



SENADO FEDERAL
SECRETARIA-GERAL DA MESA
SECRETARIA DE REGISTRO E REDAÇÃO PARLAMENTAR

REUNIÃO

13/08/2025 - 16ª - Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação e Informática

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR. Fala da Presidência.) - Declaro aberta a 16ª Reunião da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação e Informática do Senado Federal da 3ª Sessão Legislativa Ordinária da 57ª Legislatura.

A presente reunião se destina à realização de audiência pública com o objetivo de debater o papel do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) frente à escalada dos desastres naturais - está escrito aqui naturais, mas depois vai ser explicado que não são só naturais - decorrentes do aquecimento global, bem como as perspectivas estratégicas do órgão para os próximos anos, em cumprimento ao Requerimento nº 11, de 2025-CCT, de minha autoria.

Quero dizer ao público, às pessoas que nos acompanham pelos meios de comunicação e que desejem participar desta audiência pública que elas poderão enviar perguntas e comentários pelo endereço www.senado.leg.br/ecidadania ou ligar para 0800 0612211. Incentivamos, estimulamos e queremos motivar as pessoas a participarem, para entenderem o que é esse centro, o trabalho que nele é desenvolvido, como que isso está envolvido com a ciência, com a inovação, com a tecnologia e os benefícios que um Cemaden no Brasil, sendo referencial como é, pode auxiliar municípios, estados. Esse é um trabalho articulado, e essa articulação é sempre um desafio.

Encontra-se presente no Plenário, aqui à minha direita, a Sra. Regina Alvalá, Diretora do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), representando o Cemaden e também o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Encontra-se também presente - e quero saudá-lo, além de saudar a Dra. Regina Alvalá - o Dr. Jose Antonio, que está remotamente, pelo sistema de videoconferência. É o Dr. Jose Antonio Marengo, Coordenador-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Eu quero, inclusive, ressaltar que o nosso desejo é de que haja desdobramentos da audiência pública em termos dos desafios, colocar o estado da arte, eu sempre costumo dizer: o que vem sendo feito, a importância do órgão, os trabalhos articulados com a sociedade, com os órgãos públicos e os desafios para o futuro. E de que maneira o Senado Federal pode contribuir com um órgão da importância do Cemaden. Obviamente, em termos de orçamento, que é sempre um desafio, da legislação e também do orçamento, quero deixar isto muito claro: legislação. E como isso tudo que vai ser falado aqui vai impactar na sociedade, particularmente com crianças, adolescentes e jovens.

Eu falo do ensino fundamental, do ensino médio, do ensino superior, da pós-graduação, para que os desafios sejam colocados lá: mudar as cabeças, a mentalidade, a cultura dessa população jovem. Porque, às vezes, mudar a cabeça do adulto, a gente sabe, é algo necessário, porém complicado. Então vamos pensar na geração futura.

Isso eu já falei para o Inpe, semana passada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que tem um trabalho extraordinário, com dados livres para o mundo inteiro. Qualquer pessoa do mundo pode acessar os dados do Inpe e, ao mesmo tempo, saber como é que está, por exemplo, o desmatamento na Amazônia, que aumentou; mas está lá escrito, é um dado livre. Ninguém precisa perguntar, porque, inclusive, a União Europeia e outros países aceitam a pesquisa e os números, as estatísticas do Inpe, pela alta credibilidade que o órgão tem.

Então, essa radiografia do Inpe vai dizer também muito em termos de áreas de desmatamento. Eles não entram na legalidade ou ilegalidade; constatam, por exemplo, uma área de desmatamento, de queimada, disso, daquilo. E os órgãos próprios é que têm que ter políticas públicas para abordar aquilo que o Inpe registra. Tanto que, na semana passada, o Ministério do Meio Ambiente esteve presente para dizer quais eram as políticas do ministério em relação a isso tudo.

Então, falo tudo isso para que as pessoas que nos acompanham vejam como isso pode ser colocado. E nós temos até aqui - nós já fizemos o levantamento junto à Consultoria... A criação do Cemaden não é tão distante, é de 2011, pelo que consta no meu documento. De 2011 a 2025, são 14 anos. Não é tanto tempo.

A implantação da rede nacional de sensores é de 2011 a 2014. Apoio a ações contra a seca no semiárido: 2012. Crises hídricas - e todo mundo acompanha isso pelo Brasil -: 2014. Também a nova sede... O Cemaden torna-se uma unidade de pesquisa em 2016.

Então, nós estamos em 2025 - são nove anos para o desenvolvimento de uma pesquisa -, é um processo ainda em andamento, mas que tem que ser valorizado, prestigiado. Quer dizer, tem o lançamento do canal Fala DC (Defesa Civil), a manutenção... Isso foi de 2024. Neste ano vai ser abordado, certamente.

Mas todos nós também nos lembramos dos incêndios florestais, que são quase uma rotina em nosso país; de uma chuva que aconteceu - todo mundo se lembra - no litoral norte de São Paulo; da seca na Amazônia, de dois anos atrás; da região árida na Bahia. Primeira vez na história em que é registrada uma região árida no Brasil. Então, é preocupação nossa. Estamos no Sul, estamos no Norte, temos que olhar para a Bahia, porque isso é consequência de um conjunto de coisas que têm que ser abordadas.

No ano de 2024, todos acompanhamos o desastre no Rio Grande do Sul - isso pode ser abordado para dizer que praticamente todos os municípios do Rio Grande do Sul sofreram os impactos daquela inundação -, e, ainda no ano passado, na Amazônia, no Cerrado e no Pantanal. Então, tudo isso é muito importante.

Quero dar as boas-vindas... O que nós temos que pensar em relação ao Cemaden? Muito trabalho; muita disposição; certamente, infraestrutura abaixo, de pessoal, de equipamentos - isso tem que ser colocado -, de orçamento; mas principalmente que as pessoas, que a sociedade perceba a importância do órgão para a segurança, a saúde, o bem-estar, a preservação do meio ambiente. Esse é o grande objetivo desta audiência, e só temos duas pessoas, para que elas possam falar até com mais calma, não é? A gente gosta que as pessoas tenham tempo para falar - não demais... (*Risos.*) mas que possam ter a oportunidade de falar. Não é mesmo, Regina? (*Pausa.*)

Vamos dizer, assim, quanto tempo? Uns 20, 25...

A SRA. REGINA ALVALÁ (*Fora do microfone.*) - É, acho que uns 20, 25...

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Vinte minutos, 25 no máximo. Está bom?

A SRA. REGINA ALVALÁ (*Fora do microfone.*) - No máximo.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Porque sempre é bom as pessoas que nos acompanham dizerem: "Poxa, foi tão bom, foi rápido, bom, direto, assertivo", não é? Eu gosto dessas coisas, para não ficar discutindo eternamente.

De qualquer forma, eu já quero ler algumas perguntas que vieram.

Rafael, do Paraná: "Por que [...] [é necessário] debater o papel do Cemaden? Não é bem clara a função e o dever desse órgão?". Então, Rafael, espero que fique claro após esta audiência pública.

Edfran, do Amazonas: "Quais estratégias o Cemaden pretende adotar para aprimorar o monitoramento e os alertas diante do aumento dos desastres naturais?". Eu gosto da palavra "aprimorar", porque é o que a gente está fazendo; a gente tem que aprimorar, melhorar, inovar a vida toda.

Marcos, do Distrito Federal: "O Cemaden está [utilizando] ou pretende incorporar ferramentas de inteligência artificial [...] para [...] desenhar cenários que antecipem eventos climáticos?".

Marcelo, de Alagoas: "Existe integração em tempo real entre os alertas do Cemaden e aplicativos ou plataformas que chegam ao público diretamente por meio de celular?" - quer dizer, como é que é essa cadeia, não é? É algo que certamente vai ser colocado.

Bruno, da Paraíba: "Como o Cemaden pretende ampliar sua atuação [novamente] diante do aumento de desastres naturais causados pelo aquecimento global?".

E há comentários.

Gentil, da Paraíba: "[...] [Devem ser previstas punições] para governantes locais em [...] [caso] de tragédias ambientais, pois todas são cíclicas". É um comentário.

Domingos, do Rio Grande do Sul, com seu comentário: "[...] Todos os municípios deveriam ter um plano de contingência específico para suas condições particulares e possíveis eventualidades".

Kayo, do Rio de Janeiro: "O Cemaden é fundamental para prevenir e minimizar impactos de desastres agravados pelo aquecimento global [...]".

Muito bom. Parabéns para os que já fizeram os comentários e as perguntas.

Eu só quero dizer inclusive que, anos atrás, eu tive a felicidade de ser também Secretário de Educação do Estado do Paraná e instituímos, em todos os colégios estaduais, nas Apaes, coirmãs, em todos os colégios conveniados com a Secretaria de Educação, um ano antes do desastre na Boate Kiss - não foi por causa da Boate Kiss, mas um ano antes -, o que a gente chamou de Brigada Escolar - Defesa Civil na Escola.

Então, eu sei que a Regina e o Jose Antônio vão falar sobre o Cemaden Educação, porque é um trabalho que tem que acontecer nas escolas também, com conhecimento, informação e assim por diante.

Muito bem. Passamos a palavra à Sra. Regina Alvalá, que é, como eu já disse, Diretora do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Isso significa Cemaden, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, representando o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Às vezes, o pessoal fala Cemaden e não sabe o que Cemaden significa, a sigla, mas sempre vamos usar por extenso também, que é Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Muito bom.

Com a palavra.

A SRA. REGINA ALVALÁ (Para expor. *Fora do microfone.*) - Bom dia a todos e a todas. (*Pausa.*)

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Vamos colocar para não te atrapalhar...

A SRA. REGINA ALVALÁ - Mais uma vez, bom dia a todos e a todas aqui presentes, os que nos escutam virtualmente. MUITÍSSIMO obrigada, Senador Flávio Arns, é uma honra estar aqui falando do que nós fazemos no escopo de ciência, tecnologia e inovação, em especial na temática desastres, monitoramento e alertas, num centro que é essencialmente de ciência, tecnologia e inovação.

Então, é com grande alegria que eu venho aqui para abordar, muito rapidamente, porque daria para passar horas falando do que fazemos no Cemaden, mas eu particularmente gostaria também de registrar a alegria de ver o tema que foi proposto para tratarmos hoje: o papel do Cemaden frente à escalada dos desastres decorrentes por conta do aquecimento global, e as perspectivas estratégicas do órgão, do ministério, para os próximos anos.

Eu deixei ali em detalhe os "naturais", em destaque, e já, já eu explico por que é que a gente não usa mais o "naturais". Eu começo só, também muito rapidamente, explicando que a minha apresentação se complementará com a do meu colega Dr. Jose Marengo, que falará na sequência, então eu só vou fazer um pequeno *link*.

Falamos muito de mudanças climáticas, mas essa figura resume sucintamente o que as mudanças climáticas fazem, contribuem como multiplicador de instabilidades. Então, nós temos os gases do efeito estufa presentes na atmosfera, e os seus aumentos acabam sendo responsáveis pelo aquecimento global e regional, não é global, mas cada região tem consequências distintas em função desse aquecimento.

Entre essas várias consequências, destaco ali aquela que está mais associada com desastres, não só no Brasil, mas em todo o planeta, que está associada às mudanças nos padrões de chuvas nas diferentes regiões do planeta. E, entre os vários impactos, destacam-se então extremos climáticos mais intensos e frequentes, como as ondas de calor, ondas de frio, os furacões, secas, incêndios, os deslizamentos de terras, as enxurradas, as inundações, que são tipologias de desastres que acontecem praticamente em todas as áreas continentais do nosso planeta. Nós não temos, por exemplo, no Brasil furacões, mas nós temos outros desastres deflagrados em razão desses extremos mais intensos e frequentes.

E se só olharmos para as duas últimas décadas, o Brasil - e aí vamos só olhar aqui o nosso país - tem sido impactado e continua sendo impactado por esses extremos e, como consequência, com impactos socioeconômicos nos vários ecossistemas do nosso país, distintamente.

Então, tem ali alguns dados só para nos situarmos. Houve secas na Amazônia em 2005, 2010, 2016, 2023, 2024. O Acre, agora, neste ano, foi impactado tanto por secas quanto por inundações em 2025, mas também ocorreram inundações na Amazônia em 2009, 2013, 2014, etc. Houve queimadas no Pantanal, em 2020, 2022, 2023, 2024. No Rio Grande do

Sul, na Região Sul, ocorreram secas por um período bastante significativo, entre 2020 e 2023, e, logo na sequência, as inundações em junho de 2023, setembro de 2023 e a grande inundação de 2024. Neste ano também já tivemos eventos de inundações não tão regionalizados, mas em algumas partes do Estado do Rio Grande do Sul. Secas na região semiárida do Brasil. Chuvas em várias partes da Região Sudeste: São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais. Seca também na Região Sudeste do Brasil, que, inclusive, gerou a pior crise de água que a gente podia ter visto, desde 1960, que foi a seca de 2013 e 2014, que impactou o principal sistema de abastecimento de água para a população na cidade de São Paulo, que é o Sistema Cantareira. Então, a gente está tendo esses eventos cada vez mais frequentes e cada vez com impactos socioeconômicos mais significativos.

Eu destaquei, lá atrás, que os "naturais" nós não usamos mais, e não nós, no Cemaden; isso vem da ciência dos desastres, como as pessoas que trabalham com as ciências nos vários cantos do mundo, olhando também para os marcos internacionais de gestão e de redução de riscos de desastres, já, digamos assim, aboliram a terminologia "naturais".

Claro que, por exemplo, um vulcão em erupção ou mesmo um abalo sísmico até a gente pode dizer que é um desastre geofísico ou um desastre natural. Mas no caso das tipologias de desastres que acontecem no Brasil, o que nós temos é essa combinação da ameaça - a ameaça é natural, é uma chuva mais intensa, mais frequente, mais localizada - com a vulnerabilidade. Então, quando a gente combina a ameaça com a vulnerabilidade, é que nós temos o desastre. Por isso, inclusive, que, muitas vezes, o foco nesses desastres deflagrados por chuvas demais, decorrentes de inundações, de enxurradas, de deslizamentos de terra, sempre está nas áreas urbanas, que é onde tem a população que vai ser mais impactada por eles.

Bom, é dentro desse contexto, então, de desastres que o Cemaden foi criado em 2011, como o senhor bem destacou. É um centro bastante jovem, tem apenas 14 anos de criação, com uma missão muito clara, que é realmente prover esses serviços climáticos, fazer o monitoramento relevante para subsidiar a gestão, mas também a redução do risco de desastres, considerando o monitoramento das condições - tem um nome bastante grande ali, mas é porque, como os desastres são naturais, então a gente precisa monitorar essas condições - geo-hidro-meteorológicas e socioambientais, que vão deflagrar esses desastres que mais impactam o território brasileiro, que são os desastres geológicos, hidrológicos e meteorológicos.

Então, como um centro que tem uma missão de monitoramento, nós trabalhamos ininterruptamente 24 horas por dia. Como também é uma instituição de ciência, tecnologia e inovação, nós desenvolvemos pesquisas, inovação, contribuimos para a formação de recursos humanos - mesmo o centro novo tem um programa de pós-graduação desde 2019 - e também no outro extremo, para chuvas demais, monitoramos movimentos de massa e os riscos hidrológicos, e, para chuvas de menos, monitoramos as condições de seca, os seus impactos na agricultura, na gestão, na geração de água para abastecimento humano, os recursos hídricos e também o risco de propagação de fogo. E como toda instituição de CIT, trabalhamos com parcerias nacionais e internacionais.

Bom, do ponto de vista de monitoramento dos desastres associados às chuvas demais, então, aos riscos de deslizamentos de terra e aos riscos hidrológicos, lá em 2011, quando o centro foi criado, com o decreto de criação do centro em 1º de julho, em 2 de dezembro, nós já estávamos monitorando ininterruptamente. Começamos monitorando 56 municípios e este número de municípios foi gradativamente aumentando.

Então, em 2012, foram elencados 821 municípios considerados críticos para o Cemaden monitorar, e esse número foi vigente desde 2012 até 2022, final de 2022. No início de 2023, fez-se então uma reanálise, uma reavaliação dessa lista de municípios mais críticos, um trabalho coordenado pela Secretaria de Articulação e Monitoramento, da Casa Civil, da Presidência da República, com contribuições não só do MCTI, mas do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, do Ministério das Cidades, do Serviço Geológico do Brasil, que está vinculado ao Ministério de Minas e Energia, e também do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Este número saltou de 821 para 1.942 municípios, que foram considerados mais suscetíveis à ocorrência tanto de desastres associados a movimento de massa quanto de desastres hidrológicos. E no início deste ano, após também o desastre no Estado do Rio Grande do Sul, no ano passado, mais 153 municípios, considerando aí uma avaliação, um período bastante longo com uma base de dados de 1991 a 2024, foram incorporados aos 1.942. Então, hoje, essa lista de municípios suscetíveis a ocorrências dessas tipologias de desastres soma 2.095 municípios. Nesses municípios vivem praticamente a maior parcela da população do Brasil. Nós temos 5.570 municípios no território brasileiro, mas, nesses que o Cemaden monitora vivem... Hoje nós monitoramos 1.133 desses 2.095 municípios, e, nesses 1.133, vivem 60% da população. Com os 2.095, vive um pouquinho mais de 70%. Nesses municípios também, obviamente, têm registros de ocorrências de desastres, de pessoas desalojadas, desabrigadas. Então, todo o trabalho se alicerçou em várias bases de dados, tanto associadas à clima quanto à ocorrência de desastres com os impactos. Nós olhamos muito de *zoom* para cada um desses 1.133 municípios que o Cemaden monitora, nós temos todas as áreas de riscos mapeadas. Hoje nós monitoramos entre 35 e 40 mil áreas de riscos. A gente olha bem de *zoom* para aquelas áreas, porque nem toda a cidade tem moradias que vão ser impactadas por uma chuva mais extrema ou por uma

chuva contínua, mas que tenha um padrão de vulnerabilidade maior. Então, o nosso foco é olhar para as áreas de riscos mapeadas dentro dos municípios.

Também, desenvolvemos um índice, por exemplo, de vulnerabilidade a deslizamentos de terra. Então, para a gente também é importante saber, das várias áreas de riscos que são suscetíveis aos deslizamentos, quais são as mais críticas das críticas. Esse também é um trabalho de pesquisa conduzido pelo Cemaden e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Para subsidiar o monitoramento que o Cemaden faz, o centro ficou incumbido, como o senhor também destacou, de implementar uma rede de monitoramento ambiental, que foi implementada entre 2013 e 2014. Nós adquirimos um conjunto de equipamentos para dispor de informações em tempo mais real, uma vez que a base de dados que o país tinha não dispunha informações em intervalos ou escalas temporais mais finas para subsidiar o monitoramento. Aí o Cemaden, então, adquiriu nove radares meteorológicos, um pouco mais de 3 mil pluviômetros automáticos, estações hidrológicas, estações geotécnicas - que também nos permitem monitorar não só a chuva que cai, mas a água que infiltra dentro do solo até a profundidade de 3m, por exemplo - e um outro conjunto de equipamentos para monitorar a região semiárida do Brasil.

Está ali, em destaque, como esses dados são transmitidos. Eles precisam chegar em tempo real ao nosso centro para subsidiar as equipes que trabalham, fazendo o monitoramento.

O centro também desenvolve plataformas e ferramentas. Acho que teve aqui uma inversão do eslaide, mas não tem problema. Por exemplo, para monitorar os riscos de deslizamentos de terra, nós temos uma sala operacional onde trabalham profissionais especialistas da área de geologia, da área de geodinâmica, da área de hidrologia, da área de meteorologia e também profissionais que são mais especialistas nas áreas das humanas, das sociais, que entendem das vulnerabilidades. Então, essa sala operacional é como uma UTI de hospital em que profissionais, com diferentes conhecimentos específicos e técnicos, trabalham em conjunto, e, desse trabalho em conjunto, os alertas são emitidos.

Os alertas emitidos pelo centro são imediatamente, após a sua emissão, encaminhados para a Defesa Civil Nacional, vinculada ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, e também para as defesas civis dos municípios alertados. Os alertas só são emitidos quando há realmente uma convergência de informações e dados e de situação que demanda realmente a emissão de um alerta mais específico.

A gente costuma dizer que nós não somos uma instituição de meteorologia. As instituições de meteorologia fazem diariamente as previsões de tempo, mas nem toda chuva que cai numa determinada região, numa determinada cidade, numa determinada área vai se singularizar num desastre, vai culminar num desastre. Então, é preciso diferenciar. A previsão de tempo é um insumo, é um dado, é uma informação útil para subsidiar o monitoramento, mas, para esse monitoramento mais amplo, nós consideramos uma série de outros dados e informações.

O Cemaden, no contexto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, desenvolveu esse sistema de previsão de riscos de deslizamentos de terra que combina acumulados efetivos de chuvas. A gente conhece os limiares críticos, qual limiar de chuva que pode fazer uma encosta deslizar ou uma área mais ou menos inclinada. Esses limiares não são idênticos.

Esse sistema incorpora essas informações, incorpora informações da chuva que acumulou no solo, da chuva que já caiu, e também previsões de chuva, as previsões de chuva futura.

Com esse sistema, a gente consegue fazer previsões com até 72 horas de antecedência, ou seja, três dias de antecedência, considerando os vários municípios do país que têm risco, que têm suscetibilidade aos riscos de deslizamentos.

Esse é um sistema público, está no *site* do Cemaden. Qualquer cidadão pode também entrar e acompanhar o que acontece na sua região, no seu município.

Eu já estou até adiantando um pouquinho de como a gente já está prevendo para o futuro.

Este também é um outro sistema que está em desenvolvimento no Cemaden. O que eu mencionei anteriormente é o sistema só direcionado para deslizamentos de terra. Este aqui é um sistema para previsão de riscos de inundações, que nós chamamos Hidro-Risk. A gente mapeou e faz uma previsão hidrológica para os próximos dias, para cada bacia hidrográfica do país.

Então, aqui tem um *zoom* para o Rio Grande do Sul. Tem ali uma veinha vermelhinha, uma laranjinha, uma amarelinha, ilustrando aqui uma previsão de risco de inundação para uma região do Rio Grande do Sul, que, recentemente, realmente passou por uma inundação. Aqui, tem o exemplo de uma previsão feita da vazão. A gente combina modelo hidrológico com previsão meteorológica. Tem um trabalho de pesquisa e desenvolvimento bastante substantivo por trás dessa ferramenta, e a gente consegue ir gerando, então, previsões, várias previsões de vazão para os próximos dez dias. Isso também é bastante importante, porque a gente consegue alertar cada vez mais com antecedência. Aqui é um exemplo para Alegrete, no Rio Grande do Sul, feito mais recentemente em maio de 2025, e de fato depois extrapolou a cota de inundação ou não. Você consegue ir acompanhando se vai extrapolar, e as defesas civis dos municípios alertados podem se antecipar para agir.

Hoje, neste trabalho feito no contexto do sistema Hidro-Risk, a gente já mapeou todas as bacias do Atlântico Sudeste e algumas também da região do Estado do Paraná, bacias do Rio Tocantins, do São Francisco, etc. Tem ainda lacunas. A gente está agora trabalhando para completar as bacias da Região Nordeste e também as bacias da Região Amazônica, que têm um conjunto de municípios com riscos para inundações, alagamentos e enxurradas. Então, esse também é um trabalho que contempla desenvolvimento de pesquisa, desenvolvimentos tecnológicos e também inovação.

Bom, nós temos também esse canal que foi aqui mencionado: "Fala Defesa Civil". Todos os alertas, como eu já mencionei, emitidos pelo Cemaden são imediatamente encaminhados para a Defesa Civil Nacional e para a Defesa Civil do município. Então, nós também criamos essa plataforma por meio da qual as defesas civis têm um contato mais estreito e direto com o Cemaden.

Eu mencionei a rede de monitoramento de chuvas que o centro tem, e esses dados nós recebemos em tempo real e eles também são disponibilizados em tempo real para a sociedade. Então, via mapa interativa, no centro, qualquer cidadão pode entrar e acompanhar como é que estão as chuvas pelos equipamentos do centro por esse canal que nós chamamos do Fala.BR.

Bom, considerando que a rede de monitoramento foi implementada praticamente uma década atrás, a gente tem que, obviamente, estar sempre inovando. Então, o Cemaden, no trabalho de desenvolvimento tecnológico e de inovação... Porque manter essa rede de equipamentos funcionando é dispendiosa, ela demanda recursos para as manutenções, tanto preventivas quanto corretivas. Visando, então, minimizar o custo de manutenção dessas redes, o Cemaden desenvolveu um conceito de novas plataformas de coleta de dados para monitorar chuvas e criou, então, um protótipo de um sistema que permite acoplar um sensor para monitorar chuvas, que pode inclusive ser incrementado com outros sensores para monitorar outras variáveis climáticas e já transferiu isso para as empresas no Brasil.

Então, hoje já tem empresa fabricando este novo pluviômetro mais compacto, com maior eficiência energética, com tempo de vida útil maior - estimada em cinco anos para a bateria -, sem muitas componentes externas.

O pluviômetro inicial da rede implementada tem um painel solar, tem cabos e, às vezes, há vandalismo, há roubo de cabos e há animais que impactam ali - comem os cabos, etc. Então, esse equipamento é hoje bem mais compacto, permite a transmissão dos dados, via NB-IoT, sem fio de baixa potência, a instalação também é bem mais simplificada, a caixa é pequena, então tudo isso também diminui os custos de fabricação desses equipamentos. Este equipamento já foi homologado pela Anatel. E é com muito orgulho que eu até compartilho que as indústrias, as empresas fabricantes de equipamentos para monitoramento de chuvas têm procurado a empresa brasileira que fabricou esse nosso equipamento porque se interessaram pelo desenvolvimento tecnológico e inovação que esses equipamentos já incorporam. Tanto já fabricaram bastante que nós instalamos, nesse pacote de equipamentos novos, 418 novos pluviômetros no Estado do Rio Grande do Sul. O Rio Grande do Sul foi bastante impactado, no ano passado, por aquele grande desastre, dos equipamentos tradicionais, mais de cem foram perdidos pelo desastre. Então nós já instalamos 418 equipamentos e já estão funcionando, já estão transmitindo dados para o nosso centro. Aqui é um exemplo dele já instalado, muito próximo de uma área que foi destruída, de uma escola, de uma cidade próxima do Rio Taquari, no Rio Grande do Sul. E estamos expandindo também a rede observacional, porque nós temos que monitorar mais municípios, 1.133, praticamente metade daqueles 2.095, então, com recursos do PAC, nós estamos adquirindo equipamentos para serem instalados nos municípios que ainda não contam com informações sobre chuvas para subsidiar o monitoramento. Além disso, também estamos com investimento para expandir a capacidade do parque de tecnologia da informação do centro, porque vamos receber mais dados. O nosso parque é do início da criação do centro, e a gente sabe que tecnologia da informação avança muito rapidamente, então a gente também vai ter um Tier III agora, uma infraestrutura mais compatível para poder armazenar, receber, processar, etc., dados, em tempo praticamente quase real; nós também mudamos recentemente o nosso sistema de vídeo *wall*, esse sistema fica na sala de operações e é fundamental para permitir a visualização e o cruzamento de várias camadas de informações para subsidiar o trabalho de monitoramento e emissão de alertas. E esse trabalho é feito ininterruptamente 24 horas por dia, sete dias da semana, por profissionais de diferentes áreas do conhecimento.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR. *Fora do microfone.*) - Onde que funciona o Cemaden, é bom falar.

A SRA. REGINA ALVALÁ - O centro funciona em São José dos Campos. Nós estamos sediados dentro da área do parque tecnológico da cidade, que fica ali na Rodovia Presidente Dutra, todo o centro, nós não temos nenhuma outra filial, digamos assim, todo o estafe do centro está concentrado então numa área que ocupamos no parque tecnológico do Cemaden.

Eu não vou falar muito aqui sobre isso, o Dr. Marengo deve falar, mas a gente também acabou de submeter um projeto, e vamos criar três grandes laboratórios: um de geotecnia; um integrado de simulação de chuvas, que vai ser o primeiro

laboratório de simulação de chuvas do Brasil; e um outro de visualização de encostas. Numa chamada recente de uma carta convite do MCTI/Finep/FNDCT, ficamos muito felizes, porque saiu ontem o resultado, e o centro vai avançar com a criação desses laboratórios, com *softwares* de processamento, com equipamentos para coleta de dados, coleta de dados também por *scanners*, etc. e inclusive com um laboratório de realidade virtual, o que vai colocar o Brasil também no patamar de outros centros avançados de desastres do mundo - o Japão é muito avançado nessa área. Essa coisa com animação demora um pouquinho mais. Enfim, particularmente, com esse laboratório, vai ser possível fazer vários estudos e aprimorar não só o monitoramento, mas a própria atuação das defesas civis que atuam lá na ponta.

E, no outro extremo, nós fazemos o monitoramento operacional de secas - vou passar muito rapidamente. Nós começamos monitorando inicialmente a região semiárida, lá em 2012, mas, desde 2017, nós monitoramos todo o território brasileiro, considerando várias fontes de dados e gerando vários produtos, considerando obviamente uma abordagem multidisciplinar. Então, olhamos não só a chuva, mas a água no solo, como é que está a situação da vegetação, a vazão dos rios, os níveis dos reservatórios e várias outras fontes de dados, como a vulnerabilidade socioeconômica, o mapeamento dos setores expostos às secas, e geramos, então, informações que nos permitem olhar como é que está a severidade da seca - e aqui sim - para cada um dos 5,57 mil municípios do território brasileiro. Então, o impacto da severidade da seca nas áreas agroprodutivas, nos assentamentos rurais, nas terras indígenas, nas unidades de conservação.

Essas informações são muito importantes e úteis para subsidiar a redução de impactos, inclusive, de políticas públicas conduzidas pelo Brasil. O Cemaden gera um dos indicadores que subsidia um importante programa que o país tem, há mais de 20 anos, que é o Garantia-Safra, identifica também os municípios...

(Soa a campanha.)

A SRA. REGINA ALVALÁ - ... em situação emergencial, reuniões de salas de crise e várias outras aplicações destacadas à direita. Eu estou quase concluindo.

No contexto de avanços - é até uma das perguntas aqui, a que já adianto respondendo -, o Cemaden está pensando em usar inteligência artificial, a gente está já, sim, com pesquisas em andamento, esforço em andamento para usar inteligência artificial para a previsão das secas agrícolas e também das secas hidrológicas.

Geramos também uma outra informação muito importante que subsidia o monitoramento de 42 bacias hidrográficas do Brasil, na questão de como está a situação dessas bacias que proveem água para abastecimento, água para geração hidrelétrica e água para navegação. Fazemos essa comunicação por diferentes mecanismos, as informações ficam disponibilizadas no *site* do centro, os dados todos também disponibilizados para todos os interessados.

E, por fim, uma outra frente que nós trabalhamos no Cemaden, também já há praticamente mais de uma década, é o Programa Cemaden Educação, uma rede de escolas e comunidades na prevenção de desastres que tem o foco de mobilizar jovens, estudantes, principalmente de nível médio, mas também de universidades, professores e todas as comunidades, com o foco em construir conhecimento, refletir e agir na prevenção dos riscos de desastres no Brasil.

A gente tem bastante orgulho de dizer que essa iniciativa do Cemaden Educação foi considerada como uma prática inspiradora pelas Nações Unidas, pelo combate às mudanças do clima da ONU, e a gente tem trabalhado nessa frente com redes de escolas, com mobilização, com campanhas, etc. O meu colega, Dr. Marengo, deve detalhar um pouquinho mais à frente.

Só fechando, nem elenquei aqui, deveria ter vários pontinhos ali, mas recursos orçamentários para a manutenção da rede são cruciais, não só para a rede já implementada, mas, também, para a complementação que ainda se faz necessária e também para ampliação do quadro de recursos humanos do centro. Nós acabamos de absorver servidores no centro agora, nesse finalzinho de julho a agosto, mas ainda precisamos de mais recursos humanos para dar continuidade ao que fazemos no centro.

Desculpe ter me alongado, muito obrigada.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Agradeço à Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá.

Até nós demos um tempo a mais, foram 35 minutos, para que a explicação pudesse transcorrer até o final, um pouco apurado no final. *(Risos.)*

Mas eu quero dizer a todos e a todas que nos acompanham pelos meios de comunicação que a apresentação ficará inteira na página da Comissão, bem como a exposição da Dra. Regina e também a do Dr. Jose Antonio, que falará na sequência.

Eu quero dizer que muitas pessoas certamente vão dizer: "Olhe, poderia ter isso, poderia ter aquilo". A gente está... A Comissão do Senado Federal, nesta área, está aberta a receber sugestões da sociedade que vão nos subsidiar no Congresso e subsidiar o próprio trabalho do Cemaden.

Então, lembrando: "ce" é centro, "m" é monitoramento, "a" é alerta de desastres naturais... Tem que mudar o nome do Cemaden...

A SRA. REGINA ALVALÁ (*Fora do microfone.*) - Tem que mudar o nome. (*Risos.*)

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Porque não é natural só, não é?

Então, tem que pensar numa nova expressão para não ser... Vocês nos induziram a erro, não é? (*Risos.*) Está certo?

Então, está bom, muito bem.

Passamos, em seguida, a palavra ao Dr. Jose Antonio Marengo, que é Coordenador-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - ou não.

Então, está bom.

Com a palavra o Dr. Jose Antonio.

O SR. JOSE ANTONIO MARENGO (Para expor. *Por videoconferência.*) - Bom dia.

O Cemaden agradece ao Senador Flávio Arns e à Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação e Informática pelo convite para apresentar as atividades do Cemaden.

O meu nome é Jose Antonio Marengo, Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro. Eu sou climatologista, então, trabalhamos já há 14 anos com esses assuntos de extremos. Então, talvez o que seria um pouco importante... Os desastres, como a Dra. Regina falou, no Brasil, são basicamente desastres climáticos e, obviamente, as ameaças climáticas e os desastres têm uma interação muito complexa. Temos eventos meteorológicos extremos, como chuvas intensas, falta de chuva, que deflagram enchentes, secas e tempestades, que são os desastres mais importantes no Brasil.

Temos aí, por exemplo, como disse, não só os principais impactos ou os desastres, como temos as perdas econômicas associadas e, particularmente, a vulnerabilidade e o impacto social, ou seja, as pessoas com maior pobreza no Brasil são as mais afetadas, aquelas que têm uma desigualdade social no Brasil e (*Falha no áudio.*) ... áreas não seguras e sem saneamento básico. E, como consequência, nós temos mortos e feridos, deslocamentos, imigrações e problemas de saúde. Então, após todo desastre, aparecem muitas consequências: não só o desastre mesmo, mas problemas de saúde e, particularmente, problemas mentais, como já aconteceu em estudos dos desastres de Blumenau, em 2008, e, recentemente, no Rio Grande do Sul, em 2024.

Uma das coisas importantes é que a Organização das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres já tem feito avaliações, e eles estimam que o número de desastres esteja aumentando, já desde os anos 70, e existe uma tendência de aumento, tanto do número de desastres, caso, por exemplo, também, do número de secas... Talvez as secas não matem tantas pessoas como as inundações, mas afetam grandes áreas...

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Dr. Jose Antonio, eu só vou me desculpar e fazer uma interrupção, porque os eslaides, a apresentação não está em tela cheia e não há possibilidade de os eslaides, as fotografias da exposição serem passados. A tela não está mudando.

O SR. JOSE ANTONIO MARENGO (*Por videoconferência.*) - Opa, desculpem-me. (*Pausa.*)

Aqui não é tela cheia.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Não, ainda não está em tela cheia.

O SR. JOSE ANTONIO MARENGO (*Por videoconferência.*) - Está agora?

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Espere só um pouquinho que o Leomar, que é o Secretário, já o orienta. (*Pausa.*)

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - O senhor só diz: "O seguinte, o seguinte", e as pessoas aqui da própria secretaria passam, então, à exposição seguinte. Só dê um sinal por aí, não é, Dr. Jose Antonio?

O SR. JOSE ANTONIO MARENGO (*Por videoconferência.*) - Sim, sim, desculpem-me pelo incômodo. Aqui estava funcionando.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Tudo bem. O.k.? (*Pausa.*)

Agora até eu estou enxergando. (*Risos.*)

O SR. JOSE ANTONIO MARENGO (*Por videoconferência.*) - Desculpem-me.

Então, como já tínhamos falado aqui, no caso das ameaças climáticas e dos desastres no Brasil, há uma interação muito importante. Os desastres no Brasil são de origem climática, tanto muita chuva como pouca chuva, e a combinação que pode existir, por exemplo, ondas de calor com secas e todo esse tipo de fatores.

É claro que todos os desastres no Brasil, como em todo o mundo, geram perdas econômicas importantes e geralmente afetam as pessoas mais pobres, ou seja, as pessoas que são socialmente mais vulneráveis. E dentro das consequências dos desastres, nós temos obviamente mortos, ferimentos, desaparecidos, deslocamentos e migrações, que é um aspecto muito importante, e problemas de saúde. Esses problemas, tanto psicológicos como de traumas, aparecem geralmente depois do desastre e é algo que pode durar por anos.

Próximo, por favor.

Então a Organização das Nações Unidas para a Redução de Risco de Desastres tem feito avaliações sobre projeções, e todas elas apontam um aumento, já observado desde os anos 70 e possivelmente até os próximos dez anos, no número de desastres em todo o mundo.

Próximo.

Tanto na parte de secas também - próximo - como também na parte de extremos de temperatura, particularmente ondas de calor. Ondas de frio também, mas ondas de calor são desastres mais importantes, porque interagem muito com secas, e é aí que vêm desastres como, por exemplo, risco de incêndios florestais.

Próximo.

Bom, no caso das emissões, as maiores emissões de gases de efeito estufa são nos Estados Unidos, mas vocês podem ver essas cores azul e verde. No caso de Estados Unidos e China, a maior emissão é de queima de combustível fóssil. E no caso do Brasil e Indonésia, por exemplo, a maior contribuição é manuseio do solo, ou seja, mudanças no uso da terra, que podem ser também uma parte disso associado ao desmatamento, não só da Amazônia, desmatamento de todos os biomas. Então isso mostra um pouco a origem da contribuição do Brasil para a emissão de gases de efeito estufa.

Próximo, por favor.

E já falamos de aquecimento global. Então esta figura é do Centro Copérnico, da Europa. Aquelas linhas laranjas que vocês veem na esquerda são as anomalias, ou seja, anomalia seria o valor da temperatura do ano menos a climatologia, neste caso, de 1991 a 2010. E aí vocês podem ver já desde os anos 60, e recentemente o ano de 2024 ultrapassou o valor de 1,5°.

E esse valor de 1,5° é aquele que foi discutido no Acordo de Paris. A ideia era reduzir emissões de gases de efeito estufa, reduzir desmatamento, para não chegar a esse 1,5°. Por quê? Porque, ultrapassando isso, nós teríamos um aumento na frequência de eventos extremos. Então, quando a atmosfera está muito quente, armazena maior volume de umidade atmosférica, e isso, de certa forma, acelera a circulação atmosférica. É como se estivéssemos colocando gasolina no fogo.

E isso é preocupante. Por quê? Porque, nos primeiros cinco meses de 2025, também ultrapassamos 1,5°. Então, é ainda cedo para dizer que o Acordo de Paris foi um fracasso. É simplesmente uma luz vermelha de que estamos próximos demais ao que nós estabelecemos como limite.

E aquela figura mundial são anomalias de temperatura do ano de 2024. E aí vocês podem ver quase todo o domínio em vermelho, que é aquecimento, tanto na região do Hemisfério Norte como também nas regiões do Hemisfério Sul, incluindo quase todo o Brasil.

Próximo, por favor.

Bom, e esse aquecimento não é só global, já também se observa regional.

Aí vocês observam as anomalias de temperatura. As linhas e cores representam vários bancos de dados de temperatura, mas todos eles apontam para 2024 ter sido o ano mais quente no México, no Caribe, na América Central e na América do Sul, ou seja, 2024 foi o ano mais quente, tanto em nível global como em nível regional. E, no Brasil, também foi o ano mais quente desde 1961.

Próximo, por favor.

Então, aí nós enfrentamos o que nós chamamos crise climática, que já estamos experimentando, e a emergência climática, ou seja, a forma como nós vamos enfrentar esse problema.

Próximo, por favor.

Bom, esta figura é meio complicadinha, mas vou tentar simplificar. São três elipses. Há uma elipse que representa a vulnerabilidade, que é um conceito social, ou seja, predisposição de pessoa ou grupo a ser afetado negativamente por algum fator, neste caso, o clima. Obviamente, isso vai depender de idade, gênero, educação, pobreza. Depois nós temos *exposure*, a exposição: predisposição de um grupo a ser afetado, por exemplo, imagine uma cidade que está morando próxima de mais de um rio ou de um morro - está exposta. E o terceiro, que aparece como *weather and climate events*, seria a ameaça, a ameaça meteorológica: chuvas intensas ou falta de chuva, ondas de calor que podem gerar desastres. Essa combinação dos três nos dá o risco de desastre, ou seja, a chuva não é o desastre. O que se recebe muitas vezes no celular é previsão de chuva. E aí, automaticamente, quem faz essa previsão no aplicativo assume que essa chuva vai gerar uma enchente. Pode ser que gere uma enchente se cair em uma área exposta ou uma área urbana, mas se cair no meio da Amazônia, simplesmente vai ser uma chuva intensa, não vai ser um desastre.

Então nós temos que diferenciar: a chuva não é o desastre; a combinação de chuva extrema em áreas expostas e vulneráveis, isso sim gera um desastre. E o Cemaden trabalha justamente com essa combinação dos três, para a redução de risco de desastre.

Próximo, por favor.

Então, os diferentes dados. Alguém perguntou sobre inteligência artificial e outros. Para trabalhar com chuva, primeiro, ou seja, com ameaça, nós temos as redes que já foram apresentadas pela Dra. Regina; os diversos tipos de modelagem, previsão melhorada de tempo e clima, ou melhoria dos sistemas de alerta precoce, ou seja, aqueles alertas precoces, aqueles que são emitidos pelo Cemaden, com dias de antecedência, sobre a possibilidade de um desastre afetar uma área.

Para isso utilizamos modelos matemáticos e empíricos, a previsão numérica do tempo (PNT), inteligência artificial, aprendizado de máquina, redes neurais - todas essas técnicas nos ajudam a melhorar nossos modelos e nossas previsões -, como também trabalhamos com modelos hidrológicos e de deslizamentos de terra e, obviamente, observações de campo de nossas redes, das redes do Inmet, do Inpe, da Agência Nacional de Águas e também das redes dos estados.

Então, a ideia disso é, por exemplo, vulnerabilidade: se nós queremos reduzir ou melhorar a previsão dos impactos e das ameaças, é para poder reduzir o risco de desastres. E para poder reduzir o risco de desastres, também precisamos de redução da pobreza, melhor educação e desenvolvimento sustentável e, obviamente, para exposição, realocação de ativos, ativos de proteção contra intempéries. Por exemplo, uma solução baseada em adaptação, a construção de um dique ou de uma barragem para proteger algumas cidades e já se começa a discutir um pouco na parte de seguros. Então, é isso o que o Cemaden trabalha e também com os aspectos de redução de vulnerabilidade e exposição.

Próximo, por favor.

Quando nós falamos de desastres, vemos fotografias de São Paulo inundada, mas isso não é algo dos últimos anos. Estas são figuras que eu obtive da internet de grandes enchentes, em São Paulo, em 1929 e em mil novecentos e cinquenta e tantos. Vejam que são similares ao que acontece agora. Claro, é diferente, por exemplo, do próximo eslaide.

Próximo, por favor.

É algo mais recente, podemos dizer, mas os desastres continuam aí: os rios estão, as inundações aparecem, as inundações costeiras e também as grandes áreas urbanas inundadas, como no caso de São Paulo, ou seja, o risco sempre existiu. Talvez, antes, a vulnerabilidade era menor, o número de população era menor, a exposição era menor, mas agora com construções muitas vezes irregulares, em áreas de risco, e migração para as cidades, o risco de desastres aumentou, nas últimas décadas.

Próximo.

Também temos que lembrar alguns desastres, como aquele desastre de fevereiro de 2022, em Petrópolis. Foi uma chuva intensa. Vocês podem ver o que a chuva gerou: esses deslizamentos de terra, aquelas áreas sem vegetação e que isso matou 234 pessoas. Em eventos como esses, por exemplo, a chuva intensa é o processo deflagrador do desastre. Mas a exposição dessas áreas, a falta de proteção vegetal e a localização de casas em áreas de risco aumentou essa vulnerabilidade e aí nós temos um número grande de pessoas que morreram.

Próximo, por favor.

Algo similar em Recife, em maio de 2022, em que 130 pessoas morreram. Na cidade de Olinda, por exemplo, registrou-se 199mm em 24 horas e a climatologia era de 311mm, ou seja, mais da metade caiu em um dia, e 130 pessoas morreram como consequência disso.

Próximo.

O desastre mais recente, no Rio Grande do Sul: 184 mortos, 463 municípios afetados, mais de 2 milhões de pessoas afetadas. O que temos que ver é que em todos esses desastres... Particularmente sobre aquele do Rio Grande do Sul, o Cemaden já tinha emitido alertas de desastres com alto risco de desastres geológicos e de desastres hidrológicos, com dias de antecedência. Já tinham sido emitidos esses alertas para a Defesa Civil, ou seja, o Cemaden não tem atribuição de mandar os alertas para a população. É feito através do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, ou seja, da Defesa Civil.

Próximo, por favor.

Bom, e também pelo outro lado, incêndios, secas. O risco de incêndios vai depender da seca, por exemplo, e de ondas de calor, como já aconteceu em 2023, 2024 e 2019, 2019 e 2020, no Pantanal e na Região Amazônica, ou seja, não foi só o calor, foi a combinação de seca com calor. E isso é realmente o que está afetando e aumentando o risco de incêndios, não só nessas regiões, mas também em outras áreas do Cerrado também.

Próximo.

E se pensarmos no futuro um pouco? Essas são as projeções dos modelos do IPCC, em que se pensa, por exemplo, em um aumento de 4°, global, ultrapassando, e muito, o 1,5° do Acordo de Paris, e uma concentração de 500ppm.

A primeira figura vem toda em vermelho, ou seja, um aquecimento que no caso do Brasil pode ultrapassar os 6°. O segundo mapa mostra as anomalias de chuva e vejam que partes da Região Amazônica estão no lado marrom, ou seja, mais secas. E, nas regiões que atualmente são muito vulneráveis aos excessos de chuva, no futuro, teríamos mais chuva. E o terceiro mapa mostra que essas chuvas seriam na forma de extremos.

Então, a situação em toda as Regiões Sudeste e Sul do Brasil, que são as mais afetadas pelos extremos de chuva no presente, no futuro, poderia continuar, ou seja, a ameaça está aumentando. Nós temos que ver formas de reduzir a vulnerabilidade da população, a exposição dela a isso, com medidas de adaptação para que não se tenha um impacto muito grave nas populações no futuro.

Próximo.

E aí nós temos um sumário do que poderia ser esperado até o final do século XXI em cada uma das regiões. Em todas elas se observa aumento de temperatura, o que se observa também ao nível global. Em alguns casos, como nas Regiões Sudeste e Sul, se mostram chuvas intensas e irregulares, o que significa que podemos ter chuvas concentradas em poucos dias que geram desastres e, depois, ter períodos secos e quentes que poderiam gerar incêndios, ou seja, um clima bastante extremo e irregular.

Próximo, por favor.

Bom, e aqui as linhas de pesquisa do Cemaden. Justamente focados nisso, nós temos uma linha de pesquisa a que nós chamamos de Alertageo, que objetiva aprimorar o entendimento científico dos mecanismos deflagradores de movimentos de massa, ou seja, deslizamentos de terra. A Dra. Regina já mostrou a rede instrumental, a rede de observações que tem e também o nível de modelagem que nós utilizamos para isso. Utilizamos isso aqui para nossas atividades regulares todos os dias e usaremos também para futuro.

Próximo, por favor.

Secas também, que já foram apresentadas. Lembro que nós temos seca hidrológica, seca meteorológica. O que nós chamamos de seca socioeconômica seria o impacto. Utilizamos geração de conhecimento científico sobre ameaças. E a seca é um fenômeno muito importante no Brasil. Utilizamos todo tipo de informações que possamos obter, informações de satélites, informações de nossa rede.

O próximo, por favor.

O Programa Hidro, que tem a ver com os processos hidrológicos em diferentes escalas temporais, que tem a ver com inundações e enxurradas, por exemplo, através de sistemas de previsão de modelagem e instrumentação que nós temos já instalados nos principais rios das áreas monitoradas pelo Brasil.

Próximo, por favor.

E o Cemaden na Sociedade. Este programa é extremamente importante. É aqui que entra o Cemaden Educação. E por que isso é importante? Porque nós podemos ter a melhor previsão hidrológica, a melhor previsão de desastres, mas, se a população não entende, se o pessoal da defesa civil, se os Prefeitos ou os Vereadores não entendem o que é desastre, muitas vezes, eles não agem.

Então, nós temos que criar essa cultura de percepção de risco de desastre. E isso envolve, obviamente, socioeconomia, capacidade de preparação da população. Isso é extremamente importante e um tema de excelência desenvolvido no Cemaden, ou seja, queremos criar essa percepção de risco de desastre para que as pessoas entendam que um desastre pode matar, que fiquem atentas aos alertas, que sejam evacuadas quando for necessário, porque isso pode salvar vidas no presente e também no futuro, num clima mais irregular.

Próximo, por favor.

Bom, os materiais produzidos pelo Cemaden em educação são guias para professores, material audiovisual, joguinhos para as crianças nas escolas e para professores de escolas.

Próximo.

E também, bom, aqui, é o que a Dra. Regina já falou: modelos de previsão hidrológica utilizando previsões meteorológicas de centros brasileiros, americanos e da União Europeia.

Próximo.

Aqui, creio que é importante. Os laboratórios que a Dra. Regina mencionou, que estão sendo financiados pela Finep, já que temos conhecimento de que eventos extremos de chuva podem acontecer no futuro em áreas, então, este laboratório é integrado para simulações pluviométricas. É um laboratório onde nós podemos simular, por exemplo, chuvas intensas de 300mm, 200mm por hora e quais seriam seus impactos na superfície, tanto na superfície inclinada, como na superfície plana, uma área urbana ou vegetal, preparado neste laboratório. Assim como temos modelos (*Falha no áudio.*) ... permitiria, naturalmente, em um ambiente controlado, poder, por exemplo, estabelecer novos limiares de chuva e fazer simulações laboratoriais sobre possíveis impactos de chuvas intensas no futuro. Próximo, por favor.

Próximo também. Não vou falar disso.

E o outro laboratório, o laboratório de geotecnia, onde temos ensaios geotécnicos voltados a movimentos de massa, com movimentos de modelos de fluxo em encostas e também calibração de sensores.

Próximo.

O que mais ou menos representa isso: uma estrutura de laboratório. E justamente esse laboratório, LabGeotec, trabalha com eventos climáticos extremos, particularmente com temperaturas de alta precipitação. Na próxima, que já é a última - próxima, por favor -, nós temos a combinação dos dois: podemos simular chuvas extremas que aconteceriam no futuro, calibrar nossos sensores e trabalhar em ambientes controlados sobre o que poderia acontecer na superfície. Ou seja, basicamente poderíamos simular, por exemplo, o impacto de chuvas intensas numa área urbana, numa área rural, numa superfície inclinada. É uma forma maravilhosa de poder complementar as informações das observações e dos modelos e, com isso, podemos simular dessa forma, mais tipo laboratório, os possíveis impactos extremos no futuro.

Bom, e com a próxima, agradeço muito a atenção. Eu acho que me mantive dentro do tempo. Muito obrigado novamente pelo convite ao Cemaden.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Agradeço ao Dr. Jose Antonio Marengo, que é Coordenador-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - e não naturais - (Cemaden).

Eu quero parabenizá-los, tanto a Dra. Regina quanto ao senhor, Dr. Jose Antonio, pela clareza da exposição, pela qualidade da exposição, e ficamos muito satisfeitos de que um órgão tão jovem, de 2011 - são 14 anos -, já desenvolva um trabalho de tanta qualidade e de importância para o nosso país. Então, parabéns em primeiro lugar.

Recebemos mais perguntas e comentários... Enfatizando para que todos e todas, não só nesta audiência, possam enviar para a Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação e Informática sugestões, ideias, questionamentos, porque esta audiência pública não deve, em termos de iniciativa, terminar nessas exposições. Tem que continuar, porque temos que inovar o tempo todo também, pesquisar e discutir, e as entidades ambientais também devem, na medida do possível, se posicionar e colocar o que se considera importante e necessário nessa área.

Mas temos aqui as perguntas.

Lucas, de Santa Catarina: "Quais parcerias o Cemaden está desenvolvendo para fortalecer a resiliência em comunidades vulneráveis?"

Renato, da Bahia: "Quais tecnologias e modelos de previsão o Cemaden usa hoje [eu acho que boa parte foi bem colocada e respondida. Só para, inclusive, valorizar quem fez a pergunta também, eu penso assim: é claro que às vezes é difícil em

meia hora explicar tudo, mas todos os dados estão disponíveis, para as pessoas] e como planeja atualizá-los diante das mudanças climáticas?". Isso foi bastante abordado.

Isabele, de Alagoas: "Como [...] [o monitoramento de desastres] pode ajudar o turismo e a hotelaria?". Basta ver Petrópolis, não é? Uma cidade bonita, histórica, acolhedora, e de repente acontece um desastre desses - ou no Rio Grande do Sul. A economia toda fica afetada: hotéis, turismo, desenvolvimento econômico e social. Então, pode ajudar a... Mas como fazer para que a população, a comunidade se envolva?

Comentários agora, não perguntas.

Paulo, de São Paulo: "Um serviço essencial [ele coloca]. Minimizar tempo de resposta e prevenção [...] [com] comunicação e ações rápidas salva vidas".

Izabela, de Pernambuco, com seu comentário: "O Congresso devia pensar em um estatuto a ser seguido pelas prefeituras sobre o tema desta audiência". É uma ideia também, não é?

Lurdes, do Rio Grande do Sul: "Precisamos ir além da teoria e capacitar as crianças, para que se tornem agentes ativos na prevenção de riscos climáticos". Crianças, e eu acrescentaria - viu, Lourdes? - adolescentes e jovens das universidades também, porque estão se formando na área, e criança, adolescente e jovem fazem revoluções.

Eu gostaria até que isso fosse abordado um pouco, porque o Cemaden, na verdade, tem esse conjunto de informações e conhecimento, e como é que isto é transmitido para a Defesa Civil nos estados, nos municípios? A gente tem que ter pessoas muito qualificadas lá para agirem, conforme foi perguntado, rapidamente. Como é que acontece essa qualificação?

Eu gostaria de saber como é que é também a interface - eu falei jovens agora há pouco, porque estão no ensino superior ou ensino técnico, profissionalizante - das pesquisas junto com as instituições de ensino superior, essa interface. Para quê? Nós temos uma rede de universidades federais, comunitárias, particulares, filantrópicas, estaduais, porque é uma atribuição precípua de uma instituição de ensino superior ter o ensino, a pesquisa e a inovação.

E também sobre a extensão, porque o pessoal pergunta como trabalhar com a comunidade. Então, extensão é isso, trabalhar, mas como que fazem isso com as instituições?

Foi falado, Dra. Regina, sobre o novo pluviômetro que a indústria desenvolveu, o que é ótimo, porque as indústrias também podem fazer pesquisas, e esse pluviômetro vem servindo, inclusive, de alternativa para outras situações. E eu fico pensando sobre como é que as universidades podem se envolver no desenvolvimento de tecnologia para a área. Como é que vocês estão pensando?

O Cemaden Educação, e novamente eu retorno à Lurdes, porque ela diz que, para as crianças, adolescentes e comunidades, a gente tem que pensar bem sobre como articular isso com o meio ambiente e com a educação também, porque aqui é uma Comissão de ciência, tecnologia, e até tive a honra de presidir a de educação e cultura nos dois últimos anos, mas isso tudo tem que ser levado para a educação de criança, adolescente, adulto, pós-graduação e assim por diante.

Passarei então a palavra novamente para a Dra. Regina, já agradecendo, para as considerações finais, mas abordando, durante alguns minutos, esses aspectos, vamos dizer assim... Por quantos minutos a senhora acha? Uns cinco minutos, está bom?

A SRA. REGINA ALVALÁ - É, acho que uns cinco minutos dão.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Isso, mas eu dou mais, caso perceba que precisa um pouco mais. Eu dou mais tempo, está bom?

A SRA. REGINA ALVALÁ - Perfeito.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Então, com a palavra a Dra. Regina Alvalá.

A SRA. REGINA ALVALÁ (Para expor.) - Bom, agradeço mais uma vez o convite do Senado para estar aqui e também as perguntas e os comentários que nós recebemos.

Eu diria que praticamente todas elas nós, de alguma forma, respondemos. É claro que, em duas apresentações relativamente curtas, é difícil a gente detalhar tudo o que fazemos, mas, debater o papel do centro é sempre muito importante. Acho que todas as instituições têm que, obviamente, investir esforços e recursos para não fazer mais do mesmo. Em ciência, todo dia a gente avança e aprimora, e debater o que nós fazemos no Cemaden é algo que nós internamente fazemos, inclusive, rotineiramente.

Sobre estratégias que o Cemaden adota para aprimorar o monitoramento, eu acho que na apresentação nós destacamos os avanços em pesquisas, os avanços em termos de desenvolvimentos tecnológicos - permanentemente nós fazemos isso.

Nós fazemos, inclusive, todos os meses, e deve ser hoje, uma reunião que nós chamamos de reunião mensal de avaliação de impactos. Então, quanto aos alertas que o Cemaden emitiu no mês anterior, é feito um balanço, é apresentado, e são reuniões abertas em que todas as pessoas podem entrar e assistir em tempo real, ou podem assistir depois no canal do YouTube. Tudo fica gravado e disponibilizado no centro no nosso *site*.

Bom, se o Cemaden utiliza ou pretende incorporar ferramentas de IA, eu destaquei, quando eu mostrei o sistema, por exemplo, de GeoRisk, que ele já incorpora o uso de ferramentas de inteligência artificial, e estamos usando também para o monitoramento e aprimoramento das ferramentas que utilizamos para fazer o monitoramento de secas. Então, é parte inerente do que fazemos.

Se existe integração em tempo real entre os alertas do Cemaden e os aplicativos, não. Os alertas que o Cemaden emite são muito direcionados para as defesas civis. Então, para cada nível do alerta tem uma ação correspondente que a Defesa Civil tem que adotar lá na ponta.

Mas, por outro lado, o Cemaden divulga e dissemina no seu *site* todo dia - aliás, duas vezes por dia - o que nós chamamos de uma previsão de risco geo-hidrológico. Então, a gente faz uma previsão para as próximas 24 horas de quais mesorregiões têm ali um risco para ter um deslizamento de terra e/ou inundação - a gente até separa o risco hidrológico do risco geológico, que é diferente da previsão de tempo. Então, acompanhar a previsão de tempo é uma história; acompanhar a previsão de risco de ter desastres é o que compete ao Cemaden.

Como o Cemaden pretende ampliar sua atuação diante do aumento, bom, acho que a gente mostrou bastante isso, inclusive a atualização da lista de municípios prioritários para monitoramento. Para gerar aquela lista, foi feito o cruzamento de várias informações. Uma contribuição bastante significativa que o Cemaden fez foi pegar série longa de dados e ver, para cada município do território brasileiro, quantos dias teve de chuvas até 50mm, até 100mm, que são valores bastante altos e, acumulados esses, que podem deflagrar os riscos de deslizamentos e mesmo de enxurradas e/ou inundações.

Então, tudo isso é feito levando em conta tudo que a ciência consegue ir acompanhando com bases atualizadas de dados, com mais informações e com a própria base de dados gerados no escopo do centro.

Sobre as parcerias que o Cemaden está desenvolvendo para fortalecer a resiliência em comunidades vulneráveis, aqui também, infelizmente, não dá para mostrar tudo, mas nós temos um projeto bastante importante, liderado por um pesquisador do Cemaden, um sociólogo, que tem trabalhado num projeto que ele chama de Cope, que é a capacidade de trabalhar com as defesas civis nos municípios, conhecendo o monitoramento, o alerta, etc., como se pode trabalhar para as cidades ficarem mais resilientes à luz dos eventos extremos mais frequentes e mais intensos.

É um projeto bastante importante, infelizmente não temos tempo para mostrar tudo.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR. *Fora do microfone.*) - Mas está disponível, não é?

A SRA. REGINA ALVALÁ - Mas está disponível, está no *site*. É um projeto que envolve defesas civis, que envolve escolas, um projeto bem bacana e que eu recomendo ao Lucas que possa entrar no *site*, e, se também tiver interesse em conhecer mais detalhadamente, que consulte o Dr. Victor Marchezini, o pesquisador do nosso centro.

Bom, sobre quais tecnologias e modelos de previsão o Cemaden usa, o Cemaden usa vários modelos. Os modelos que nós já desenvolvemos para deslizamentos de terra, os modelos hidrológicos acoplados a previsões meteorológicas.

Nós usamos todas as previsões meteorológicas disponíveis - disponíveis no Brasil, disponíveis por centros americano, europeu, alemão, japonês, canadense, todas as previsões.

Quando eu mostrei o gráfico do Hidro-Risk, em que apareciam várias previsões ali para aquelas duas cidades, que tinha várias curvas, ali são alguns modelos meteorológicos. Os do GeoRisk também usam em torno de 15 modelos meteorológicos disponíveis mais os que a gente desenvolve no centro, que, aí sim, focados para as tipologias que nós monitoramos.

E "como o monitoramento de desastres pode ajudar o turismo e a hotelaria?" Uma coisa é o monitoramento de desastres, outra coisa é o monitoramento do risco de desastres - o desastre é porque já aconteceu, não é? O risco é o que antecede. Então, o nosso foco, obviamente, é muito no pré-desastre. Mas tudo o que nós fazemos, como a previsão de risco disponibilizada, etc., pode e é relevante para subsidiar o turismo.

Aí um pequeno parêntese aqui. Por exemplo, em 2023, o desastre que aconteceu em São Sebastião, aquela cidade do litoral norte do Estado de São Paulo, aconteceu exatamente em pleno Carnaval. Já no sábado, com quatro dias de antecedência, o Cemaden já alertou sobre a probabilidade de ter deslizamentos de terra, como de fato aconteceu. Então, o que talvez não tenha sido tão eficiente foi o município não ter se preparado melhor. Inclusive, recebeu um grande contingente de

população, por conta do feriado do Carnaval, e os alertas, de uma certa forma, não foram levados em consideração no planejamento. Mas alertamos com antecedência.

Agradeço também pelos comentários.

Eu gostaria, então, de destacar mais especificamente sobre a questão da educação. O Cemaden Educação trabalha com várias frentes, eu diria. Nós trabalhamos com crianças, com jovens, com alunos, principalmente alunos de ensino médio, com educação formal e com educação não formal, com jornadas pedagógicas, com campanhas, com vídeos. Tem muito material gerado no centro, como histórias em quadrinho, porque você tem que trabalhar com diferentes faixas etárias, com ferramentas e com mecanismos que as pessoas possam incorporar. E a linguagem também tem que ser adequada para cada nível de formação.

Uma coisa é trabalhar, por exemplo, com professores universitários, outra coisa é trabalhar com crianças pequenas, para as quais você tem que se municiar de materiais que sejam mais claramente introspectados por diferentes públicos. Trabalhamos com as defesas civis, com professores, com organizações não governamentais. Até com uma frente de lideranças religiosas nós também temos trabalhado, o que, no Cemaden, nós recebemos periodicamente. São lideranças religiosas de praticamente todas as...

Oi?

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - De todas as denominações.

A SRA. REGINA ALVALÁ - Isso tem sido também um trabalho bastante importante, porque ajuda. E como essas pessoas têm também depois uma capilaridade lá na ponta, nos seus redutos, então esse também é um caminho que tem se mostrado bastante interessante e com resultados muito bons. Já fazemos isso desde 2023. Essas lideranças passam um dia no Cemaden, depois passam um dia no Inpe, entendendo como funciona um centro de monitoramento e alerta, como é feito o monitoramento do desmatamento, depois levam os conhecimentos adquiridos e compartilham, o que não deixa de ser também um mecanismo de educação.

Eu recomendo darem uma olhada no *site* Cemaden Educação, que é um *site* à parte com vários materiais: a gente ensina a fazer pluviômetro de garrafa PET, por exemplo; histórias em quadrinho. Todo o material pode ser baixado e "introspectado".

(Soa a campanha.)

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Muito bem! Agradeço a participação e a exposição, Dra. Regina Alvalá, muito didática, assertiva, com muitas ideias também, expondo, de uma maneira muito clara, o trabalho.

Eu só quero lembrar que, às vezes, nós temos que - no sentido de aprimorar...Lá em São Sebastião, às vezes, o alerta vem pelo celular para as pessoas. Eu conheço muitas pessoas que olham o celular depois de 15 dias, 30 dias, 20 dias. Eu, por exemplo, muitos anos atrás, morei três anos ao lado de Chicago, uma terra de ventos e tornados. Quando havia um problema de alerta de tornado, tocava uma sirene na cidade que a gente escutava em qualquer lugar da cidade e a gente tinha que procurar um lugar seguro, um abrigo. Nunca aconteceu, mas era o alerta para a gente se precaver. Então, sempre pensar, né?

Eu inclusive sugiro, para as pessoas que perguntaram ou que fizeram comentário - se vocês aceitarem e me permitirem uma tarefa -, olhar no município e falar com a Defesa Civil no município para ver como essa exposição está chegando naquela Defesa Civil. Eu acho que seria muito interessante mandar o resultado disso para a nossa página aqui, né, Leomar - você, que é o nosso Secretário? *(Pausa.)*

Sem problemas, né? Muito bom!

Passo em seguida a palavra ao Dr. Jose Antonio Marengo, a quem agradeço também pela exposição muito clara, muito ilustrativa, porque o Dr. Jose Antonio procurou colocar tudo isso dentro de um contexto mais geral, que afeta tudo aquilo que acontece no mundo e no nosso país.

O Dr. Jose Antonio, para as considerações finais, também é Coordenador-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento do Cemaden. Sempre importante lembrar que é "ce" de Centro, "m" de monitoramento, "a" de alertas, "den" de desastres naturais. Aí o nome vai ser revisto na sequência, né?

Com a palavra, Dr. Jose Antonio.

O SR. JOSE ANTONIO MARENGO (Para expor. *Por videoconferência.*) - Muito obrigado, Senador.

Realmente, o Cemaden é um centro - posso dizer pela minha experiência - único na América Latina. Eu tenho apresentado essa iniciativa. Alguns países tentaram ou tentam ter algo similar, em que juntem várias ações para a redução de risco de desastres. E claro, novamente, eu tenho certos reparos quanto ao celular, porque o celular depende de energia, muitas pessoas dependem de energia para celular e internet, e, às vezes, em um desastre, não tem nada disso. O celular, muitas vezes, não serve para nada.

Mas o que é importante, sim, se considerar é que muitas dos alertas que aparecem, que as pessoas recebem pelo celular, por aplicativos, são alertas de extremos de chuva.

O Senador mostrou claramente a situação em Chicago; em Wisconsin, também a mesma situação: escutava-se o alerta de tornado, ninguém perguntava, ninguém questionava se era aquecimento global ou sei lá, e todo mundo se escondia. Essa é um pouco a percepção de risco, essa cultura que, no Brasil, ainda não está bem estabelecida.

No caso de desastres, nós temos que trabalhar mais na prevenção, que é o papel do Cemaden, do que na reconstrução, recuperação. Isso é algo que também deve ser estabelecido talvez em políticas públicas.

Também foi mencionado algo de participação. Nós temos parcerias com universidades federais, universidades estaduais do Brasil. No exterior, nós temos parcerias com o Japão, temos parceria com os Estados Unidos, com a União Europeia, com o Reino Unido, para trabalhar em diferentes aspectos de desastres. Ou seja, isso nos permite, de certa forma, estar atualizados e nos preparar com nossos modelos e todas as nossas tecnologias para o futuro.

Na verdade, o futuro já começou, é o que eu digo, em termos de mudanças climáticas.

É um centro de primeiro mundo aqui no Brasil, e, realmente, para mim, é um orgulho trabalhar no Cemaden, realmente, pelos comentários recebidos, muitos deles bastante interessantes e reais.

Novamente, agradecemos o convite do Senado para apresentar o trabalho do Cemaden e de desastres.

Muito obrigado.

O SR. PRESIDENTE (Flávio Arns. Bloco Parlamentar da Resistência Democrática/PSB - PR) - Muito bom. Agradeço novamente. De fato, Wisconsin é ao lado do Estado de Illinois, onde fica a cidade de Chicago.

Mas muito bom.

Agradeço novamente à Dra. Regina, ao Dr. Jose Antonio, a todas as pessoas que nos acompanharam nesta audiência pública enriquecedora, muito boa. Mas vamos trabalhar juntos para frente.

Até a Dra. Regina me convidou, para dizer que é oficial o convite, para eu visitar São José dos Campos - não eu, a Comissão, o Senado. Nós vamos fazer uma programação, sem dúvida, porque também, com a USP, há muitos trabalhos de energia nuclear, por exemplo, de submarino nuclear. Ontem mesmo, fizemos uma reunião de praticamente uma hora com professores da USP para articular também algumas iniciativas.

Então, agradeço. Agradeço todo o trabalho da Secretaria, da consultoria, dos meios de comunicação, porque permite que o Brasil acompanhe as informações e os debates que acontecem aqui.

Todo o material ficará disponível. Se alguém não escutou bem e quiser saber como era aquele dado, aquele mapa e tal, está tudo aí na página da Secretaria.

Muito bom.

Nada mais havendo a tratar, declaro encerrada a presente reunião.

Obrigado.

(Iniciada às 10 horas, a reunião é encerrada às 11 horas e 35 minutos.)