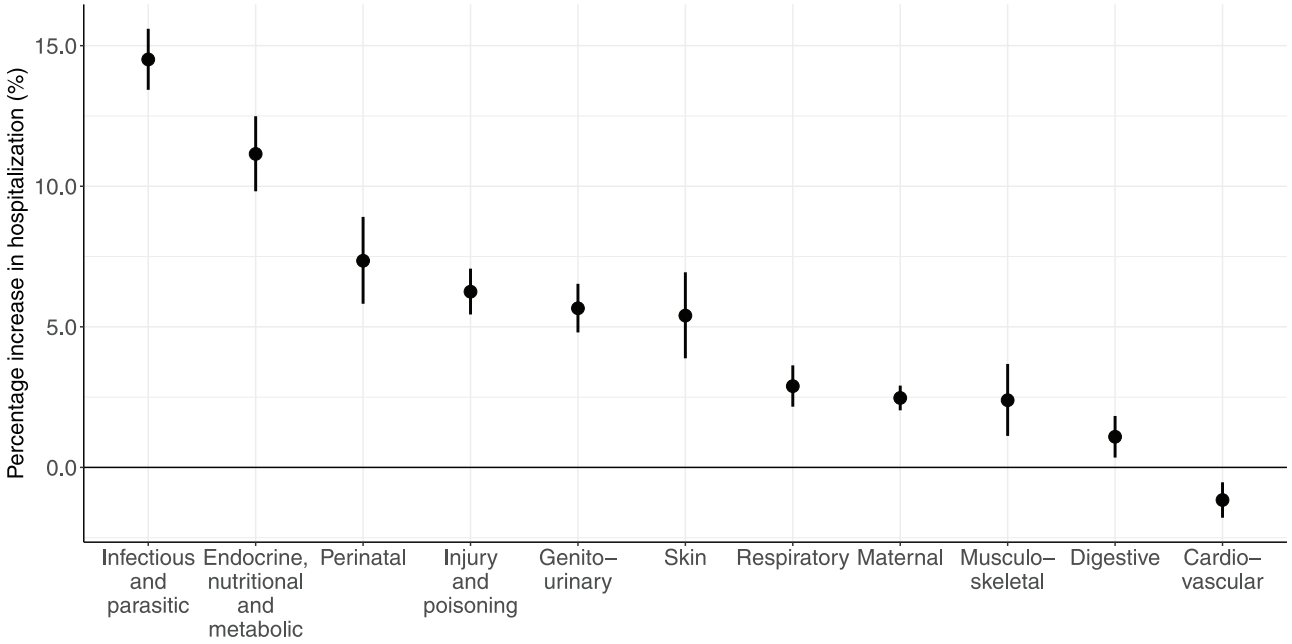


Figure 3. Cumulative association between heat exposure (5°C increase in daily mean temperature) and hospitalization over lag 0–7 d by cause category during 2000–2015 hot seasons. Data on hospitalization were extracted from 1,814 cities via the Brazilian Unified Health System. City-specific heat–hospitalization associations were estimated using quasi-Poisson regression with constrained lag model, which were then pooled at the national level using random-effect meta-analyses. Long-term trend and intra-seasonal variation, day of the week and holidays were controlled for.

was also minimal. The result of the linear test indicated that the heat–hospitalization association was linear (Figure S7).

Discussion

This paper reports the first nationwide study to comprehensively examine the geographic, demographic, and temporal variations in the association between heat exposure and risk of hospitalization in the Brazilian population. We observed adverse effects of heat on a range of health outcomes in the Brazilian population that were greatest in children and the elderly. Assuming a causal exposure pathway, approximately 6% of Brazilian hospitalizations (equivalent to 132 cases per 100,000 residents) could be attributable to heat exposure during every hot season, with the attributable ASR greatest for infectious and parasitic admissions. Temporal change was negligible at the national level but varied by region over the 16-y study period.

Despite using different methodologies and exposure definitions, the relationship between heat exposure and hospitalization that we observed in Brazil is similar to findings from populations

Table 2. Hospitalizations (with 95% empirical confidence intervals) attributable to heat exposure over lag 0–7 days in the 1,814 Brazilian cities during 2000–2015 hot seasons by region, sex and age.

			Annual attributable rate (per 100,000 population)	
	Attributable cases	Attributable fraction (%)	Crude	Age-standardized
National	3,070,360 (1,600,393, 4,468,577)	6.2 (3.3, 9.1)	132 (69, 192)	132 (54, 205)
Region				
North	64,315 (6,738, 118,833)	5.1 (0.5, 9.3)	102 (11, 188)	124 (−82, 307)
Northeast	867,155 (269,494, 1,434,051)	6.3 (1.9, 10.4)	135 (42, 223)	146 (51, 235)
Central West	316,024 (138,043, 481,681)	8.2 (3.6, 12.5)	182 (80, 278)	180 (43, 305)
Southeast	1,313,757 (841,652, 1,765,259)	6.0 (3.8, 8.0)	120 (77, 162)	117 (62, 169)
South	496,648 (384,860, 605,893)	6.1 (4.7, 7.5)	140 (108, 170)	123 (55, 189)
Sex				
Men	1,381,501 (725,616, 2,004,986)	6.8 (3.6, 9.9)	120 (63, 175)	121 (35, 200)
Women	1,682,369 (857,792, 2,468,353)	5.8 (3.0, 8.5)	143 (73, 209)	141 (52, 225)
Age (years)				
0–4	686,394 (368,162, 972,421)	12.6 (6.7, 17.8)	393 (211, 556)	—
5–9	180,592 (76,158, 274,766)	10.7 (4.5, 16.2)	98 (41, 149)	—
10–19	385,259 (281,882, 485,903)	7.5 (5.5, 9.5)	92 (67, 116)	—
20–29	600,819 (199,159, 982,670)	6.2 (2.1, 10.2)	143 (47, 233)	—
30–39	436,899 (187,161, 675,904)	6.4 (2.7, 9.9)	119 (51, 185)	—
40–49	265,505 (84,602, 437,748)	4.9 (1.6, 8.1)	88 (28, 145)	—
50–59	154,272 (19,231, 284,036)	3.1 (0.4, 5.8)	71 (9, 130)	—
60–69	47,951 (−50,214, 142,711)	1.2 (−1.3, 3.6)	90 (−27, 201)	—
70–79	45,603 (−43,252, 130,920)	1.4 (−1.3, 4.0)	90 (−27, 201)	—
≥80	122,564 (28,364, 210,802)	5.7 (1.3, 9.8)	90 (−27, 201)	—

Note: Heat exposure for calculating attributable burden was defined as the increase in daily mean temperature during 2000–2015 hot seasons (the hottest four consecutive months for each city), compared with the minimum daily mean temperature. The best linear unbiased prediction of the cumulative association in each city was used to calculate the attributable burden.

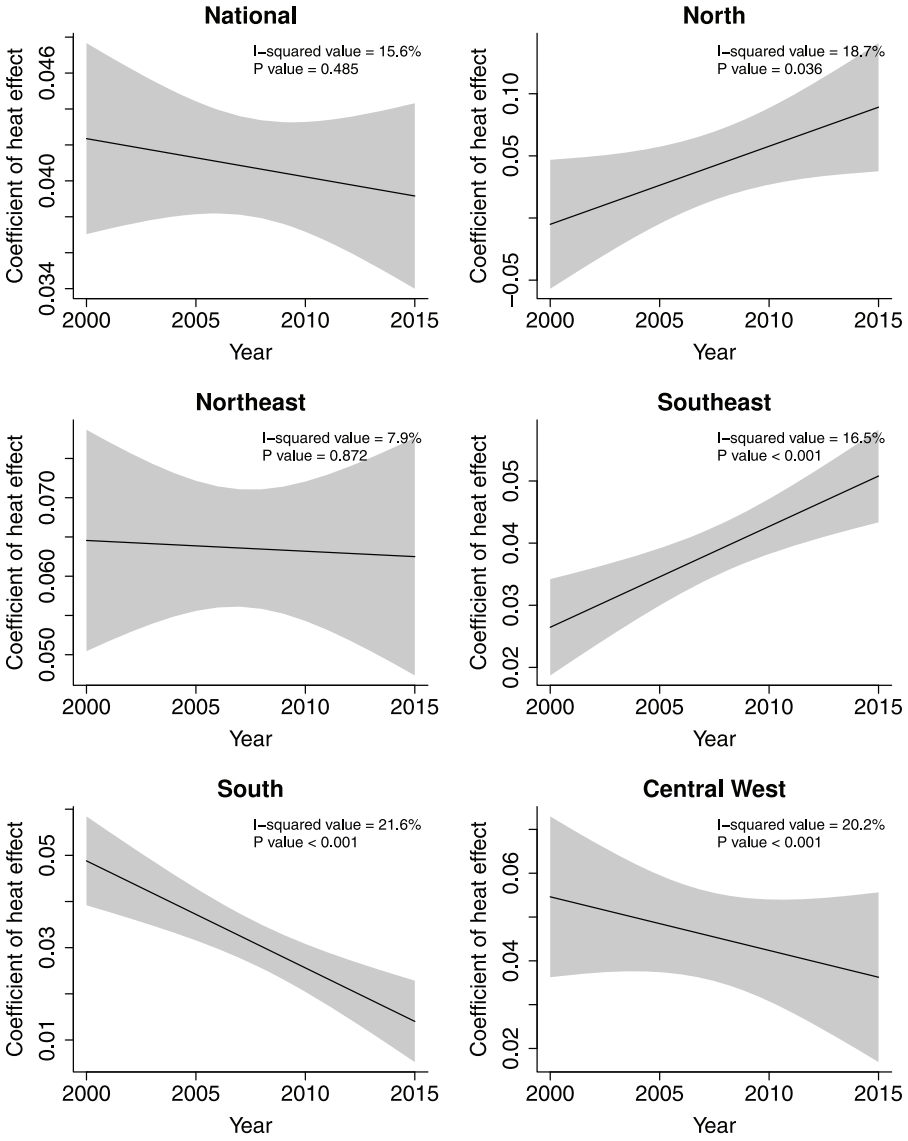


Figure 4. Annual change in coefficient of the cumulative association between heat exposure (5°C increase in daily mean temperature) and hospitalization over lag 0–7 d by region during 2000–2015 hot seasons. Data on hospitalization were extracted from 1,814 cities via the Brazilian Unified Health System. Random-effect meta-regression models were conducted, with "years" as the independent continuous variable (linear) and city-year-specific estimates as the dependent variable.

in other countries. A Vietnamese study reported that for every 1°C rise in daily mean temperature, the risk of hospitalization increased by 1.3% over lag 0–6 d in 13 tropical provinces during 2002–2014 (Phung et al. 2016). Another study conducted in 114 American cities reported an association between exposure to extreme heat and a 3% increase in the risk of all-cause hospitalization over lag 0–7 d during the 1992–2006 hot seasons (Gronlund et al. 2014). In Australia and China, 6% and 4% of current day's emergency admissions were attributable to daily heat exposure during summer, respectively (Cheng et al. 2018).

Substantial evidence exists to support a causal relationship between heat exposure and impaired functioning of many physiological systems. Both human and animal studies have demonstrated that exposure to high temperatures may disturb the secretion, transportation, and targeting of hormones, that could lead to endocrine, nutritional, and metabolic disorders (Faure et al. 2016; Kang et al. 2017). Some researchers have found that dehydration and hyperthermia compromise kidney function (Hansen et al. 2008; Williams et al. 2012). Heat-induced release of Interleukin-1 or Interleukin-6 has been shown to trigger an inflammatory response, resulting in respiratory distress syndrome (Kaldur et al. 2016; Michelozzi et al. 2009). Exposure to high temperatures has also been associated with a range of maternal and perinatal conditions, such as preterm birth and psychological stress during pregnancy (Carolan-Olah and Frankowska 2014; Lin et al. 2017). The associations observed in the current study between heat exposure and hospitalization for skin and muscle problems or injury are also in agreement with previous reports on heat rash and edema, or increased violent crime during hot days (Caspani et al. 2004; Grubenhoff et al. 2007; Raleigh et al. 2014).

Numerous studies have examined the impact of heat exposure on cardiovascular disease (Goldie et al. 2018; Tsangari et al. 2016). Potential physiopathologic mechanisms are that exposure to extreme heat is potentially associated with adverse changes in blood viscosity, plasma cholesterol, heart rate, and blood pressure, and increased oxidative damage to the arteries (Halonen et al. 2011; Kaldur et al. 2016; Radin et al. 2018). In our study, cardiovascular hospitalization was positively associated with heat on the first

exposure day, but the cumulative association was negative due to the large hospitalization displacement on subsequent days. Moreover, this negative cumulative association may reflect high rates of mortality subsequent to prolonged heat exposure, particularly among the most vulnerable population subgroups, such as the elderly and individuals with established cardiovascular disease. In support of this finding, a study covering 12 European cities reported a negative association for cardiovascular admissions but a positive association for cardiovascular deaths in the same population (Michelozzi et al. 2009).

Previously, the health impact associated with heat exposure has been attributed to an insufficient response of the body's thermoregulatory capacity (Gasparrini et al. 2012b; Guo et al. 2014). However, the high effect estimates for infectious, parasitic, and digestive diseases in this study imply that some ecological and behavioural factors may also contribute to the heat–health pathways. For example, evidence indicates that a variety of pathogens and vectors have advanced proliferation or survival in warmer environments, contributing to the epidemics of water- and food-borne diseases during the hot season (Bennet et al. 2006; Bentham and Langford 2001). Greater consumption of cold, contaminated water and uncooked food during hot days may stimulate gastrointestinal perturbation or facilitate the transmission of bacteria (Farthing et al. 2013; Thompson et al. 1983).

Findings from previous studies and our observations have shown that some health outcomes are more associated with high temperature than are other diseases. However, the attributable heat burden at the population level may exhibit a heterogeneous pattern. For example, although with similar estimated risks of hospitalization, the attributable ASR was higher for infectious and parasitic diseases than for endocrine, nutritional, and metabolic diseases in Brazil. This evidence should not be overlooked when developing protective strategies against high temperatures.

Demographic factors are important effect modifiers for the association between heat exposure and human health, such that women, children, and the elderly may be at greater risk during hot days (Basu 2009; Phung et al. 2016). In line with these studies, we found that for the entire Brazilian population, the youth and the elderly $\geq$80 years old had higher heat susceptibility than adults below age 80 did, possibly due to immature or impaired physiological systems against heat exposure (Committee on Sports Medicine Fitness 2000; Landrigan and Garg 2005). Our analyses indicated that the heat–hospitalization association and the associated attributable fraction were lowest for individuals at or around retirement age (50–79 y). This finding matches some mental–behavioural changes in this population that may benefit their health, such as less occupational stress and more time for healthier lifestyles (e.g., balanced diet) (Laranjeira et al. 2010; Monteiro et al. 2007).

Overall, no substantial sex difference was found in the heat effect and the attributable fraction of hospitalization. However, a marked sex–age difference was observed. Similar to findings in Australia and the United Kingdom (Hajat et al. 2007; Tong et al. 2014), older women in Brazil were more vulnerable to heat exposure than were men, possibly due to the effects of menopause on their thermoregulatory capacity. In comparison, the higher estimated risk in adolescent boys and middle-age men than in women may be explained by the males' higher levels of outdoor activities. The exception was among women of reproductive age, for whom, although they had low estimated risk of heat-related hospitalization, the attributable rate of hospitalization was still high due to the vast number of hospitalizations in this population subgroup.

Geographic variation in the relationship between temperature and health has been previously reported in other countries (Baccini et al. 2008; Phung et al. 2016). In Brazil, we found that the heat–hospitalization association varied by region, with individuals in the northeast most susceptible, whereas those in the south were least susceptible to heat. This finding likely reflects the fact that southern Brazil has a higher proportion of adults aged 50–79 y than does northern Brazil who are less affected by high temperatures relative to other population subgroups (IBGE 2013). However, imbalance in the population distribution within Brazil distorted the comparison of regional difference in attributable heat burden on the population level. This imbalance is also true for other countries with high levels of population migration. To address this issue, we calculated the ASRs of hospitalization attributable to heat. Our results indicated that the estimated heat-related burden indeed varied across Brazil after population adjustment; although it was broadly comparable in the north, southeast, and south, the ASR was highest in the central west, followed by the northeast. This variation suggests that there are region-specific characteristics that influence the rate of hospitalization due to heat exposure. For example, because the main occupation in the central west is agriculture, the average time spent outdoors per capita (and hence, exposure to heat) is likely to be high in this region (The Brazil Business 2013). In contrast, the northeast region has a more constant temperature relative to other regions, which mitigates the local attributable hospitalization burden over the hot season (Alvares et al. 2013).

Evidence from studies conducted in high-income countries, including the United States, Japan, and Spain, suggests that there has been a substantial decline in the effect of heat exposure on major health outcomes (such as mortality) during the 20th century (Barreca et al. 2016; Gasparrini et al. 2015a). Researchers speculated that this decline is a result of various factors, such as physiological adaptation to heat and improvements in infrastructure (e.g., building insulation, air-conditioning) associated with increased economic development (Anderson and Bell 2011; Gasparrini et al. 2015a; Vicedo-Cabrera et al. 2018). Despite Brazil's impressive economic growth and significant improvements in health outcomes over recent decades (IBGE 2013; The World Bank 2017c), the association between heat exposure and hospitalization has remained temporally unchanged at the national level during the 2000–2015 hot seasons. This finding suggests that minimal adaptation to heat has occurred within the Brazilian population at the national level. However, the regional variations (i.e., temporal increases in the north and southeast, declines in the central west and south, and nonsignificant change in the northeast) indicate a complicated geographic pattern in thermal adaptation. Additional studies are needed to explore whether this regional variation is modified by a range of local characteristics relevant to behavior, culture, and geography.

This study has several strengths. First, to the best of our knowledge, ours is the largest research study to characterize the relationship between heat exposure and cause-specific hospitalization and to examine the geographic, demographic, and temporal variations in the association. Second, this study included information on more than three-quarters of the Brazilian population, and thus our findings, particularly the city-specific estimates, are likely to be representative of the general population. Third, considering the geographic location and climatic diversity of Brazil, our results are also likely to be relevant to populations from other countries in South America. However, several limitations warrant brief discussion. First, the use of gridded temperature data rather than personal measurement may have introduced measurement error, resulting in an underestimation of the size of the observed associations. Second, we were unable to assess the modification effect of air pollution because of the lack of data from most Brazilian cities. However, previous findings have indicated that the heat–health associations from the effects of air pollution on health outcomes are robust (Guo et al. 2016; Zhao et al. 2017). Third, we were unable to provide the sex-specific ASRs for the 11 cause-specific categories because of the small sample sizes for some of the

categories. Finally, we were unable to make any inference as to the possible mechanistic pathways governing the relationship between heat exposure and cause-specific outcomes because of the lack of data on clinical information and other sociodemographic and health-related factors.

Conclusions

In the Brazilian population, exposure to high temperature was associated with a broad range of cause-specific hospitalizations between 2000 and 2015, in particular those hospitalizations due to infectious and parasitic diseases. The burden of hospitalization associated with heat exposure was not uniformly distributed across the population, but varied by age, sex, and region, as well as by underlying disease or health condition. The lack of evidence for demonstrable thermal adaptation at the national level over the study period implies that any future increases in mean temperature, as predicted by various climate change scenarios, will result in an increase in the attributable hospitalization burden in the Brazilian population. This increase is particularly true for residents dwelling in the north and southeast.

Acknowledgments

The authors thank the Brazilian Ministry of Health and Brazilian National Institute of Meteorology for providing hospitalization and meteorological data.

Q.Z. was supported by a Monash Graduate Scholarship and Monash International Postgraduate Research Scholarship. S.L. was supported by an Early Career Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (APP1109193). Y.G. was supported by a Career Development Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (APP1107107). M.A. holds investigator-initiated grants from Pfizer and Boehringer-Ingelheim for unrelated research.

References

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift 22(6):711–728, https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

Anderson GB, Bell ML. 2011. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. Environ Health Perspect 119(2):210–218, https://doi.org/10.1289/ehp.1002313.

Armstrong BG, Gasparrini A, Tobias A. 2014. Conditional Poisson models: a flexible alternative to conditional logistic case cross-over analysis. BMC Med Res Methodol 14:122, PMID: 25417555, https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-122.

Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, et al. 2008. Heat effects on mortality in 15 European cities. Epidemiology 19(5):711–719, PMID: 18520615, https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e318176bfcd.

Bai L, Ding G, Gu S, Bi P, Su B, Qin D, et al. 2014. The effects of summer temperature and heat waves on heat-related illness in a coastal city of China, 2011–2013. Environ Res 132:212–219, PMID: 24815333, https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.002.

Bai L, Li Q, Wang J, Lavigne E, Gasparrini A, Copes R, et al. 2016. Hospitalizations from hypertensive diseases, diabetes, and arrhythmia in relation to low and high temperatures: population-based study. Sci Rep 6:30283, PMID: 27456033, https://doi.org/10.1038/srep30283.

Barreca A, Clay K, Deschenes O, Greenstone M, Shapiro JS. 2016. Adapting to climate change: the remarkable decline in the US temperature-mortality relationship over the twentieth century. J Political Econ 124(1):105–159, https://doi.org/10.1086/684582.

Basu R. 2009. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. Environ Health 8:40, PMID: 19758453, https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-40.

Basu R, Pearson D, Malig B, Broadwin R, Green R. 2012. The effect of high ambient temperature on emergency room visits. Epidemiology 23(6):813–820, PMID: 23007039, https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31826b7f97.

Bauters C, Lemesle G, de Groote P, Lamblin N. 2016. A systematic review and meta-regression of temporal trends in the excess mortality associated with diabetes mellitus after myocardial infarction. Int J Cardiol 217:109–121, PMID: 27179900, https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.04.182.

Bennet L, Halling A, Berglund J. 2006. Increased incidence of Lyme borreliosis in southern Sweden following mild winters and during warm, humid summers. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 25(7):426–432, PMID: 16810531, https://doi.org/10.1007/s10096-006-0167-2.

Bentham G, Langford IH. 2001. Environmental temperatures and the incidence of food poisoning in England and Wales. Int J Biometeorol 45(1):22–26, PMID: 11411411, https://doi.org/10.1007/s004840000083.

Carolan-Olah M, Frankowska D. 2014. High environmental temperature and preterm birth: a review of the evidence. Midwifery 30(1):50–59, PMID: 23473912, https://doi.org/10.1016/j.midw.2013.01.011.

Caspani M, Savioli M, Crotti S, Bruzzone P, Gattinoni L. 2004. Heat stress: characteristics, pathophysiology and avoidable mistakes. Minerva Anestesiol 70(7–8):617–624, PMID: 15252373.

Cheng J, Zhang Y, Zhang W, Xu Z, Bambrick H, Hu W, et al. 2018. Assessment of heat-and cold-related emergency department visits in cities of China and Australia: population vulnerability and attributable burden. Environ Res 166:610–619, PMID: 29982149, https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.026.

Committee on Sports Medicine Fitness. 2000. Climatic heat stress and the exercising child and adolescent. Pediatrics 106:158–159, PMID: 10878169, https://doi.org/10.1542/peds.106.1.158.

Farthing M, Salam MA, Lindberg G, Dite P, Khalif I, Salazar-Lindo E, et al. 2013. Acute diarrhea in adults and children: a global perspective. J Clin Gastroenterol 47(1):12–20, PMID: 23222211, https://doi.org/10.1097/MCG.0b013e31826df662.

Faure C, Charlot K, Henri S, Hardy-Dessources MD, Hue O, Antoine-Jonville S. 2016. Impaired glucose tolerance after brief heat exposure: a randomized crossover study in healthy young men. Clin Sci (Lond) 130(12):1017–1025, PMID: 26980346, https://doi.org/10.1042/CS20150461.

Fletcher BA, Lin S, Fitzgerald EF, Hwang SA. 2012. Association of summer temperatures with hospital admissions for renal diseases in New York State: a case-crossover study. Am J Epidemiol 175(9):907–916, PMID: 22455834, https://doi.org/10.1093/aje/kwr417.

Gasparrini A. 2011. Distributed lag linear and non-linear models in R: the package dlnm. J Stat Softw 43(8):1–20, PMID: 22003319, https://doi.org/10.18637/jss.v043.i08.

Gasparrini A, Armstrong B. 2013. Reducing and meta-analysing estimates from distributed lag non-linear models. BMC Med Res Methodol 13:1, PMID: 23297754, https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-1.

Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. 2010. Distributed lag non-linear models. Stat Med 29(21):2224–2234, PMID: 20812303, https://doi.org/10.1002/sim.3940.

Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. 2012a. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. Stat Med 31(29):3821–3839, PMID: 22807043, https://doi.org/10.1002/sim.5471.

Gasparrini A, Armstrong B, Kovats S, Wilkinson P. 2012b. The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. Occup Environ Med 69(1):56–61, PMID: 21389012, https://doi.org/10.1136/oem.2010.059782.

Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Kinney PL, Petkova EP, Lavigne E, et al. 2015a. Temporal variation in heat–mortality associations: a multicountry study. Environ Health Perspect 123(11):1200–1207, PMID: 25933359, https://doi.org/10.1289/ehp.1409070.

Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. 2015b. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. Lancet 386(9991):369–375, PMID: 26003380, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0.

Gasparrini A, Leone M. 2014. Attributable risk from distributed lag models. BMC Med Res Methodol 14:55, PMID: 24758509, https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-55.

Goldie J, Alexander L, Lewis SC, Sherwood SC, Bambrick H. 2018. Changes in relative fit of human heat stress indices to cardiovascular, respiratory, and renal hospitalizations across five Australian urban populations. Int J Biometeorol 62(3):423–432, PMID: 28965155, https://doi.org/10.1007/s00484-017-1451-9.

Gronlund CJ, Zanobetti A, Schwartz JD, Wellenius GA, O'Neill MS. 2014. Heat, heat waves, and hospital admissions among the elderly in the United States, 1992–2006. Environ Health Perspect 122(11):1187–1192, PMID: 24905551, https://doi.org/10.1289/ehp.1206132.

Grubenhoff JA, du Ford K, Roosevelt GE. 2007. Heat-related illness. Clin Pediatr Emerg Med 8(1):59–64, https://doi.org/10.1016/j.cpem.2007.02.006.

Guo Y. 2017. Hourly associations between heat and ambulance calls. Environ Pollut 220(Pt B):1424–1428, PMID: 27825842, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.091.

Guo Y, Barnett AG, Pan X, Yu W, Tong S. 2011. The impact of temperature on mortality in Tianjin, China: a case-crossover design with a distributed lag nonlinear model. Environ Health Perspect 119(12):1719–1725, PMID: 21827978, https://doi.org/10.1289/ehp.1103598.

Guo Y, Gasparrini A, Armstrong B, Li S, Tawatsupa B, Tobias A, et al. 2014. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: a systematic

evaluation. Epidemiology 25(6):781–789, PMID: 25166878, https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000165.
Guo Y, Gasparrini A, Armstrong B, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, et al. 2016. Temperature variability and mortality: a multi-country study. Environ Health Perspect 124(10):1554–1559, PMID: 27258598, https://doi.org/10.1289/EHP149.
Guo Y, Gasparrini A, Armstrong B, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, et al. 2017. Heat wave and mortality: a multicountry, multicommunity study. Environ Health Perspect 125(8):087006, PMID: 28886602, https://doi.org/10.1289/EHP1026.
Guo Y, Gasparrini A, Li S, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho M, et al. 2018. Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: a multicountry time series modelling study. PLoS Med 15(7):e1002629, PMID: 30063714, https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629.
Ha J, Kim H. 2013. Changes in the association between summer temperature and mortality in Seoul, South Korea. Int J Biometeorol 57(4):535–544, PMID: 22872184, https://doi.org/10.1007/s00484-012-0580-4.
Hajat S, Kovats RS, Lachowycz K. 2007. Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: who is at risk? Occup Environ Med 64(2):93–100, PMID: 16990293, https://doi.org/10.1136/oem.2006.029017.
Halonen JI, Zanobetti A, Sparrow D, Vokonas PS, Schwartz J. 2011. Outdoor temperature is associated with serum HDL and LDL. Environ Res 111(2):281–287, PMID: 21172696, https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.12.001.
Hansen AL, Bi P, Ryan P, Nitschke M, Pisaniello D, Tucker G. 2008. The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate city of Australia. Int J Epidemiol 37(6):1359–1365, PMID: 18710886, https://doi.org/10.1093/ije/dyn165.
IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). 2013. Population Projection of Brazil by sex and age: 2000–2060. http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shtm [accessed 2 September 2017].
IHME (Institute for Health Metrics and Evaluation). 2016. GBD Compare Data Visualization. http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare [accessed 22 January 2018].
Kaldur T, Unt E, Ööpik V, Zilmer M, Eha J, Paapstel K, et al. 2016. The acute effects of passive heat exposure on arterial stiffness, oxidative stress, and inflammation. Medicina (Kaunas) 52(4):211–216, PMID: 27697238, https://doi.org/10.1016/j.medici.2016.06.001.
Kang HJ, Piao MY, Lee IK, Kim HJ, Gu MJ, Yun C-H, et al. 2017. Effects of ambient temperature and dietary glycerol addition on growth performance, blood parameters and immune cell populations of Korean cattle steers. Asian-Australas J Anim Sci 30(4):505, PMID: 27608638, https://doi.org/10.5713/ajas.16.0474.
Landrigan P, Garg A. 2005. "Children are not little adults." *Children's Health and the Environment—A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector* Pronczuk-Garbino J, ed. Geneva: World Health Organization:3–16.
Laranjeira R, Pinsky I, Sanches M, Zaleski M, Caetano R. 2010. Alcohol use patterns among Brazilian adults. Braz J Psychiatr 32(3):231–241, PMID: 19918673, https://doi.org/10.1590/S1516-44462009005000012.
Lin Y, Hu W, Xu J, Luo Z, Ye X, Yan C, et al. 2017. Association between temperature and maternal stress during pregnancy. Environ Res 158:421–430, PMID: 28689033, https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.034.
Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, D'Ippoliti D, Marino C, Baccini M, et al. 2009. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. Am J Respir Crit Care Med 179(5):383–389, PMID: 19060232, https://doi.org/10.1164/rccm.200802-217OC.
Monteiro CA, Cavalcante TM, Moura EC, Claro RM, Szwarcwald CL. 2007. Population-based evidence of a strong decline in the prevalence of smokers in Brazil (1989-2003). Bull World Health Organ 85(7):527–534, PMID: 17768501, https://doi.org/10.2471/BLT.06.039073.
NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2017. Climate at a glance: Time series. http://www.ncdc.noaa.gov [accessed 11 May 2017].
Phung D, Guo Y, Nguyen HT, Rutherford S, Baum S, Chu C. 2016. High temperature and risk of hospitalizations, and effect modifying potential of socio-economic conditions: a multi-province study in the tropical Mekong Delta region. Environ Int 92:77–86, PMID: 27060418, https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.034.
Prince MJ, Wu F, Guo Y, Robledo LMG, O'Donnell M, Sullivan R, et al. 2015. The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. Lancet 385(9967):549–562, PMID: 25468153, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61347-7.
Radin JM, Neems D, Goglia R, Siddiqui K, Steinhubl SR. 2018. Inverse correlation between daily outdoor temperature and blood pressure in six US cities. Blood Press Monit 23(3):148–152, PMID: 29677012, https://doi.org/10.1097/MBP.0000000000000322.
Raleigh C, Linke A, O'Loughlin J. 2014. Extreme temperatures and violence. Nature Clim Change 4(2):76–77, https://doi.org/10.1038/nclimate2101.
Soneja S, Jiang C, Fisher J, Upperman CR, Mitchell C, Sapkota A. 2016. Exposure to extreme heat and precipitation events associated with increased risk of hospitalization for asthma in Maryland, USA. Environ Health 15:57, PMID: 27117324, https://doi.org/10.1186/s12940-016-0142-z.
The Brazil Business. 2013. Brazilian Regions. http://thebrazilbusiness.com/article/brazilian-regions [accessed 23 November 2017].
The World Bank. 2017a. *GDP ranking (2016)* [Data file]. World Development Indicators 2017 ed.
The World Bank. 2017b. *Population ranking (2016)* [Data file]. World Development Indicators 2017 ed.
The World Bank. 2017c. *GINI index (World Bank estimate)* [Data file]. World Development Indicators 2017 ed.
Thompson D, Richelson E, Malagelada J. 1983. Perturbation of upper gastrointestinal function by cold stress. Gut 24(4):277–283, PMID: 6832623, https://doi.org/10.1136/gut.24.4.277.
Tong S, Wang XY, Yu W, Chen D, Wang X. 2014. The impact of heatwaves on mortality in Australia: a multicity study. BMJ open 4(2):e003579, PMID: 24549159, https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003579.
Tsangari H, Paschalidou A, Kassomenos A, Vardoulakis S, Heaviside C, Georgiou K, et al. 2016. Extreme weather and air pollution effects on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Cyprus. Sci Total Environ 542(Pt A):247–253, PMID: 26519584, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.106.
Vicedo-Cabrera AM, Sera F, Guo Y, Chung Y, Arbuthnott K, Tong S, et al. 2018. A multi-country analysis on potential adaptive mechanisms to cold and heat in a changing climate. Environ Int 111:239–246, PMID: 29272855, https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.006.
Williams S, Nitschke M, Weinstein P, Pisaniello DL, Parton KA, Bi P. 2012. The impact of summer temperatures and heatwaves on mortality and morbidity in Perth, Australia 1994–2008. Environ Int 40:33–38, PMID: 22280925, https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.11.011.
Xavier AC, King CW, Scanlon BR. 2016. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). Int J Climatol 36(6):2644–2659, https://doi.org/10.1002/joc.4518.
Zhao Q, Coelho MSZS, Li S, Saldiva PH, Hu K, Abramson MJ, et al. 2018. Spatiotemporal and demographic variation in the association between temperature variability and hospitalizations in Brazil during 2000–2015: a nationwide time-series study. Environ Int 120:345–353, PMID: 30114624, https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.021.
Zhao Q, Zhang Y, Zhang W, Li S, Chen G, Wu Y, et al. 2017. Ambient temperature and emergency department visits: Time-series analysis in 12 Chinese cities. Environ Pollut 224:310–316, PMID: 28222977, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.010.

PLOS MEDICINE

RESEARCH ARTICLE

The association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil: A nationwide time series study between 2000 and 2015

Qi Zhao[1], Shanshan Li[1]*, Micheline S. Z. S. Coelho[2], Paulo H. N. Saldiva[2], Kejia Hu[3], Rachel R. Huxley[4], Michael J. Abramson[1], Yuming Guo[1]*

1 Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne, Australia, **2** Institute of Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, **3** Institute of Island and Coastal Ecosystems, Ocean College, Zhejiang University, Zhoushan, China, **4** College of Science, Health and Engineering, La Trobe University, Melbourne, Australia

* shanshan.li@monash.edu (SL); yuming.guo@monash.edu (YG)

Check for updates

OPEN ACCESS

Citation: Zhao Q, Li S, Coelho MSZS, Saldiva PHN, Hu K, Huxley RR, et al. (2019) The association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil: A nationwide time series study between 2000 and 2015. PLoS Med 16(2): e1002753. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753

Academic Editor: William B Goggins, Chinese University of Hong Kong, HONG KONG

Received: August 11, 2018

Accepted: January 23, 2019

Published: February 22, 2019

Copyright: © 2019 Zhao et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: The authors are not permitted to share the third party data used in the analyses. For information on data access, readers are asked to contact Dr Rongbin Xu (rongbin.xu@monash.edu).

Funding: QZ was supported by the Monash Graduate Scholarship and the Monash International Postgraduate Research Scholarship (https://www.monash.edu/graduate-research). SL was supported by the Early Career Fellowship of Australian National Health and Medical Research

Abstract

Background

To our knowledge, no study has assessed the association between heatwaves and risk of hospitalization and how it may change over time in Brazil. We quantified the heatwave–hospitalization association in Brazil during 2000–2015.

Methods and findings

Daily data on hospitalization and temperature were collected from 1,814 cities (>78% of the national population) in the hottest five consecutive months during 2000–2015. Twelve types of heatwaves were defined with daily mean temperatures of ≥90th, 92.5th, 95th, or 97.5th percentiles of year-round temperature and durations of ≥2, 3, or 4 consecutive days. The city-specific association was estimated using a quasi-Poisson regression with constrained distributed lag model and then pooled at the national level using random-effect meta-analysis. Stratified analyses were performed by five regions, sex, 10 age groups, and nine cause categories. The temporal change in the heatwave–hospitalization association was assessed using a time-varying constrained distributed lag model. Of the 58,400,682 hospitalizations (59% women), 24%, 34%, 21%, and 19% of cases were aged <20, 20–39, 40–59, and ≥60 years, respectively. The city-specific year-round daily mean temperatures were 23.5 ± 2.8 ˚C on average, varying from 26.8 ± 1.8 ˚C for the 90th percentile to 28.0 ± 1.6 ˚C for the 97.5th percentile. We observed that the risk of hospitalization was most pronounced for heatwaves characterized by high daily temperatures and long durations across Brazil, except for the minimal association in the north (the hottest region). After controlling for temperature, the association remained for severe heatwaves in the south and southeast (cold regions). Children 0–9 years, the elderly ≥70 years, and admissions for perinatal conditions were most strongly associated with heatwaves. Over the study period, the strength of the heatwave–hospitalization association declined substantially in the south, while an apparent

Council (NHMRC) [grant number APP1109193] (https://www.nhmrc.gov.au/). YG was supported by a Career Development Fellowship of the Australian NHMRC [grant number APP1107107] (https://www.nhmrc.gov.au/). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: I have read the journal's policy and the authors of this manuscript have the following competing interests: MJA has received investigator initiated grants for unrelated research from Pfizer and Boehringer-Ingelheim. He has also undertaken an unrelated consultancy for Sanofi. The other authors have declared that no competing interests exist.

Abbreviations: CI, confidence interval; df, degrees of freedom; IBGE, Brazil's National Institute of Statistics; ICD-10, International Classification of Diseases, 10th revision; RH, relative humidity; STROBE, Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology.

increase was observed in the southeast. The main limitations of this study included the lack of data on individual temperature exposure and measured air pollution.

Conclusions

There are geographic, demographic, cause-specific, and temporal variations in the heatwave–hospitalization associations across the Brazilian population. Considering the projected increase in frequency, duration, and intensity of heatwaves, future strategies should be developed, such as building early warning systems, to reduce the health risk associated with heatwaves in Brazil.

Author summary

Why was this study done?

- Brazil has a rapidly growing morbidity burden and is experiencing some of the most severe effects of global warming. However, there is no national evidence regarding the heatwave–hospitalization associations.

What did the researchers do and find?

- Using a data set covering >78% of the national population (>160 million residents), we performed a nationwide time series study to examine the relationship between heatwaves and risk of all-cause and cause-specific hospitalizations and how it varied over time among the Brazilian population.
- Exposure to heatwaves characterized by high temperatures and long durations was associated with higher risk of hospitalization compared with moderate heatwaves. The duration of severe heatwaves was additively associated with risk of hospitalization in the cooler south and southeast regions.
- Children and the elderly were most vulnerable to heatwaves. Hospital admissions for perinatal conditions were most strongly associated with heatwaves. Over the study period, the risk of hospitalization associated with moderate heatwaves declined substantially in Brazil (especially in the south), with the notable exception of an apparent increase in the southeast region.

What do these findings mean?

- To the best of our knowledge, this is the first national study to explore the geographic, demographic, cause-specific, and temporal variations in the association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil.
- Considering the projected increase in the frequency, duration, and intensity of heatwaves, future strategies for the forecasting of healthcare utilization in the Brazilian population should take into account the association between heatwaves and hospitalizations, especially among the most vulnerable population subgroups.

- Given the unique location of Brazil and its climatic and geographic diversity, our findings may be of relevance for other South American countries.

Introduction

Globally, the average temperature has risen by 1.7 ˚C since 1910, accompanied by increased frequency, duration, and intensity of extreme heat events, otherwise known as heatwaves [1]. Heatwaves are among the most life-threatening meteorological factors, causing more excess morbidity and mortality than other natural disasters due to their large scope of influence and inadequate preparation [2]. In 2003, a heatwave across Europe caused more than 72,000 excess deaths in 14 European countries, while over 55,000 Russians are estimated to have lost their lives because of the sustained extreme heat in the summer of 2010 [3].

There is no unified criterion regarding the critical temperature threshold and duration of heatwaves worldwide. For example, in Sweden, a heatwave is defined as at least five adjacent days when the daily maximum temperatures are above 25 ˚C [4]. In Maine, United States, a heatwave is confirmed if there are more than two adjacent days with daily temperatures >35 ˚C [5]. However, most definitions of heatwaves are based on the total adverse effect on the population as a whole, without considering how the effect may vary across age and sex groups and among patients with pre-existing disease conditions [6].

South America is experiencing some of the most significant effects of global warming compared with many other areas of the world [7]. Brazil—the fifth most populous country—has more than 207 million people living in an area of land that covers nearly half of the South American continent [8,9]. Life expectancy in the Brazilian population has increased by more than 10 years since 1990, to 76 years in 2016 [10]. Consequently, the burden of morbidity has remained largely unchanged in the past quarter century, placing considerable pressure on its universal healthcare system [11]. Brazil has one of the world's fastest-growing economies of recent decades [12]. Findings from high-income countries in the Northern Hemisphere have indicated that rapid economic development may confer some degree of protection against the adverse health outcomes associated with extreme heat [13,14]. Whether this is also true for populations from lower–middle-income countries in the Southern Hemisphere remains unknown.

Given the populous nature of Brazil and the vulnerability of the South American continent to climate change, we have started to document the growing impact of climate change on healthcare utilization in Brazil [15–17]. The climatic diversity and the unique disease burden of this country suggest that the association between heatwaves and health outcomes may differ from other countries [18,19]. In this study, we use a national data set to quantify the geographic, demographic, cause-specific, and temporal variations in the association between heatwaves and risk of all-cause and cause-specific hospitalizations in the Brazilian population.

Methods

This time series study is reported as per the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) guidelines (S1 Text). The data analyses for the present study were performed following a prospective analysis plan (S2 Text). Changes in the analysis plan are described in S2 Text.

Study area

There are five regions in Brazil—the north, northeast, central west, southeast, and south (S1 Fig). This geographic classification is defined officially by Brazil's National Institute of Statistics (IBGE) according to the similarities of states and cities in climatic and socioeconomic characteristics. There are three main climatic zones in Brazil, including a tropical climate in the north and central west, a semiarid climate in the northeast, and a subtropical/temperate climate in the south and southeast [19]. The population density was lowest in the north (4 persons/km^2) and highest in the southeast (87 persons/km^2) [18,20]. Economically, the southeast is the most developed region, where the socioeconomic disparity is also significant: over half of Brazil's slums or poor settlements are located in this region [20]. In contrast, the south has the most equitable level of socioeconomic development.

Data collection

Hospitalization data. For each city, time series data on hospitalization between 1 January 2000 and 31 December 2015 were collected through Brazil's National Unified Health System. There were 5,570 cities in Brazil at the end of 2015, but the electronic medical records of some cities were not completed during the early years. To reduce the impact of missing data, we only applied for hospitalization records in 1,814 cities that had complete data for the 16-year study period. The population coverage of our data set ranged from 26% in the north to 87% in the south (>78% at the national level). Medical variables included information on patient's sex, age (0–4, 5–9, 10–19, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70–79, or ≥80 years), admission date, city of residence, and primary diagnosis coded according to the International Classification of Diseases, 10th revision (ICD-10). The hospitalization data were then divided into nine main cause categories according to primary diagnosis (S1 Table).

Meteorological data. For each city, daily minimum and maximum temperatures were extracted from a 0.25˚ × 0.25˚ meteorological data set developed by Xavier and colleagues [21] using an inverse distance weighting interpolation with data from 735 weather stations. Specifically, data from the grid overlaying the center of each city were applied. Daily mean temperature was computed as the mean of minimum and maximum temperatures. In addition, data on daily relative humidity (RH) were obtained from 193 city-specific weather stations during 2000–2012 via Brazil's National Institute of Meteorology.

Definitions of heatwaves

Although without a unified definition, a heatwave for a specific area is commonly considered as an extreme heat event that persists for ≥2 days, compared with its long-term weather status [2]. Some heatwave studies applied various temperature indicators, including daily minimum, mean, and maximum temperatures [22,23]. However, findings from a recent multicountry study suggest that daily mean temperature may perform better for estimating the heatwave–health association than daily minimum and maximum temperatures [24]. In this study, we defined heatwaves using the daily mean temperature, as it represents the overall thermal condition of a day. In this study, we applied 12 heatwave definitions (S2 Table) by combining thresholds at the 90th, 92.5th, 95th, or 97.5th percentiles of city-specific year-round daily mean temperatures and durations of ≥2, 3, or 4 consecutive days, respectively. Compared with using unified temperature values as thresholds, these definitions were able to take into consideration the long-term local acclimatization [24,25]. Longer durations were not applied due to the extremely low frequency for days with high temperature thresholds.

Statistical analyses

Heatwave–hospitalization association. Data analyses were conducted for the hottest five consecutive months in each city, which were identified using the city-specific monthly mean temperatures during 2000–2015. A two-stage approach was applied to quantify the heatwave–hospitalization association [24,26]. In the first stage, a quasi-Poisson regression with constrained distributed lag model was used to estimate the relative risk of hospitalization (with 95% confidence interval [CI]) in each city separately during heatwave days compared with nonheatwave days. For each city,

$$N_j \sim poisson\,(\mu_j)$$

$$Log\,(\mu_j) = \alpha + cb(HW_j,\ lag = 7) + \beta Stratum_j + \gamma Dow_j + \delta Holiday_j, \quad (1)$$

for which N_j is the daily hospitalization counts on day j. HW_j is a binary variable representing heatwave days (yes or no). cb(HW_j, lag = 7) is the cross-basis function to fit the cumulative association on lag 0–7 days, with a natural cubic spline with 3 degrees of freedom (df) used for lag days. $Stratum_j$ is a categorical variable of the year and calendar month (e.g., 2000-Jan, 2000-Feb, or 2000-Mar) to control for the within-season variation and long-term trend. In total, there were 192 strata (16 × 12). This design provides reliable control for temporal variations [27,28]. Dow_j is a categorical variable representing day of the week. $Holiday_j$ is a binary variable representing public holidays in Brazil. α is the intercept. β, γ, and δ are coefficients.

In the second stage, city-specific estimates fitted by Eq 1 were pooled at the national level using a random-effect meta-analysis with maximum likelihood estimation [29]. Stratified analyses were performed by five regions, sex, 10 age groups, and nine main cause categories.

Added risk associated with the duration of heatwaves. Findings from previous studies have suggested that the association between heatwaves and mortality may be deconstructed into two parts [24]: (1) the independent health risk of daily high temperature and (2) the added health risk due to the duration of extreme heat. To examine whether the added health risk existed for Brazilian hospitalizations, the two-stage analysis was performed by controlling for daily mean temperatures. Our initial analysis using a distributed lag nonlinear model indicated that the association between daily mean temperature and hospitalization was linear (S2 Fig). Therefore, an additional cross-basis function was added into Eq 1, which combined a linear function for daily mean temperature and a 3-df natural cubic spline for the lag of temperature up to seven days.

Temporal variation in the association. A similar two-stage approach was applied to estimate the heatwave–hospitalization associations at two specific early and late time points of the study period—the middle days of the hottest five consecutive months in 2002 and 2013. This strategy has been described in detail by Gasparrini and colleagues [14] to explore whether there is temporal variation in the temperature–health association. In the first stage, the heatwave–hospitalization associations at the two time points in each city were estimated using the quasi-Poisson regression with time-varying constrained distributed lag model [14,30]. Specifically, assuming a linear temporal change, an additional linear interaction term was added into Eq 1, which multiplied cb(HW_j, lag = 7) with a time variable centered at the specific time point in 2002 or 2013. In the second stage, the city-specific estimates were pooled at the national level using a random-effect meta-analysis with maximum likelihood estimation.

Sensitivity analyses. Sensitivity analyses were conducted to test whether our results were reliable by extending the lag from 0–7 days to 0–9 days and df of lag days from three to five. We evaluated the confounding effect of RH using observed data from 193 cities during 2000–2012.

R software (version 3.4.1) was used to perform all data analyses. The "dlnm" package was used to examine the distributed lag relationship between heatwaves and hospitalizations [31]. The "mvmeta" package was used to perform meta-analyses [32].

Results

During the hottest five consecutive months between 2000 and 2015, there were 58,400,682 (59% women) hospitalization cases in the 1,814 Brazilian cities (Table 1). Specifically, 24%, 34%, 21%, and 19% of cases were aged <20, 20–39, 40–59, and ≥60 years, respectively (2% of cases without age information). The city-specific year-round daily mean temperatures were 23.5 ± 2.8 ˚C on average, varying from 26.8 ± 1.8 ˚C for the 90th percentile to 28.0 ± 1.6 ˚C for the 97.5th percentile (S3 Table). Regionally, the average daily mean temperature ranged from 20.2 ± 1.5 ˚C (25.3 ± 1.2 ˚C for the 90th percentile and 27.0 ± 1.1 ˚C for the 97.5th percentile) in the south to 27.1 ± 0.7 ˚C (28.7 ± 0.6 ˚C for the 90th percentile and 29.5 ± 0.6 ˚C for the 97.5th percentile) in the north. For all heatwave definitions, the average number of heatwave days was similar across the five Brazilian regions, declining from 26 days for 90th_2d to 3 days for 97.5th_4d per year.

At the national level, heatwaves characterized by high temperatures and long durations (i.e., severe heatwaves) were associated with higher risk of hospitalization than heatwaves with low temperatures and short durations (i.e., moderate heatwaves) over lag 0–7 days (Fig 1A). The risk of hospitalization increased from 0.8% (95% CI 0.6%–1.2%) over 90th_2d to 2.6% (95% CI 1.9%–3.2%) over 97.5th_4d, compared with nonheatwave days. The cumulative associations between heatwaves and risk of hospitalization were significant in the southeast, northeast, and central west and minimal in the north. In contrast, only heatwaves lasting ≥4 days were substantially associated with hospitalizations in the south. The associations between heatwaves and hospitalizations were greatest on the first day of exposure and were followed by hospitalization displacements after lag 3 days (S3 Fig). The heatwave–hospitalization relationship disappeared for most heatwave definitions after controlling for daily temperatures across the five Brazilian regions (Fig 1B). However, heatwaves with a threshold ≥97.5th percentile of year-round temperatures were still positively associated with hospitalizations in the southeast and south.

There was no substantial sex difference in the cumulative association between heatwaves and hospitalizations (lag 0–7 days), but it varied by age group (Fig 2). The heatwave–

Table 1. Hospitalizations (cases and crude rate) and annual heatwave days in 1,814 Brazilian cities by region.

	Cases (rate%)	Mean annual days (±SD) of 12 heatwave definitions for each city											
		90th (2d)	90th (3d)	90th (4d)	92.5th (2d)	92.5th (3d)	92.5th (4d)	95th (2d)	95th (3d)	95th (4d)	97.5th (2d)	97.5th (3d)	97.5th (4d)
National	58,400,682 (2.5)	26 ± 4	21 ± 4	18 ± 4	19 ± 4	15 ± 3	12 ± 3	12 ± 3	9 ± 2	7 ± 2	6 ± 2	4 ± 2	3 ± 1
North	1,604,910 (2.5)	28 ± 4	22 ± 4	18 ± 5	21 ± 2	16 ± 3	13 ± 3	14 ± 2	11 ± 2	8 ± 2	7 ± 1	5 ± 1	4 ± 1
Northeast	17,130,114 (2.7)	26 ± 5	21 ± 4	18 ± 4	19 ± 4	15 ± 3	12 ± 3	12 ± 3	9 ± 2	7 ± 2	5 ± 2	4 ± 1	3 ± 1
Central west	4,845,190 (2.8)	26 ± 3	21 ± 3	18 ± 4	20 ± 3	16 ± 3	13 ± 3	13 ± 2	10 ± 2	8 ± 2	6 ± 1	5 ± 1	3 ± 1
Southeast	25,230,159 (2.3)	24 ± 4	20 ± 4	16 ± 4	17 ± 3	14 ± 3	11 ± 3	11 ± 3	9 ± 2	7 ± 2	5 ± 2	4 ± 1	3 ± 1
South	9,590,309 (2.7)	28 ± 3	24 ± 3	20 ± 2	21 ± 2	17 ± 2	14 ± 2	14 ± 2	11 ± 2	9 ± 2	7 ± 1	5 ± 1	4 ± 1

https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753.t001

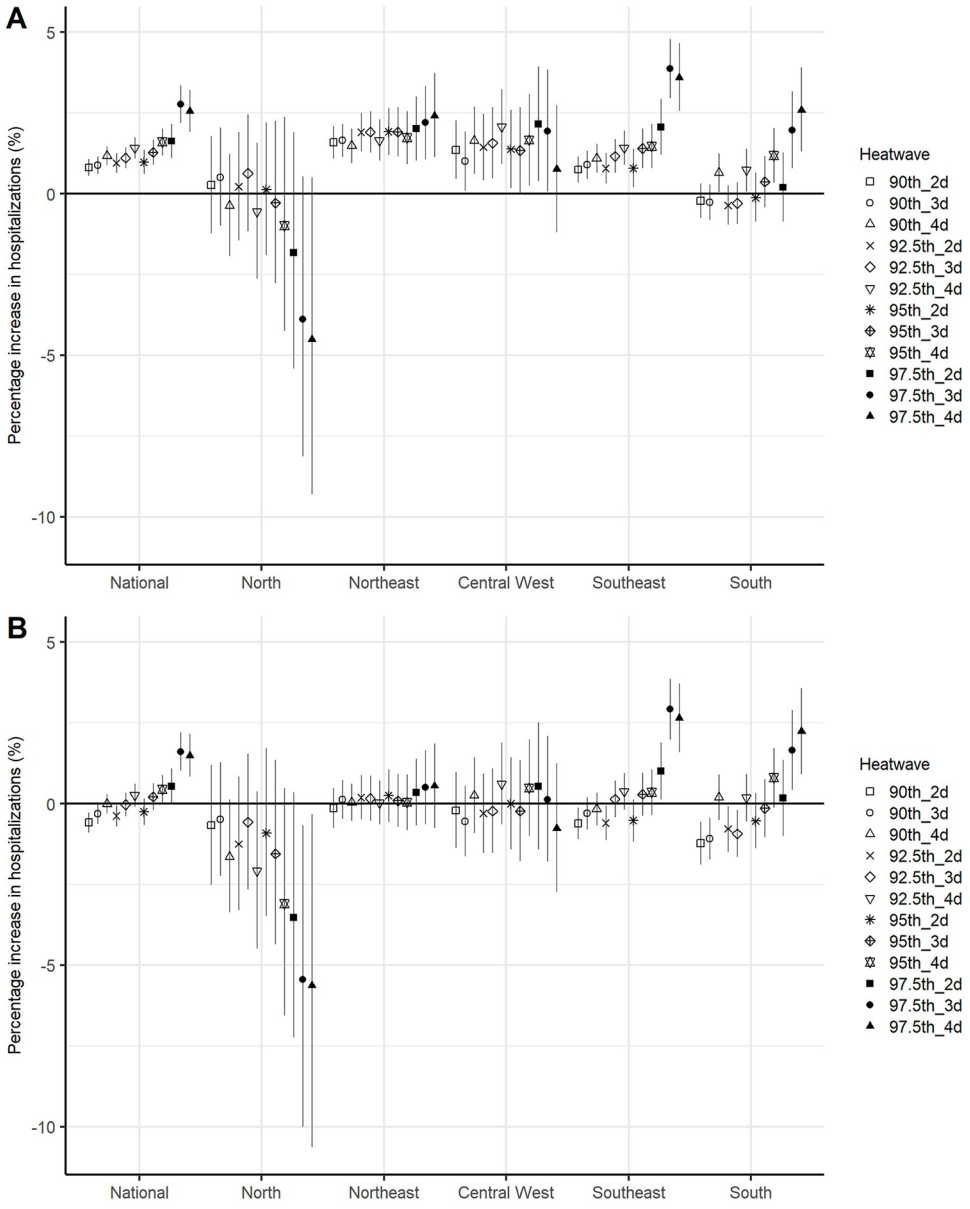


Fig 1. Associations between heatwaves (12 definitions) and risk of all-cause hospitalization by region. (A) Shows the results without controlling for daily mean temperature, representing the overall association between heatwaves and risk of hospitalization. (B) Shows the results after controlling for daily mean temperature, representing the added risk of hospitalization associated with heatwave duration.

https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753.g001

hospitalization relationships were strongest in children 0–9 years and the older population ≥70 years, particularly during severe heatwave days. For example, the risk of hospitalization increased by 18% in the elderly ≥80 years and 11% in children 5–9 years over 97.5th_4d. However, the subgroups 40–69 years were only substantially affected by severe heatwaves, such as 97.5th_3d and 97.5th_4d. The heatwave–hospitalization associations were greatest on the first day of exposure and declined thereafter in most population subgroups (S4 Fig).

The heatwave–hospitalization associations varied across the nine cause categories (Fig 3). The strongest association (lag 0–7 days) occurred for hospitalizations for perinatal problems

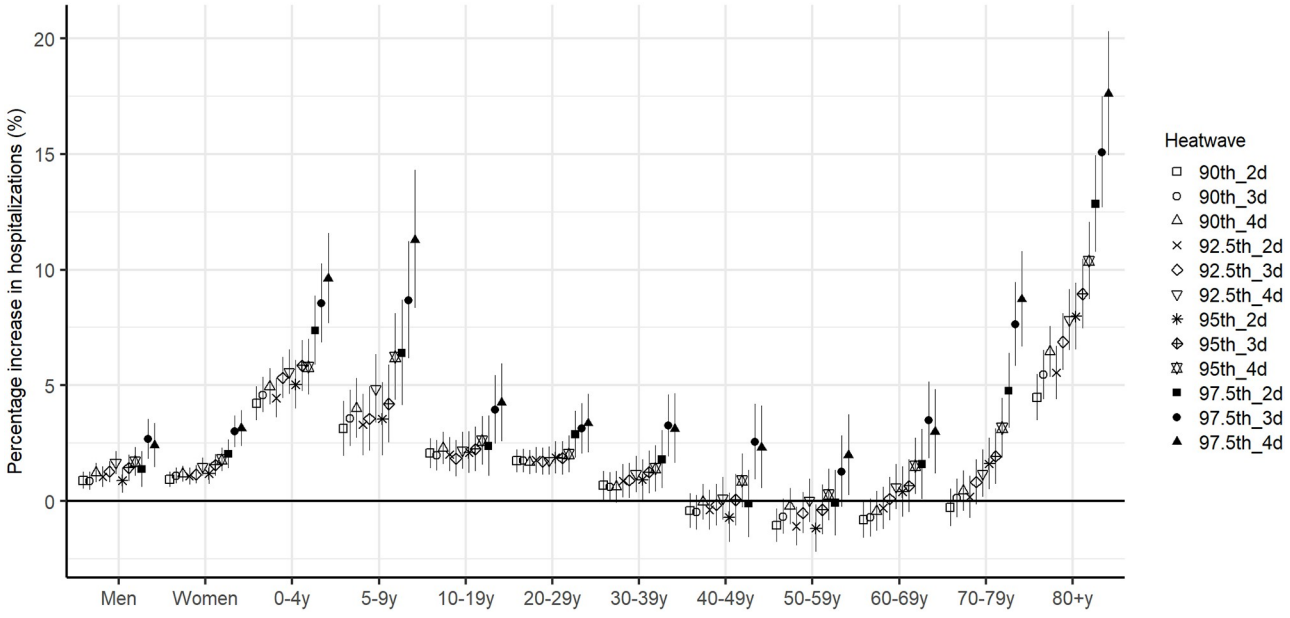


Fig 2. Associations between heatwaves (12 definitions) and risk of all-cause hospitalization by sex and age.

https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753.g002

over 97.5th_4d. In addition, admissions for endocrine, nutritional and metabolic diseases, skin problems, and genitourinary diseases were more strongly associated with severe heatwaves than other health conditions. In contrast, there was an inverse association between heatwaves and cardiovascular admissions over lag 0–7 days. The heatwave–hospitalization associations were highest on the first day of exposure and declined thereafter for most hospitalization causes (S5 Fig). The exception was cardiovascular admissions, which were negatively associated with heatwaves over lag 0–7 days.

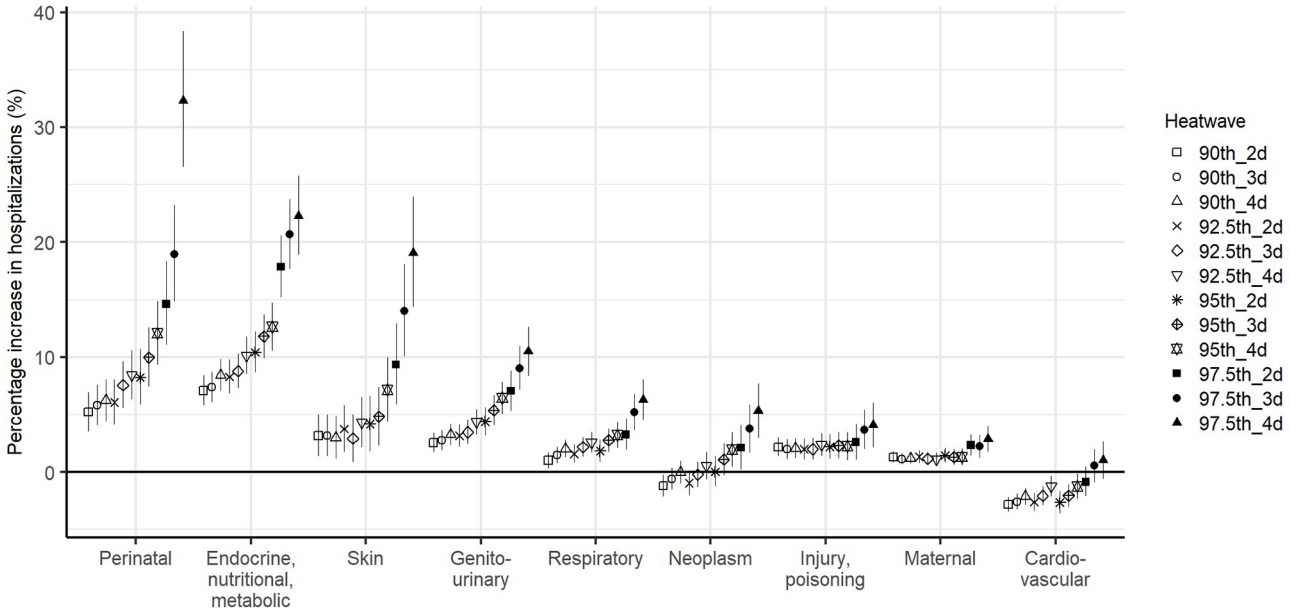


Fig 3. Associations between heatwaves (12 definitions) and risk of hospitalization for nine cause categories.

https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753.g003

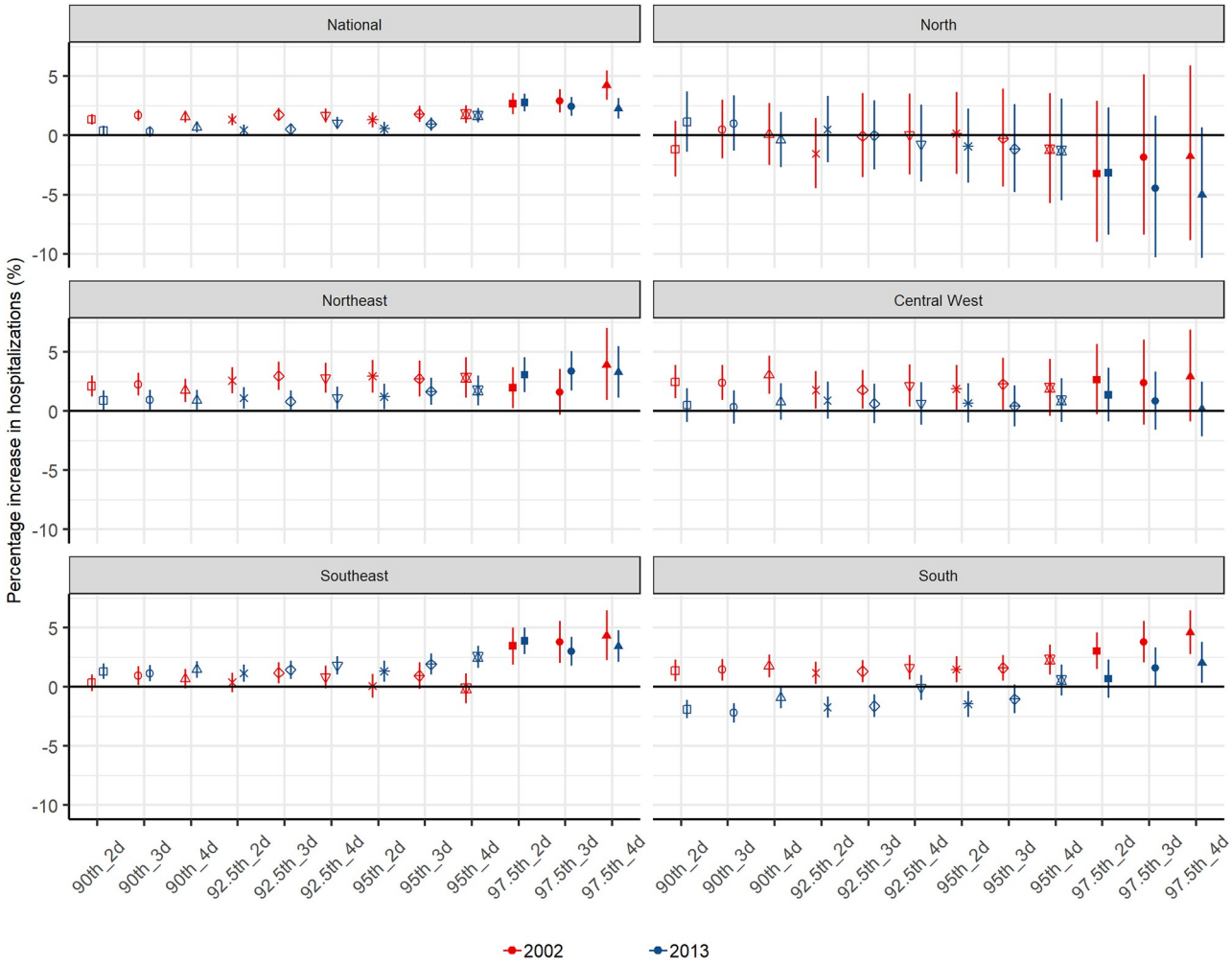


Fig 4. Associations between heatwaves (12 definitions) and risk of all-cause hospitalization by region at two time points. "2002" and "2013" indicate the middle days of the hottest five consecutive months in 2002 and 2013.

https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753.g004

At the national level, the heatwave–hospitalization association declined temporally, especially for moderate heatwaves (Fig 4). Regionally, the association declined to the greatest extent in the south, with the association inverted for moderate heatwaves. Apparent declines were observed for most heatwaves in the central west and northeast. For the majority of heatwave definitions, there was an apparent increase in the heatwave–hospitalization association in the southeast.

Results of sensitivity analyses indicated that our results were robust to changed maximum lag days (7–9 days), df (3–5), and the inclusion of RH (S6–S8 Figs).

Discussion

To the best of our knowledge, this is the first nationwide study to estimate the geographic, demographic, cause-specific, and temporal variations in the association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil. Using data covering more than 160 million residents, we observed that the risk of hospitalization—in particular for perinatal conditions—was higher during heatwaves with high temperatures and long durations than for moderate heatwaves.

The nature of the association was complex and varied by health conditions, population demographics, and by region of the country. While there was no sex difference for heatwave susceptibility, children and the elderly were more vulnerable than adults. The association between heatwaves and risk of hospitalization was minimal in the north. In contrast, heatwaves with a threshold ≥97.5th percentile of year-round temperature showed excess health risk in the south and southeast after controlling for temperature. Over the study period, the risk of hospitalization associated with moderate heatwaves declined substantially at the national level, but regional differences existed.

The health risks associated with heatwaves have been increasingly reported over the past half century, with nearly all findings derived from Asia, Europe, North America, and Oceania [33]. In Vietnam, heatwaves have been associated with an up to 2.5% increase in hospitalization in 25 tropical cities [34]. A US study found that the risk of hospital admission in 114 cities increased by 1.6% to 3.8% during heatwave days [35]. Another study in Brisbane, Australia estimated heatwave-related admissions to be 5% to 18% higher compared with nonheatwave days [36]. Interestingly, the heatwave–hospitalization relationships observed in populations from Brazil and Vietnam are largely similar to those in high-income countries. This refutes past statements that populations in lower- and lower–middle-income countries are more susceptible to extreme heat due to limited health resources and poor infrastructure [1]. In agreement with this, a recent multicountry study that focused on heatwave-related mortality reported similar findings, with the authors speculating that heatwave adaptation may be greater in countries with hot climates such as Brazil than in cooler countries [24].

Previous studies have speculated that the relationship between heatwaves and health outcomes may be due to the inadequate response of the body's thermoregulatory system [2,24,35]. However, the possible etiological pathways remain not fully understood. Our cause-specific results provide some insights regarding which physiological systems of the body may be susceptible to heatwaves. The highest risk of hospitalization occurred with perinatal conditions, which may be due to the immature nature of the physiological systems of newborns [37]. The strong association between heatwaves and hospitalizations for endocrine, nutritional and metabolic diseases, and skin problems were in agreement with clinical reporting of heat-related diseases, such as metabolic lactic acidosis and heat rash [38,39]. The dehydration and hypovolemia following exposure to extreme heat have been associated with renal failure and other genitourinary impairments [40]. There is evidence that heat stress may induce the release of inflammatory cytokines, causing the acute aggravation of respiratory disorders [41]. The associations between extreme high temperatures with injuries (e.g., violent crime and traffic accidents) and maternal conditions (e.g., preterm birth) have also been reported [42,43].

The adverse role of high temperature on the cardiovascular system has been well documented, including increases in heart rate and blood viscosity and declines in plasma volume and arterial blood pressure [44–46]. Paradoxically, we observed that the risk of cardiovascular admissions in Brazil declined after exposure to heatwaves. It is speculated that this may reflect a "harvesting effect" of extreme heat on individuals with pre-existing cardiovascular disease in the population, such that these individuals have a greater likelihood of dying before they are able to be hospitalized. Findings from a European study lend support to this hypothesis; in that study, heat exposure was inversely associated with cardiovascular morbidity but positively associated with cardiovascular mortality [41]. However, further studies are necessary to explore this phenomenon.

Population-level characteristics are important modifiers for the association between heatwaves and health outcomes within a country, with some studies suggesting that women may be more susceptible than men [47,48]. In contrast, our findings showed no substantial sex difference in the risk of hospitalization due to heat exposure. Brazils' Unified Health System,

which provides universally free access to health services for the Brazilian population, may largely explain this phenomenon [49]. Consistent with findings from other countries [50,51], children and the elderly in Brazil, particularly the population ≥70 years old, were more affected by heatwaves than adults. Both children and the elderly have lower thermoregulatory capacity compared with young and middle-aged adults [48]. In addition, there may be other explanatory variables, such as their lower awareness of drinking fresh water and electrolytes during extreme hot days.

Consistent with findings from countries with wide geographic areas [35], we also observed a regional variation in the association between heatwaves and hospitalizations within Brazil. The minimal association in the hottest region (the north) is in line with the hypothesis regarding adaptation; that is, people living in hot areas are less sensitive to heat exposure. However, the heatwave–hospitalization association in the coldest region (the south) was not significantly higher than regions with more moderate weather (the northeast and central west). This may be explained in part by the higher proportion of middle-aged adults—the population subgroup with the least heatwave susceptibility—in the south than other Brazilian areas [20]. The more advanced and balanced socioeconomic development in this area may also attenuate the population susceptibility to heatwaves [18].

In this study, the heatwave–hospitalization association diminished across most Brazilian regions after controlling for daily mean temperature. This is in line with some previous studies in other countries [24,35], indicating that the heatwave–hospitalization association may be largely represented by that of a single day's high temperature for both morbidity and mortality. The exceptions were for the cold regions (the south and southeast), where the duration of extreme hot days associated with additional health risks. It remains unclear whether the added hospitalization risk related to the duration of severe heatwaves is associated with regional characteristics, which warrants investigation by further studies.

Numerous studies have reported a long-term decline in the strength of the association between extreme heat events and health outcomes in some of the most developed countries, such as the US and Japan, indicating adaptive capacity at the population level [14,52]. In Brazil, we also observed a reduced strength of heatwave–hospitalization association over time at the national level. This parallels Brazil's economic development, infrastructure improvement (e.g., the generalization of air-conditioned and insulated buildings), and healthcare advancement in the past quarter century [12,53]. However, the attenuation was more apparent for heatwaves with low temperature thresholds, indicating that adaptation may be less effective against severe heatwaves. Our analysis shows a regional variation in this adaptive capacity, with the strongest adaptation occurring in the south of the country. Compared with other regions, the south has the most equitable distribution of socioeconomic indicators, such as the highest literacy rate [18,20]. The southeast region was the only area showing an apparent increase in heatwave susceptibility over the study period. This finding may be attributed to its having the greatest levels of socioeconomic inequality in the country, the greatest population density, and the highest proportion of people with poor health status [20,54].

IBGE estimates that the population of Brazil will remain relatively unchanged by 2060 [55]. However, the proportion of individuals ≥70 years will increase from 5% of the national population in 2015 to 19% in 2060, with the aging trend most severe in southern Brazil. Considering that there was minimal adaptation to heatwaves in populations in the southeast, the adverse association between heatwaves and risk of hospitalization—particularly among the elderly—should be considered. It is projected that the frequency, duration, and intensity of heatwaves will increase significantly over coming decades [56]. Given the lack of adaptability to severe heatwaves, the heatwave-related risk of hospitalization across the whole of the Brazilian population should also be considered in future healthcare planning and forecasting.

Strengths and limitations

Our study has several strengths. First, this is the first nationwide study to explore the relationship between different definitions of heatwaves and risk of hospitalization across the Brazilian population and to quantify the temporal change. Our findings are relevant to policy makers and healthcare service providers because the results can inform future policy aimed at mitigating future impacts on healthcare utilization that are associated with sustained periods of high temperatures. Secondly, this study covers over three-quarters of the Brazilian population, suggesting that our results are broadly representative of the entire population of Brazil. At the global level, our study adds reliable and much-needed information to the sparse amount of knowledge that exists around the health risk associated with heatwaves.

This study also has several limitations. We used gridded temperature data rather than personal measurement. The measurement bias, if existent, should be randomly distributed across the Brazilian population, which may result in an underestimation of the heatwave–hospitalization association [57]. We were unable to adjust for air pollutants in the model because only a few Brazilian cities had long-term monitoring data during the 16-year study period. However, numerous studies have shown that the relationship between extreme heat and health outcomes is robust to the confounding effect of air pollutants [6,58]. We were also unable to provide mechanistic explanations regarding the association between heatwaves and a range of health outcomes due to the lack of more information at the individual level.

Conclusions

In Brazil, heatwaves are associated with increased risk of hospitalization, with heatwaves characterized by high daily temperatures and long durations more vulnerable and less adaptable than moderate heatwaves. The heatwave–hospitalization association was unequally distributed but exhibited geographic, demographic, cause-specific, and temporal variations. Considering the predicted increase in the frequency, duration, and intensity of heatwaves under the current climate change scenarios, the health risk associated with heatwaves warrants further investigation. Adaptation strategies (e.g., developing a population-wide early warning system) and health promotion campaigns may help to reduce the burden of heatwave-related risk of hospitalization in Brazil and elsewhere in the world where heatwaves are becoming increasingly common.

Supporting information

S1 Text. STROBE Statement: Checklist of items that should be included in reports of observational studies. STROBE, Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology.
(DOCX)

S2 Text. Prospective analysis plan and modifications following comments from editors and reviewers.
(DOCX)

S1 Table. Causes of hospitalizations and ICD-10 codes. ICD-10, International Classification of Diseases, 10th revision.
(DOCX)

S2 Table. Twelve heatwave definitions.
(DOCX)

S3 Table. Summary of the city-specific daily mean temperatures (˚C, with standard deviations) across 1,814 Brazilian cities during 2000–2015.
(DOCX)

S1 Fig. Locations of 1,814 cities and the coverage (%) of local population in the five Brazilian regions. City-specific population sizes are extracted from Brazilian Census 2010 (http://www.censo2010.ibge.gov.br/).
(TIF)

S2 Fig. Association between daily mean temperature and hospitalization (at the national level), modeled using a distributed lag nonlinear model. A natural cubic spline with 2 df was applied for daily temperature. df, degrees of freedom.
(TIF)

S3 Fig. The heatwave–hospitalization association (90th_2d) across lag 0–7 days by region.
(TIF)

S4 Fig. The heatwave–hospitalization association (90th_2d) across lag 0–7 days by sex and age.
(TIF)

S5 Fig. The heatwave–hospitalization association (90th_2d) across lag 0–7 days by disease category.
(TIF)

S6 Fig. Results of sensitivity analyses by changing maximum lag days (7–9 days).
(TIF)

S7 Fig. Results of sensitivity analyses by changing df (3–5). df, degrees of freedom.
(TIF)

S8 Fig. Results of sensitivity analyses by including RH. RH, relative humidity.
(TIF)

Acknowledgments

We thank the Brazilian Ministry of Health and the Brazilian National Institute of Meteorology for providing hospitalization and meteorological data, respectively.

Author Contributions

Conceptualization: Shanshan Li, Yuming Guo.

Data curation: Qi Zhao, Shanshan Li, Micheline S. Z. S. Coelho, Paulo H. N. Saldiva.

Formal analysis: Qi Zhao.

Funding acquisition: Qi Zhao, Shanshan Li, Yuming Guo.

Investigation: Qi Zhao, Micheline S. Z. S. Coelho, Rachel R. Huxley, Michael J. Abramson.

Methodology: Qi Zhao, Rachel R. Huxley, Michael J. Abramson, Yuming Guo.

Project administration: Shanshan Li, Yuming Guo.

Resources: Shanshan Li, Micheline S. Z. S. Coelho, Rachel R. Huxley, Michael J. Abramson, Yuming Guo.

Software: Qi Zhao, Kejia Hu.

Supervision: Shanshan Li, Yuming Guo.

Validation: Qi Zhao, Shanshan Li, Micheline S. Z. S. Coelho, Paulo H. N. Saldiva, Yuming Guo.

Visualization: Qi Zhao, Shanshan Li.

Writing – original draft: Qi Zhao.

Writing – review & editing: Qi Zhao, Shanshan Li, Micheline S. Z. S. Coelho, Paulo H. N. Saldiva, Kejia Hu, Rachel R. Huxley, Michael J. Abramson, Yuming Guo.

References

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate change 2014: mitigation of climate change: Cambridge University Press; 2015.
2. McGregor GR, Bessemoulin P, Ebi KL, Menne B. Heatwaves and health: guidance on warning-system development: World Meteorological Organization; 2015.
3. CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters). Natural disasters from 1900 to 2017; 2018. Database: EM-DAT: The Emergency Events Database [Internet]. http://emdat.be/emdat_db/. [cited 2018 Apr 12].
4. Persson G, Wern L. Värmeböljor i Sverige: SMHI; 2011.
5. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). What is a Heat Wave? In: SciJinks [Internet]. https://scijinks.gov/heat/. [citied 2018 Apr 11].
6. Åström DO, Bertil F, Joacim R. Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. Maturitas. 2011; 69(2):99–105. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.03.008 PMID: 21477954
7. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Temperature Anomoly; 2016. Database: Climate at a glance: Time series [Internet]. http://www.ncdc.noaa.gov. [cited 2017 May 11].
8. The World Bank Data Catalog. Population ranking (2016); 2017. Database: World Development Indicators [Internet]. https://datacatalog.worldbank.org/search/type/dataset. [cited 2018 Sep 21].
9. IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). Brazilian Territorial Area; 2016. Database: Geosciences [Internet]. http://www.ibge.gov.br/english/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm. [cited 2017 Aug 18].
10. The World Bank Data Catalog. Life expectancy at birth, total (years); 2017. Database: World Development Indicators [Internet]. Available from: https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN?locations=BR. [cited 2018 Sep 21].
11. IHME (Institute for Health Metrics and Evaluation). Brazil, Both sexes, Age-standardized, Prevalent cases per 100,000; 2017. Database: GBD Compare Data Visualization [Internet]. https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/. [cited 2018 Mar 24].
12. The World Bank. GDP ranking (2016); 2017. Database: World Development Indicators (2017) [Internet]. https://data.worldbank.org/data-catalog/gdp-ranking-table. [cited 2018 Jul 21].
13. Chung Y, Yang D, Gasparrini A, Vicedo-Cabrera AM, Fook Sheng Ng C, Kim Y, et al. Changing Susceptibility to Non-Optimum Temperatures in Japan, 1972–2012: The Role of Climate, Demographic, and Socioeconomic Factors. Environ Health Perspect. 2018; 126(5):057002. https://doi.org/10.1289/EHP2546 PMID: 29727132
14. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Kinney PL, Petkova EP, Lavigne E, et al. Temporal variation in heat–mortality associations: a multicountry study. Environ Health Perspect. 2015; 123(11):1200. https://doi.org/10.1289/ehp.1409070 PMID: 25933359
15. Coelho MSZS, Luiz FTG. Statistical analysis aiming at predicting respiratory tract disease hospital admissions from environmental variables in the city of São Paulo. J Environ Public Health. 2010;2010.
16. Zhao Q, Coelho MSZS, Li S, Saldiva PH, Hu K, Abramson MJ, et al. Spatiotemporal and demographic variation in the association between temperature variability and hospitalizations in Brazil during 2000–2015: A nationwide time-series study. Environ Int. 2018; 120:345–53. https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.021 PMID: 30114624
17. Coelho MSZS, Massad E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. Int J Biometeorol. 2012; 56(2):233–41. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0419-4 PMID: 21369729

18. Duran R. Brazilian Regions. [citied 2017 Dec 23]. In: The Brazil Business [Internet]. http://thebrazilbusiness.com/article/brazilian-regions.
19. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. 2013; 22(6):711–28.
20. IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). Synopsis of the 2010 demographic census; 2011. Database: 2010 Population Census [Internet]. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse_tab_brasil_zip.shtm. [cited 2018 Mar 12].
21. Xavier AC, King CW, Scanlon BR. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). Int J Climatol. 2016; 36(6):2644–59.
22. Chien L-C, Guo Y, Zhang K. Spatiotemporal analysis of heat and heat wave effects on elderly mortality in Texas, 2006–2011. Sci Total Environ. 2016; 562:845–51. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.042 PMID: 27110995
23. Anderson GB, Bell ML. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 US communities. Environ Health Perspect. 2011; 119(2):210. https://doi.org/10.1289/ehp.1002313 PMID: 21084239
24. Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, et al. Heat wave and mortality: a multicountry, multicommunity study. Environ Health Perspect. 2017; 125(8).
25. Guo Y, Gasparrini A, Li S, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Coelho MdSZS, et al. Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. PLoS Med. 2018; 15(7):e1002629.
26. Gasparrini A, Armstrong B. The impact of heat waves on mortality. Epidemiology. 2011; 22(1):68. https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181fdcd99 PMID: 21150355
27. Guo Y, Barnett AG, Pan X, Yu W, Tong S. The impact of temperature on mortality in Tianjin, China: a case-crossover design with a distributed lag non-linear model. Environ Health Perspect. 2011; 119:1719–25. PMID: 21827978
28. Armstrong BG, Gasparrini A, Tobias A. Conditional Poisson models: a flexible alternative to conditional logistic case cross-over analysis. BMC Med Res Methodol. 2014; 14(1):122.
29. Gasparrini A, Armstrong B. Reducing and meta-analysing estimates from distributed lag non-linear models. BMC Med Res Methodol. 2013; 13(1):1.
30. Chung Y, Noh H, Honda Y, Hashizume M, Bell ML, Guo Y-LL, et al. Temporal changes in mortality related to extreme temperatures for 15 cities in Northeast Asia: adaptation to heat and maladaptation to cold. Am J Epidemiol. 2017; 185(10):907–13. https://doi.org/10.1093/aje/kww199 PMID: 28444109
31. Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models. Stat Med. 2010; 29 (21):2224–34. https://doi.org/10.1002/sim.3940 PMID: 20812303
32. Gasparrini A, Armstrong B, Kenward M. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. Stat Med. 2012; 31(29):3821–39. https://doi.org/10.1002/sim.5471 PMID: 22807043
33. Campbell S, Remenyi TA, White CJ, Johnston FH. Heatwave and health impact research: A global review. Health Place. 2018; 53:210–8. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.08.017 PMID: 30189362
34. Phung D, Chu C, Rutherford S, Nguyen HLT, Do CM, Huang C. Heatwave and risk of hospitalization: A multi-province study in Vietnam. Environ Pollut. 2017; 220:597–607. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.008 PMID: 27743790
35. Gronlund CJ, Zanobetti A, Schwartz JD, Wellenius GA, O'Neill MS. Heat, heat waves, and hospital admissions among the elderly in the United States, 1992–2006. Environ Health Perspect. 2014; 122 (11):1187. https://doi.org/10.1289/ehp.1206132 PMID: 24905551
36. Tong S, Wang XY, Barnett AG. Assessment of heat-related health impacts in Brisbane, Australia: comparison of different heatwave definitions. PLoS ONE. 2010; 5(8):e12155. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012155 PMID: 20730050
37. Basagaña X, Sartini C, Barrera-Gómez J, Dadvand P, Cunillera J, Ostro B, et al. Heat waves and cause-specific mortality at all ages. Epidemiology. 2011:765–72. https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31823031c5 PMID: 21968768
38. Grubenhoff JA, du Ford K, Roosevelt GE. Heat-related illness. Clin Pediatr Emerg Med. 2007; 8(1):59–64.
39. Caspani M, Savioli M, Crotti S, Bruzzone P, Gattinoni L. Heat stress: characteristics, pathophysiology and avoidable mistakes. Minerva Anestesiol. 2004; 70(7–8):617–24. PMID: 15252373
40. Hansen AL, Bi P, Ryan P, Nitschke M, Pisaniello D, Tucker G. The effect of heat waves on hospital admissions for renal disease in a temperate city of Australia. Int J Epidemiol. 2008; 37(6):1359–65. https://doi.org/10.1093/ije/dyn165 PMID: 18710886

41. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, D'ippoliti D, Marino C, Baccini M, et al. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. Am J Respir Crit Care Med. 2009; 179(5):383–9. https://doi.org/10.1164/rccm.200802-217OC PMID: 19060232

42. Raleigh C, Linke A, O'loughlin J. Extreme temperatures and violence. Nat Clim Change. 2014; 4(2):76.

43. Carolan-Olah M, Frankowska D. High environmental temperature and preterm birth: a review of the evidence. Midwifery. 2014; 30(1):50–9. https://doi.org/10.1016/j.midw.2013.01.011 PMID: 23473912

44. Halonen JI, Zanobetti A, Sparrow D, Vokonas PS, Schwartz J. Outdoor temperature is associated with serum HDL and LDL. Environ Res. 2011; 111(2):281–7. https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.12.001 PMID: 21172696

45. Radin JM, Neems D, Goglia R, Siddiqui K, Steinhubl SR. Inverse correlation between daily outdoor temperature and blood pressure in six US cities. Blood Press Monit. 2018; 23(3):148. PMID: 29677012

46. Shin H. Ambient temperature effect on pulse rate variability as an alternative to heart rate variability in young adult. J Clin Monit Comput. 2016; 30(6):939–48. https://doi.org/10.1007/s10877-015-9798-0 PMID: 26511754

47. Phung D, Guo Y, Nguyen HT, Rutherford S, Baum S, Chu C. High temperature and risk of hospitalizations, and effect modifying potential of socio-economic conditions: A multi-province study in the tropical mekong delta region. Environ Int. 2016; 92:77–86. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.034 PMID: 27060418

48. Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. Environ Health. 2009; 8(1):40.

49. Younger DS. Health Care in Brazil: Implications for Public Health and Epidemiology. Neurol Clin. 2016; 34(4):1071–83. https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.06.002 PMID: 27719990

50. Committee on Sports Medicine Fitness. Climatic heat stress and the exercising child and adolescent. Pediatrics. 2000; 106(1):158–9.

51. Landrigan P, Garg A. Children are not little adults. Children's Health and the Environment—A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector (Pronczuk-Garbino J, ed) Geneva: World Health Organization. 2005:3–16.

52. Nordio F, Zanobetti A, Colicino E, Kloog I, Schwartz J. Changing patterns of the temperature–mortality association by time and location in the US, and implications for climate change. Environ Int. 2015; 81:80–6. https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.04.009 PMID: 25965185

53. Macinko J, Harris MJ. Brazil's family health strategy—delivering community-based primary care in a universal health system. N Engl J Med. 2015; 372(23):2177–81. https://doi.org/10.1056/NEJMp1501140 PMID: 26039598

54. IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). Chronic diseases; Database: National Survey of Health 2013 [Internet]. https://ww2.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/pns/2013/default.shtm. [cited 2018 Mar 19].

55. IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics). Population projections by sex and age (2018); 2018. Database: Population Projection [Internet]. https://www.ibge.gov.br/en/np-statistics/social/population/18176-population-projection.html?=&t=downloads. [cited 2018 Nov 26].

56. Pachauri RK, Allen MR, Barros VR, Broome J, Cramer W, Christ R, et al. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC; 2014.

57. Guo Y, Barnett AG, Tong S. Spatiotemporal model or time series model for assessing city-wide temperature effects on mortality? Environ Res. 2013; 120:55–62. https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.09.001 PMID: 23026801

58. Zhao Q, Zhang Y, Zhang W, Li S, Chen G, Wu Y, et al. Ambient temperature and emergency department visits: Time-series analysis in 12 Chinese cities. Environ Pollut. 2017; 224:310–6. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.010 PMID: 28222977

JAMA Network Open

Original Investigation | Environmental Health

Assessment of Intraseasonal Variation in Hospitalization Associated With Heat Exposure in Brazil

Qi Zhao, MD; Shanshan Li, PhD; Micheline S. Z. S. Coelho, PhD; Paulo H. N. Saldiva, PhD; Kejia Hu, MSci; Michael J. Abramson, PhD; Rachel R. Huxley, PhD; Yuming Guo, PhD

Abstract

IMPORTANCE The onset of the hot season is known to be adversely associated with a range of health outcomes. However, little is known about whether the association is constant over the course of the hot season.

OBJECTIVE To quantify the change in the association between heat exposure and hospitalization from the early to late hot season in the Brazilian population.

DESIGN, SETTING, AND PARTICIPANTS This time-stratified case-crossover study used daily data on hospitalization and weather conditions during the 2000 to 2015 hot seasons in 1814 Brazilian cities. There were 49 145 997 admissions during the study period. Data analysis was conducted between May 12, 2018, and July 2, 2018.

EXPOSURES Increase in daily mean temperature.

MAIN OUTCOMES AND MEASURES Daily hospitalizations were recorded. Conditional quasi-Poisson regression with time-varying constrained distributed lag model was used to examine the city-specific association between heat and hospitalization in the early or late hot season. City-specific estimates were then pooled at the national level using random-effect meta-analysis. Stratified analyses were conducted by 5 regions, sex, 10 age groups, and 7 cause-specific categories.

RESULTS Of the 49 145 997 admissions (59% women), the median (interquartile range) age was 33.3 (19.8-55.7) years. At the national level, the risk of hospitalization increased by 4.6% (95% CI, 4.3%-4.9%) and 2.3% (95% CI, 1.9%-2.6%) for every 5°C increase in daily mean temperature in the early and late hot season, respectively. Exposure to early heat was associated with greater risk of hospitalization for residents in the northeast (6.4%; 95% CI, 5.5%-7.3%) and central west (7.1%; 95% CI, 6.1%-8.2%) compared with other regions. Children aged 0 to 9 years and elderly individuals (aged ≥80 years) were most susceptible. Admissions due to endocrine, nutritional, and metabolic diseases were most strongly associated with heat exposure. There was an attenuation in the heat-associated risk of hospitalization from the early to late hot season for all subgroups except young children and patients with hospitalization caused by respiratory illness.

CONCLUSIONS AND RELEVANCE In this study, the association between heat exposure and hospitalization attenuated temporally for most of the Brazilian population. Preventive strategies to mitigate the association of high temperature with population health should focus in particular on the first few days of heat exposure.

JAMA Network Open. 2019;2(2):e187901. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.7901

Key Points

Question During the hot season, is timing of heat exposure associated with varied risk of hospitalization in the Brazilian population?

Findings In this time-stratified case-crossover study, the association between heat exposure and hospitalization was greatest in the early hot season, particularly for residents living in the northeast and central west regions of Brazil. Exposure to early heat was associated with the highest risk of hospitalization for children and elderly individuals, and for admissions for endocrine, nutritional, and metabolic diseases.

Meaning Preventive strategies to mitigate the association of high temperature with population health should focus on extreme high temperatures occurring early in the hot season.

+ Supplemental content

Author affiliations and article information are listed at the end of this article.

Open Access. This is an open access article distributed under the terms of the CC-BY License.

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

Introduction

Globally, the past 30 years have constituted the hottest period since 1880, with this trend in global warming predicted to continue.[1,2] Heat exposure during the hot season has been widely associated with excess morbidity and mortality from a range of health outcomes. For example, a study from the United States reported that every 2.8°C rise in daily mean temperature is associated with 9% excess hospitalizations for acute renal failure.[3] Similarly, a study from the United Kingdom found a 2% to 4% increase in cardiovascular and genitourinary deaths per 1°C increase in daily mean summer temperature.[4]

Some previous studies exploring the association of heat exposure with health outcomes have assumed a constant susceptibility of the population to heat over the course of the hot season. However, a few recent findings have suggested that the association between heat and health may actually be greater at the beginning of the hot season than toward the end.[5-7] If true, this could have implications for how hospitals and public health programs plan for the increase in demand for health services that is associated with high temperature, especially from population subgroups of highest heat susceptibility such as very young individuals, elderly individuals, and those with preexisting conditions.

Brazil is the fifth most populous country in the world and has experienced a greater-than-average increase in temperature over the past decades.[2,8] In the past quarter century, Brazil's rapid economic development has resulted in substantial increase in life expectancy and an associated increase in morbidity.[9,10] We have previously shown that temperature anomalies are independent predictors for a variety of health-related conditions.[11,12] In this study, we explore how the association between heat exposure and health outcomes changes according to timing of exposure. Specifically, using a nationwide hospitalization data set, we examine whether there is intraseasonal variation in the association between heat exposure and hospitalization in the Brazilian population.

Methods

This study was approved and exempted by the Monash University Human Research Ethics Committee. The Brazilian Ministry of Health did not require ethical approval or informed consent for secondary analysis of aggregate anonymized data from the Brazilian Hospital Information System. This study followed the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) reporting guideline.[13]

Data Collection

Between January 1, 2000, and December 31, 2015, daily data on hospitalization were collected through the Unified Health System from 1814 cities, which accounted for more than 78% of the national population. eFigure 1 in the Supplement shows the locations of 1814 cities in the 5 Brazilian regions, with the population coverage ranging from 26% in the north to 87% in the southeast. Variables included sex, age, date of hospitalization, and primary diagnosis (coded using *International Classification of Diseases, 10th Revision*). Daily hospitalization counts were then divided into men and women, 10 age groups (0-4, 5-9, 10-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, and ≥80 years), and 7 main cause-specific categories (eTable 1 in the Supplement).

Daily data on minimum and maximum temperatures were collected from a nationwide weather data set with a 0.25° × 0.25° resolution.[14] Data from the center of each city were used in this study. Daily mean temperature was calculated by averaging daily minimum and maximum temperatures.[15] Station-based data on relative humidity were collected from 193 cities during 2000 to 2012 via the Brazilian National Institute of Meteorology.

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

Statistical Analysis

The hot season was defined as the hottest 4 consecutive months in each city. In this study, we explored the risk of hospitalization associated with heat exposure using daily mean temperature as it represents the average heat condition of a day. Associations between heat exposure and hospitalization in the early (first 2 months) and late (last 2 months) hot season were quantified using a 2-stage approach.

In the first stage, city-specific estimates of the association in the early or late hot season were quantified using a time-stratified case-crossover design. Briefly, we performed conditional quasi-Poisson regression with a time-varying constrained distributed lag model, with the time variable centered on the middle day of the first or last month of hot season.[5,16] Stratum was defined as the same days of the week in the same calendar month for each case to control for temporal trend.[17,18] Similar to previous studies,[6,19] our initial analyses indicated that the association between heat exposure and hospitalization was linear and lasted for up to 7 days. We thus fitted the exposure-response association using a linear function for lag of 0 to 7 days and fitted the lag-response association using a natural cubic spline with 3 *df*. In this study, the confounding effect of public holidays was also controlled for using a binary variable.

In the second stage, city-specific estimates cumulated over a lag of 0 to 7 days were pooled at the national level using random-effects meta-analysis with maximum likelihood estimation. Residual heterogeneity from meta-analysis was quantified by the Cochran Q test and the I^2 statistic. Stratified analyses were conducted by 5 regions, sex, 10 age groups, and 7 main cause-specific categories.

Sensitivity analyses were performed to examine the robustness of our results by changing the maximum lag of daily mean temperature from 7 to 9 days and the *df* of lag from 3 to 6. The confounding effect of relative humidity was also tested by adding the observed data in 193 cities. The linearity of the association between heat exposure and hospitalization was examined by using a distributed lag nonlinear model with a 3 *df* natural cubic spline for temperature dimension.

In this study, the estimated association between heat exposure and hospitalization was described as the percentage change in the risk of hospitalization (with 95% CI) for every 5°C increase in daily mean temperature. A random-effects metaregression model with the likelihood ratio test was applied to examine the differences in the association between heat exposure and hospitalization across region, population, and cause category subgroups in the early or late hot season, and the intraseasonal difference for each subgroup. For example, when examining the sex difference in the early hot season, a binary variable representing sex was set as the independent variable and city-specific estimates for men and women (in the early hot season) were set as the dependent variable. When examining the intraseasonal difference in the south, a binary variable representing early or late hot season was set as the independent variable and city-specific estimates (in the south) during the early and late hot season were set as the dependent variable.

Data analyses were performed using R statistical software version 3.4.1 (R Project for Statistical Computing). The package dlnm was applied to fit the cross-basis function in the first stage.[20] The package mvmeta was applied to perform meta-analysis in the second stage and the metaregression.[21] A 2-sided *P* value of less than .05 was regarded as statistically significant.

Results

Between 2000 and 2015, the daily mean (SD) temperatures in the hot season were 25.3°C (2.1°C) at the national level, ranging from 23.4°C (1.3°C) in the south to 27.7°C (0.7°C) in the north. The daily mean temperature was slightly higher in the early hot season (**Table**). There were 49 145 997 hospitalizations in the 1814 cities during the study period, with women accounting for 59%. The median (interquartile range) age of patients was 33.3 (19.8-55.7) years. The rates of hospitalization were similar across 5 Brazilian regions, approximating to a mean of 2.1%.

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

Geographic Variation

For every 5°C increase in daily mean temperature in the early hot season, the estimated risk of hospitalization increased by 4.6% (95% CI, 4.3%-4.9%) at the national level (**Figure 1**). The risk of hospitalization associated with early heat was greatest in the central west (7.1%; 95% CI, 6.1%-8.2%) and northeast (6.4%; 95% CI, 5.5%-7.3%), and lowest in the south (3.6%; 95% CI, 3.0%-4.2%) (results of significant tests are shown in eTable 2 in the Supplement). The hospitalization risk increased by 2.3% (95% CI, 1.9%-2.6%) at the national level (but was nonsignificant in the north) for every 5°C increase in daily mean temperature in the late hot season. The strength of the association between heat exposure and hospitalization declined significantly within the hot season for all 5 Brazilian regions.

Variation Across Demographic Subgroups

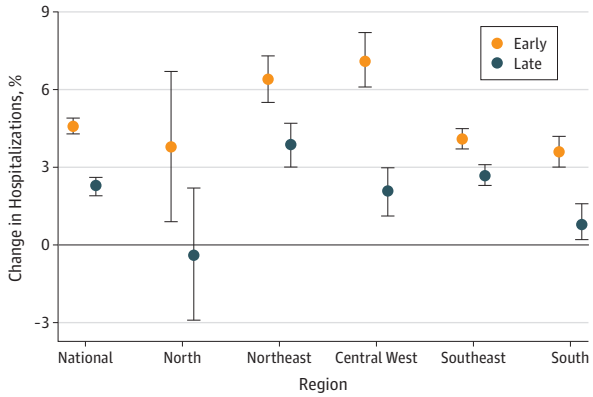
The association between heat exposure and hospitalization was nonsignificantly greater for men (4.8%; 95% CI, 4.4%-5.3%) than for women (4.3%; 95% CI, 4.0%-4.7%) in the early hot season (**Figure 2**; eTable 3 in the Supplement). The opposite trend was observed in the late hot season between men and women. The risks of hospitalization associated with heat exposure during the hot season were greater for children aged 9 years or younger and for individuals aged 80 years or older than for middle-aged adults. The association declined across most population subgroups (being negative for those aged 50-79 years) in the late hot season. The exception was for children aged 0 to 4 years, whose heat-associated risk of hospitalization increased by 10.2% (95% CI, 9.2%-11.1%) and 12.3% (95% CI, 11.4%-13.3%) in the early and late hot season, respectively.

Table. Summary of Hospitalizations and City-Specific Daily Mean Temperatures During the 2000 to 2015 Hot Seasons

Region	Population, No. (%)	Hospitalization Rate, %	Daily Temperature in the Hot Season, Mean (SD), °C		
			Whole	Early[a]	Late[a]
National	49 145 997 (100.0)	2.1	25.3 (2.1)	25.7 (2.6)	24.9 (3.0)
Region					
North	1 271 435 (2.6)	2.0	27.7 (0.7)	27.9 (1.7)	27.5 (1.3)
Northeast	13 823 251 (28.1)	2.1	27.1 (1.6)	27.4 (1.9)	26.8 (2.1)
Central west	3 847 427 (7.8)	2.2	26.3 (1.2)	26.6 (2.3)	26.1 (2.1)
Southeast	22 077 029 (44.9)	2.0	24.2 (1.3)	24.7 (2.)2)	23.7 (2.4)
South	8 126 855 (16.5)	2.2	23.4 (1.3)	24.0 (2.5)	22.8 (3.0)

[a] The early hot season was the first 2 months of the hot season; the late hot season was the last 2 months of the hot season.

Figure 1. Association Between Heat Exposure and Hospitalization During the Early and Late Hot Season by Region



Association was described as the percentage change in the risk of hospitalization for every 5°C increase in daily mean temperature. Error bars represent 95% confidence intervals.

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

Variation Across Cause-Specific Subgroups

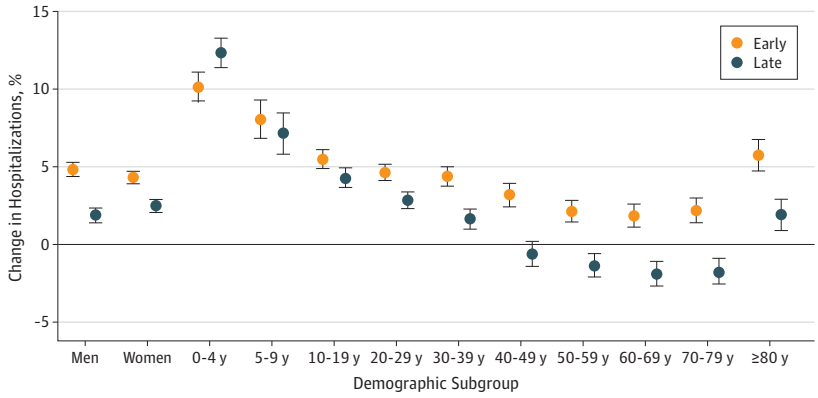
In the early hot season, the heat-associated risk was greatest for hospitalizations for endocrine, nutritional, and metabolic diseases and minimal for cardiovascular admissions (**Figure 3**; eTable 4 in the Supplement). The association between heat exposure and hospitalization attenuated significantly for most cause-specific categories (but inversely for cardiovascular diseases) in the late hot season. The exception was respiratory admissions, for which the risk associated with heat increased over the course of the hot season.

Lag Patterns of the Association Between Heat and Hospitalization

For most geographic, demographic, and cause-specific subgroups, the risk of hospitalization associated with heat in the early hot season diminished within a lag of 0 to 2 days (eFigures 2-4 in the Supplement). In the late hot season and for most subgroups, the strength of the association between heat exposure and hospitalization within a lag of 0 to 2 days was similar to that in the early hot season, but the subsequent hospitalization deficits were more substantial. This phenomenon was particularly clear for individuals aged 50 to 79 years and for those admitted for cardiovascular causes. By contrast, the risk associated with heat within the first 2 days was greater in the late hot season for children aged 5 to 9 years and for respiratory admissions.

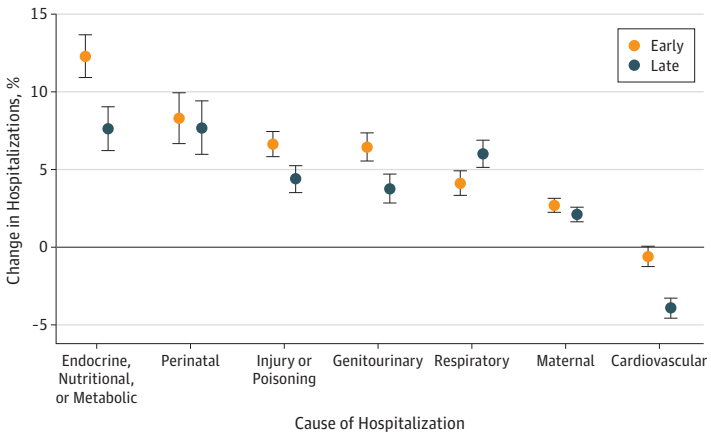
Results of sensitivity analyses indicated that our results were robust after changing the maximum lag from 7 to 9 days, changing the *df* from 3 to 6, and considering relative humidity

Figure 2. Association Between Heat Exposure and Hospitalization During the Early and Late Hot Season by Sex and Age



Association was described as the percentage change in the risk of hospitalization for every 5°C increase in daily mean temperature. Error bars represent 95% confidence intervals.

Figure 3. Association Between Heat Exposure and Hospitalization During the Early and Late Hot Season by Cause Category



Association was described as the percentage change in the risk of hospitalization for every 5°C increase in daily mean temperature. Error bars represent 95% confidence intervals.

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

(eTable 5 in the Supplement). The results of the distributed lag nonlinear model indicated a linear trend in the association between heat exposure and risk of hospitalization over the course of the hot season (eFigure 5 in the Supplement).

Discussion

This is the first nationwide study, to our knowledge, to explore the change in the association between heat exposure and hospitalization over the course of the hot season by using a national data set comprising over three-quarters (>160 million) of the Brazilian population. In the early hot season, the association between heat exposure and hospitalization varied across Brazil, with a stronger association observed for residents in the central west and northeast compared with other regions. The risk of hospitalization associated with early heat was greatest for children and for elderly individuals. For the 7 main cause-specific categories, admissions due to endocrine, nutritional, and metabolic diseases were most susceptible to early heat exposure. The risk of hospitalization associated with heat lessened over the course of the hot season. The exceptions were for children aged 0 to 4 years and for respiratory admissions; in both instances, the risk of hospitalization associated with heat increased with increasing duration of the hot season.

Our main findings are broadly consistent with several surveys from populations in other continents, although with different exposure indicators, health outcomes, and methods.[5,22] An ecological study evaluated mortality associated with heat exposure during the summers of 1985 to 2012 in 9 countries in North America, Western Europe, and East Asia by using a time-varying distributed lag nonlinear model for up to 10 days.[5] The excess risk of mortality associated with extreme high daily mean temperature was higher in early summer, with the temperature associated with minimum mortality shifting upward temporally. Another European study observed a stronger intraseasonal reduction in heat-associated mortality in Mediterranean cities than in north-continental cities over a lag of 0 to 3 days during the summers of 1990 to 2000.[22]

The underlying mechanisms that mediate the association between timing of heat exposure during the hot season and hospitalizations are unclear and beyond the scope of this ecological study. It has previously been speculated that the intraseasonal attenuation may be due to physiological acclimatization whereby the body's thermoregulatory response becomes more efficient with increasing duration of heat exposure.[23,24] Some behavioral changes (eg, limiting time spent outdoors) by individuals in response to heat may explain some of the diminution in the association between heat exposure and hospitalization at the beginning of the hot season.[5,25] Findings from the multicountry study may lend some support to this idea, as the risk of mortality associated with early heat was greater than the risk associated with late heat on a lag of 0 to 2 days, and this difference diminished with a longer lag period.[5]

In contrast, we observed opposite lag patterns for the association between heat exposure and hospitalization over the course of Brazil's hot season. For most subgroups, the strengths of the association for early and late heat were similar on a lag of 0 to 2 days, but the inverse association after the first 2 exposure days was more substantial in the late hot season. This suggests that physiological or behavioral acclimatization, although cannot be ruled out, is less likely to explain the attenuated association between heat exposure and hospitalization in Brazil over the course of the hot season. Alternatively, the lower cumulative risk associated with heat in the late hot season may be associated with medium-term harvesting: heat exposure in the early hot season may deplete the pool of susceptible individuals at the risk of hospitalization via triggering excess hospitalizations or deaths.

In comparison with all-cause studies, cause-specific investigations may shed further light on the association between heat exposure and health outcomes. In Brazil, exposure to early heat was associated with excess hospitalizations for a range of diseases, especially endocrine, nutritional, and metabolic diseases. This finding is in line with growing evidence that the impact of high temperature on the human body's physiological systems may vary.[4,26] The exception was for cardiovascular admissions, although the adverse effect of high temperature on the cardiovascular system has been

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

well documented.[27] In Brazil, we found that the risk of cardiovascular admissions associated with heat was minimal and negative in the early and late hot season. Several European studies have reported similar findings, explaining the absence of a positive association between heat exposure and cardiovascular admissions as a result of an excess number of sudden cardiac deaths occurring out of hospital.[28,29] This explanation is consistent with the much lower risk of cardiovascular admissions in the early and late hot season during longer lag periods.

Our cause-specific analyses showed that only respiratory admissions were increasingly associated with heat exposure from the early to late hot season. Without information at the individual patient level, we were unable to provide a detailed explanation for this phenomenon. However, the different lag patterns in the early and late hot season indicate a speculation that is not unrealistic, which warrants further investigation: despite its harvesting effect in reducing vulnerable cases, exposure to early heat may have also increased survivors' susceptibility in the late hot season.

Our study adds to the limited knowledge regarding the demographic and geographic characteristics of heat susceptibility over the course of the hot season. In Brazil, the association between heat exposure and hospitalization was strongest in young children, which may reflect their having an immature automatic thermoregulatory response relative to older children and adults (eg, greater heat absorption per unit of mass and immature ability to lose heat through sweating).[30,31] The temporal increase in heat susceptibility for children is in agreement with previous findings that have reported children to have lower capacity of acclimatization compared with adults.[32] The risk of hospitalization associated with heat exposure was also greater among individuals aged 80 years or older, possibly owing to age-associated physiological deterioration in body systems rendering them more susceptible to early heat.[26] Similar to previous studies,[33] we observed that among individuals aged 50 to 79 years there was an inverse association between heat exposure and risk of hospitalization in the late hot season. The lag patterns of the association between heat and hospitalization were largely consistent with admissions due to cardiovascular diseases, the leading health disorder for this age group.[34] This may partly explain the inverse association between heat and hospitalization in the late hot season. Similarly, we observed the same lag patterns of association in children aged 5 to 9 years and in respiratory admissions, the leading cause of hospital admissions among young children.[34] However, there may be other explainable factors that should not be overlooked, such as behavioral characteristics.

In the early hot season, the strength of the association between heat exposure and hospitalization increased from the hottest (the north) to more moderate areas (the northeast and central west) in Brazil. This is consistent with our previous finding that individuals in hot regions are less affected by high temperature relative to cooler areas.[35] However, geographic adaptation cannot explain the weaker association between heat exposure and hospitalization in the coolest southeast and south regions. We speculate that the greatest level of economic development in southern Brazil may play a modifying role, leading to less susceptibility to high temperature for local populations.[26,36]

This study has several strengths. First, to our knowledge this is the first study to assess the nationwide temporal change in the association between heat exposure and hospitalization over the course of the hot season. The wide national coverage suggests that our findings are reliable and representative of the general situation in Brazil. Second, this is also the first study to explore the geographic, demographic, and cause-specific variations in the impact of the timing of heat exposure during the hot season. Our findings, particularly the age-specific results that used finer groupings than previous studies, provide evidence regarding the variation in response to heat exposure across the population over the hot season. Third, the climatic and geographic diversity of Brazil suggest our findings may also be applied to other South American countries.

Limitations

We have to acknowledge several limitations. We applied grid temperature data owing to the lack of exposure information at the individual level. A previous study suggested that this may introduce

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

measurement errors; however, if this is true then any error will be randomly distributed across the population resulting in an underestimation of the heat effect.[37] In addition, we were unable to control for air pollution in the model because few Brazilian cities have data on air pollutants. However, numerous studies have indicated that the confounding effect of air pollutants on the association between temperature and health outcomes is minimal.[26,35] We were unable to speculate on causal mechanisms mediating the risk of hospitalization associated with heat owing to the lack of information at the individual patient level. This is also a limitation for other ecological studies to investigate potentially complex causal mechanisms linking environmental exposures (eg, suboptimal ambient temperature and air pollution) and health outcomes.[38,39]

Conclusions

In Brazil, the association between heat exposure and hospitalization was stronger in the early hot season, particularly for residents living in the central west and northeast regions. The risk of hospitalization associated with early heat exposure was not equally distributed across the Brazilian population. Children, elderly individuals, and patients admitted for endocrine, nutritional, and metabolic diseases were most susceptible to early heat exposure. The attenuated association suggests that people should take measures to protect their health from extreme high temperatures in the early hot season. The burden of heat-related morbidity is likely to continue to grow, and with it comes the need for better understanding of how human societies respond to, adapt to, and mitigate the effects of heat on health outcomes.

ARTICLE INFORMATION

Accepted for Publication: December 16, 2018.

Published: February 8, 2019. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.7901

Open Access: This is an open access article distributed under the terms of the CC-BY License. © 2019 Zhao Q et al. *JAMA Network Open*.

Corresponding Authors: Yuming Guo, PhD, Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Level 2, 553 St Kilda Rd, Melbourne, VIC 3004, Australia (yuming.guo@monash.edu); Shanshan Li, PhD, Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Level 2, 553 St Kilda Rd, Melbourne, VIC 3004, Australia (shanshan.li@monash.edu).

Author Affiliations: Department of Epidemiology and Preventive Medicine, School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Melbourne, Australia (Zhao, Li, Abramson, Guo); Institute of Advanced Studies, University of São Paulo, São Paulo, Brazil (Coelho, Saldiva); Institute of Island and Coastal Ecosystems, Ocean College, Zhejiang University, Zhoushan, China (Hu); College of Science, Health and Engineering, La Trobe University, Melbourne, Australia (Huxley).

Author Contributions: Dr Guo had full access to all of the data in the study and takes responsibility for the integrity of the data and the accuracy of the data analysis.

Concept and design: Zhao, Li, Hu, Huxley, Guo.

Acquisition, analysis, or interpretation of data: Zhao, Li, Coelho, Saldiva, Abramson, Guo.

Drafting of the manuscript: Zhao, Coelho, Guo.

Critical revision of the manuscript for important intellectual content: All authors.

Statistical analysis: Zhao, Coelho, Hu, Guo.

Obtained funding: Zhao, Guo.

Administrative, technical, or material support: Saldiva, Guo.

Supervision: Li, Abramson, Huxley, Guo.

Conflict of Interest Disclosures: Dr Abramson reported grants from Pfizer, grants from Boehringer-Ingelheim, and personal fees from Sanofi outside the submitted work. No other disclosures were reported.

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

Funding/Support: Dr Zhao was supported by a Monash Graduate Scholarship and Monash International Postgraduate Research Scholarship. Dr Li was supported by an Early Career Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (grant APP1109193). Dr Guo was supported by a Career Development Fellowship of the Australian National Health and Medical Research Council (grant APP1107107).

Role of the Funder/Sponsor: The funders had no role in the design and conduct of the study; collection, management, analysis, and interpretation of the data; preparation, review, or approval of the manuscript; and decision to submit the manuscript for publication.

Additional Contributions: The Brazilian Ministry of Health and Brazilian National Institute of Meteorology provided hospitalization and meteorological data, respectively.

REFERENCES

1. Pachauri RK, Myer L, eds. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change; 2014.

2. National Oceanic and Atmospheric Administration. Climate at a glance: time series. http://www.ncdc.noaa.gov. Accessed May 11, 2017.

3. Fletcher BA, Lin S, Fitzgerald EF, Hwang S-A. Association of summer temperatures with hospital admissions for renal diseases in New York State: a case-crossover study. *Am J Epidemiol*. 2012;175(9):907-916. doi:10.1093/aje/kwr417

4. Gasparrini A, Armstrong B, Kovats S, Wilkinson P. The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. *Occup Environ Med*. 2012;69(1):56-61. doi:10.1136/oem.2010.059782

5. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, et al. Changes in susceptibility to heat during the summer: a multicountry analysis. *Am J Epidemiol*. 2016;183(11):1027-1036. doi:10.1093/aje/kwv260

6. Hajat S, Kovats RS, Atkinson RW, Haines A. Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *J Epidemiol Community Health*. 2002;56(5):367-372. doi:10.1136/jech.56.5.367

7. Anderson GB, Bell ML. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 US communities. *Environ Health Perspect*. 2011;119(2):210-218. doi:10.1289/ehp.1002313

8. World Bank. World Bank data catalog: world development indicators population ranking, 2017. https://datacatalog.worldbank.org/dataset/population-ranking. Accessed September 21, 2018.

9. Institute for Health Metrics and Evaluation. GBD Compare data visualization: Brazil, both sexes, <1 year, life expectancy. https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/. Accessed March 24, 2018.

10. Institute for Health Metrics and Evaluation. GBD Compare data visualization: Brazil, both sexes, all ages, 2016, new cases per 100,000. https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/. Accessed December 28, 2017.

11. Zhao Q, Coelho MSZS, Li S, et al. Spatiotemporal and demographic variation in the association between temperature variability and hospitalizations in Brazil during 2000-2015: a nationwide time-series study. *Environ Int*. 2018;120:345-353. doi:10.1016/j.envint.2018.08.021

12. Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, et al. Heat wave and mortality: a multicountry, multicommunity study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(8):087006. doi:10.1289/EHP1026

13. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *PLoS Med*. 2007;4(10):e296. doi:10.1371/journal.pmed.0040296

14. Xavier AC, King CW, Scanlon BR. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). *Int J Climatol*. 2016;36(6):2644-2659. doi:10.1002/joc.4518

15. World Meteorological Organization. *Guide to Climatological Practices WMO—No. 100*. 3rd ed. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization; 2010.

16. Armstrong BG, Gasparrini A, Tobias A. Conditional Poisson models: a flexible alternative to conditional logistic case cross-over analysis. *BMC Med Res Methodol*. 2014;14(1):122. doi:10.1186/1471-2288-14-122

17. Ragettli MS, Vicedo-Cabrera AM, Schindler C, Röösli M. Exploring the association between heat and mortality in Switzerland between 1995 and 2013. *Environ Res*. 2017;158:703-709. doi:10.1016/j.envres.2017.07.021

18. Zhang A, Hu W, Li J, Wei R, Lin J, Ma W. Impact of heatwaves on daily outpatient visits of respiratory disease: a time-stratified case-crossover study. *Environ Res*. 2018;169:196-205. doi:10.1016/j.envres.2018.10.034

19. Phung D, Guo Y, Nguyen HT, Rutherford S, Baum S, Chu C. High temperature and risk of hospitalizations, and effect modifying potential of socio-economic conditions: a multi-province study in the tropical Mekong Delta region. *Environ Int*. 2016;92-93:77-86. doi:10.1016/j.envint.2016.03.034

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

20. Gasparrini A. Distributed lag linear and non-linear models in R: the package dlnm. *J Stat Softw*. 2011;43 (8):1-20. doi:10.18637/jss.v043.i08

21. Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. *Stat Med*. 2012;31(29):3821-3839. doi:10.1002/sim.5471

22. Baccini M, Biggeri A, Accetta G, et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 2008;19 (5):711-719. doi:10.1097/EDE.0b013e318176bfcd

23. Guyton AC. Energetics, metabolic rate, and regulation of body temperature. In: Guyton AC, Hall JE, eds. *Human Physiology and Mechanics of Disease*. 6th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders & Co; 1997.

24. Cheung SS, McLellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress: physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Med*. 2000;29(5):329-359. doi:10.2165/00007256-200029050-00004

25. Lee M, Nordio F, Zanobetti A, Kinney P, Vautard R, Schwartz J. Acclimatization across space and time in the effects of temperature on mortality: a time-series analysis. *Environ Health*. 2014;13(1):89. doi:10.1186/1476-069X-13-89

26. Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Health*. 2009;8(1):40. doi:10.1186/1476-069X-8-40

27. Liu C, Yavar Z, Sun Q. Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2015;309(11):H1793-H1812. doi:10.1152/ajpheart.00199.2015

28. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, et al; PHEWE Collaborative Group. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179(5):383-389. doi:10.1164/rccm.200802-217OC

29. Linares C, Díaz J. Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *Eur J Public Health*. 2008;18(3):317-322. doi:10.1093/eurpub/ckm108

30. American Academy of Pediatrics Committee on Sports Medicine and Fitness. Climatic heat stress and the exercising child and adolescent. *Pediatrics*. 2000;106(1, pt 1):158-159.

31. Landrigan P, Garg A. Children are not little adults. In: Pronczuk-Garbino J, ed. *Children's Health and the Environment—A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2005:3-16.

32. Inbar O. *Acclimatization to Dry and Hot Environment in Young Adults and Children 8-10 Years Old* [dissertation]. New York, NY: Columbia University; 1980.

33. Kovats RS, Hajat S, Wilkinson P. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in greater London, UK. *Occup Environ Med*. 2004;61(11):893-898. doi:10.1136/oem.2003.012047

34. Brazilian Institute of Geography and Statistics. National survey of health 2013. https://ww2.ibge.gov.br/english/estatistica/populacao/pns/2013/default.shtm. Accessed March 19, 2018.

35. Zhao Q, Zhang Y, Zhang W, et al. Ambient temperature and emergency department visits: time-series analysis in 12 Chinese cities. *Environ Pollut*. 2017;224:310-316. doi:10.1016/j.envpol.2017.02.010

36. Brazilian Institute of Geography and Statistics. Synopsis of the 2010 demographic census. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse/sinopse_tab_brasil_zip.shtm. Accessed March 11, 2018.

37. Guo Y, Barnett AG, Tong S. Spatiotemporal model or time series model for assessing city-wide temperature effects on mortality? *Environ Res*. 2013;120:55-62. doi:10.1016/j.envres.2012.09.001

38. Coelho MS, Massad E. The impact of climate on leptospirosis in São Paulo, Brazil. *Int J Biometeorol*. 2012;56 (2):233-241. doi:10.1007/s00484-011-0419-4

39. de Sousa Zanotti Stagliorio Coêlho M, Luiz Teixeira Gonçalves F, do Rosário Dias de Oliveira Latorre M. Statistical analysis aiming at predicting respiratory tract disease hospital admissions from environmental variables in the city of São Paulo. *J Environ Public Health*. 2010;2010:209270. doi:10.1155/2010/209270

SUPPLEMENT.

eTable 1. Causes of Hospitalizations and ICD-10 Codes
eTable 2. Percentage Increase in the Risk of Hospitalization (With 95% Confidence Intervals) for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature During Early and Late Hot Season by Region
eTable 3. Percentage Increase in the Risk of Hospitalization (With 95% Confidence Intervals) for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature During Early and Late Hot Season by Sex and Age
eTable 4. Percentage Increase in the Risk of Hospitalization (With 95% Confidence Intervals) for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature During Early and Late Hot Season by Cause Category

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

eTable 5. Results of Sensitivity Analyses: Percentage Increase in the Risk of Hospitalization for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature (With 95% Confidence Intervals)
eFigure 1. Locations of 1,814 Brazilian Cities
eFigure 2. Percentage Increase in the Risk of Hospitalization (With 95% Confidence Intervals) for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature Over Lag 0–7 Days During Early and Late Hot Season by Region
eFigure 3. Percentage Increase in the Risk of Hospitalization (With 95% Confidence Intervals) for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature Over Lag 0–7 Days During Early and Late Hot Season by Sex and Age
eFigure 4. Percentage Increase in the Risk of Hospitalization (With 95% Confidence Intervals) for Every 5°C Increase in Daily Mean Temperature Over Lag 0–7 Days During Early and Late Hot Season by Cause Category
eFigure 5. Associations Between Daily Mean Temperature and Hospitalization During the Whole, Early and Late Hot Season Between 2000 and 2015 (at the National Level)

Downloaded From: https://jamanetwork.com/ by a USP User on 08/17/2019

Documento elaborado por: Ana Paula Veiga

Data: 01/11/2019

Atividade: Contribuição - Avaliação da Política Pública sobre Mudança do Clima - CMA 2019 - Ana Paula Veiga

Avaliação da Política Pública sobre Mudança do Clima - CMA 2019

Ana Paula Beber Veiga

GT3 - "Contribuição para avaliação dos planos setoriais"

O que são planos setoriais da política sobre mudança do clima? Se quiser, cite fontes.

Os Planos Setoriais integram o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Art. 3º, Decreto Nº 9578, de 2018) e possuem como objetivo compatibilizar as políticas públicas e programas governamentais aos objetivos previstos na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (Art. 11º, Lei 12187).

O setor da economia no qual o Sr.(Sra.) trabalha tem plano setorial de redução de emissão? Se sim, quais as previsões? Se possível, citar fontes.

Não. O setor de tratamento de resíduos não está listado como um setor que deverá elaborar plano setorial específico, tanto na PNMC quanto no decreto que a regulamenta, apesar de metas de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) para o setor serem consideradas, ainda que em conjunto com o setor industrial, e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Decreto Nº 6263, de 2007) apresentar um diagnóstico do setor, benefícios decorrentes da melhoria da gestão de resíduos como o aproveitamento energético, e meta para aumento na reciclagem de resíduos sólidos urbanos (RSU) em 20% até 2015 (BRASIL, 2007).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promulgada em 2010 (Lei Nº 12305, de 2010), tal qual a PNMC, tem como um de seus instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que estabeleceu metas para o aproveitamento do potencial energético de resíduos e dos gases emitidos em seu tratamento, dentre outras providencias capazes de mitigar a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), como a reciclagem, segregação de matéria orgânica, compostagem, embora não explicite a relação dessas medidas com o objetivo de contribuir para o enfrentamento das mudanças do clima.

No entanto, a primeira versão do Plano Nacional de Resíduos Sólidos foi aprovada em 2012, mas ainda hoje carece de aprovação formal por meio de decreto[1]. Assim, a falta de cumprimento de seus dispositivos é refletida nas precárias condições de saneamento vigentes do país.

Em 2017, 41% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil foram dispostos em vazadouros à céu aberto (ABRELPE, 2018). Nesse mesmo ano, apenas 0,04% da

[1] Disponível em: <https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf>. Acesso em: 31/10/2019.

massa coletada de RSU domiciliares foi encaminhada para reciclagem, sendo que do montante coletado de forma seletiva apenas 1,65% do material foi efetivamente recuperado (MDR, 2019). O mesmo estudo revelou ainda que a compostagem representou apenas 0,37% do total de resíduos recebidos pelas unidades consideradas.

Como argumento em favor da inclusão de medidas específicas para o setor de tratamento de resíduos, é pertinente destacar que dentre os setores que compõem os inventários de emissões brasileiros, o setor de tratamento de resíduos apresentou a segunda maior contribuição na emissão de GEE do Brasil, precedido apenas do setor de energia, no período de 2005 a 2015 (Tabela 1).

Tabela 1 – Emissões de CO2e por setor, entre 1990 e 2015.

SETOR	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Variação	
	Tg CO_2eq						2005-2015	2010-2015
ENERGIA	187	225	286	316	375	449	42,14%	19,93%
PROCESSOS INDUSTRIAIS	52	65	74	78	90	95	21,86%	6,02%
AGROPECUÁRIA	287	317	328	392	407	429	9,28%	5,36%
MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS (com remoções)	792	1.931	1.266	1.905	349	332	-82,58%	-4,97%
TRATAMENTO DE RESÍDUOS	28	33	40	47	53	63	34,01%	18,60%
TOTAL (emissões líquidas)	**1.345**	**2.572**	**1.994**	**2.738**	**1.274**	**1.368**	**-50,04%**	**7,41%**
MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS (sem remoções)	949	2.139	1.473	2.154	629	639	-70,32%	1,60%
TOTAL (emissões brutas)	**1.503**	**2.779**	**2.202**	**2.988**	**1.554**	**1.676**	**-43,92%**	**7,84%**

Tg = milhões de toneladas

Fonte: MCTIC, 2017.

Outro argumento que evidencia a importância de considerar o setor de resíduos diz respeito aos resíduos sólidos urbanos que contribuem com metade das emissões do setor. Em função da relevante fração de RSU encaminhados para aterros controlados e em lixões, a PNRS se preocupou em estabelecer prazos para a correta disposição final. Em seu artigo 54º, ficou definido que a disposição final ambientalmente adequada de resíduos deveria ter sido implementada até 2014. Considerando a não aplicação da Lei, está em tramitação no Congresso Nacional, o Projeto de Lei do Senado Federal (PL Nº 3261, 2019) que propõe nova redação ao artigo 54 da PNRS e determina novos prazos para o cumprimento dessa exigência.

Considerando o cenário atual em que os RSUs são encaminhados majoritariamente à aterros sanitários, rotas tecnológicas para o tratamento de resíduos inexistem no país, e o exíguo prazo de adequação previsto no PL, é possível admitir que a prática de aterramento sanitário de resíduos seguirá sendo adotada.

Contudo, diversos estudos alertam para o fato de que o aumento da destinação de resíduos para aterros sanitários, antes destinados aos lixões, contribui com o aumento das emissões de GEE uma vez que as condições de anaerobiose favoráveis à formação de metano aumentam, e, portanto, uma maior contribuição à emissão de GEE e esperada (Alves e Andrade, 2018; MCTIC; PNUD, 2017; UNEP, 2010).

Considerando o seu setor em qual(quais) categoria(s) de emissões, a contribuição planejada é significativa?

Não existe meta específica de redução de emissão para o setor de resíduos. Na NAMA, conforme decreto, a meta do setor é apresentada em conjunto com o setor industrial, o que dificulta qualquer análise nesse sentido.

No entanto, segundo UNEP (2010), embora o potencial de contribuição para a redução de emissão de GEE do setor de resíduos seja pequena em relação aos demais setores, existe o potencial de contribuição para redução de emissões nos demais setores, por exemplo, ao contribuir para o aumento da geração de eletricidade a partir de fonte renovável em substituição à energia obtida do SIN ou produção de biometano em substituição ao gás natural ou diesel utilizados no setor de transporte.

Segundo a Abiogás[2], em 2018, o potencial brasileiro de produção de biogás do setor de saneamento foi de 5,8 bilhões Nm^3 (aproximadamente 15% do consumo de gás natural de 2017[3]).

GT5 - "Contribuição em aspectos jurídicos da política sobre mudança do clima"

As discussões da reunião do GT 5 sobre os aspectos jurídicos da PNMC corroboram com diversos pontos destacados em reuniões anteriores.

Para verificar a eficácia da norma jurídica foi proposto que se observasse como a PNMC é irradiada para outras leis em vigor no país. O exemplo do setor de resíduos demonstra que pouco pode ter sido considerado para a formulação de novas normas, planos e políticas, haja vista que a PNRS foi promulgada posteriormente e não apresenta metas de redução de GEE para o setor.

Por outro lado, a análise da relevante redução nas emissões do setor de LULUCF ilustra a importância da governança e da capacidade que a PNMC possuiu de se beneficiar de outras normas que estavam vigentes à época de sua promulgação. A implantação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), em 2004, motivou grande redução de emissão. Essa redução foi, de certo modo, apropriada pela PNMC ao estabelecer como ano-base 2005, e incorporar o PPCDAm como um de seus instrumentos. Destaca-se que o PPCDAm foi um programa exitoso por ter sido um programa de estado e não de governo, com uma governança bastante robusta, cabendo nesse sentido, um maior detalhamento dos instrumentos institucionais.

Quanto à implementação da norma, mais especificamente em relação ao disposto no Art. 9º da PNRS, que dispõe sobre a criação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), recomenda-se retomar a discussão sobre instrumentos financeiros. Como discutido na ocasião, somente existe mercado se há demanda. Uma vez que o

[2] Disponível em: <https://abiogas.org.br/>. Acesso em: 31/10/2019.
[3] Segundo informações do Balanço Energético Nacional publicado pela EPE e disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>. Acesso em: 31/10/2019.

Brasil não conta com um sistema de metas internas, a criação de um mercado brasileiro não foi viável. Nesse sentido, o problema não está na norma, mas sim, uma vez mais, em sua governança.

Indaga-se, que instituição seria responsável por verificar as emissões de GEE dos diferentes agentes e acompanhar suas reduções ou incrementos? Contribui para demonstrar a importância desse questionamento e por conseguinte da efetiva implantação de uma governança do clima no país a não revisão dos planos setoriais conforme estabelecido na Lei e decreto que a regulamenta (periodicidade de 2 dois anos).

E1 - Dados acerca dos compromissos assumidos pelo Brasil em matéria de mudança do clima

Qual é a viabilidade de serem cumpridos os compromissos brasileiros apresentados como Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira? Justifique.

Acredito que os compromissos serão cumpridos. Mas a adequação do ano-base deve ser questionada, dado que permitiu uma certa "folga", bem como a questão de as projeções terem sido feitas considerando um cenário de crescimento econômico que não se verificou.

E2 - A Lei Brasileira de Política sobre Mudança do Clima

Que planos setoriais de mitigação de emissões foram editados atendendo às proporções das estimativas de emissões e compromissos respectivos? Explique.

Que planos setoriais de mitigação de emissões foram editados sem atender às proporções das estimativas de emissões e compromissos respectivos? Explique.

Com relação ao cumprimento do que foi estabelecido nos planos setoriais, a lei previa revisão a cada 2 anos e que não foram feitas, o que reforça o argumento da necessidade de aumentar a "governança do clima".

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2017. São Paulo: ABRELPE, 2018.

ALVES, J. W. S.; ANDRADE, A. M. DE. Aprimoramento da gestão de resíduos a partir do MDL: governança, novas tecnologias e melhores práticas no setor. *In: FRANGETTO, F.W.; VEIGA, A.P.V.; LUEDEMANN, G. (Org.). Legado do MDL: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil.* Brasília: IPEA, 2018.

BRASIL. Plano Nacional Sobre Mudança do Clima. Brasília: Comitê Interministerial Sobre Mudança do Clima, 2007. Disponível em:

<https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>. Acesso em: 31/10/2019.

MCTIC. **Estimativas anuais de gases de efeito estufa no Brasil.** 4ªed. Brasília: MCTIC, 2017. Disponível em: <https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/Estimativas_4ed.pdf>. Acesso em: 31/10/2019.

MCTIC; PNUD. **Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de gestão de resíduos.** Brasília: MCITC, PNUD, 2017.

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos** - 2017. Brasilia: MDR, SNS, 2019.

UNEP. Waste and Climate Change - Global Trends and Strategy Framework. 2010. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8648/Waste%26ClimateChange.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 31/10/2019.

Documento elaborado por: Luiz Gylvan Meira Filho

Data: 22/10/2019

Atividade: Contribuição - O modelo de cálculo da contribuição para o aumento da temperatura média da superfície, e do nível médio do mar, métricas da mudança global do clima e do Acordo de Paris.

Ext.51/2019

Brasília, 11 de novembro de 2019

A Sua Excelência o Senhor
FABIANO CONTARATO
Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal
Senado Federal, Anexo 2, Ala Afonso Arinos, Gabinete 06
Brasília/DF

Assunto: Resposta ao Of. 259/2019-CMA/SF

Senhor Senador,

Em atenção ao **Ofício nº 259/2019/CMA/SF**, dirigido ao Dr. José Oswaldo Siqueira, Diretor do Instituto Tecnológico Vale (ITV) e, em decorrência da reunião realizada no dia 22 de outubro no Senado Federal entre representantes da Vale S.A e membros da Comissão de Meio Ambiente (CMA) do Senado Federal, gostaríamos de informar que:

O ITV desenvolveu uma metodologia e programa de computador para o cálculo do aumento da temperatura média da superfície do planeta e aumento do nível médio do mar resultantes das emissões de gases de efeito estufa. A análise pode ser feita no nível individual do agente/setor emissor durante qualquer intervalo de tempo.

Esse programa, denominado ITVCM, foi utilizado para o cálculo do aumento de temperatura resultante da produção de minério de ferro na mina de Carajás (PA) e para a produção da mesma quantidade de minério de ferro na nova mina paraense denominada S11D. Com a nova tecnologia, a S11D produziu aumento de temperatura menor do que a de Carajás.

Sendo assim, o programa ITVCM pode ser utilizado para comparar o aumento de temperatura verificado – ou esperado – como resultado de diferentes opções de políticas públicas de combate à mudança do clima. Embora a formulação de políticas necessariamente leve em consideração uma série de fatores, como no caso que se trata de políticas na área de mudança do clima, o programa poderia ser utilizado para quantificar o efeito de cada política proposta. Para isso, a aplicação efetiva da metodologia à avaliação de casos concretos de políticas públicas deverá ser iniciada com a inserção dos dados de emissões de gases de efeito estufa.

Cumpre salientar que o aumento de temperatura é a métrica universal para a avaliação da mudança do clima. Sendo utilizado na estimativa dos danos, dos custos de adaptação e até mesmo do Acordo de Paris, do qual o Brasil faz parte.

Nessa linha, a Vale reconhece as mudanças climáticas como um dos maiores desafios da sociedade e um dos maiores riscos para a humanidade, biodiversidade e o planeta. Estamos comprometidos em mitigar as emissões de gases de efeito estufa internamente e na nossa cadeia de valor visando contribuir com a meta definida no Acordo de Paris de limitar o aquecimento global a menos de 2ºC.

Assim, sentimo-nos honrados em sermos convidados a contribuir com análises sobre mudança do clima da CMA do Senado Federal e temos interesse em apoiar estudos técnicos sobre o assunto.

Por isso, temos a satisfação de colocar o Professor Luiz Gylvan Meira Filho à disposição para apoio consultivo e, caso haja o interesse em aprofundar e detalhar os desdobramentos da referida análise, em um plano de trabalho, a Vale S.A também está pronta para apoiá-los no que for necessário.

Renovando os votos de profunda consideração e estima, ressaltamos que o conhecimento desenvolvido pelo ITV está à disposição desta i. Comissão.

Respeitosamente,

Luiz Ricardo de Medeiros Santiago
Diretor de Relações Governamentais

Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo

Senado Federal

Audiência com o Exmo. Senador Fabiano Contarato

Brasília, 22 de outubro de 2019

O modelo de cálculo da contribuição para o aumento da temperatura média da superfície, e do nível médio do mar, métricas da mudança global do clima e do Acordo de Paris"

Luiz Gylvan Meira Filho

Pesquisador Visitante, Instituto de Estudos Avançados - USP

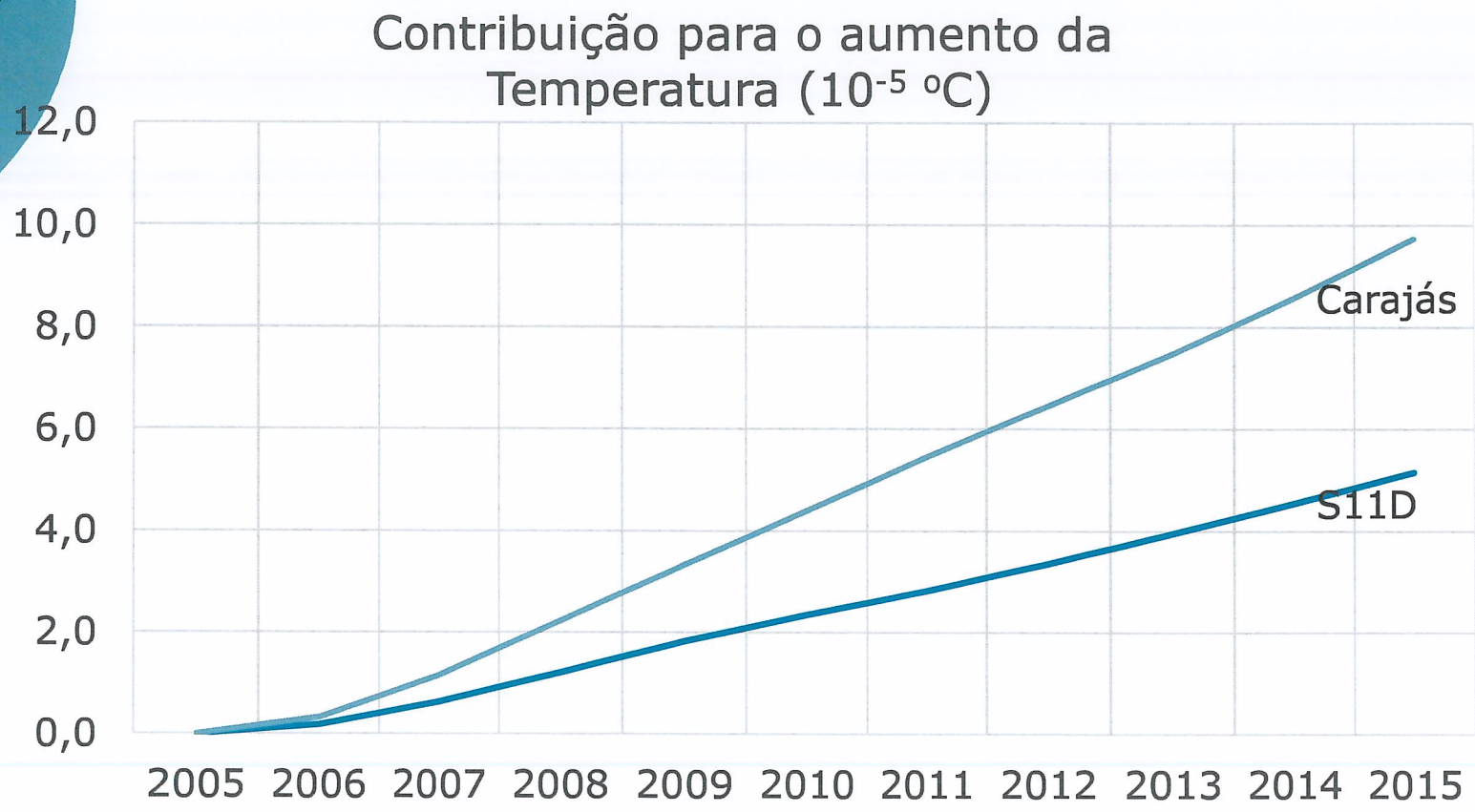
- A relação causa – efeito entre a emissão de gases de efeito estufa e o aumento da temperatura média da superfície ou o aumento do nível médio do mar não obedece a uma proporção fixa.

- Por essa razão, o cálculo do efeito das emissões de uma empresa, de um processo, de um país ou de uma política, precisa ser feito pela diferença entre o clima com as emissões globais e o clima com as emissões globais mais (ou menos) as emissões da empresa ou da política, etc.

Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo

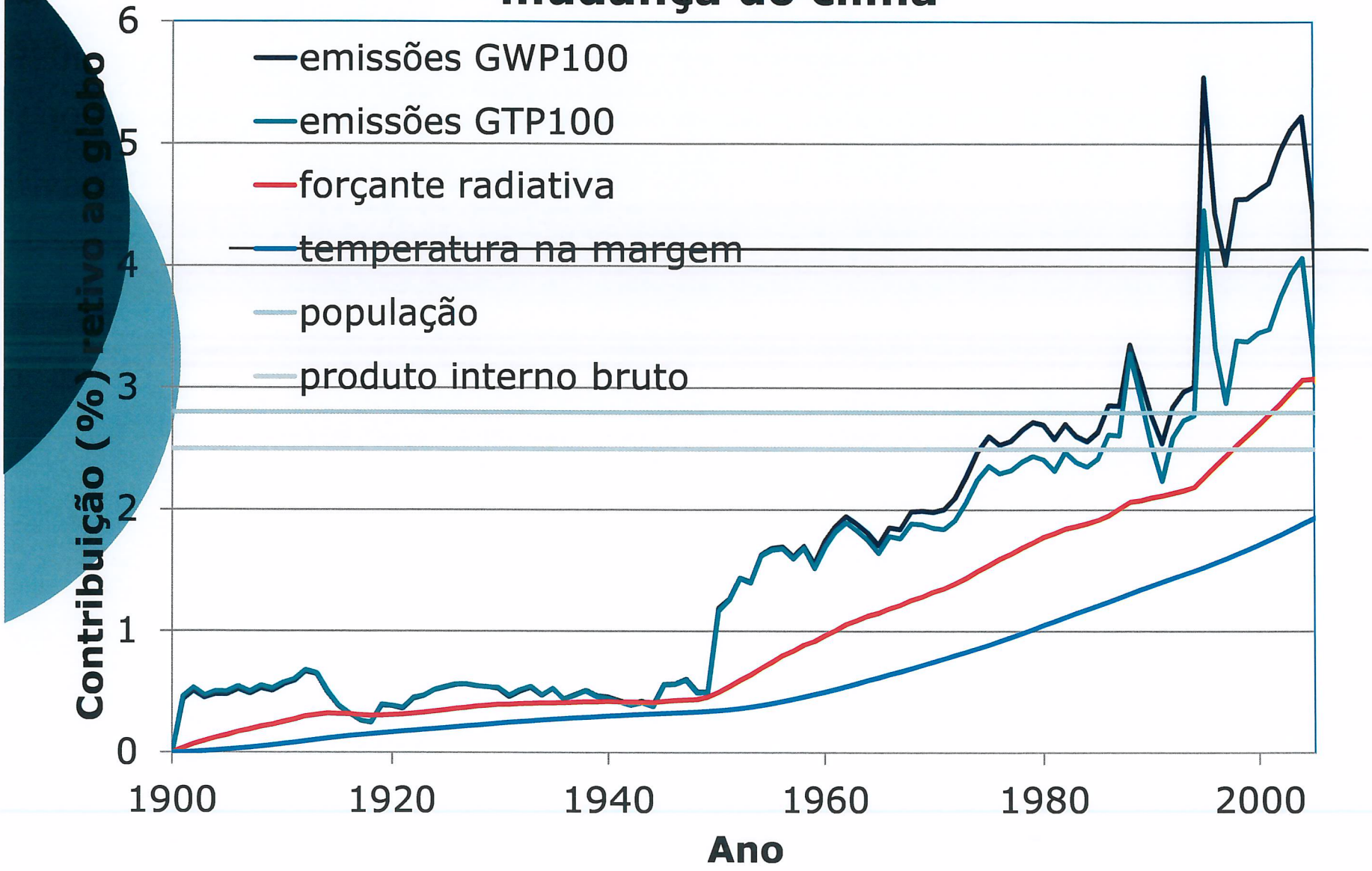
- O modelo ITVCM (Modelo Climático do Instituto Tecnológico Vale) foi desenvolvido com essa finalidade.
- Utiliza os parâmetros publicados na última versão do relatório de avaliação científica do IPCC.
- Por definição reproduz os resultados do IPCC para as emissões globais.

- O modelo ITVCM é único porque, além disso, calcula o aumento da temperatura e do nível do mar com a adição das emissões especificadas pelo usuário.
- A seguir são apresentadas duas aplicações desse cálculo, para a nova mina da Vale em Carajás e para o Brasil como um todo.


Contribuição para o aumento da Temperatura (10^{-5} °C)
12,0
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
Carajás
S11D

- A Vale S/A opera uma mina em Carajás, e recentemente, começou a operar uma nova mina no local denominado S11D, com tecnologia mais moderna e mais sustentável.
- O modelo ITVCM foi usado para calcular o efeito sobre o aumento de temperatura da produção de minério de ferro na mina S11D e o efeito da produção do mesmo volume na mina anterior.

Contribuição relativa do Brasil para a mudança do clima



- A contribuição das emissões do Brasil para a mudança do clima pode ser calculada em termos do aumento de temperatura produzido por essas emissões com o ITVCM.
- A fração da contribuição do Brasil é apresentada com o uso de diferentes critérios. O único critério que representa fisicamente a contribuição do Brasil é o do aumento da temperatura.

Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo

- A avaliação da contribuição de uma política pública para a mitigação da mudança do clima levando em conta as emissões produz efeitos distorcidos da realidade.
- Além disso resulta em atribuição errônea de responsabilidade por não levar em conta o fato de as emissões do Brasil serem recentes e com uma contribuição importante do metano.

Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo

- Páginas úteis:
  - www.unfccc.int
  - www.ipcc.ch
  - lgylvan@uol.com.br

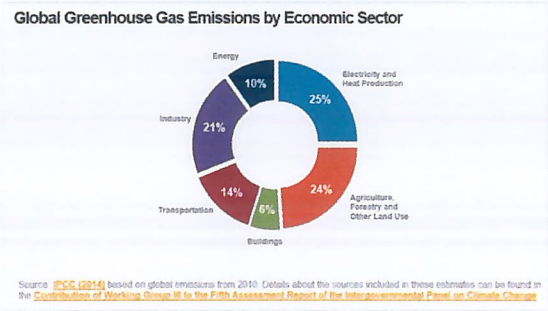
OBRIGADO

Mudanças Climáticas e a Gestão de Carbono

Outubro 2019

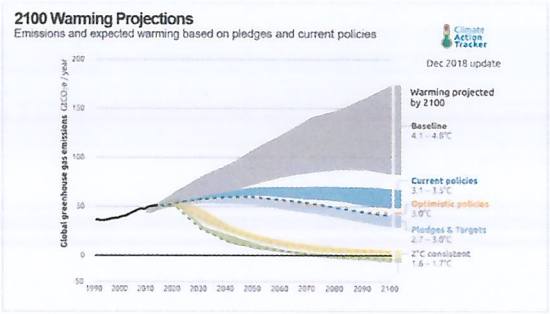
A Mudança do clima é um dos "maiores desafios da humanidade"...

Emissões CO2equivalente ou Gases de Efeito Estufa (GEE)



Industria do aço contribui com 8% das emissões globais de GEE (GHG sigla em inglês)

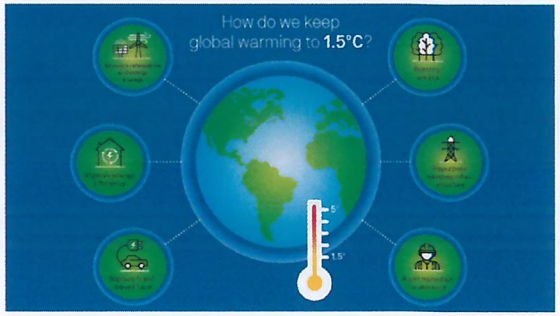
Acordo de Paris (2015)



"É necessária uma transformação radical no setor de energia, transporte e agricultura, para que o mundo consiga manter o aumento global da temperatura em 1.5 graus Celsius até 2050 conforme aprovado em Paris"

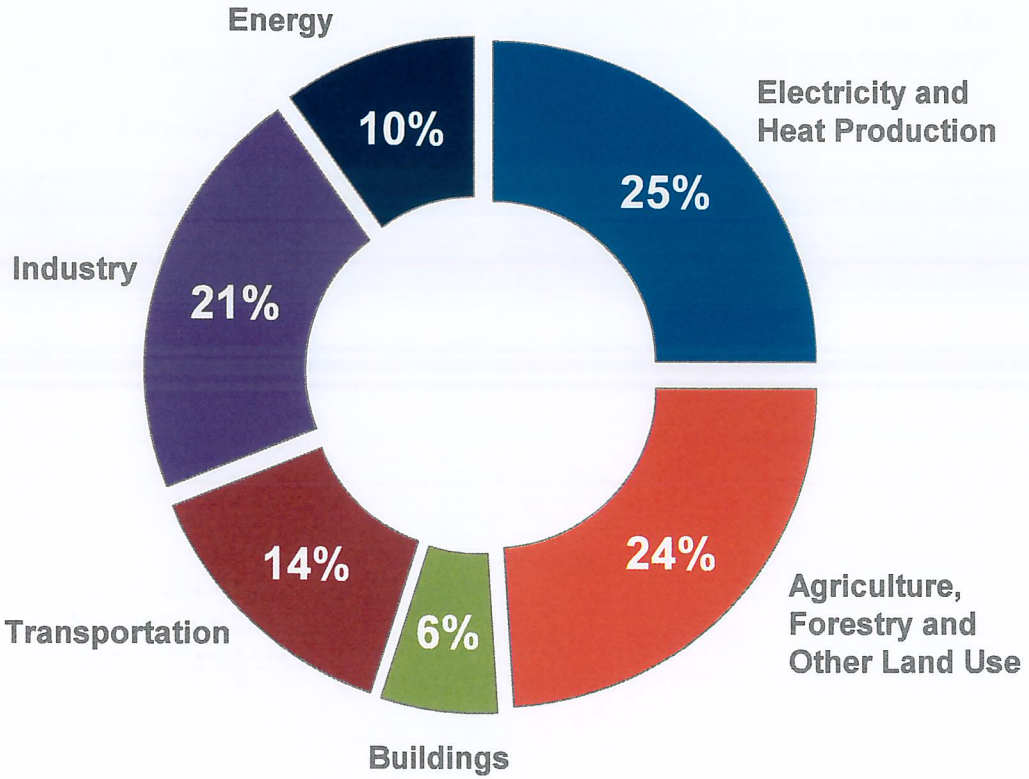
(Fonte: IPCC 2015 e Climate Action Tracker)

Mitigação (redução de emissões)



Para a Vale, redução de emissão significa repensar suas fontes de energia e, em algum momento, alguns processos industriais (Pelotização e smelter)

Global Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector



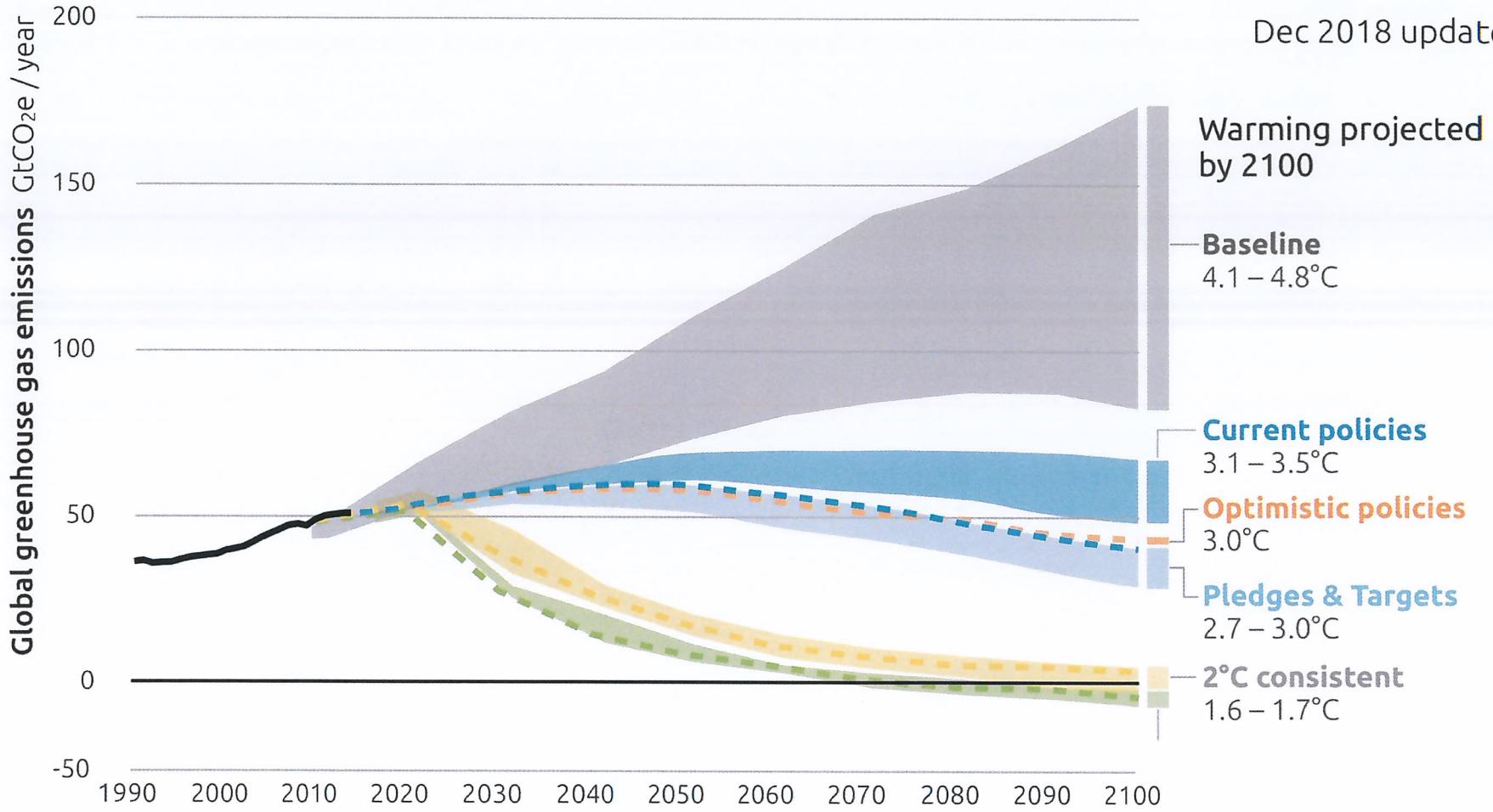
Source: IPCC (2014) based on global emissions from 2010. Details about the sources included in these estimates can be found in the Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

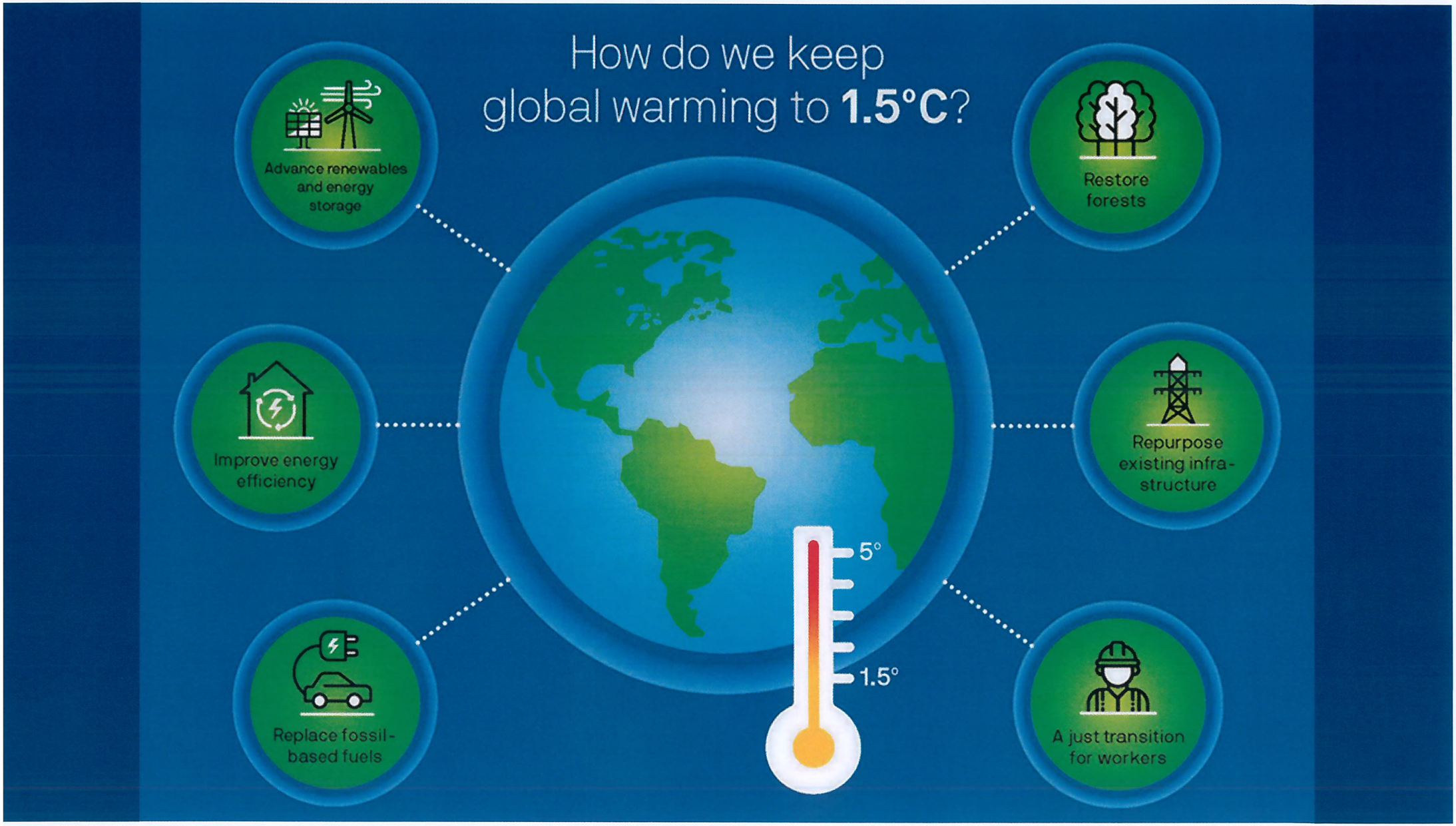
2100 Warming Projections

Emissions and expected warming based on pledges and current policies

Climate Action Tracker

Dec 2018 update




How do we keep global warming to 1.5°C?
Advance renewables and energy storage
Improve energy efficiency
Replace fossil-based fuels
Restore forests
Repurpose existing infra-structure
A just transition for workers
5°
1.5°

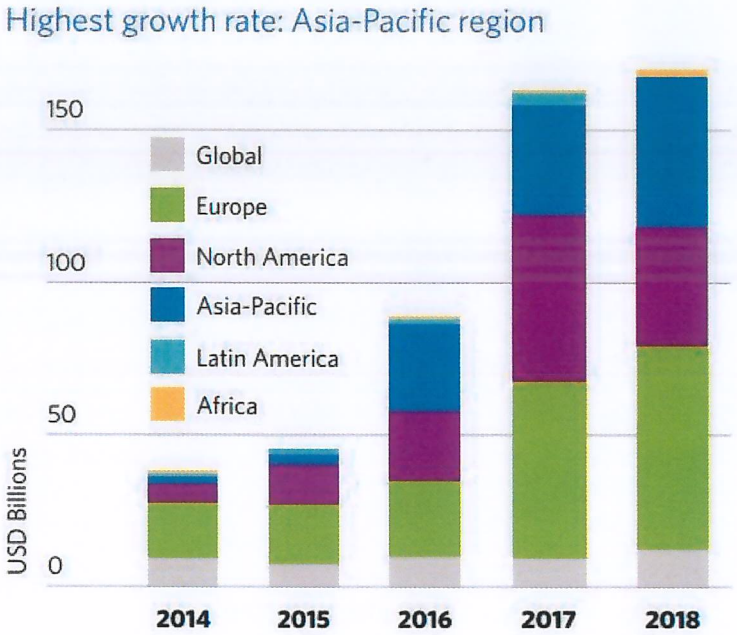
... e investidores cobram desempenho das empresas no assunto

The New York Times

Climate Change Poses Major Risks to Financial Markets, Regulator Warns

*"... **unmanaged environmental and social risks** can hurt a **company's creditworthiness** over the rating horizon." - Standard & Poors*

Green bond market



CDP

Vale reporta desde 2003 em resposta à demanda de investidores

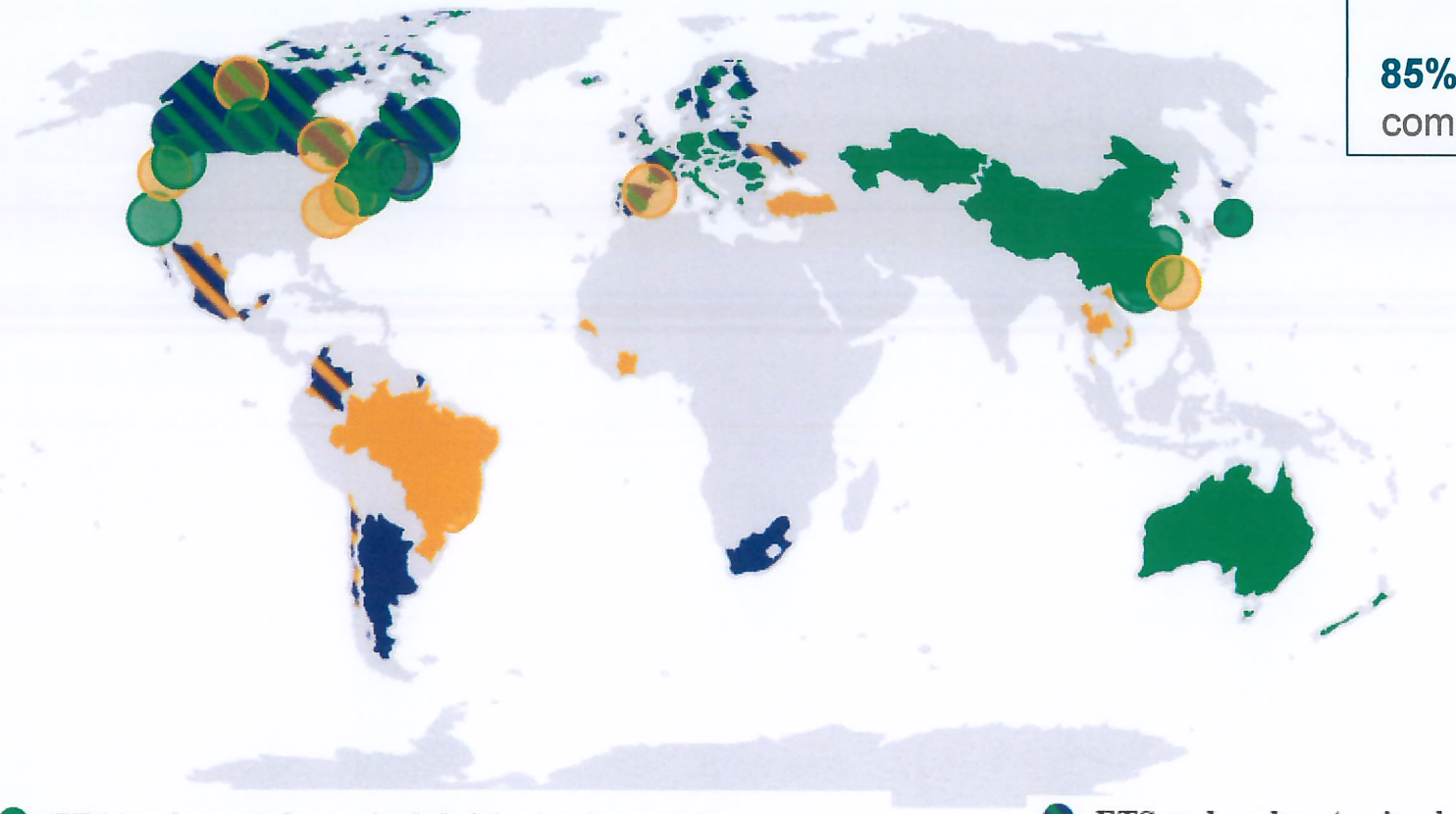
TCFD TASK FORCE ON CLIMATE-RELATED FINANCIAL DISCLOSURES

Iniciativa do *Financial Stability Board*, liderada pelo Michael Bloomberg

Vale aderiu em 2017

Os governos também têm precificado as emissões de GHG visando contribuir com o Acordo de Paris

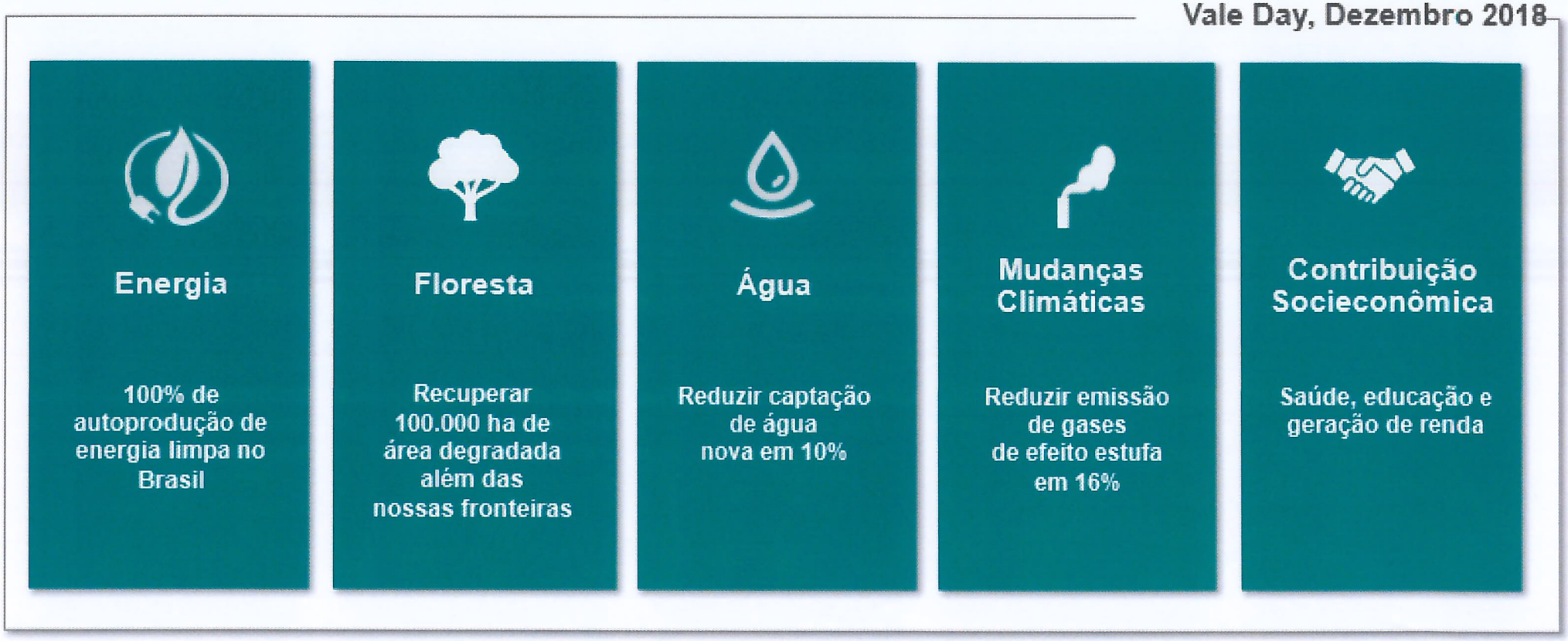
Atualmente, os preços variam de **US$ 1 - 130 / tCO2e** e **85%** das emissões são precificadas com valores de até **US$ 15 / tCO2e**



- ETS implemented or scheduled for implementation
- Carbon tax implemented or scheduled for implementation
- ETS or carbon tax under consideration
- ETS and carbon tax implemented or scheduled
- ETS implemented or scheduled, tax under consideration
- Carbon tax implemented or scheduled, ETS under consideration

Compromissos Públicos - Agenda 2030

Vale Day, Dezembro 2018



Frentes de atuação da Vale em Mudança do Clima

ESTRATÉGIA

- ✓ Meta Carbono 2030 (KPI Vale Sustentável)
- ✓ Riscos regulatórios (IMO, taxação e limite à emissões etc)
- ✓ Cenário de precificação de carbono
- ✓ Cenários de mudanças climáticas e impactos no negócio - TCFD

ADAPTAÇÃO

- ✓ Mapa de Impactos físicos para todos os sistemas do Brasil
- ✓ Mapas para Canadá e Moçambique em definição
- ✓ WS de Sensibilização e Capacitação

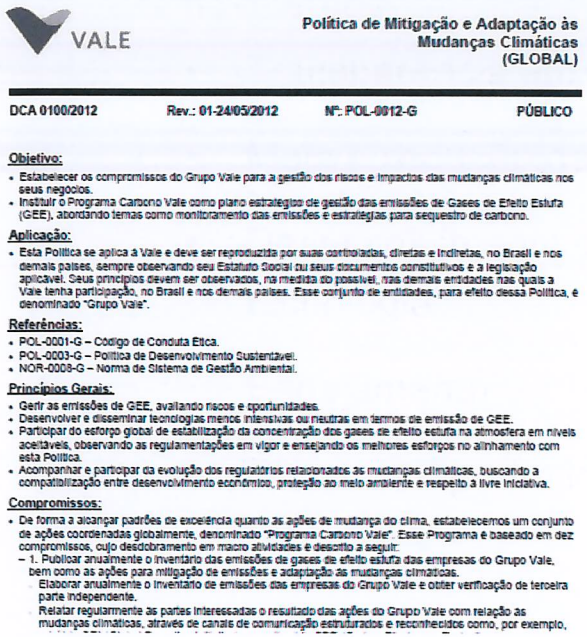
GESTÃO EMISSÃO

- ✓ Inventário de Emissões de GEE da Vale
- ✓ Potencial de redução de emissão do Powershift
- ✓ Roadmap projetos P&D ferrosos
- ✓ Captura e Sequestro de emissões

TRANSPARÊNCIAS E INVESTIDORES

- ✓ Adesão ao TCFD
- ✓ Publicação do CDP, RS e outros (20F, CVM etc)
- ✓ Interface com investidores, bancos e clientes
- ✓ Conteúdo de Mudanças climáticas no site

A estratégia da Vale em Mudanças Climáticas é pautada na Política Global 0012



VALE

Política de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (GLOBAL)

DCA 0100/2012 Rev.: 01-24/05/2012 Nº: POL-0012-G PÚBLICO

Objetivo:

- Estabelecer os compromissos do Grupo Vale para a gestão dos riscos e impactos das mudanças climáticas nos seus negócios.
- Instituir o Programa Carbono Vale como plano estratégico de gestão das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), abordando temas como monitoramento das emissões e estratégias para sequestro de carbono.

Aplicação:

- Esta Política se aplica a Vale e deve ser reproduzida por suas controladas, diretas e indiretas, no Brasil e nos demais países, sempre observando seu Estatuto Social ou seus documentos constitutivos e a legislação aplicável. Seus princípios devem ser observados, na medida do possível, nas demais entidades nas quais a Vale tenha participação, no Brasil e nos demais países. Esse conjunto de entidades, para efeito dessa Política, é denominado "Grupo Vale".

Referências:

- POL-0001-G – Código de Conduta Ética.
- POL-0003-G – Política de Desenvolvimento Sustentável.
- NOR-0008-G – Norma de Sistema de Gestão Ambiental.

Princípios Gerais:

- Gerir as emissões de GEE, avaliando riscos e oportunidades.
- Desenvolver e disseminar tecnologias menos intensivas ou neutras em termos de emissão de GEE.
- Participar do esforço global de estabilização da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera em níveis aceitáveis, observando as regulamentações em vigor e ensejando os melhores esforços no alinhamento com esta Política.
- Acompanhar e participar da evolução dos regulatórios relacionados às mudanças climáticas, buscando a compatibilização entre desenvolvimento econômico, proteção ao meio ambiente e respeito à livre iniciativa.

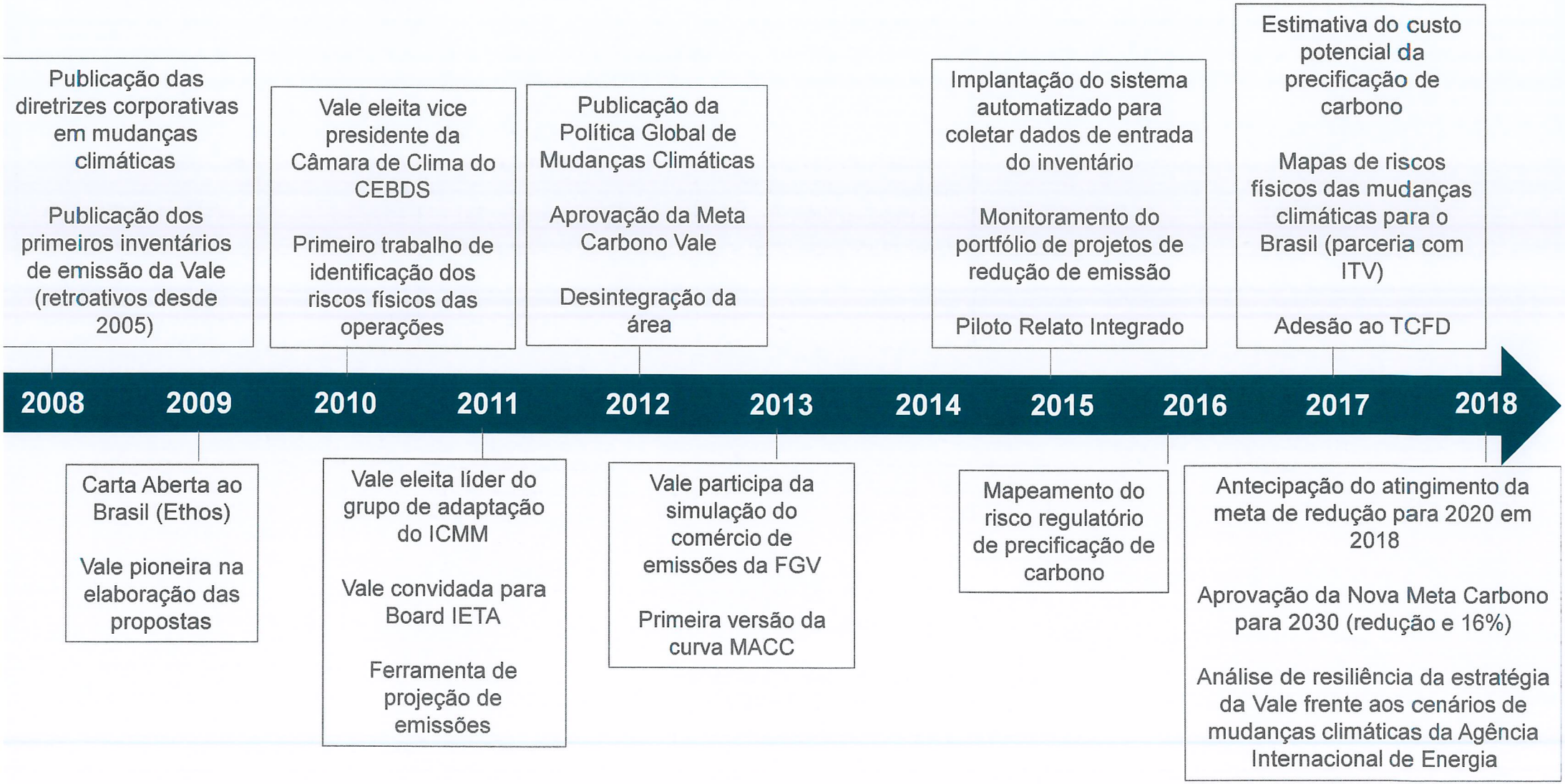
Compromissos:

- De forma a alcançar padrões de excelência quanto às ações de mudança do clima, estabelecemos um conjunto de ações coordenadas globalmente, denominado "Programa Carbono Vale". Esse Programa é baseado em dez compromissos, cujo desdobramento em macro atividades é descrito a seguir:
  - 1. Publicar anualmente o inventário das emissões de gases de efeito estufa das empresas do Grupo Vale, bem como as ações para mitigação de emissões e adaptação às mudanças climáticas.
    - Elaborar anualmente o inventário de emissões das empresas do Grupo Vale e obter verificação de terceira parte independente.
    - Relatar regularmente as partes interessadas o resultado das ações do Grupo Vale com relação às mudanças climáticas, através de canais de comunicação estruturados e reconhecidos como, por exemplo,

Fundamentos:

- Transparência em desempenho
- Meta e redução de emissão
- Desenvolvimento de inovação e tecnologia
- Engajamento
- Riscos e Oportunidades

Histórico da Área



Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da Vale

Gestão das Emissões

15,1
Milhões de tons de CO2e – emissões diretas (2017)

60%
Das emissões oriundas da queima de combustível fóssil

16%
Meta de redução de intensidade de emissão 2030 – aprovada na DE e no CA (Reavaliação em 2021)

96%
Emissões acontecem na cadeia de valor – escopo 3

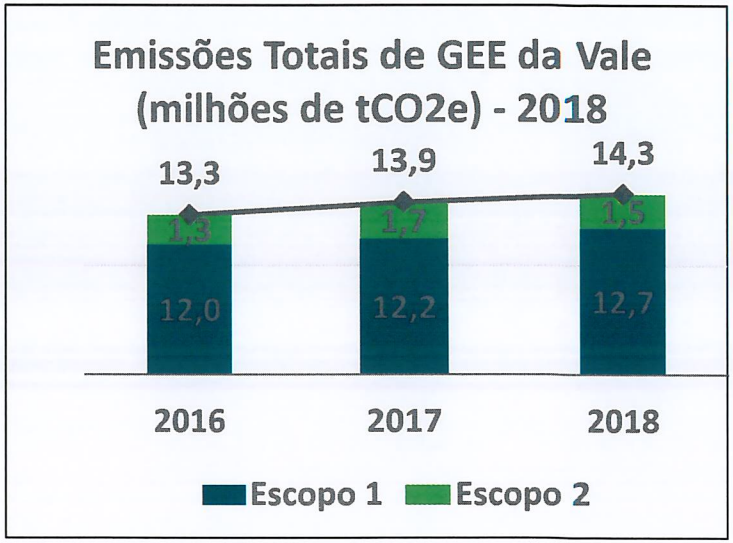
-4,6% da emissão da siderurgia
O minério de ferro da Vale, devido a sua alta qualidade, viabiliza menor emissão do que o dos concorrentes

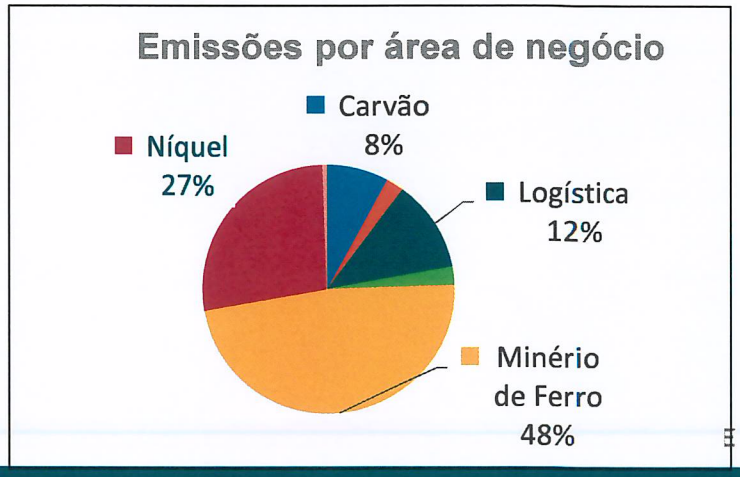
Compensação

8.500 km²
Áreas Protegidas

5,6
É a relação entre áreas protegidas e o somatório das áreas operacionais

22,7
Mil toneladas de carbono capturado por recuperação de áreas degradadas





Mapeamento de riscos físicos realizados para os sistemas produtivos no Brasil

Maio/2009
Paralização da Estrada de Ferro Carajás por mais de 5 dias

2010
Queda de Equipamento no Porto de Tubarão

Primeiro Workshop de capacitação com as unidades operacionais realizado em 2018

Resultados da Análise para o Sistema Norte - exemplo

- A tendência, para 2025, é de redução no nível de chuvas na época da seca (segundo semestre), chegando a mais de 40% de redução (Buriticupu)
- Estima-se um aumento de temperatura de até 0,6ºC
- Na estação chuvosa (primeiro semestre), estima-se aumento nas chuvas em até 15% em alguns trechos da ferrovia e porto

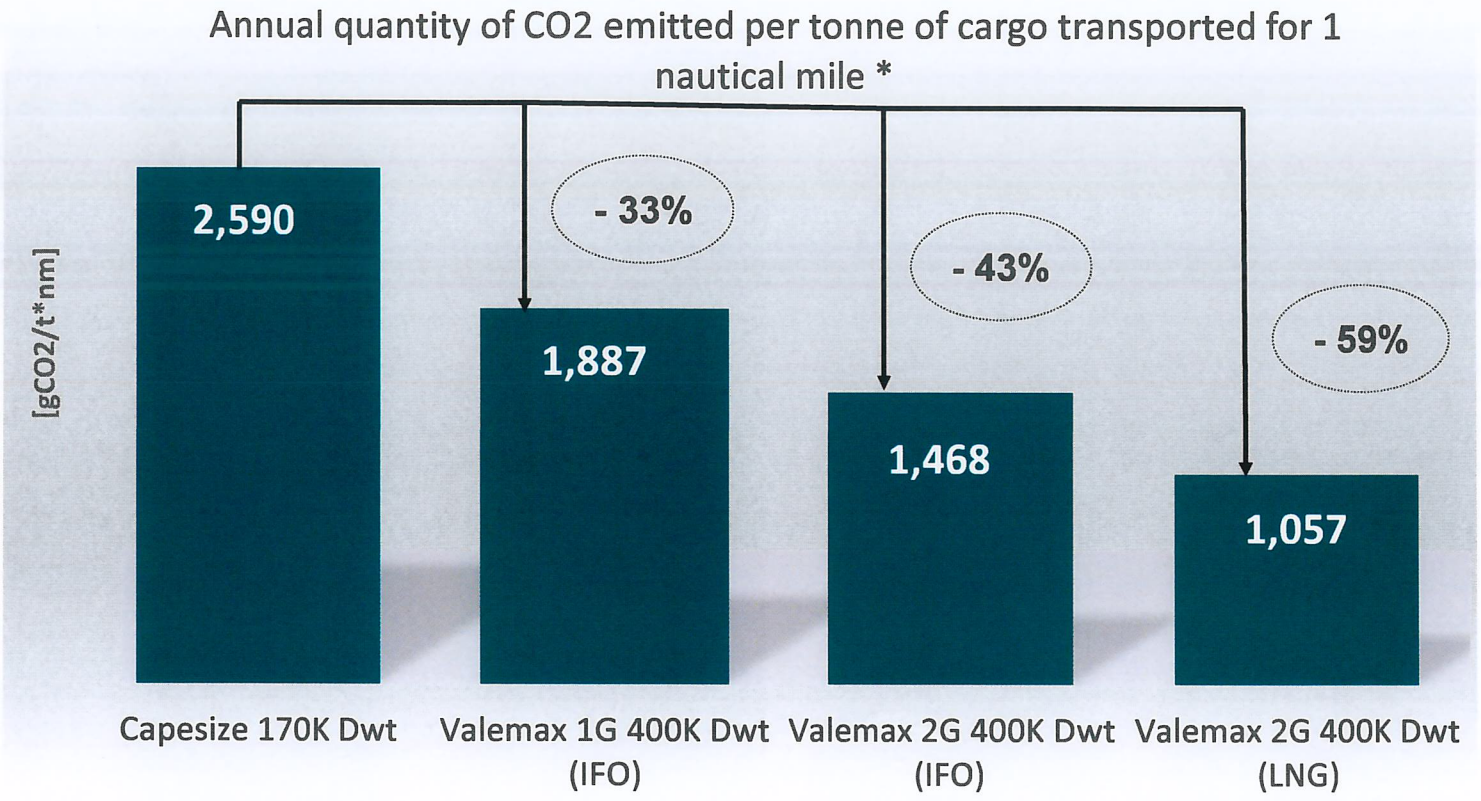
Riscos Potenciais Identificados para o Sistema Norte - exemplo

- Falta de água
- Paralização da usina (Sossego)
- Paralização nas operações TPPM (qualidade do ar)
- Incêndios florestais e queda de energia (S11D e Porto)
- Alagamento de trechos da ferrovia
- Instabilidade na umidade do Mfe

Nota: A compilação e organização das médias climatológicas, assim como a projeção climática regionalizada, foram realizadas pelo Grupo de Meteorologia e Mudança do Clima do Instituto Tecnológico Vale (ITV)

VALE

Navegação



* Based on 12 knots speed

VALE

Reserva Natural Vale

RNV é referência no tema de reflorestamento para a Vale e para o Brasil.

É um dos últimos grandes remanescentes da Floresta de Tabuleiro, uma das formações florestais mais ameaçadas da Mata Atlântica.

23 mil hectares de área abriga quase 3.000 espécies vegetais e mais de 2.000 espécies animais identificadas.

Estoca mais de 9 milhões de tCO_2 equivalente.

VALE