



A necessidade de ampliar as possibilidades de tratamento, aliada a existência das cavernas salinas desativadas, viabilizou a tentativa de utilizar esta nova via tecnológica para destinação final de resíduos oriundos dos campos de exploração de petróleo.

A Cetrel Lumina iniciou a partir daquele ano um intenso programa de pesquisa para desenvolver a tecnologia de destinação do cascalho de perfuração para cavidades salinas desativadas.

Foi solicitado ao Instituto do Meio Ambiente, do Estado de Alagoas, com base no Processo IMA nº 982/2007, o licenciamento para a atividade de “injeção de polpa constituída de rochas provenientes da perfuração de poços de petróleo/gás perfurados pela Petrobras para disposição em cavidade salina desativada da unidade de Mineração da Braskem”. Em 16 de agosto de 2007, através do Ofício nº 315/2007 – GDP/IMA/AL foi autorizada a atividade pelo respectivo órgão, conforme **Anexo 1.**

- **Experiência Internacional**

Ao final daquele mesmo ano, técnicos da empresa visitaram as instalações da Trinity Storage Services, em Houston/Texas. Em operação há dez anos, a Trinity é uma empresa que presta serviços desta natureza, injetando cascalho e lama de perfuração de poços em uma antiga cavidade salina no domo salino de Spindletop, antes pertencente a uma planta de Cloro-Soda. O processo por eles utilizado é semelhante ao que a Cetrel Lumina instalou no teste de injeção de cascalho no Brasil..

Após visita e de posse das informações obtidas, foi constatado a viabilidade da alternativa tecnológica em questão e sugerido a Petrobras um contrato teste para a injeção de cascalho de perfuração, visando a comprovação da eficiência e viabilidade desta nova rota tecnológica a ser aplicada no Brasil.

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	10 de 21



Em alinhamento com as lideranças da Braskem, com base em consultoria especializada da CONSALT CONSULTORIA MINERAL LTDA, a Cetrel-Lumina foi orientada a realizar os testes na Mina #19D.

Assim, através do “Instrumento Particular de Compromisso” celebrado entre a BRASKEM S.A. e a CETREL LUMINA TECNOLOGIA ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA, ficou autorizada a realização do teste de injeção de polpa constituída de resíduos provenientes da perfuração de poços de petróleo/gás perfurados pela Petrobras na mina #19D da unidade de mineração da Braskem.

3. TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO

A realização do teste seguiu o cronograma a seguir:



Figura 2 - Cronograma

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	11 de 21

Abaixo segue descrição detalhada das diversas etapas do teste de injeção de cascalho.

3.1 Projeto Conceitual

O projeto conceitual concluído em maio de 2009, foi elaborado tomando como referência às instalações da Trinity Storage e adaptadas de acordo com a situação do Brasil. Um dos aspectos é que nos EUA as cavernas são construídas em domos salinos, portanto possuem uma geometria em formato de garrafa. De acordo com Mohriak et. al. (2008), no Brasil não há evidências da existência de domos salinos *onshore*, o formato das cavernas tende ao formato esférico, uma vez que o sal está depositado em camadas sedimentares (*embeded salt*) com intercalações de arenitos e folhelhos.

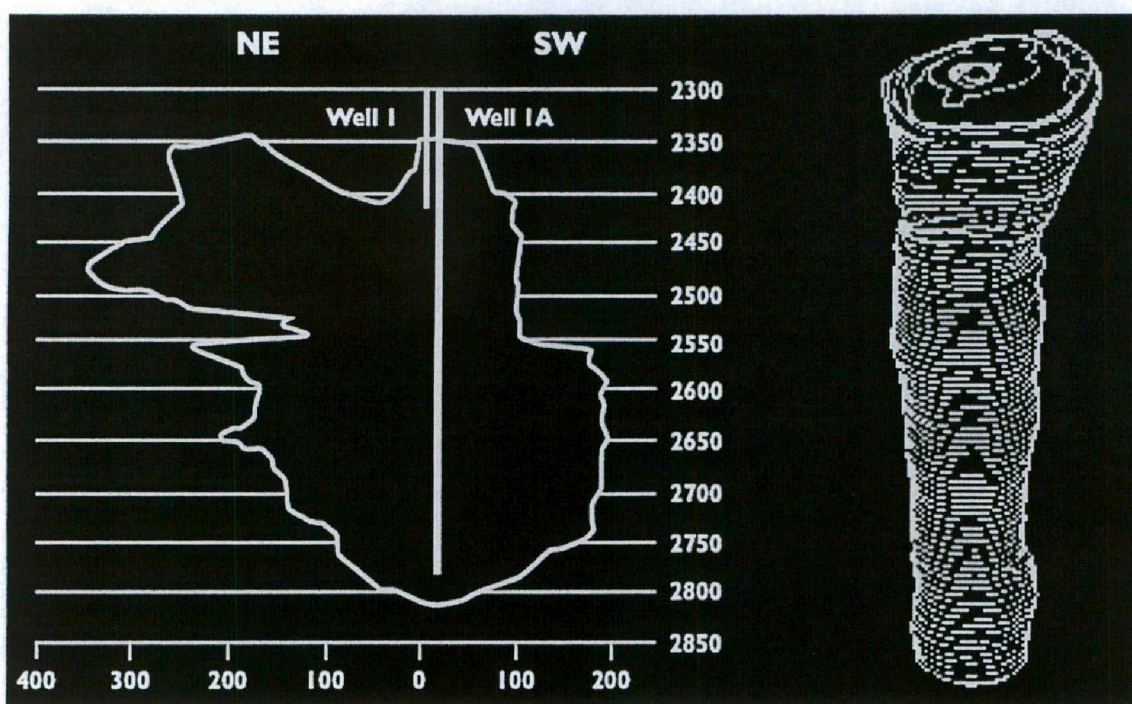


Figura 3 - Estrutura das cavernas

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	12 de 21

Diferente do encontrado em visita aos EUA, os resíduos propostos para injeção aqui no Brasil são sólidos e apresentam baixa umidade. Este fato acarretou a necessidade de inclusão de esteiras transportadoras e peneiras para o tratamento do cascalho antes de ocorrer a mistura com a salmoura de injeção.

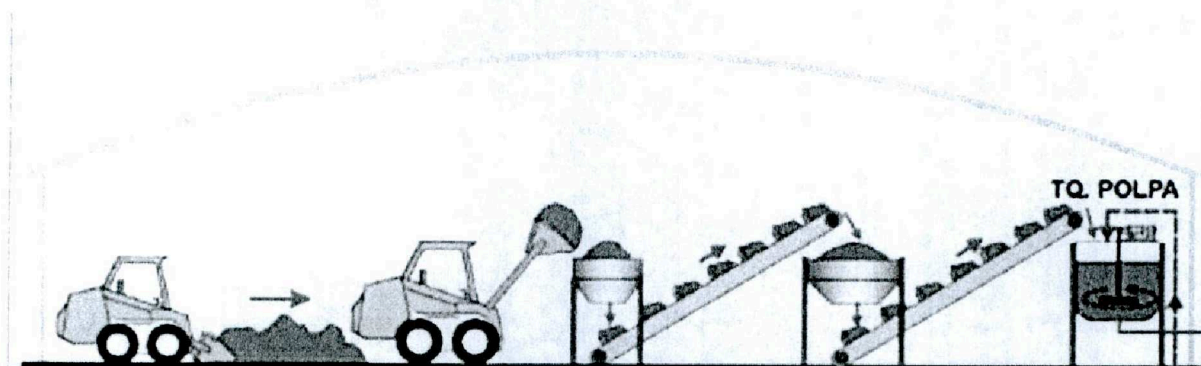


Figura 4 – Estrutura de esteiras e peneiras

Um fato importante visto nas visitas foi o regime de trabalho de injeção. O trabalho da planta americana acontece em regime contínuo, 24 horas por dia em 7 dias da semana. Não havendo, assim, parada dos equipamentos e bombas. Isso faz com que ocorra uma redução significativa da ocorrência de entupimentos por deposição de sólidos nas linhas ou cristalização da salmoura no poço.

O poço em operação na Trinity foi perfurado com o objetivo específico de injeção. E para isso, foi utilizado um maior diâmetro, o que possibilita utilizar maiores vazões com reduzida perda de carga. Para o contrato teste de injeção de cascalho, os poços existentes foram reaproveitados e convertidos em poços injetores no lugar de poços para extração de salmoura.

A partir do teste de injeção de cascalho verificou-se a importância de um acompanhamento da estrutura do poço e verificação da altura do acúmulo de resíduo no fundo da caverna, para adequação das profundidades das colunas de injeção..

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	13 de 21



3.2 Detalhamento do Projeto

Foi contratada para esta etapa uma empresa de projetos já habitualmente prestadora desses serviços junto a Braskem Mineração. Além dos desenhos, isométricos e listagem dos materiais, foram elaboradas as folhas de especificações dos equipamentos.

3.3 Obras

Iniciadas em outubro 2010, as obras foram devidamente acompanhadas pelos técnicos da Cetrel Lumina.

3.4 Comissionamento

A planta foi comissionada em maio 2011. Testes de pressão nas linhas e equipamentos foram efetuados e aprovados pelos responsáveis da Cetrel-Lumina. Demais equipamentos foram testados (peneiras e *mixer*) e liberados para operação.

3.5 Operação

O teste de operação de injeção de cascalho de perfuração foi iniciado em 13 de junho de 2011, através do bombeio apenas com salmoura para circulação e limpeza das linhas.

O Cascalho de Perfuração foi analisado pela Petrobrás e classificado como Classe IIA, conforme ABNT 10004/04 e comprovado em laudo da Cetrel (ver classificação Petrobras e laudo técnico nos **Anexos 2 e 3**). Houve o recebimento e respectiva injeção apenas de material proveniente da Fazenda Balsamo (UOBA).

O início efetivo de injeção de cascalho de perfuração foi em 21 de novembro de 2011, e o término em 29 de junho de 2012. No total foram injetadas 1.549 toneladas

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	14 de 21



de cascalho de perfuração ao longo do período supracitado, conforme Gráfico a seguir:

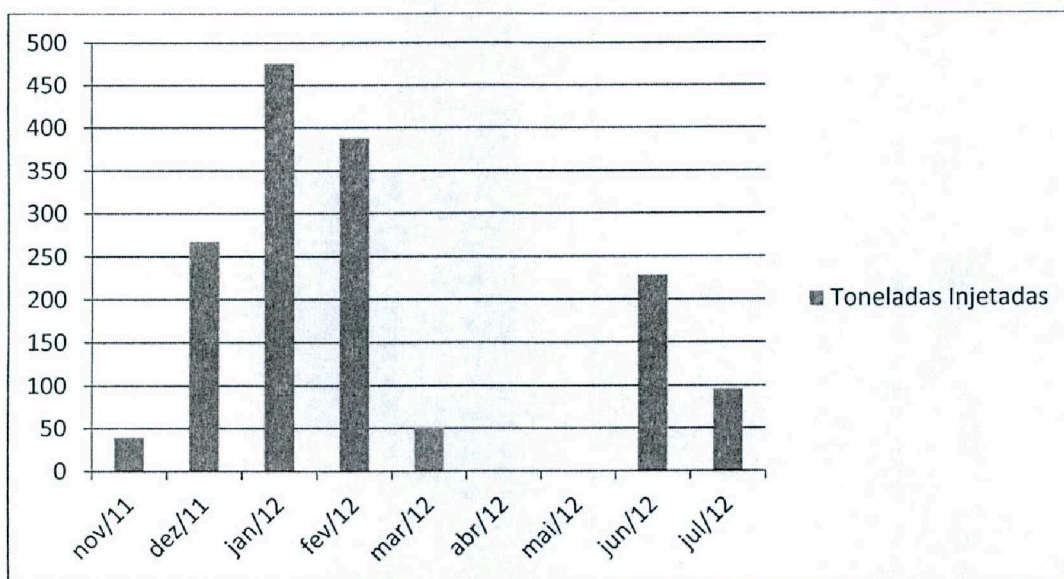


Gráfico 1 – Toneladas Injetadas

Como pode ser observado no gráfico, durante o processo operacional, ocorreram diversas paradas no processo de injeção. Os principais problemas ocorridos foram operacionais em virtude do desenvolvimento e construção das instalações de peneiramento, mistura e injeção na cavidade.

As ocorrências levaram a Cetrel-Lumina a contratar diversas vezes consultoria especializada visando melhorias operacionais do teste. Todas as ocorrências e revisões foram comunicadas à Petrobras e Braskem.

Assim, devido as dificuldades operacionais, a Cetrel-Lumina decidiu encerrar o teste de injeção de cascalho de perfuração no dia 29 de junho de 2012.

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	15 de 21



4. CONCLUSÃO

Diante das informações apresentadas ao longo do presente relatório, a Cetrel Lumina concluiu o estabelecimento com sucesso de uma nova rota para destinação do resíduo cascalho de perfuração, porém com ressalva de melhorias tecnológicas e operacionais.

Foi constatado que o conjunto operacional de peneiramento, mistura e injeção idealizado para a fase teste de injeção de cascalho necessita de melhorias para aumento de produtividade para que se tenha viabilidade econômica.

Ao longo do desenvolvimento tecnológico foram injetadas no total de 1.549 toneladas de cascalho de perfuração, comprovando assim a viabilidade técnica da mesma e a não ocorrência de impactos ambientais

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	16 de 21



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da experiência adquirida com o desenvolvimento tecnológico da nova rota de destinação final de cascalho de perfuração, a Cetrel Lumina Soluções Ambientais, através de sua *holding* Foz do Brasil S/A, inicia uma nova fase de avaliação na continuidade de pesquisas quanto ao aprofundamento e melhorias dessa primeira fase do projeto concluído.

Em virtude dessa etapa de desenvolvimento, a Cetrel Lumina encontra-se em fase de avaliação da necessidade de contratação da consultoria externa da Sabine Storage Operation (SSO) de Houston, TX/EUA, com objetivo de diagnosticar todas as cavidades salinas da Braskem/Alagoas e realizar a seleção de novas cavidades a serem testadas para a destinação de resíduos não perigosos, com segurança ambiental e empresarial.

Esses novos testes serão precedidos de discussões e avaliações com a Braskem e com os órgãos ambientais competentes.

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	17 de 21



6. REFERÊNCIAS

MOHRIAK, W., SZATMARI, P., ANJOS, S. M. C. Sal: Geologia e Tectônica. Exemplos nas Bacias Brasileiras. Editora Beca, São Paulo, 2008.



7. ANEXO

7.1 Anexo 1 – Ofício nº 315/2007 – GDP/IMA/AL

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASCALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	19 de 21



ESTADO DE ALAGOAS
SECRETARIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE RECURSOS HIDRICOS E NATURAIS
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE - IMA

Of. nº 315/2007- GDP/IMA/AL

Maceió, 16 de agosto de 2007.

Ilmo. Sr.
Álvaro César de Almeida
Gerente de Produção
BRASKEM

Em atendimento a vossa comunicação GSSMA – 027/04 que gerou o Processo IMA nº 982/2007, referente a autorização de teste de injeção de polpa constituída de rochas provenientes da perfuração de poços de petróleo/gás perfurados pela PETROBRÁS para disposição em cavidade salina desativada da unidade de Mineração da Braskem, temos a informar que, após análise por parte da equipe técnica, fica esclarecida a possibilidade de atendimento do solicitado, observando que devem ser apresentadas, quando do emprego de cada uma das fontes (resíduos oriundos de Petrobrás) os parâmetros definidos no anexo G da NBR 10004.

Além disto, a empresa deve comunicar previamente essa operação a este IMA de maneira a se ter um acompanhamento do processo, com emissão de Relatório da atividade realizada.

Atenciosamente,


Adriano Augusto de Araújo Jorge
Diretor Presidente – IMA/AL



7.2 Anexo 2 – Classificação do Resíduo - PETROBRAS

Nome do Relatório	Revisão	Data	Página
RELATÓRIO FINAL DO TESTE DE INJEÇÃO DE CASALHO EM CAVIDADES SALINAS	00	20.8.13	20 de 21



Capítulo 3

Caracterização dos Materiais

Os materiais coletados na área de produção Sul, a saber Pederva, Pojuca, Santo Amaro Vermelho e Santo Amaro Verde além do Cascalho de Perfuração do Ativo de Produção Sul foram submetidos a uma bateria de testes para a determinação de suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas. Os ensaios foram realizados em laboratórios da PUC-Rio, da EMBRAPA Solos e da *Analytical Solutions*.

3.1. Caracterização Física

A caracterização física compreendeu a determinação da densidade das partículas, da curva de distribuição granulométrica dos materiais e da determinação dos limites de consistência (limites de Atterberg).

A densidade dos grãos foi obtida segundo as prescrições da *NBR-06457 Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização* e *NBR-06508 Grãos dos Solos que Passam na Peneira de 4,8mm – Determinação da Massa Específica*. A Tabela 1 apresenta os resultados.

Tabela 1 – Densidade dos Grãos dos Materiais Estudados

Material	Densidade dos Grãos (Mg/m ³)
Cascalho de Perfuração	2,78
Santo Amaro Vermelho	2,71
Santo Amaro Verde	2,77
Pederva	2,69
Pojuca	2,64

A densidade dos grãos dos materiais estudados sugere que os grãos são constituídos basicamente de quartzo e silicatos de alumínio.

As curvas de distribuição granulométrica para os cinco materiais estudados foram determinadas em consonância com as normas *NBR-06457 Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização* e *NBR-07181 Solo- Análise Granulométrica*. A Figura 1 apresenta as curvas de distribuição granulométrica enquanto que a Tabela 2 apresenta a percentagem de cada fração para os cinco materiais e a Tabela .

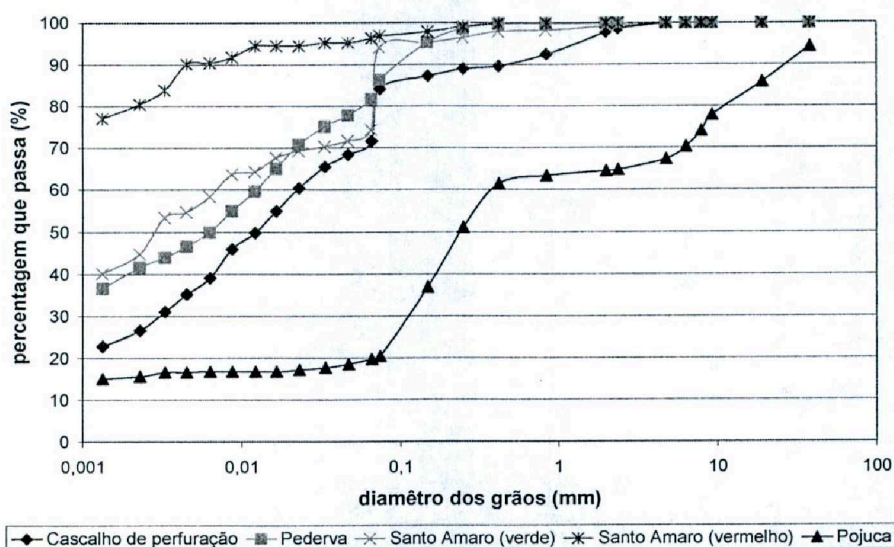


Figura 1 - Curva de distribuição granulométrica dos materiais estudados

Tabela 2 –Quadro de distribuição granulométrica dos materiais estudados

Material	Pedregulho Grosso (%)	Pedregulho Médio (%)	Pedregulho Fino (%)	Areia Grossa (%)	Areia Média (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
Cascalho de Perfuração	0	0	2,2	6,9	2,7	17,6	45,2	25,5
Santo Amaro Vermelho	0	0	0	0,1	1,3	2,4	15,9	80,3
Santo Amaro Verde	0	0	0,8	1	2,1	22,4	29,7	43,9
Pederva	0	0	0	0,1	2,8	16,8	39,9	40,3
Pojuca	13,8	16,7	5,2	2,2	18,2	25,2	3,5	15,4

Observa-se, a partir da Figura 1 e da Tabela 2, que os materiais apresentam um elevado teor de finos, um indicativo de uma boa capacidade de troca catiônica para a imobilização dos íons presentes no Cascalho de Perfuração quando misturado com um destes materiais.

Os solos Santo Amaro Vermelho, Santo Amaro Verde e Pederva apresentam um baixo teor de areia média e grossa sugerindo o seu emprego para fins de moldagem de peças cerâmicas, posto que a fração pedregulho e areia grossa e fina apresentam uma alta abrasão que podem reduzir a vida útil dos equipamentos utilizados na confecção de peças cerâmicas. O solo Pojuca, que foi o escolhido para fins de pavimentação, apresenta um teor apreciável de pedregulho e areia, um indicativo de uma boa capacidade de suporte.

Através das curvas de distribuição granulométrica foi possível obter os diâmetros efetivos (D_{10} , D_{15} , D_{30} , D_{50} , D_{60} , e D_{85}) e, a partir destes, calcular os coeficientes de uniformidade (C_u) e curvatura (C_c). Os valores dos diâmetros efetivos e dos coeficientes de uniformidade e curvatura estão descritos na Tabela 3.



Tabela 3 – Diâmetros Efetivos

Material	D ₁₀ (mm)	D ₁₅ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₈₅ (mm)	C _u	C _c
Cascalho de Perfuração	0,0006	0,0009	0,003	0,0123	0,0224	0,0930	38,4	0,7
Santo Amaro Vermelho	0,0002	0,0002	0,0005	0,0008	0,0009	0,0031	6,0	1,5
Santo Amaro Verde	0,0003	0,0005	0,001	0,0027	0,0067	0,0702	20,9	0,4
Pederva	0,0004	0,0005	0,0011	0,0061	0,0123	0,0720	34,3	0,3
Pojuca	0,0009	0,0014	0,1176	0,2421	0,3966	18,0665	428,6	37,7

Os diâmetros efetivos (D_x) indicam o diâmetro baixo do qual se situam x% em peso das partículas (Souza Pinto, 2000). Assim, o D₁₀ é o diâmetro que, na curva de distribuição granulométrica, corresponde à percentagem que passa igual a 10%. O D₁₀ é tido como o diâmetro efetivo do solo devido a sua boa correlação com o coeficiente de permeabilidade, k, de solos de textura grosseira, como sugere Hazen na seguinte expressão:

$$k = CD_{10}^2 \quad (1)$$

onde C é o coeficiente de Hazen, que varia entre 50 a 200, D₁₀ é expresso em cm e k em cm/s.

O coeficiente de uniformidade indica a amplitude da dimensão dos grãos e o coeficiente de curvatura indica o grau de uniformidade da distribuição granulométrica. Segundo Souza Pinto (*op. cit.*), um solo é bem graduado quando o coeficiente de curvatura, C_c, está entre 1 e 3. Quando o C_c é inferior a 1, a curva tende a ter uma maior concentração de uma determinada faixa granulométrica, e quando o C_c é superior a 3, a curva tende a ser muito uniforme na faixa central.

A Tabela 3 indica que apenas o solo Santo Amaro Vermelho é bem graduado, enquanto que o Santo Amaro Verde e o Pederva possuem uma concentração de finos bastante acentuada. Já o Pojuca apresenta uma grande concentração na fração areia.

Os limites de consistência foram determinados seguindo as prescrições da NBR-06457 *Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização*, da NBR-06459 *Solo-Determinação do Limite de Liquidez* e da NBR-07180 *Solo-Determinação do Limite de Plasticidade*. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Limites de Consistência

Material	Limite de Plasticidade (%)	Limite de Liquidez (%)	Índice de Plasticidade (%)
Cascalho de Perfuração	38,8	50,6	11,8
Santo Amaro Vermelho	50,1	96,5	46,4
Santo Amaro Verde	35,8	63,7	27,9
Pederva	27,7	44	16,3
Pojuca	12,7	19,5	6,8

Os resultados revelaram que os solos, a exceção do Pojuca, apresentam uma elevada plasticidade, um indicativo da presença de argilo-minerais do grupo 2:1.



A partir da curva de distribuição granulométrica e de seus parâmetros como também dos limites de Consistência foi possível classificar os materiais de acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos. A classificação, ilustrada na Tabela 5, foi realizada de acordo com o preconizado na norma americana ASTM D-2487.

Tabela 5 – Classificação dos Materiais de acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos

Material	Nome do Grupo	Símbolo do Grupo
Cascalho de Perfuração	Argila plástica	CH
Santo Amaro Vermelho	Silte elástico	MH
Santo Amaro Verde	Silte elástico	MH
Pederva	Silte elástico	MH
Pojuca	Argila siltosa pedregosa com areia	CL-ML

Verifica-se que o Sistema Unificado de Classificação de Solos não descreveu satisfatoriamente os materiais Santo Amaro Vermelho, Santo Amaro Verde e Pederva. Isto foi devido ao elevado limite de liquidez destes materiais que fizeram com que a combinação entre o limite de liquidez e o índice de plasticidade ficasse abaixo da linha A proposta por Casagrande. A Classificação mais adequada para estes materiais seria argila plástica à semelhança do Cascalho de Perfuração.

3.2. Caracterização Química

As amostras foram submetidas a uma bateria de ensaios no intuito de se determinar:

- o seu pH,
- a sua composição química através de ensaios de fluorescência induzida por raios-X,
- o seu estágio de intemperização através de ataque sulfúrico
- o complexo sortivo,
- a soma dos cátions trocáveis,
- a capacidade de troca catiônica,
- a percentagem de saturação das bases, e
- a percentagem de saturação com alumínio.

O pH das amostras foi determinado seguindo o procedimento estabelecido por EMBRAPA (1997) em suspensão solo:água e solo:cloreto de potássio nos Laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA. A Tabela 6 mostra os resultados obtidos.

Tabela 6 – Valores de pH

Material	pH (solo/H ₂ O)	pH (solo/KCl)
Cascalho de Perfuração	10,4	9,7
Santo Amaro Verde	9,0	7,2
Santo Amaro Vermelho	5,1	3,7
Pederva	5,6	4,5
Pojuca	5,4	3,7

Os resultados, descritos na Tabela 6, mostram que o Cascalho de Perfuração e o solo Santo Amaro Verde são fortemente alcalinos, o solo Santo Amaro Vermelho é fortemente ácido



PETROBRAS



e os solos Pederva e Pojuca são moderadamente ácidos. Os critérios adotados estão consoantes com EMBRAPA (1999).

A composição química dos materiais empregados foi determinada a partir de análises de fluorescência de raios-X realizadas pelo Departamento de Química da PUC-Rio. Os resultados das análises realizadas estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Concentração dos compostos químicos nos materiais (ppm)

Composto	Cascalho de Perfuração	Santo Amaro Verde	Santo Amaro Vermelho	Pederva	Pojuca
Dióxido de Silício – SiO_2	492.000	523.000	547.000	610.000	639.000
Óxido de Alumínio – Al_2O_3	243.000	279.000	308.000	297.000	316.000
Óxido de Bário – BaO	77.000	-	-	-	-
Óxido de Cálcio – CaO	63.000	59.000	8.000	1.000	1.000
Óxido de Ferro – Fe_2O_3	61.000	78.000	93.000	51.000	34.000
Óxido de Potássio – K_2O	30.000	51.000	32.000	32.000	2.000
Óxido de Estrôncio – SrO	2.000	-	-	-	-
Óxido de Titânio – TiO_2	-	9.000	11.000	8.000	8.000
Óxido de Manganês – MnO	-	1.000	1.000	1.000	-
Anidrido Sulfúrico – SO_3	28.000	-	-	-	-
Cloretos – Cl	4.000	-	-	-	-

Os resultados vistos na Tabela 7 mostram um predomínio de SiO_2 e Al_2O_3 que são os principais constituintes de quartzo e de argilominerais.

O Cascalho de Perfuração apresenta uma grande quantidade de bário, que é típico deste material como atesta Deuel Jr. e Holliday (1997). A concentração de cloretos encontrada neste material é de 4.000ppm. Presume-se que este valor é fruto da ação do fluido de perfuração na formação.

Já nos materiais naturais, observa-se uma grande quantidade de óxidos de ferro e potássio. Embora o teor de ferro pareça elevado, os solos, com exceção do Santo Amaro Vermelho, podem ser classificados como hipoférrico posto que o teor de ferro é inferior a 8% (EMBRAPA, 1999). O óxido de cálcio aparece com um grande teor do solo Santo Amaro Verde mas em reduzidas proporções nos demais, especialmente no Pederva e no Pojuca. A quantidade de óxido de titânio é semelhante para os quatro solos. Já o óxido de manganês aparece em pequena proporção no Santo Amaro Verde e Vermelho bem como no Pederva, porém não foi detectado no Pojuca.

De um modo geral, os valores apresentados na Tabela 7 estão um pouco superiores aos valores apresentados por Conceição Filho e Moreira (2001) para as argilas do Recôncavo Baiano.

O estágio de intemperização dos materiais foi avaliado através do método do ataque sulfúrico. Neste ensaio as amostras de solo são solubilizadas com H_2SO_4 1:1 para determinar os teores de sílica, alumínio, ferro, titânio, fósforo e manganês e calcular os valores das relações moleculares K_i e K_r . O valor de K_i é calculado em função dos valores expressos em % de SiO_2 e Al_2O_3 , divididos pelos seus respectivos pesos moleculares. Já o valor de K_r é calculado em função dos valores expressos em % de SiO_2 e $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, divididos pelos seus respectivos pesos moleculares.

A Tabela 8 apresenta os resultados do ensaio por ataque sulfúrico realizado nos Laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA. Os ensaios seguiram as recomendações contidas em EMBRAPA (1997).



Tabela 8 – Compostos no Extrato Sulfúrico (g/kg)

Amostra	SiO ₂	AlO ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Ki	Kr	AlO ₃ /Fe ₂ O ₃
Santo Amaro Verde	300	139	71	5,0	1,6	0,65	3,67	2,77	3,07
Santo Amaro Vermelho	250	147	89	6,3	0,7	0,69	2,89	2,08	2,59
Pojuca	62	64	30	2,6	0,1	0,03	1,65	1,27	3,35
Pederva	156	110	60	4,5	0,8	0,37	2,41	1,79	2,88

A atividade da fração argila foi avaliada através da capacidade de troca catiônica (CTC) determinada através do ensaio de complexo sortivo. Este ensaio foi realizado nos Laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA seguindo as recomendações contidas em EMBRAPA (1997). Os resultados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultado dos ensaios de complexo sortivo

Materiais	Complexo Sortivo (cmolc/kg)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T
Cascalho de Perfuração	4,7	0,4	1,00	21,60	27,7	0	0	27,7
Santo Amaro Verde	32,1	4,8	0,27	2,80	40,0	0	0	40,0
Santo Amaro Vermelho	14,9	4,8	0,57	0,48	20,8	5,0	7,7	33,5
Pojuca	1,2	0,5	0,04	0,05	1,8	0,1	3,5	5,4
Pederva	5,6	0	0,31	0,81	6,7	5,7	2,5	14,9

Os resultados revelaram que o Cascalho de Perfuração e os solos Santo Amaro Verde e Vermelho apresentam uma alta atividade, posto que os valores de T (*i.e.* CTC) ultrapassam 27cmolc/kg, valor limite segundo EMBRAPA (1999), e 24cmolc/kg, valor limite estabelecido em IBGE (1995). Entre os cátions trocáveis, destaca-se o Ca²⁺ para os solos Santo Amaro Verde e Vermelho e o Na⁺ para o Cascalho de Perfuração. Este último pode ser devido ao efeito do fluido de perfuração sobre a formação. Os solos Pojuca e Pederva apresentaram uma baixa atividade, sendo que ambos apresentaram o Ca²⁺ como o cátion com a maior disponibilidade de troca.

Alguns solos apresentaram acidez real que contribuiu para aumentar o valor da CTC, conforme pode ser visto pela soma dos valores de Al³⁺ e H⁺. Estes solos, Santo Amaro Vermelho, Pederva e Pojuca, também apresentaram valores de pH na faixa de 5 como pode ser observado na Tabela 6. Os materiais básicos apresentaram valores nulos de Al³⁺ e H⁺.

A Tabela 10 apresenta os valores de percentagem de saturação de bases e percentagem de saturação com alumínio.

Tabela 10 – Dados de percentagem de saturação de bases e percentagem de saturação com alumínio para os materiais estudados

Materiais	Valor V Percentagem de Saturação de Bases	$\frac{100Al^{3+}}{S + Al^{3+}}$
Cascalho de Perfuração	100	0
Santo Amaro Verde	100	0
Santo Amaro Vermelho	62	19
Pojuca	33	5
Pederva	45	46

A percentagem de saturação de bases refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca (valor S na Tabela 9) determinada a pH 7 (EMBRAPA, 1999).