

Santana/AP, 29 de agosto de 2013.

À
CÂMARA DOS DEPUTADOS
CEXAMAPA / SERVIÇO DE COMISSÕES ESPECIAIS

Ref.: Comissão Externa para acompanhar as ações e medidas que possam envolver a empresa Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda, o Estado do Amapá e a União Federal para reconstrução do Porto de Minério da Icomi e demais danos oriundos do acidente ocorrido no Estado do Amapá, em 28/03/2013.

ATT: Exma. Sra. Deputada Federal Fátima Pelaes
Brasilia-DF

Excelentíssima Senhora Deputada:

Encaminhamos a V. Exa. o material em anexo, composto de três estudos técnicos, que se destinam a elucidar as circunstâncias e informar as causas e as consequências do acidente ocorrido na área onde se localiza o Terminal Portuário desta empresa no município de Santana, Estado do Amapá, no início da madrugada do dia 28.03.2013, no qual submergiu no leito do Rio Amazonas parte de suas instalações (o pier flutuante e parte da estrutura da correia transportadora).

O primeiro anexo se trata do Laudo Técnico VG13-095-1-GT-RTE-0004, versando sobre os aspectos geológicos/geotécnicos do evento de movimentação de massas na margem do Rio Amazonas, no terminal de embarque de minérios de Santana, assinado pelo Engenheiro **Paulo Ricardo Behrens da Franca**.

Por meio desse laudo foi possível concluir que a causa do acidente acima mencionado não teve qualquer relação com as atividades de operação portuária ou ferroviária desenvolvidas na área do terminal de Santana, em especial a construção da pera ferroviária e a pilha de minérios do tipo *sinter feed*, mas sim com o comportamento anômalo de solo de argila muito mole (meta estável) existente com maior espessura na rótula oeste do terminal, onde se iniciou a sua ruptura, propagando-se posteriormente para a faixa mais a leste, sem qualquer sinal prévio e com extraordinária rapidez.



Aduz o referido estudo a possibilidade de ter ainda concorrido para o referido acidente uma combinação do efeito de maré de sizígia.

Tais conclusões, bem como a dinâmica do acidente, restaram confirmadas com autoridade pelo segundo anexo, que constitui o Relatório Geotécnico C1041-130720-R7, de autoria do **Professor Sandro Salvador Sandroni**, o qual assevera que (a) não houve registro de qualquer sinal prévio do abrupto movimento de solo ocorrido, como a presença de trincas no terreno; (b) a principal causa do acidente foi a presença de solo com características especialíssimas, qual seja, argila mole do tipo “sensível”, rara no mundo e cuja existência no Brasil era até aqui completamente desconhecida; (c) nem a pilha de minério *sinter feed*, nem a pera ferroviária construída foram causas adequadas da provocação do acidente; e (d) o agente deflagrador há de ter sido a contínua ação das marés, que não teria qualquer impacto em solo com características normais, mesmo em se tratando de argila mole do tipo usualmente encontrado na região amazônica.

Também restou atestada no referido segundo trabalho a realização de estudos geotécnicos adequados quando da preparação da obra de revitalização do terminal portuário de Santana, nos idos de 2007, os quais, como não poderia deixar de ser, foram devidamente considerados na definição dos pátios de estocagem de minério, mantidos íntegros no acidente de 28.03.2013.

Conseqüentemente, o acidente em questão só pode ser atribuído a uma situação de **força maior**, sem qualquer responsabilidade da operadora das instalações de embarque de minérios de Santana.

O terceiro trabalho é o Parecer Técnico Prominer n. 001/2013, assinado pelo Engenheiro **Ciro Terêncio Russomano Ricciardi**, que constatou a **inexistência de dano ambiental** em decorrência do evento ocorrido no Porto de Santana.

O referido expert concluiu, em síntese, que: (i) “não há qualquer evidência de alterações no leito do canal, de alteração do padrão de circulação de correntes ou de dinamização de processos desestabilização”; (ii) “o monitoramento da qualidade da água não constatou aumento de sua turbidez ou alteração de sua qualidade química”; (iii) “a partir de amostragem conduzida em vegetação remanescente, estima-se que o acidente produziu um impacto ambiental insignificante”; e (iv) “as toneladas de sólidos despejadas na água não modificaram a quantidade usualmente depositada no leito do Rio Amazonas”.

Calha observar também que, em paralelo à realização dos estudos para identificação acurada das circunstâncias, causas e consequências do acidente em questão, as famílias das suas seis vítimas fatais, fossem ou não trabalhadores dessa empresa e independentemente da existência de culpa, passaram a ser por ela assistidas em suas necessidades materiais e imateriais, e na sua maioria já tiveram inclusive definitivamente compostos os danos sofridos, assim como se deu com os proprietários de pequenas embarcações ancoradas nas adjacências do terminal portuário e os proprietários de caminhões e equipamentos, ambos também atingidos no evento.

Foram ainda promovidos pela operadora do terminal serviços de retirada das estruturas metálicas afetadas pelo sinistro, bem como de estabilização da área atingida, devidamente comunicados ao órgão ambiental.

Não obstante ainda não tenha sido possível a retomada dos embarques do minério de ferro, não foram interrompidas as atividades de lavra de minério de ferro em Pedra Branca do Amapari e de transporte ferroviário até Santana, garantindo-se com isso o emprego de mais de dois mil trabalhadores diretos.

Por fim, a signatária se coloca à disposição de V.Exa. para maiores esclarecimentos e informa sua disposição de empreender todas as obras que forem consideradas necessárias a assegurar a estabilidade da área do seu terminal portuário, de sorte a retomar suas atividades de embarque de minério de ferro uma vez obtidas as autorizações necessárias.

Atenciosamente,


Sérgio Santiago
Gerente Jurídico
Anglo American

ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.





TERMINAL PORTUÁRIO DE SANTANA

SANTANA - AP

ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS

LAUDO TÉCNICO

PZ

			TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA	
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004		2/31 REV. B	

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS/ GEOLÓGICOS	7
3.0	ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCAIS	9
4.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	10
5.0	AÇÕES IMEDIATAS	11
6.0	POSSÍVEIS CAUSAS	13
7.0	DINÂMICA DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSA	18
	7.1 – Vídeo de Segurança	19
	7.2 – Depoimentos	19
	7.3 – Batimetrias	20
	7.4 – Sequencia de movimentação	21
8.0	RETRO-ANÁLISES DE ESTABILIDADE	22
	8.1 - Condições de Contorno Adotadas	22
	8.2 - Seções Analisadas	23
	8.3 - Discussão dos resultados	26
	8.4 - Resumo	28
9.0	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	28
10.0	PLANO DE INVESTIGAÇÕES COMPLEMENTARES	29

RZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	Nº VOGBR		REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	3/32 B

1.0 INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta o resultado dos trabalhos e estudos realizados, sob o enfoque geotécnico, para a avaliação da movimentação de massa ocorrida no terminal de embarque de minérios – Terminal de Santana, de propriedade da Anglo American, situado no município de Santana, Amapá.

O referido evento ocorreu na madrugada do dia 28/03/2013, envolvendo um movimento de massa submerso, durante operação de carregamento de navio, danificando as estruturas do píer flutuante, ship loader e do próprio navio.

As análises aqui apresentadas foram elaboradas sob o ponto de vista geológico/ geotécnico, pelos engenheiros civis/geotécnicos Paulo Ricardo Behrens da Franca e equipe (VOGBR), Luciano Jacques de Moraes Jr. (Mecasolo) e Sandro Salvador Sandroni (Geoprojetos). Colaboraram, na disciplina Dinâmica Fluvial, os engenheiros hidrólogos Mario Cicarelli (Potamos e UFMG) e Leonardo Mello (VOGBR).

As informações utilizadas nas avaliações compreendem relatórios de projetos elaborados para a Anglo e/ou suas antecessoras, levantamentos de campo realizados pela Anglo e contratadas, além da dados coletados em órgãos específicos, como a Capitania dos Portos do Amapá, Marinha do Brasil e estações meteorológicas locais. Foram também realizadas algumas visitas de campo pelos profissionais envolvidos.

O Terminal de Santana fica no município de mesmo nome no estado do Amapá. A FIGURA 1-1 apresenta sua localização e a FIGURA 1-2 um detalhe do terminal propriamente dito. Como pode ser observada nessa figura, a imagem é anterior ao evento ocorrido em março desse ano.

12

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE -		PÁGINA 5/32
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004		REV. B



FIGURA 1-2 – Detalhe do Terminal (Fonte: Google Earth)

As imagens apresentadas nas figuras acima são de julho de 2007. Nessa época não havia sido construído a Pêra Ferroviária existente na área em estudo. A FIGURA 1-3 apresenta sua localização, na mesma imagem apresentada nas figuras FIGURA 1-1 e FIGURA 1-2.

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE -	PÁGINA 6/32
		Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	REV. B



FIGURA 1-3 – Localização da Pêra Ferroviária (Fonte: Projeto Pêra Ferroviária – Projeto de Execução – ETECON)

A FIGURA 1-4 apresenta uma foto aérea após o evento.

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE -	PÁGINA 7/32
		Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	REV. B



FIGURA 1-4 – Foto aérea após o evento

2.0 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS/ GEOLÓGICOS

A região em questão situa-se na Zona Costeira do Amapá (ZCA), que, conforme suas características fisiográficas e dinâmicas, pode ser dividida em oceânica e estuarina. A costa oceânica ocorre ao norte da costa do Amapá e está diretamente exposta ao oceano Atlântico. A costa estuarina ocorre no interior do Canal do Norte do rio Amazonas e margeia o Golfão Amazônico em toda a sua extensão.

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	-		8/32
	Nº VOGBR		REV.
	VG13-095-1-GT-RTE-0004		B

A zona costeira estuarina do Amapá estende-se na direção NE-SW entre as margens direita da foz do rio Araguari e esquerda do rio Jarí. Neste setor, com cerca de 350 km de extensão, a costa caracteriza-se por ser plana, muito baixa, instável e retilínea. Está submetida a processos fluviais (Canal do Norte do rio Amazonas) e costeiros (maré de enchente), gerando erosão e deposição, contribuindo para o desenvolvimento de planícies alagadas. Na parte interna da planície costeira ocorrem inúmeros paleocanais, testemunhando a evolução de uma planície flúvio-lacustre. Torres (2001), considerando a dinâmica sedimentar, dividiu a zona costeira estuarina do Amapá em três compartimentos: Alto, Médio e Baixo Setor Costeiro Estuarino.

O Alto Setor Costeiro Estuarino corresponde ao trecho da baía de Macapá, onde a planície é frequentemente interrompida pelas formações terciárias (sedimentos do Grupo Barreiras), na forma de falésias. Observam-se, na planície costeira, meandros abandonados, lagos residuais e “ressacas”. Este termo local é dado para áreas úmidas costeiras constituídas por lagoas e lagos que ocorrem exclusivamente nas áreas urbanas de Macapá e Santana, influenciadas ou não pela maré. A planície costeira estreita-se em direção ao sul, onde os sedimentos do Grupo Barreiras estão mais próximos da linha de costa e se destacam pequenas praias retilíneas e arenosas. A presença de vegetação de mangue, principalmente siriúba (*Avicennia germinans*), em partes da baía de Macapá, é um reflexo de uma costa com influência de marés.

A ZCA faz parte de um sistema altamente energético, fortemente influenciado pela poderosa descarga hídrica e sedimentar do rio Amazonas. A costa estuarina possui uma dinâmica influenciada especialmente tanto pela descarga hídrica/ sólida do Canal do Norte do rio Amazonas, quanto pelas correntes de maré.

No setor costeiro estuarino, o recuo da linha de costa é causado por fatores de origem natural, relacionados à dinâmica costeira, e por intervenções humanas na zona costeira, que interrompem o fluxo de sedimentos e aumentam o poder erosivo das marés. No setor da

				TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE		PÁGINA	
		-		9/32	
		Nº VOGBR		REV.	
		VG13-095-1-GT-RTE-0004		B	

região urbana de Macapá até a cidade de Santana, ocorrem pequenas falésias, baixas, esculpidas nos sedimentos terciários do Grupo Barreiras, atualmente em retrogradação.

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCAIS

A região caracteriza-se por topografia plana, com elevações máximas de até 20 metros acima do nível do mar, típica de regiões de foz de grandes rios. O talude submerso do Rio Amazonas na região em questão possui inclinação suave em direção ao centro do rio, com ângulos variando entre 17 e 35°.

Geologicamente a área é constituída por sedimentos fluviais típicos de região estuarina/planície de inundação, caracterizados por argilas puras ou orgânicas, praticamente sem presença de material arenoso.

Em 2007 foi realizada uma campanha de investigações geotécnicas pela empresa antecessora da Anglo American, que constou da realização de cerca de 100 metros de sondagens do tipo SPT (Standard Penetration Test), 300 metros de sondagens do tipo CPTu (Cone Penetration Test) e cerca de 30 ensaios de dissipação de poro pressão com duração de duas horas cada. Com base nestas investigações, a seção estratigráfica típica, onde ocorre maior espessura de camada de argila mole, compreende do topo para a base:

- Minério com espessura variando de 0,30m a 5,0m (forro);
- Argila média, espessura média de 3,0m;
- Argila mole com espessura máxima de 24,0m;
- Argila rija com espessura máxima de 8,0 m;
- Argila rija a dura (laterita).

A figura 3.1 abaixo indica a estratigrafia típica de uma seção paralela ao eixo do ship loader.

72

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	-		11/32
	Nº VOGBR		REV.
	VG13-095-1-GT-RTE-0004		B

- Série de dados de pluviometria, fornecidos pela Anglo – 2013;
- Série de dados de pluviometria, ANA – 2013;
- Vídeos de câmera de segurança do terminal, fornecidos pela Anglo – 2013;
- Testemunhos dos trabalhadores e tripulantes do navio, fornecidos pela Anglo – 2013;
- Informações sobre marés e correntes – Capitania dos Portos – 2013;
- Projeto geométrico da pera ferroviária – Anglo, 2011;
- Fotos aéreas e de campo diversas;
- Geologia da Costa do Amapá – Torres, 2001;

5.0 AÇÕES IMEDIATAS

Como medidas imediatas para se recuperar a área remanescente após o evento de ruptura na região do Terminal de Santana, bem como para eliminar riscos de rupturas subsequentes, foi emitido relatório constando as seguintes ações emergenciais:

- Retirada de todas as estruturas presentes nas proximidades da crista do talude remanescente;
- Abatimento do ângulo de talude.

As estruturas removidas foram, de leste para oeste, as estruturas de decantação de finos (“sumps”), a parte remanescente da pilha de minério do tipo “sinter feed”, a estrutura da correia transportadora de carregamento dos navios (“ship-loader”), os contêineres da subestação elétrica e o vagão tanque. A seguir, apresenta-se o detalhamento das atividades necessárias, à época de emissão do relatório:

1 – Sumps – são caixas de concreto para decantação de finos, que se encontram cheias de material. Sua remoção passa inicialmente pela limpeza do material contido nas caixas (sugere-se avaliar o uso de bombas de polpa ou através de escavadeira), e posteriormente pela demolição ou içamento da estrutura de concreto;

2 – Pilha de minério: a remoção desta pilha deverá ser feita com escavadeira hidráulica de braço longo, auxiliada por caminhões de pequeno porte, com o objetivo de se evitar operação e tráfego junto à crista. A disposição do material removido deverá ser feita à norte da área de operação do terminal;

PZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE -		PÁGINA 12/32
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004		REV. B

3 – Correia transportadora: os diversos componentes deverão ser removidos evitando-se a presença de trabalhadores próximos à crista. Caso necessário, sugere-se a amarração com cabo de aço e arraste de componentes mais próximos da crista remanescente;

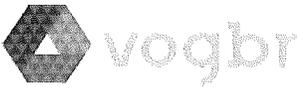
4 – Subestação elétrica: deve-se utilizar içamento com guindastes e transporte para fora da área de risco;

5 – Vagão tanque: o mesmo deve ser puxado e os trilhos eventualmente existentes removidos.

Os trabalhos de recuperação (ações imediatas) foram concluídos em Maio de 2013. A sequencia de fotografias abaixo mostra os resultados obtidos:



Figura 5-1 - fotos dos trabalhos de retaludamento

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	-		13/32
		Nº VOGBR	REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	B

6.0 POSSÍVEIS CAUSAS

Rupturas desta natureza em materiais argilosos de margens de rios podem ocorrer, por exemplo, pelas seguintes causas (ou combinações delas):

- a) Terras caídas;
- b) Sísmica;
- c) Dragagem;
- d) Movimentos de correntes/ marés;
- e) Esforços dinâmicos cíclicos.

A seguir detalha-se cada uma destas possibilidades.

- a) Terras caídas

“Terras-caídas” é uma terminologia regional amazônica usada generalizadamente para os processos de erosão fluvial causando movimentos de massa, as quais afetam todos os anos a população ribeirinha e oferece riscos até à navegação fluvial. Em geral as “Terras-Caídas” ocorrem preferencialmente nos terrenos recentes (aluviões) formados nos últimos 2 mil anos, constituídos por areias e argilas inconsolidadas. Os processos são de erosão fluvial nos períodos de cheia ou rastejos, que ocorrem no período de estiagem (setembro/outubro), motivados pelo rápido rebaixamento dos níveis dos rios. A foto abaixo mostra um exemplo do fenômeno “terras-caídas” na Amazônia.

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE -	PÁGINA 14/32
		Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	REV. B

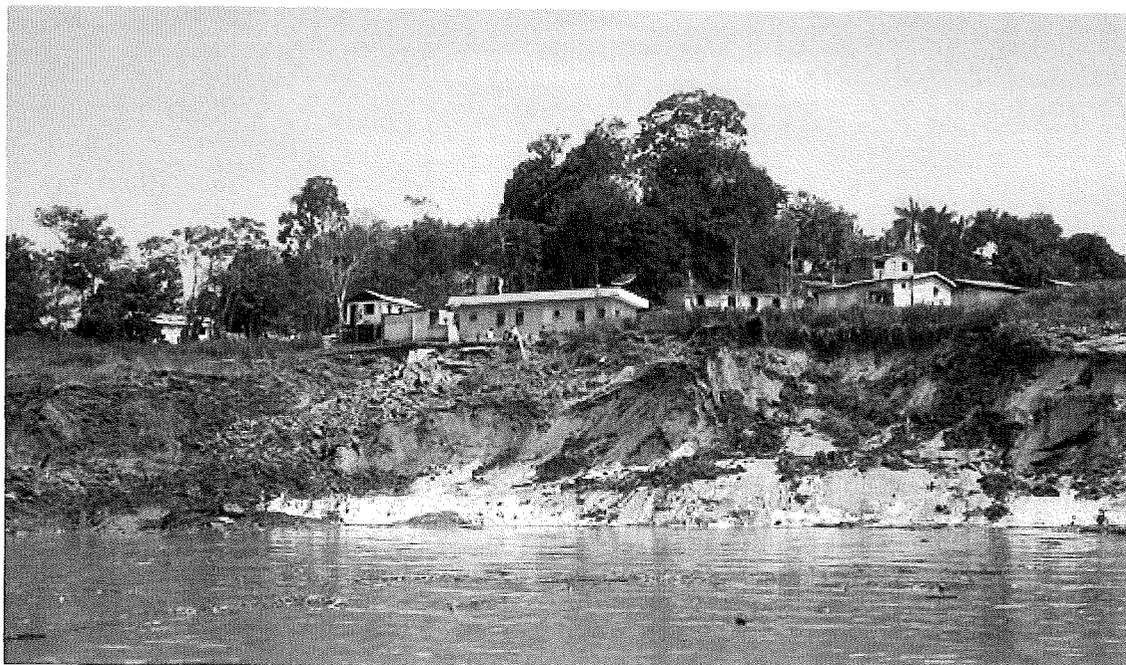


Figura 6-1 - Erosão da margem devido à "terras-caídas"

Fenômenos de "terras-caídas" são via de regra controlados pela dinâmica fluvial e, portanto, característicos de porções mais distais dos rios em relação à sua foz. Em regiões de estuários, onde o efeito das marés tem preponderância, não é muito comum a ocorrência deste tipo de fenômeno.

b) Sísmica

Fenômenos sísmicos de alta magnitude podem induzir movimentos em materiais arenosos/siltosos, principalmente se saturados, causando rupturas bruscas pelo processo de liquefação.

O Brasil, por estar situado no interior da placa tectônica da América do Sul, uma região continental estável, apresenta uma sismicidade bem inferior àquela observada nas bordas de placas, como é o caso da zona de contato entre as placas de Nazca e a Placa Sul-americana, onde os sismos são mais frequentes e de maiores magnitudes. Além disso, a

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	Nº VOGBR		REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	15/32 B

sismicidade observada no Brasil é menor do que em outras regiões intraplacas semelhantes.

Não há nenhum registro de sismos na região em questão ou em regiões vizinhas durante o período do evento em questão, portanto essa não é uma causa provável. A figura abaixo lista os sismos registrados na América do Sul nos últimos seis meses (fonte: <http://earthquaketrack.com/>).



Figura 6-2 - Registro de sismos na América do Sul

c) Dragagem

As operações de dragagem são relativamente comuns em zonas portuárias, efetuadas via de regra no sentido de se aprofundar os canais de passagem de navios. Caso a operação seja efetuada de forma extensiva, pode haver sobre-escavação na porção inferior dos taludes, tornando-os localmente mais íngremes e, por consequência, afetando a estabilidade das porções superiores.

A questão a ser colocada é com relação à velocidade e dimensões da ruptura. A dragagem não ocorre rapidamente em toda a extensão do rio e, portanto, traria como consequência somente rupturas locais. Além do mais, não há operações de dragagem no Terminal de Santana, o que leva a descartar esta causa.

PZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE -	PÁGINA 16/32	
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	REV. B	

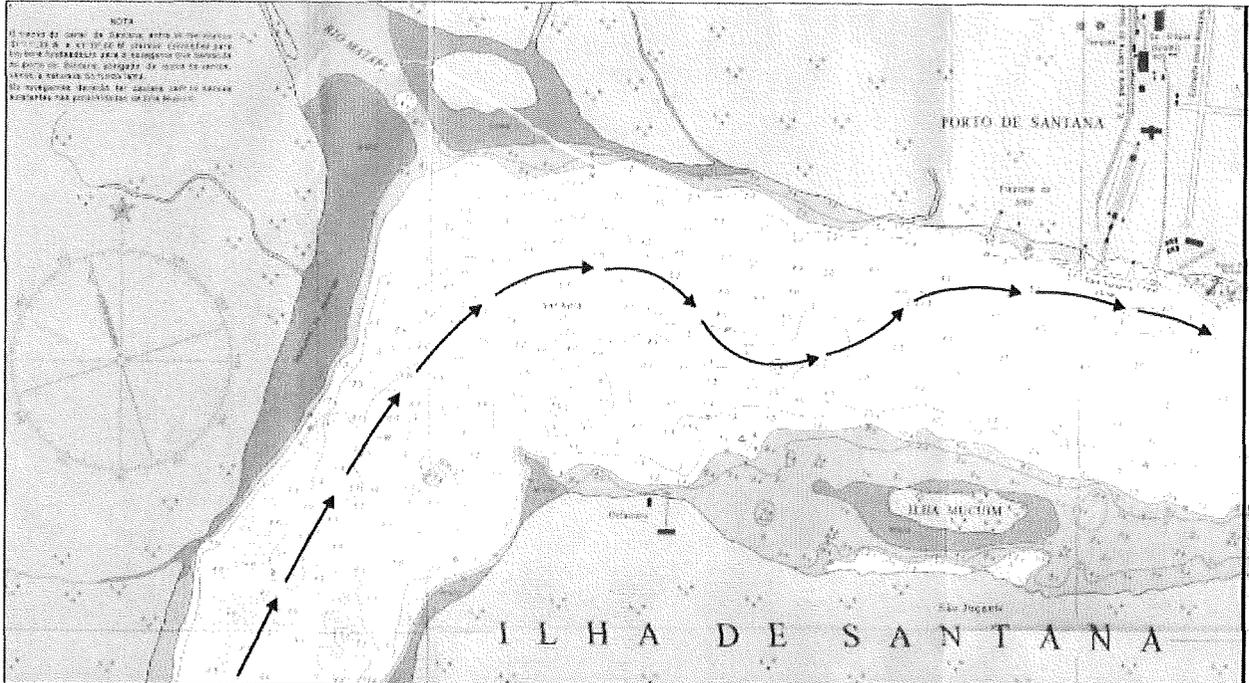
d) Movimentos de correntes/ marés

O Rio Amazonas geologicamente é um rio jovem, com constantes modificações de trajetória ao longo de seu curso, principalmente em sua margem esquerda (Braço Norte), próximo à cidade de Macapá. Próximo ao seu estuário, onde se localizam as cidades de Macapá e Santana, a amplitude de variação de marés é bastante alta, podendo chegar a mais de 3,50 metros.

O efeito combinado das correntes fluviais (com variação do curso dos rios) e a variação das marés impõe maior atrito na margem do rio, podendo induzir fenômenos de solapamento (com erosão intensa na base do talude) e consequentes rupturas.

O estudo de dinâmica fluvial indica que o Terminal de Santana está localizado em um braço de rio que contorna a Ilha de Santana, com desenvolvimento longitudinal em uma ampla curva fletida para a direita. As instalações portuárias estão localizadas no lado côncavo da curva, na margem esquerda do braço de rio, em trecho dominado por margens formadas de material argiloso (coesivo). Os levantamentos batimétricos existentes no trecho do terminal indicam o canal mais profundo situado próximo à margem esquerda. A figura a seguir indica a morfologia fluvial na região do terminal.

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	-		17/32
Nº VOGBR		REV.	
VG13-095-1-GT-RTE-0004		B	



6-3 - Desenvolvimento do fundo do talvegue no trecho fluvial do Terminal de Santana

e) Esforços dinâmicos

As operações do terminal portuário se traduzem em empilhamento de minério e posterior remoção das pilhas para efetuar o carregamento dos navios. Estas operações ocorrem continuamente e induzem esforços no solo de fundação, seja de carregamento como de descarregamento. Tais esforços sobre terreno mole e saturado podem gerar rupturas.

Entretanto, o pátio onde se encontra o carregamento está assente sobre argilas médias a rijas, portanto material de maior resistência. Adicionalmente, tais esforços vêm ocorrendo desde a década de 1950 e a fundação já atingiu o adensamento necessário para que tais fenômenos não sejam significativos. A foto abaixo, da década de 1950, mostra as operações de carregamento no Terminal de Santana desde aquela época.

PZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE	PÁGINA
		Nº VOGBR	REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	18/32 B



Figura 6-4- Carregamento no Terminal de Santana na década de 1950

É, portanto, conclusivo se dizer que o carregamento de minério no Terminal de Santana não influenciou na dinâmica da movimentação de massa.

No caso do evento em questão, é improvável que somente uma das causas listadas anteriormente tenha sido a principal; a hipótese mais provável que diversas situações interagiram e houve um gatilho que deflagrou o fenômeno. Esta hipótese será discutida no próximo item.

7.0 DINÂMICA DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSA

O entendimento da dinâmica do evento foi possível em função principalmente dos testemunhos dos trabalhadores que se encontravam no terminal na hora do evento, bem como das imagens das câmeras de segurança que a Anglo possuía no terminal. As análises posteriores dos dados de batimetria também auxiliaram na tese aqui discutida.

Uma breve descrição desses elementos é mostrada abaixo:

PL

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE -		PÁGINA 19/32
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004		REV. B

7.1 – Vídeo de Segurança

Por questões de segurança típica de áreas portuárias, a Anglo American dispunha de câmeras de segurança estrategicamente instaladas em seu terminal portuário. Na noite do evento, foram disponibilizadas filmagens da câmera instalada no píer fixo e que tinha visada no ship-loader, píer flutuante, navio ancorado e rótula oeste. O trecho de filmagem verificado ocorre na madrugada de 28/03/2013, entre 00:00:07 h e 00:10:35 h, portanto cerca de dez minutos e trinta segundos de duração.

O navio encontrava-se atracado e em posição de carregamento e a superfície do rio aparentemente calma, sem nenhuma movimentação. Percebe-se movimentação de pessoal no ship-loader, por volta de 00:09 h, indicando uma possível troca de turnos de trabalho. Às 00:10:31 h a luz do poste colocado sobre a rótula oeste se apaga e é percebida uma certa movimentação na popa do navio, seguida por tensionamento nos cabos de amarração da proa. Logo em seguida, a filmagem é interrompida por corte dos cabos de fibra ótica (segundo informação da Anglo).

A observação desta filmagem permite concluir que a movimentação submersa de material foi iniciada na região da rótula oeste e depois propagada para o restante do terminal.

7.2 – Depoimentos

Foram coletados depoimentos de vários empregados da Anglo e terceirizados que se encontravam no terminal, bem como depoimentos de tripulantes do navio Sabrina Venture, que estava sendo carregado. No total, foram disponibilizados 15 testemunhos.

Embora cada testemunho indique a visão específica dos presentes, é característica comum de todas as falas que a movimentação ocorreu de forma súbita na área próxima à rótula oeste, causando um repentino “abaixamento” da popa do navio e do píer flutuante, gerando uma onda. Em seguida a movimentação continuou do lado leste, resultando inclusive na

RZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE	PÁGINA	
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	20/32 REV. B	

submersão de alguns caminhões que ali estavam estacionados. Os tripulantes depoentes também mencionam que o navio ficou com a popa encalhada e que entrou lama nos porões traseiros.

Estes fatos corroboram a hipótese da movimentação ter se iniciado na área próxima à rótula oeste.

7.3 – Batimetrias

A AngloAmerican promovia batimetrias com frequência determinada para checar as condições do canal de navegação e permitir a instalação de sinalização para os navios. Foram disponibilizadas as batimetrias realizadas em novembro de 2011 e junho de 2012, bem como a batimetria realizada após o evento, ou seja, abril de 2013.

O tratamento desses dados também permitiu a verificação que a maior modificação submersa ocorreu na região onde se encontrava a rótula oeste, com diferenças de profundidade de até 20 metros em relação à batimetria anterior. É também interessante ressaltar que há a ocorrência de acúmulo de material na região do canal logo em frente ao terminal portuário, indicando possivelmente ser material oriundo da ruptura que ali ficou depositado.

A comparação entre as batimetrias permitiu estimar o volume movimentado como sendo da ordem de 550.000 m³. As seções batimétricas encontram-se em anexo. A figura abaixo mostra uma comparação das batimetrias de 2011 e 2012.

RZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE	PÁGINA
		Nº VOGBR	REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	21/32 B

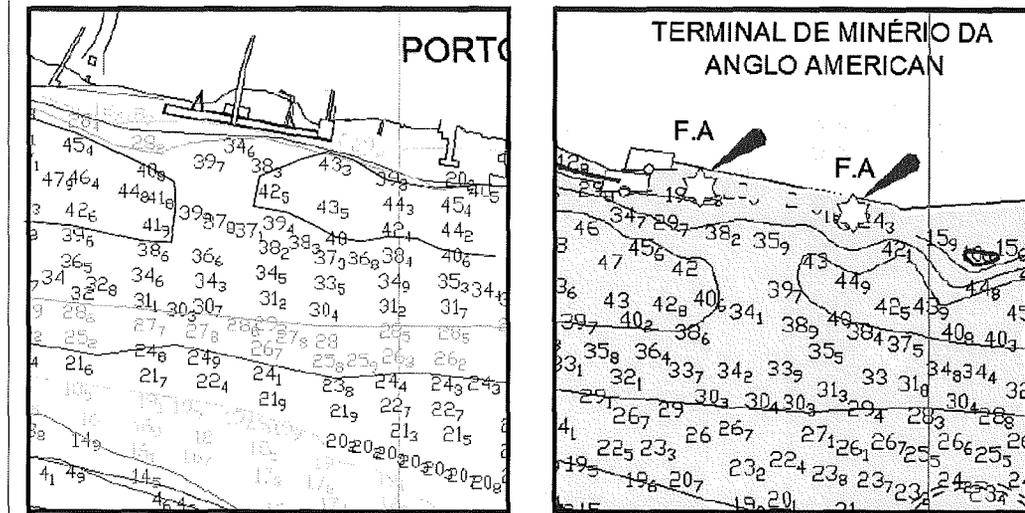


Figura 7-1 - Batimetrias no Terminal de Santana (2011-esquerda, 2012-direita)

A observações da batimetria, de acordo com o laudo de Hidrologia e Hidráulica, indicam que:

- O talvegue do rio Amazonas encontrava-se muito próximo à margem. Os íngremes taludes em profundidades sugerem a existência de uma camada de encouraçamento que manteve a estabilidade do substrato de argila mole.
- A conformação geotécnica do solo de maior resistência indica a existência de esporões em profundidade, que foram utilizados, apropriadamente, como suporte para a construção do píer e de suporte para o ship-loader.

Essa conformação morfológica do fundo do rio deve ter sido observada na seleção do local para a implantação do terminal portuário, em razão das elevadas profundidades concentradas junto à margem.

7.4 – Sequencia de movimentação

Com base nos dados acima descritos, é possível estabelecer a seguinte hipótese para a ruptura ocorrida:

PL

				TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE		PÁGINA	
		Nº VOGBR		REV.	
		VG13-095-1-GT-RTE-0004		22/32 B	

- Ocorre uma movimentação da massa submersa de argila mole da margem do rio, próxima à rótula oeste, que inclusive danifica esta estrutura. Inicialmente esta movimentação é limitada pela região onde havia um ramal ferroviário, constituída por material de melhor qualidade;
- Os movimentos da rótula e da viga de ligação rótula-pier causam a movimentação da popa do navio;
- A movimentação de massa “descalça” a base do restante da margem do rio, provocando a continuidade da ruptura das margens e do ship-loader;
- É provocada uma onda que se propaga frontal e lateralmente, provocando danos às embarcações ancoradas no porto de passageiros adjacente ao Terminal de Santana;
- A onda também contribuiu com rupturas subsequentes, de menor porte, nos taludes remanescentes da movimentação anterior e na pilha de sinter feed.

8.0 RETRO-ANÁLISES DE ESTABILIDADE

As verificações de estabilidade da área do Terminal de Santana foram elaboradas para retro-analisar as condições da movimentação de massa ocorrida em março de 2013. Os objetivos da retro análise são estudar o fenômeno ocorrido e, com base nos resultados obtidos, derivar os parâmetros de resistência dos materiais envolvidos no problema. Para a realização das análises foi utilizado o software Slide, versão 5.0, desenvolvido pela Rocscience Inc., do Canadá. Foi utilizado o critério de ruptura de Mohr-Coulomb, utilizando a teoria do equilíbrio limite e do Método de Bishop.

8.1 - Condições de Contorno Adotadas

O modelo utilizado para a realização das análises foi baseado nas informações oriundas de estudos anteriores, vide documentos de referência no item 4:

- i) Informações de topografia e batimetria descritos no item 4.0;

PZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	-		23/32
		Nº VOGBR	REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	B

ii) Parâmetros de resistência dos materiais definidos a partir dos dados existentes, e em especial do relatório da MMX (2007) e seus componentes, conforme apresentado na tabela abaixo, em termos de tensão efetiva.

Material	Peso específico (kN/m ³)	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)	S _u (kPa)
Argila Mole	15	-	-	Nota 1
Argila Média	18	15	27	-
Argila Rija	18	20	30	-
Argila Dura	18	30	32	-
Pilha de Minério e Minério	24	0	39	-
Aterro da Pêra	19	10	30	-

Nota 1: Foram adotados os parâmetros de resistência obtidos em 2007, a menos da resistência não drenada ao cisalhamento (S_u) da camada de argila mole muito mole. O valor considerado para S_u foi obtido nas análises, de forma a obter-se coeficiente de segurança unitário (F.S. = 1,0).

Outras condições de contorno adotadas nas análises incluem:

- O nível d'água do terreno (acima do zero DHN) coincidindo com o nível do terreno, ou seja, terreno 100% saturado, no sentido de se simular as condições de chuvas dos dias anteriores;
- Drenagem superficial funcionando adequadamente;
- Talude submerso do rio Amazonas com inclinação de 1V: 6H;
- Nível do Rio Amazonas na condição mais rebaixada, de forma a simular a baixamar de sizígia, que ocorreu por volta das 23 horas do dia anterior.

8.2 - Seções Analisadas

Foram analisadas duas seções representativas da dinâmica da movimentação, conforme descrito no item 7 do relatório, e detalhado a seguir:

PL

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE		PÁGINA
	-		24/32
		Nº VOGBR	REV.
		VG13-095-1-GT-RTE-0004	B

1. A primeira seção, representativa do local por onde se iniciou a movimentação (1º tempo), localiza-se na região da rótula oeste e engloba as sondagens investigatórias:

- 8 e 13U (1954);
- SP-20, SP-25, SP-26 e SP-38 (1975);
- SP-A e SC-14 (2007)

A figura abaixo mostra o modelo geotécnico dessa seção de análise:

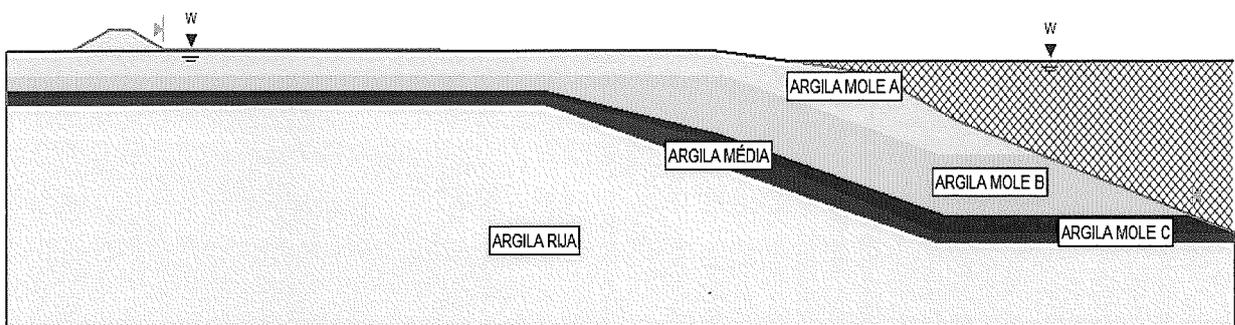
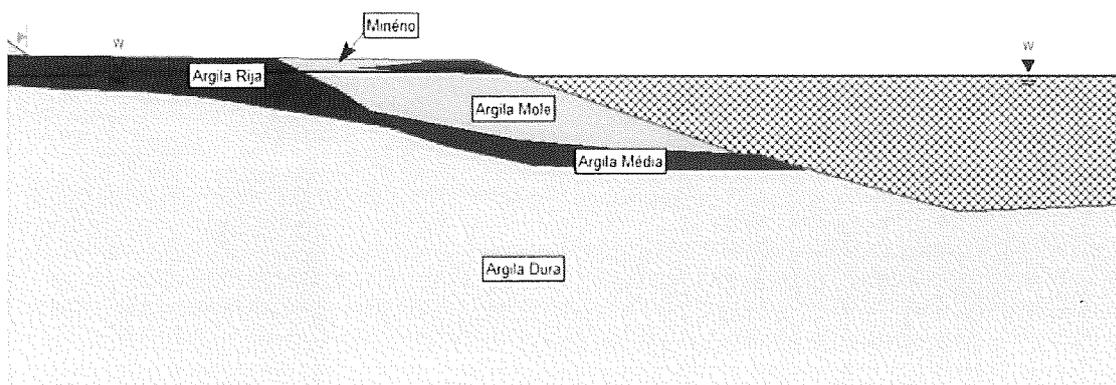


Figura 8-1- Modelo geológico-geotécnico representativo do 1º tempo

2. A outra seção é representativa do 2º tempo do movimento de massa e localiza-se entre o alinhamento do carregador de navios (paralela à este) e a rótula leste. Esta seção engloba as sondagens SP-B, SC-04 e SC-02, todas de 2007. A figura abaixo mostra o modelo geotécnico dessa seção de análise:



FL

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE -		PÁGINA 25/32
	Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004		REV. B

Figura 8-2 - Modelo geológico-geotécnico representativo do 2º tempo

As figuras a seguir mostram o resultado das retro-análises nas seções representativas. Está representado somente o círculo de menor fator de segurança obtido, apesar de terem sido realizadas centenas de simulações. A discussão dos resultados é apresentada em sequencia.

Observar que a superfície de ruptura de menor fator de segurança não intercepta a pêra ferroviária, o que indica que esta não teve influencia no evento.

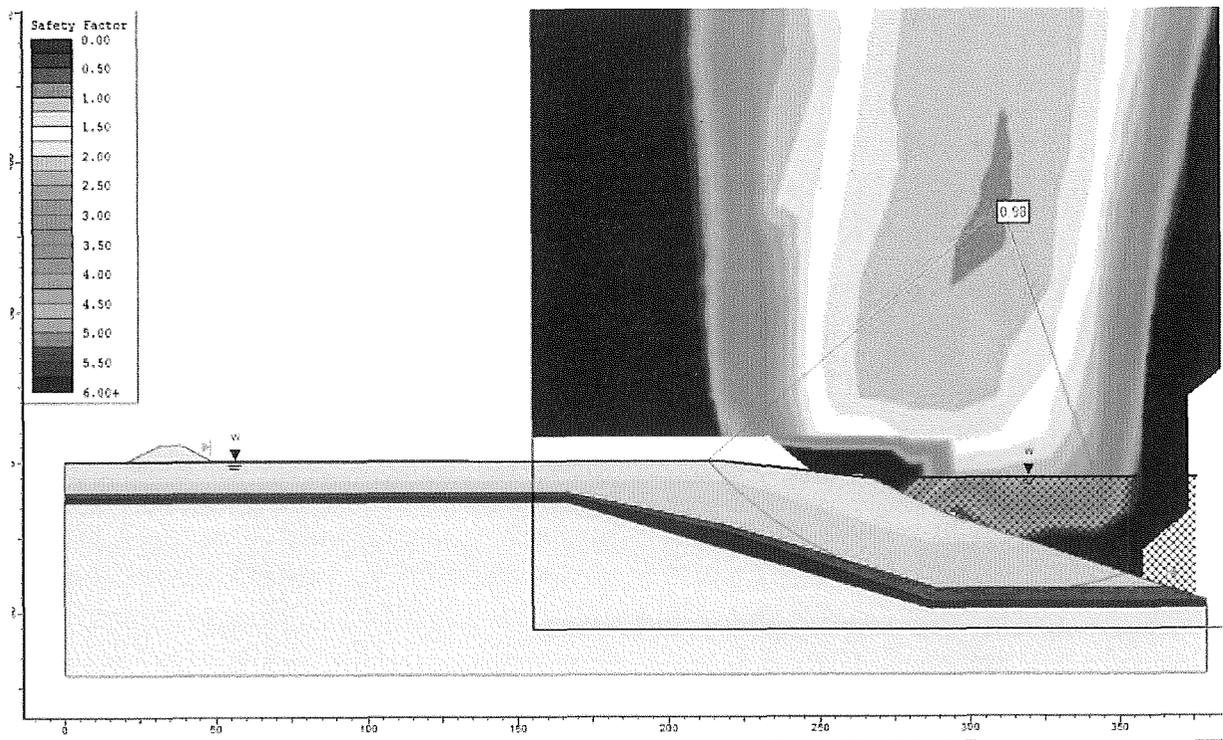


FIGURA 8-3 – Resultado da simulação do 1º tempo

Observar que a superfície de ruptura de menor fator de segurança não intercepta a pilhas de minério, o que indica que esta não teve influencia no evento.

PZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE -	PÁGINA 26/32
		Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	REV. B

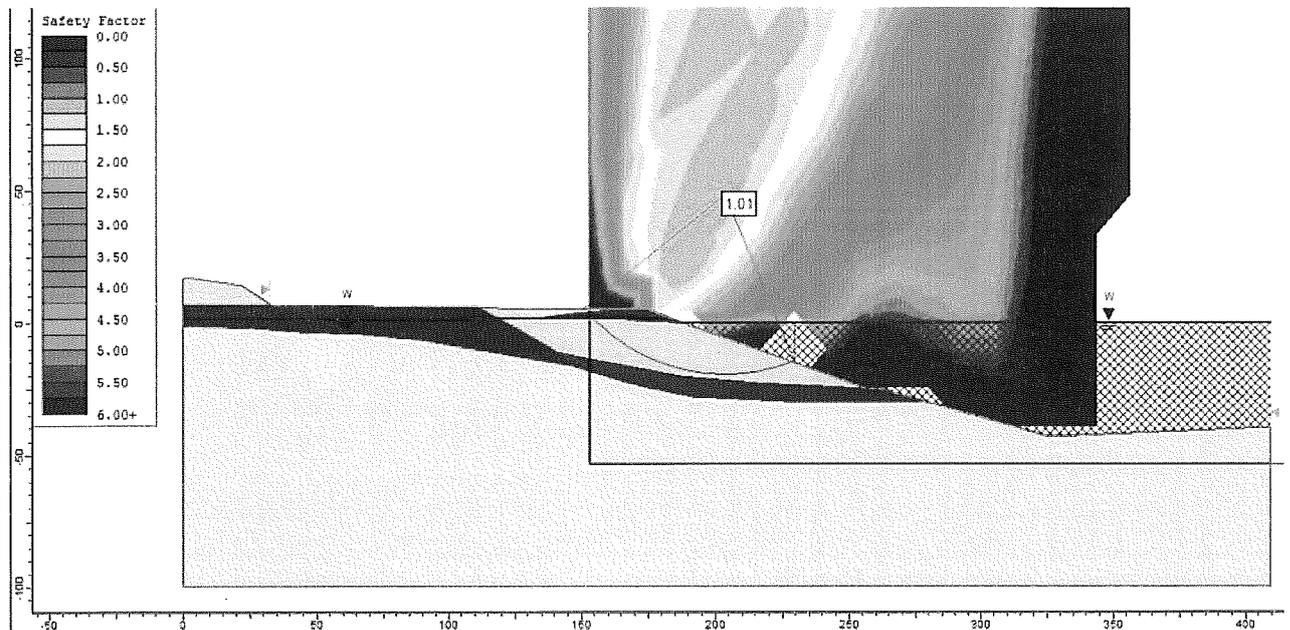


FIGURA 8-4 – Resultado da simulação do 2º tempo

8.3 - Discussão dos resultados

As análises de estabilidade permitem as seguintes interpretações:

- As análises de ambas as seções reproduzem muito fielmente o que ocorreu no campo. O ponto de início da ruptura (local onde o círculo intercepta a parte superior do terreno) é coincidente com a cicatriz da ruptura obtida no levantamento topográfico;
- As superfícies de ruptura passam na camada de argila muito mole e são limitadas pelo topo da camada de argila rija;
- Para a análise da seção do 1º tempo, permitiu-se que a pesquisa da superfície crítica de ruptura se estendesse desde a pera ferroviária até a margem antes da ruptura. A superfície crítica obtida se encontra a mais de 60 metros de distancia da pera, o que indica que a pera não influiu na ruptura, mesmo para as condições de saturação extremas adotadas;

RZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO		Nº CLIENTE -	PÁGINA 27/32
		Nº VOGBR VG13-095-1-GT-RTE-0004	REV. B

- A seção geotécnica do 2º tempo mostra que a camada de argila mole não ocorre na região onde se localiza o pátio de carregamento de minérios. Além do mais, a superfície crítica de ruptura não atinge a argila rija sob o pátio. Dessa forma, as pilhas de minério não tiveram influência na movimentação de massas;
- Simulou-se a ruptura da pilha de *sinter feed* conforme descrito no item 7 do relatório (Figura 8-5). Conforme os relatos e a documentação fotográfica disponibilizada, parte da pilha permaneceu intacta, com movimentação posterior devido ao efeito de ondas;

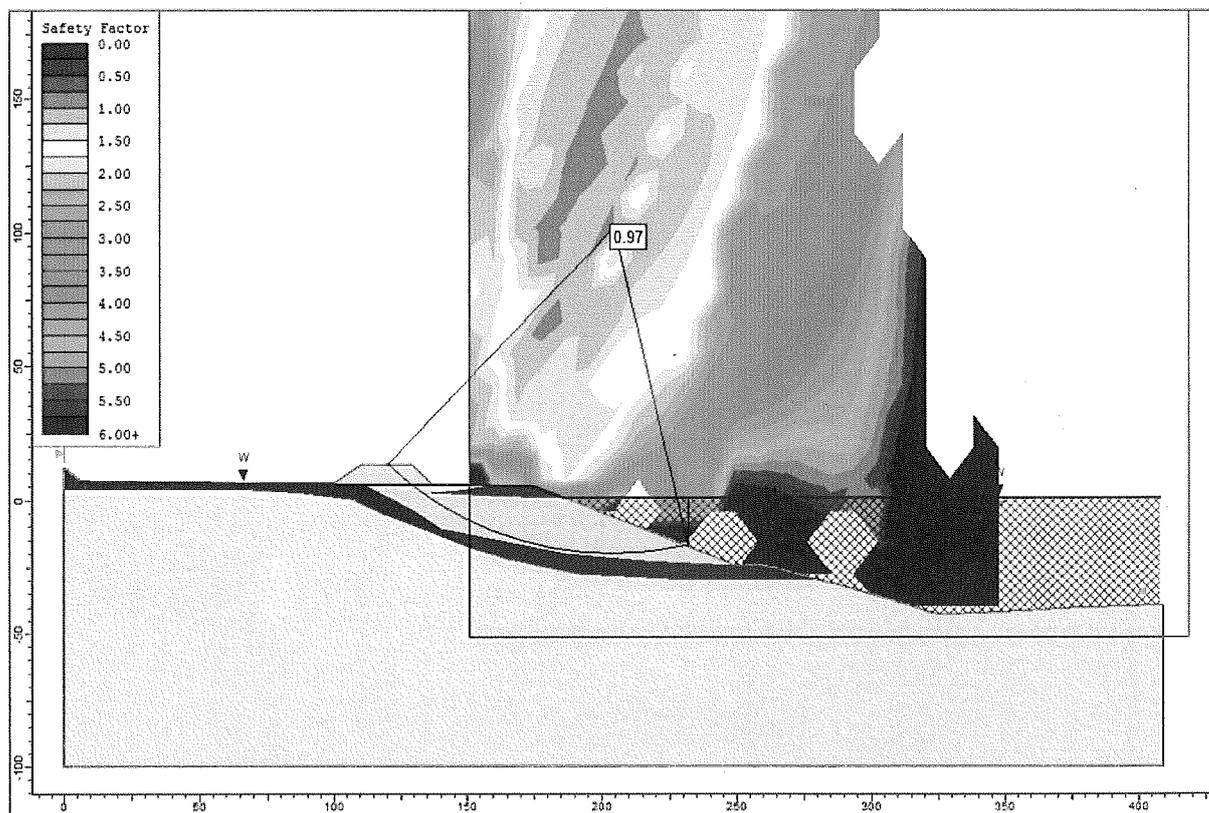


Figura 8-5 - Simulação do 2º tempo com a pilha de sinter feed

- A colocação da pilha de *sinter feed* no perfil da análise do 2º tempo não apresenta variações significativas do fator de segurança, o que indica a não influência da mesma na movimentação de massa;
- O coeficiente de segurança unitário foi obtido para valores de S_u de 28 e 26 kPa, respectivamente, para as seções do 1º e 2º tempo;

PL

		TERMINAL DE SANTANA	
<small>TÍTULO</small> ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	<small>Nº CLIENTE</small> -		<small>PÁGINA</small> 28/32
	<small>Nº VOGBR</small> VG13-095-1-GT-RTE-0004		<small>REV.</small> B

- Estes valores de S_u são discrepantes dos valores usuais esperados para argilas muito moles, geralmente da ordem de 15 a 20 kPa. Esta discrepância só pode ser explicada por um comportamento anômalo da camada de argila muito mole. São indícios também desse comportamento anômalo os altos valores de geração de poropressões obtidos quando da execução dos CPTUs em 2007. O entendimento dessas anomalias indica a necessidade de campanhas adicionais de investigação com esse enfoque específico.

8.4 - Resumo

Um resumo dos resultados apresentados neste item é descrito abaixo:

- As retro-análises conseguiram reproduzir, de forma adequada, as condições geométricas da movimentação de massa;
- A pera ferroviária não teve nenhuma influência nem contribuição para o evento;
- A pilha de *sinter feed* não foi causadora da movimentação de massa;
- As pilhas de minério localizadas no pátio de carregamento estão assentes em terreno firme (argilas rijas) e, portanto, não tem como influenciar na estabilidade da margem do Rio Amazonas;
- A natureza da ruptura, que ocorreu após cerca de 60 anos de operação do terminal, poderia ser explicada pelo comportamento anômalo das argilas muito moles de Santana. Será necessária uma investigação mais detalhada do comportamento deste material, conforme explicado nos itens a seguir.

9.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A ruptura iniciou-se pela rótula oeste (região saturada e com presença de maior espessura de argila mole). Houve propagação posterior da ruptura para a faixa mais a leste, com aparente descalçamento da camada de argila mole.

RZ

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE	PÁGINA	
	Nº VOGBR	REV.	
	VG13-095-1-GT-RTE-0004	29/32 B	

Como pode ser observado nas análises de estabilidade tanto as pilhas como a pèra ferroviária não contribuíram com o evento do dia 28 de março de 2013. As análises com e sem essas estruturas permaneceram com os valores de fator de segurança na mesma ordem. O carregamento de minério no pátio não teve nenhuma influencia no evento

Os efeitos combinado de chuva e maré de sizígia podem ter influenciado na movimentação.

Dente as possíveis causas da movimentação de massa, conforme abordado no item 4, pode-se descartar os três primeiros apresentados, ou seja, terras caídas, sísmica e dragagem. Da mesma forma, as operações de empilhamento de minério no Terminal de Santana não tiveram influencia no evento. Sendo assim, os movimentos de correntes/marés, são fenômenos que podem ter contribuído com o evento, principalmente considerando-se o caráter sensitivo (meta estável) das argilas moles. Há necessidade de se investigar cuidadosamente as características peculiares da camada de argila muito mole, cuja ruptura ocorreu sem sinais prévios e com extraordinária rapidez, o que não condiz com o comportamento usual desses materiais.

Para melhor entendimento da fenomenologia envolvida e para subsidiar os estudos subsequentes necessários, estão sendo propostas investigações complementares na região. O plano de investigações e ensaios de laboratório programados será apresentado a seguir.

10.0 PLANO DE INVESTIGAÇÕES COMPLEMENTARES

Para a continuidade dos estudos no Terminal de Santana, indica-se a realização de campanha de investigações complementares, conforme mencionado no capítulo anterior. Esta campanha objetiva, além de atender as necessidades de revisar o conhecimento da geologia/estratigrafia da área, detalhar as características de resistência das argilas e fundamentar o entendimento de seu comportamento face às solicitações impostas.

		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE	PÁGINA	
	Nº VOGBR	REV.	
	-	30/32	
	VG13-095-1-GT-RTE-0004	B	

Para tanto, a presente campanha será composta das seguintes investigações:

- Sondagens do tipo SPT;
- Sondagens do tipo CPTU, com medidas frequentes de dissipação de poro pressão;
- Ensaios de palheta (Vane Test);
- Ensaios dilatométricos (DMT);
- Coleta de amostras para ensaios de laboratório.

Belo Horizonte, 08/07/2013



PAULO RICARDO BEHRENS DA FRANCA
CREA MG 42.667-D



		TERMINAL DE SANTANA	
TÍTULO ASPECTOS GEOTÉCNICOS DO EVENTO DE MOVIMENTAÇÃO DE MASSAS NA MARGEM DO RIO AMAZONAS – LAUDO TÉCNICO	Nº CLIENTE	PÁGINA	
	Nº VOGBR	REV.	
	-	31/32	
	VG13-095-1-GT-RTE-0004	B	

ANEXO

1
Currículos dos
profissionais.zip

PL



Barão Homem de Melo, 4554, 8º e 9º andares

Estoril, Belo Horizonte/MG CEP:30494-270

Fone: 31-2519-1001 / Fax: 31-2519-1002

www.vogbr.com.br

72

CURRÍCULO PROFISSIONAL RESUMIDO ENGENHEIRO CIVIL SANDRO SALVADOR SANDRONI

Atualizado em Julho 2013

Resumo da Experiência

O Eng.º Sandroni, PhD pelo Imperial College da Universidade de Londres, tem mais do que 40 anos de experiência em estudos, projetos e assessoria geotécnica.

Na área acadêmica o Eng.º Sandroni foi professor associado da PUCRJ, professor visitante na Universidade de Alberta, Canadá e professor colaborador da COPPE-UFRJ. Atualmente é Professor Pesquisador da PUC-Rio.

Na área industrial o Eng.º Sandroni trabalhou em cerca de 600 projetos e obras envolvendo aterros sobre argila mole, estabilização de encostas, barragens de terra e enrocamento, túneis, fundações rasas e profundas, escavações, portos, quebra mares, estradas de rodagem, ferrovias, empreendimentos imobiliários, aeroportos, minas a céu aberto, indústrias siderúrgicas, indústrias químicas e nucleares, pátios de estocagem de minério, áreas de depósitos de rejeitos de mineração e indústrias, depósitos de resíduos sólidos urbanos, etc.

Proferiu palestras no Brasil e no Exterior. Foi palestrante, relator, membro de painel, coordenador de debates, presidente de mesa e moderador em dezenas de congressos e simpósios no Brasil e no Exterior.

Participou como assistente, perito e árbitro em questões de seguro, contenciosos legais e arbitragens.

O Eng.º Sandroni foi palestrante Pacheco Silva e recebeu os prêmios Terzaghi e José Machado da ABMS. Tem 70 trabalhos técnicos publicados em revistas e congressos no Brasil e no exterior. Orientou 18 teses de mestrado e doutorado. Foi membro de dezenas de bancas de mestrado e doutorado em diversas universidades Brasileiras.

1.1. Dados pessoais

Data Nascimento: 16 agosto 1945
Naturalidade: Rio de Janeiro, Brasil
CREA: 200591290-5 (antigo 19.530-D RJ)
ID: 1 742 644 – 53 DETRAN RJ
CPF 217 586 457 53
ENDEREÇO: Praça Pio X, nº. 78 11º andar
CEP 20.091-040 Centro Rio de Janeiro, RJ
TEL.: (21) 2518-0202 e 2216 5450
CEL: (21) 8699-1817
EMAIL: sandro@geoprojetos.com.br

1.2. Formação Acadêmica.

Engenheiro Civil, PUC-Rio, 1968

Mestre em Ciências de Engenharia Civil, PUCRJ, 1973

M.Sc. em Mecânica dos Solos, Univ. of London, Imperial College, 1974

Ph.D. em Mecânica dos Solos, Univ. of London, Imperial College, 1977

1.3. Cursos

Sondagens Sísmicas, Soiltest Inc, Rio de Janeiro, 1969

Engineering Appreciation of Field Testing, Soil Mechanics Ltd, Londres, 1974

Off-shore Soil Mechanics, University of Cambridge, 1976

1.4. Posições Acadêmicas.

Prof. Mecânica dos Solos, Curso de Engenharia Operacional PUC-Rio, 1967/1968

Prof. de Graduação, Curso de Engenharia Civil PUC-Rio, 1969/1981

Prof. de Pós-Graduação em Mecânica dos Solos PUC-Rio, 1972/1981

Prof. Visitante em Mecânica dos Solos Univ. of Alberta, Edmonton, Canadá, 1980

Prof. Curso de Barragens para a Eletrobrás COPPE/UFRJ, 1982

Prof. de Resistência ao Cisalhamento, Curso de Doutorado COPPE/UFRJ, 1982/1983

Prof. Estágio Avançado em Barragens de Terra Instituto Militar de Engenharia, RJ, 1985

Prof. Curso de Extensão em Engenharia de Barragens Univ. Fed. Ouro Preto, MG, 1989

Prof. Colaborador, Curso de Pós-Graduação COPPE/UFRJ, 1983-2008

Prof. Pesquisador Associado, Curso de Pós-Graduação PUC-Rio, 2011-presente

1.5. Posições na Indústria

Assistente de Engenharia, Sondotécnica SA, 1967/1968

Engenheiro de Projetos, Geotécnica SA, 1970/1972

Engenheiro Autônomo, 1973/1984

Engenheiro Consultor Interno, Engevix SA, 1984/1989

Sócio e Engenheiro Consultor Interno, Geoprojetos Ltda., 1984/1989

Sócio Diretor, Geoprojetos Ltda., 1989-presente

FORMAÇÃO MBa Gestão de Negócios – Fundação Dom Cabral – 2003.
MSc Enginnering – Queen’s University – Canadá – 1997
Graduação em Engenharia Civil – Escola de Engenharia Kennedy - 1989
Graduação em Engenharia Geológica – Universidade Federal de Ouro Preto - 1986

EXPERIÊNCIA

Agosto 2010 VOGBR Recursos Hídricos & Geotecnia Ltda. – Diretor Técnico
Nov/2008 a Jul/2010 VALE S/A - Gerente Geral de Planejamento e Desenvolvimento da Diretoria de Ferrosos Sul
Nov/ 2006 a Out/2008 VALE S/A - Gerente de Geotecnia de Mina e Hidrogeologia Ferrosos
Set/1989 a Out/2006 MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S.A – Chefe Departamento de Geotecnia e Hidrogeologia
Mai/1989 a Ago/1989 Construtora Aguiar S.A – Engenheiro Civil
Jul/1986 a Abr/1989 – Itaminas Comércio - de Minérios S.A - Engenheiro Geotécnico

FILIAÇÃO A ENTIDADES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

AusIMM Australasian Institute of Mining and Metallurgy – Member and Chartered Professional (Qualified Person)
ABGE Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – desde 1986
ISRM Associação Internacional de Mecânica de Rochas – desde 1995
Membro do projeto LOP – Large Open Pit Slope Stability Program – desde 2007

ÁREAS DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL

Direção e coordenação de projetos nas áreas de geologia de engenharia, geotecnia, mecânica de rochas, mecânica de solos, hidrologia e hidrogeologia

- MINERAÇÃO

Gerente Geral de Planejamento e Desenvolvimento da Diretoria de Ferrosos Sul

- Responsável por planejamento de mina (curto e longo prazos), geotecnia, hidrogeologia e meio ambiente dos complexos mineiros da Diretoria de Ferrosos Sul da Vale, compreendendo 3 complexos minerários (cerca de 15 minas e 6 unidades industriais)
- Supervisão de equipe com cerca de 230 profissionais – engenheiros, geólogos, analistas ambientais, técnicos, topógrafos
- Áreas de atuação: Geotecnia (taludes das cavas, sistemas de disposição de estéril e rejeitos, rebaixamento de nível d'água subterrâneo, drenagem superficial, desmonte controlado de rocha), planejamento (planos pluria- anuais, anuais, mensais e semanais de lavra, controle de qualidade, modelo geológico); meio ambiente (gestão ambiental, estudos ambientais, licenciamento, reabilitação de áreas mineradas)

Gerente de Geotecnia de Mina e Hidrogeologia Ferrosos – Vale SA

- Coordenação das atividades de geotecnia de mina e hidrogeologia nas operações de ferrosos da Vale (minério de ferro e manganês) no Brasil, compreendendo 30 complexos mineiros e cerca de 230 estruturas geotécnicas (100 cavas, 130 pilhas de estéril)
- Supervisão de equipe com cerca de 45 profissionais – engenheiros, geólogos, técnicos, topógrafos
- Áreas de atuação: taludes das cavas, sistemas de disposição de estéril e rejeitos, rebaixamento de nível d'água subterrâneo, drenagem superficial, desmonte controlado de rocha, reabilitação de áreas mineradas.

Chefe Departamento de Geotecnia e Hidrogeologia

- Coordenação das atividades de geotecnia e hidrogeologia nas operações da MBR (5 complexos mineiros) e empresas do Grupo CAEMI
- Áreas de responsabilidade: Elaboração de projetos e planos de desenvolvimento, contratação e supervisão de construção, monitoramento, inspeção e manutenção de estruturas geotécnicas (74

estruturas), condução de auditorias internas e externas, análises de risco, elaboração de documentação técnica e orçamentos

- Áreas de atuação: taludes das cavas, sistemas de disposição de estéril e rejeitos, rebaixamento de nível d'água subterrâneo, drenagem superficial, desmonte controlado de rocha, reabilitação de áreas mineradas.

Engenheiro Civil

- Execução de fundação de alto-forno em indústria siderúrgica, utilizando estacas-raiz

Engenheiro Geotécnico

- Responsável por construção e operação de sistemas de disposição de rejeitos, geologia de mina e controle ambiental nas operações do Grupo Itaminas

- PUBLICAÇÕES/APRESENTAÇÕES

- Conferencista no 13º Congresso Brasileiro de Mineração – IBRAM – Setembro 2009 – Belo Horizonte – MG - Projetos de Disposição de Rejeitos na VALE: diversidade de soluções, riscos e desafios
- 8th International Congress of the Geosynthetic Association – Japan – 2007 - Use of Geocells for Lining a Steep Drainage Channel in Mining Area (with other authors)
- Conferencista no Workshop “Barragens de Mineração - Projeto, Construção, Riscos e sua Gestão” – IBRAM – Agosto 2003 – Belo Horizonte – MG - Sistema de Gestão de Barragens na MBR
- Conferencista no Seminário Nacional de Barragens de Rejeito – Segurança e Riscos – FIEMG - Belo Horizonte, Julho 2003 - Tecnologia de Paste: alternativa para a disposição de rejeitos
- Conferencista no Tailings Workshop - International Commission on Large Dams (ICOLD), Belo Horizonte, Brazil, Setembro 2002 - Paste Technology – Perspectives for the iron ore industry
- X International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Nova Delhi, Índia, Novembro 2001 - Decommissioning of the Águas Claras Mine
- Conferencista no IX Congresso Brasileiro de Mineração e Simpósio da International Mine Water Association, Belo Horizonte, Abril 2001 - Plano de Desativação da Mina de Águas Claras
- Conferencista no Simpósio: A Desativação de Empreendimento Mineiro no Brasil - IBRAM, Belo Horizonte, Dezembro 2000 - Plano de Desativação da Mina de Águas Claras
- I Jornadas Iberoamericanas sobre Cierre de Minas, La Rabida, Huelva, Spain, Setembro 2001 - Águas Claras Mine Closure Assessment Liabilities
- II Encontro de Empresas de Geologia e Mineração - Natal – Novembro, 1997 - Geologia e Planejamento de Lavra de Minas à Céu Aberto no Terceiro Milênio
- VII International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Calgary, Alberta, Canada, Outubro 1998 - Back Analysis of the Patrimônio Slope Failure - Post-mining Pit Lakes and Slope Stability – the Águas Claras Mine Example

ENG. CIVIL LUCIANO JACQUES DE MORAES JÚNIOR

Formação: M.Sc. em Mecânica dos Solos pela COPPE/UFRJ, 1975
Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1968

Experiência profissional

MECASOLO – Engenharia e Consultoria Ltda (de 2005 ao presente): Sócio, desenvolvendo todos os aspectos geotécnicos dos serviços de consultoria, projetos básicos e executivos e estudos de viabilidade:

- Consultor geotécnico do Proprietário para análise das sondagens iniciais, definição da programação das sondagens nearshore e escolha do método de investigação, além das orientações geotécnicas gerais para o projeto conceitual do Porto Central da TPK Logística, situado em Presidente Kennedy ES. 2012.
- Consultor geotécnico junto à LPS Engenharia para os estudos conceituais, de projeto básico e de projeto executivo de alteamento dos diques de Sela, Tulipa e Selinha visando ampliar a capacidade de armazenamento de rejeitos pelos próximos quatro anos do reservatório do Germano em Mariana MG. 2012.
- Consultor – e responsável pelo relatório geotécnico completo – junto à empreiteira Geodrill pela campanha de investigações de campo e laboratório para futura Usina Termelétrica Parnaíba IV (517 MW) em Santo Antonio dos Lopes MA. 2011 – 2012.
- Consultor geotécnico junto à LPS Engenharia para os estudos de viabilidade e projeto básico (incluindo as investigações geotécnicas de campo) visando a ampliação da capacidade de estocagem de rejeitos para os próximos 20 anos da Usina de Beneficiamento de Alumina em Paranam, Suriname. 2011 – 2012.
- Consultor geotécnico independente para o projeto básico de uma refinaria com capacidade para refino de 300.000 barris por dia de petróleo. Os pareceres tem enfocado a necessidade de investigações geotécnicas adicionais, a suavização dos taludes de corte (altura máxima de 64 m) no maciço calcário alterado e a inclusão na planilha de serviços de um item de escavação por escarificação com trator D10R ou mais pesado. Refinaria Sonaref, de propriedade da SONANGOL, em Lobito, República de Angola. 2009.
- Consultor geotécnico do Proprietário para acompanhamento das investigações suplementares (SPT, CPTU e DMT) e consequente reprojeto das obras de fundação, permitindo a redução das intervenções no solo de fundação, que ficaram reduzidas ao estaqueamento composto por estacas metálicas HP 250 x 85, com comprimento variando de 22 a 35 m. Foram cravadas mais de 600 estacas, com realização de provas de carga estáticas e mais de 40 ensaios de carregamento dinâmico. Fundações de uma UTE (200 MW) em Linhares ES. 2009.
- Engenheiro Sênior atuando na equipe de Gerenciamento Geral de Engenharia do Proprietário (MMX Minerais e Metálicos até julho de 2008, Anglo Ferrous Brazil Sistema Minas-Rio até 2011 e daí em diante Anglo American Minério de Ferro Brasil): programação e acompanhamento das investigações geotécnicas de campo e apresentação de súmulas geotécnicas aos futuros parceiros internacionais, supervisão da empresa de projetos, incluindo geração de alternativas durante os estudos de viabilidade e o projeto básico. Supervisionou geotecnicamente o projeto executivo e a construção do superporto do Açú no oceano Atlântico para exportação de 26 MTPA (1ª fase) de minério de ferro em São João da Barra, RJ. A 1ª fase do projeto compreende 17 milhões de m³ de

dragagem, píeres de concreto premoldado (cerca de 400 estacas premoldadas) e um ponto de acesso aos píeres com 3 km de extensão (cerca de 700 estacas premoldadas). A construção foi iniciada em 17 de setembro de 2007 e terminou em julho de 2011. 2007 a 2011.

- Engenheiro Sênior atuando na equipe de Gerenciamento Geral de Engenharia do Proprietário (MMX Minerais e Metálicos): programação e acompanhamento das investigações geotécnicas de campo e apresentação de súmulas geotécnicas aos futuros parceiros internacionais, supervisão da empresa de projetos, incluindo geração de alternativas durante os estudos de viabilidade e o projeto básico do porto no rio Amazonas para exportação de minério de ferro, Santana AP, 2006-2007.
- Engenheiro Sênior atuando na equipe de Gerenciamento Geral de Engenharia do Proprietário (MMX Minerais e Metálicos): programação e acompanhamento das investigações geotécnicas de campo e apresentação de súmulas geotécnicas aos futuros parceiros internacionais, supervisão da empresa de projetos e durante a construção, incluindo geração e implementação de alternativas para ainda atingir as metas do cronograma durante o projeto básico, projeto detalhado e construção da barragem de rejeitos de uma usina de beneficiamento de minério de ferro, Pedra Branca do Amapari AP, 2006.
- Engenheiro Sênior, em São Domingus (Capital da República Dominicana), da equipe de projetos da PCE Engenharia junto à Supervisora de Engenharia (Hurza-HidroBrasileira) do Projeto Hidrelétrico Pinalito, durante a fase de aprovação dos projetos e de execução das obras de escavação em solo e rocha (tufos andesíticos) das fundações da barragem (barragem com 57 m de altura) e da casa de máquinas (taludes de até 48 m de profundidade), de dois dos quatro portais do túnel de adução principal (túnel com 12 km de extensão e diâmetro de 3,6 m), da escavação para implantação do conduto forçado (2 m de diâmetro e 1,1 km de extensão com desnível de 350 m), além dos estudos de viabilidade e básicos para implantação de três captações secundárias (quatro portais e extensão de túneis somando 3,8 km de extensão), de julho de 2005 a janeiro de 2006 inclusive. Cliente: CDEEE (Corporación Dominicana de Empreendimientos Eléctricos Estatales).
- Assessoria geotécnica completa (programação, acompanhamento e interpretação das investigações geotécnicas, otimização do arranjo geral, estabelecimento dos padrões de terraplenagem, definição dos tipos de fundações em terra e no mar, apresentação de sínteses geotécnicas para os sócios estrangeiros do empreendimento) para os estudos de viabilidade e projeto básico da Usina siderúrgica BVSteel, a ser implantada no Pólo Siderúrgico do Maranhão, para a CVRD, Rio de Janeiro RJ, 2006
- Assessoria geotécnica completa (programação, acompanhamento e interpretação das investigações geotécnicas, otimização do arranjo geral, estabelecimento dos padrões de terraplenagem, definição dos tipos de fundações em terra, apresentação de sínteses geotécnicas para os sócios estrangeiros do empreendimento) para os estudos de viabilidade da Usina siderúrgica POSCO-CVRD, a ser implantada no Pólo Siderúrgico do Maranhão, para a CVRD, Rio de Janeiro RJ, 2006
- Assessoria geotécnica completa (programação, acompanhamento e interpretação das investigações geotécnicas, otimização do arranjo geral, definição dos tipos de fundações em terra, apresentação de sínteses geotécnicas para os sócios estrangeiros do empreendimento) para os estudos de viabilidade da Usina de ferro gusa NUCOR-CVRD, a ser implantada no Pólo Siderúrgico do Maranhão, para a CVRD, Rio de Janeiro RJ, 2006
- Assessoria geotécnica (programação, acompanhamento e interpretação das investigações geotécnicas iniciais, pré-definição dos tipos de fundações em terra, apresentação de sínteses geotécnicas para os sócios estrangeiros do empreendimento) para os estudos de viabilidade da Companhia Siderúrgica do Atlântico, a ser implantada no Distrito Industrial de Santa Cruz, município do Rio de Janeiro, para a CVRD, Rio de Janeiro RJ, 2006
- Assessoria geotécnica durante as obras de terraplenagem, drenagem e fundações para implantação da usina FERRO GUSA MARABÁ, situada no Distrito Industrial de Marabá PA, de propriedade da CVRD, 2006

GEOTECNIA – Consultoria e Projetos (2001 - 2005): Sócio, desenvolvendo todos os aspectos geotécnicos dos serviços de consultoria, projetos básicos e executivos e estudos de viabilidade:

- Estudos de viabilidade da ampliação da dragagem na baía de Vitória, compreendendo programação e orientação das investigações de campo e de laboratório, sua interpretação e análise, análises de estabilidade, análises tensão-deformação e concepção da geometria da dragagem possível e suas adequações junto à av. Beira-Mar, para a CVRD, Vitória ES.
- Elaboração e apresentação à BAOSteel da síntese geotécnica do local previsto para as futuras instalações do Pólo Siderúrgico do Maranhão, Projeto Placas São Luís, para a CVRD, Rio de Janeiro RJ.
- Concepção e anteprojeto da derrocagem de trecho do recife de arenito e do respectivo quebra-mar de proteção da tomada d'água e do descurte de água da Usina Termoeletrica a Gás Natural com 480 MW de potência, PROMON, Suape PE.
- Projeto geotécnico dos canais e dos diques sobre argila mole para proteção contra enchentes das moradias dos programas Pavão-Bairro Vigário Geral/Parada de Lucas e comunidade Luiz F.V.P., SMH, Rio de Janeiro RJ.
- Verificação independente das condições de fundação (capacidade de carga, recalques e estabilidade global) dos cais dos estaleiros Mauá, Fels-Setal, Cachimbau e Ultratec (Niterói RJ), para montagem dos 26 módulos que compoem as plataformas Barracuda e Caratinga da Petrobras, Halliburton.
- Consultoria independente durante a construção de aterro hidráulico no local da Usina Termoeletrica a Gás Natural com 480 MW de potência, PROMON, Suape PE.
- Projeto executivo e consultoria geotécnica durante as obras de terra e implantação da dragagem de uma Usina Termoeletrica a Gás Natural com 770 MW de potência, PROMON, Maesé RJ.
- Consultoria geotécnica para projeto executivo da alteamento de 15m de uma barragem de rejeitos com 37m de altura, Hidroterra, Niquelândia GO.
- Consultoria geotécnica para fiscalização da construção de obras de terra na região da Usina Termoeletrica a Gás Natural com 420MW de potência, PROMON, Três Lagoas MS.
- Engenheiro geotécnico responsável por todos os aspectos de projeto e da construção da Usina Termoeletrica a Gás Natural Eletrobolt com 280MW de potência, ENRON, Seropédica RJ.
- Consultoria para o Cliente durante a construção de uma barragem de rejeitos com 28m de altura com cut-off injetado em fundação de rocha permeável, Hidroterra, Três Marias MG.
- Consultoria geotécnica para projeto executivo e fiscalização da construção de uma Casa de Custódia (fundações rasas em aterros sobre argila mole), BLOKOS Engenharia, Viana ES.

ENVIROGEO - Serviços em Geotecnia e Geologia (1999 - 2000): Sócio chefiando serviços de consultoria, projetos básicos e executivos e estudos de viabilidade em todos os aspectos da Mecânica dos Solos:

- Consultoria e supervisão das investigações geotécnicas (estudos de campo e laboratório) e responsável pelo relatório sobre as investigações de uma Usina Termoeletrica a Gás Natural com 1000MW de potência, ENRON, Seropédica RJ.
- Consultoria geotécnica (do time de revisores independentes) durante a revisão dos estudos de viabilidade e do projeto básico de uma Usina Termoeletrica a Gás Natural com 480MW de Potência, HW Engenharia, Duque de Caxias RJ.
- Consultoria geotécnica e supervisão para preparação dos documentos de licitação de obras de terra e fiscalização da execução das obras de uma Usina Termoeletrica a Gás Natural com 420MW de potência, HW Engenharia, São Francisco do Conde BA.

- Consultoria geotécnica para problemas geotécnicos fora da rotina (inesperados) ocorridos durante a construção de uma Usina Termoeletrica a Gás Natural com 600MW de potência, PROMON, Uruguaiana RS.
- Instrumentação e monitoramento da fundação e diagnóstico e projeto de um reforço de fundação de um castelo d'água, Entepa, Rio de Janeiro RJ.
- Várias consultorias em fundações e obras de terra para revestimento de canais, postos de gasolina, conjuntos habitacionais e prisões estaduais, tanto para o principal projetista quanto para o contratante, Rio de Janeiro RJ.
- Consultoria geotécnica para implantação de condomínios de veraneio, Angra dos Reis RJ.
- Programa de reabilitação de áreas de empréstimo de argilas abandonadas, Rio de Janeiro RJ.
- Várias análises de estabilidade para concessionárias de estradas, proprietários particulares e conjuntos habitacionais, Estado do Rio de Janeiro.
- Consultoria para o empreiteiro durante a construção de um projeto de irrigação na parte central do estado da Bahia (barragem de terra em solo fraco, rápido do vertedouro em solo), ETEP.
- Projeto geotécnico básico do terminal de exportação de minério de ferro no porto de Sepetiba (todo sobre argila mole), FERTECO, Itaguaí RJ.
- Monitoramento de recalques de galeria de água subterrânea da Usina Nuclear de Angra II, Angra dos Reis.
- Elaboração de especificações para rejeitos industriais, ALCOA, Poços de Caldas MG.

IESA - Internacional de Engenharia (1987 - 1994): Coordenador Geotécnico Sênior:

- Projeto básico de uma barragem de rejeitos de bauxita, Billiton Metais, estado do Pará.
- Projeto básico e de viabilidade da Usina Hidrelétrica de Cana-Brava (450 MW de potência), FURNAS, estado de Goiás.
- Projeto executivo da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa (1200 MW de potência), FURNAS, estado de Goiás.

PROMON Engenharia (1976 - 1986): Engenheiro Supervisor Geotécnico encarregado de:

- Engenharia de campo na Nigéria para projetos de viabilidade e básico de um complexo de irrigação, NRBDA, estado de Kaduna.
- Projeto básico e de viabilidade de um pátio de minério de ferro (parte em argila mole), AMZA, São Luís MA.
- Projetos de estabilização de algumas encostas (oroeste - Angra II, leste - Angra I, rochoso - Angra III, por exemplo) nas Usinas Nucleares de Angra, Angra dos Reis RJ.
- Monitoramento de recalques de uma galeria de água subterrânea na Usina Nuclear de Angra I, Angra dos Reis.
- Projetos executivos de escavação e fundações da laminação de metais pesados, Açominas, Ouro Branco MG.
- Projeto de reforço de barragem de terra, CAEB, Brasília DF.
- Projeto executivo de abastecimento de água da Bacia de petróleo de Majnoon, BRASPETRO, Majnoon, Iraque.
- Projetos de viabilidade, básico e executivo de uma barragem de rejeitos de ouro, RTZ Mineração, Paracatu MG.

IESA - Internacional de Engenharia (1974 - 1976): Engenheiro Geotécnico membro da equipe que elaborou:

- Projetos de viabilidade e básico de uma barragem gálgavel, FURNAS, Boa Esperança MG.
- Viabilidade das Usinas Hidrelétricas de Ilha Grande e Rosana - PR.

- Projeto executivo de uma barragem para abastecimento de água (solo mole na fundação) para uma refinaria de petróleo, Petrobras, Aracária PR.
- Viabilidade de um projeto de abastecimento de água para uma fábrica de papel, Aracruz Celulose, Aracruz ES.
- Projeto executivo detalhado de uma usina de petolização de minério de ferro, incluindo uma barragem de abastecimento de água (solo mole na fundação), SAMARCO, Ponta Ubu ES.

ENGEVIX – Estudos de Engenharia e Projetos (1970 - 1972): Engenheiro Chefe do Laboratório na obra de Solos e de Concreto;

- Membro da Fiscalização da Construção da UHE Mascarenhas (136 MW), Baixo Guandu ES.

Tecnosolo – Engenharia e Tecnologia de Solos e Materiais (1967 - 1969): Estagiário (1967-1968), Engenheiro Júnior (1969), membro do Setor de Solos;

- Projeto detalhado de várias rodovias no sudeste brasileiro;
- Projeto detalhado de várias estabilizações de talude no estado do Rio de Janeiro;
- Projeto básico geotécnico da estação Carioca do Metrô Rio de Janeiro.

1.



FORMAÇÃO

2013 Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos – UFMG;
2008 Graduação em Engenharia Civil – UFMG.

EXPERIÊNCIA

Desde 2009 VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia Ltda. – Engenheiro Civil Hidrotécnico;
2008 - 2009 POENTE Engenharia e Consultoria Ltda. – Engenheiro Civil (Hidrologia);
2006 - 2008 CPH – Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos da UFMG – Iniciação Científica (Hidráulica).

ÁREAS DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL

- Projetos de barragens para contenção de água e rejeitos (usos múltiplos);
- Estudos de ruptura de barragens (Dam Break Analysis);
- Gestão de risco e elaboração de Plano de Segurança de Barragem;
- Dimensionamento hidráulico de vertedouros e reservatórios;
- Modelagem matemática de sistemas hidrológicos e hidráulicos;
- Drenagem de cavas, pilhas de estéril e obras de terraplenagem;
- Gestão de recursos hídricos e avaliação de disponibilidades hídricas superficiais;
- Estudos de balanço hídrico;
- Estudos de Controle de Cheia;
- Hidráulica fluvial;
- Estudos de Inventário Hidroelétrico;
- Sedimentologia e assoreamento de reservatórios;
- Drenagem urbana;
- Análise e consistência de dados hidrometeorológicos;
- Monitoramento hidrométrico.

ATUAÇÃO ESPECÍFICA

VOGBR: Desenvolvimento de Estudos e Projetos e Coordenação Técnica em Engenharia de Recursos Hídricos

- **VALE:**
 - Estudos hidrológicos e hidráulicos de engenharia básica para a barragem de rejeitos, diques de sedimentos, e obras de desvio do Projeto Alemão (2011);
 - Projetos conceituais para recuperação de finos dos reservatórios e desmontes das barragens Forquilha I e II, barragem do Feijão e Vargem Grande (2011);
 - Diagnóstico do sistema de drenagem, estudos de alternativas e projetos conceituais e executivos das estruturas de drenagem superficial e de contenção de sedimentos para os pátios e TCLD's das minas do Pico e Vargem Grande (2011);
 - Estudos de pré-viabilidade (FEL-1) da barragem de rejeitos do Projeto Polo (2011);
 - Estudos de pré-viabilidade (FEL-1) para disposição de estéril e rejeitos do Projeto Polo (2011);
 - Modelagem hidrológica e hidráulica para prospecção das manchas de inundação no site do Projeto Carnalita (2010);
 - Elaboração de modelo hidrológico para geração de séries hidrológicas representativas do projeto cristalino (2009);
 - Projeto executivo de drenagem superficial e desaguamento da Cava Salobo (2009);
 - Avaliação de segurança, projeto de engenharia e medidas corretivas da Pilha de Disposição de Estéril Serragem no Complexo Mariana (2009);

- SAMARCO:
 - Projeto conceitual, básico e executivo do dique de contenção de sedimentos no Córrego Macacos e respectivas estruturas hidráulicas (2010);
 - Projetos conceituais, básicos e executivos dos platôs das subestações de energia da Rede Básica e do platô da Nova Oficina de Equipamentos Móveis (2010);
 - Projetos drenagem para estabilização dos taludes da Subestação Germano (2012);
 - Estudos de trânsito de cheias do sistema de disposição de rejeitos da Cava do Germano e barragens do complexo Germano, Fundão e Santarém – cenário de julho de 2012. (2012);
 - Prognóstico do trânsito de cheias do sistema de disposição de rejeitos da Cava do Germano e barragens do complexo Germano, Fundão e Santarém – cenários de janeiro a março de 2013. (2012).
- UNAMGEN:
 - Estudos de Alternativas Locacionais e Elaboração do Projeto Conceitual das Pilhas, Barragem de Rejeitos Inertes e Ponds de Rejeitos Tóxicos do Projeto Tocantinzinho (2011);
 - Modelagem hidrológica e hidráulica para avaliação dos impactos de inundação nas estruturas da cava e pilha de estéril do Projeto Tocantinzinho (2011);
 - Projeto Conceitual (FEL I) das Pilhas, Barragens e Ponds do Projeto Tocantinzinho (2009).
- MMX:
 - Consultoria Técnica e direcionamento das Ações Emergenciais para mitigação dos impactos das rupturas e erosões dos diques de sedimentos na mina do Ipê (2012);
 - Plano de Ações Emergenciais e Estudos de Ruptura (Dam Break) das barragens B1-A e Quéias – Mina do Ipê (2012);
 - Plano de Ações Emergenciais e Estudos de Ruptura (Dam Break) das barragens B1 e B2 – Mina Tico-Tico (2013).
- MIRABELA:
 - Estudos de Ruptura (Dam Break) da barragem de rejeitos do projeto Santa Rita (2010);
 - Prognóstico da disposição de rejeitos, balanço hídrico e projetos de adequação da barragem de rejeitos do projeto Santa Rita (2012).
- ANGLO AMERICAN:
 - Projeto básico da pilha de estéril Vila do Meio e estruturas de contenção de sedimentos (2010);
 - Projeto básico da pilha de estéril Serra do Sapo e estruturas de contenção de sedimentos (2009).
- BAMIN:
 - Estudos de Ruptura (Dam Break) da barragem e rejeitos do Projeto Pedra de Ferro (2009).
- FERROUS RESOURCES:
 - Projeto conceitual da barragem de água da mina Serrinha (2009).
- VOTORANTIM METAIS NÍQUEL:
 - Cross Checking do projeto conceitual da barragem de rejeitos Jacuba (EL. 830 m) (2010).
- BELO SUN:
 - Modelagem hidrológica e hidráulica das inundações nos talvegues adjacentes às estruturas do Projeto Volta Grande (2011).
- RIO TINTO:
 - Estudos hidrológicos e hidráulicos das barragens b-02 e b-04 do projeto Bauxita-Amargosa (2011).
- MINERAÇÃO TABOCA:
 - Estudos hidrológicos, hidráulicos e projeto executivo das melhorias da barragem da UHE Pitinga (2011).

- **MINERAÇÃO APOENA:**

- Avaliação de segurança e das barragens e diques das minas São Francisco e São Vicente (2011).

POENTE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.: Desenvolvimento de Estudos e Projetos de Barragens e PCH's

- Projeto Básico da PCH URUBU (21 MW) no Rio Pimenta Bueno / ATERPA S/A (2008);
- Projeto Básico da PCH Taquarizinho (11,5 MW) no Rio Taquari / RENOVA ENERGIA S/A (2008);
- Projeto Básico da PCH Preto I (13,5 MW) no Rio Preto / ENERGISA GERAÇÃO S/A (2008);
- Inventário Hidrelétrico do Ribeirão das Varas (2008);
- Inventário Hidrelétrico do Rio Santo Antônio (2008);
- Inventário Hidrelétrico do Ribeirão Jatobá (2008).

CPH – CENTRO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS DA UFMG: Estagiário e Bolsista

- Projeto Executivo da Planta de Ensaios Laboratoriais do LENHS Sudeste no âmbito do programa de eficiência energética do PROCEL / ELETROBRÁS (2007);
- Ensaios e análises de sistemas hidráulicos em conduto forçado (2006).

ATUAÇÃO INDEPENDENTE

- Debatedor da palestra "Plano de Ações Emergenciais" no Seminário Gestão de Riscos e Segurança de Barragens de Contenção de Rejeitos – CBDB, novembro de 2012;
- Apresentação da Palestra "Previsão de Impactos de Inundação decorrentes da Ruptura de Barragens" promovida pelo Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB) em Agosto de 2012;
- Elaboração e Apresentação do Curso de Análise e Modelagem Hidráulica no HEC-RAS ministrado para os técnicos do IGAM (2010);
- Coordenação e desenvolvimento do projeto da rede de distribuição de água do condomínio Retiro da Serra (2009);
- Modelagem Hidrológica e Hidráulica da Bacia Hidrográfica do Córrego Bonsucesso para fins de contenção de cheias no âmbito do DRENURBS / CONCREMAT (2008).

CURRICULUM VITAE

MÁRIO CICARELI PINHEIRO, Engenheiro Civil, com ênfase em Obras Hidráulicas, formado em 1977, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestre em Ciências (1982) e Doutor em Ciências (2000) em Engenharia Civil, na área de Hidrologia e Recursos Hídricos, pela Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Professor Adjunto da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais e Diretor da empresa POTAMOS Engenharia e Hidrologia Ltda., prestando serviços de consultoria e projetos para diversas empresas (VALE, MMX, Ferrous, Anglo American, SAMARCO, Votorantim Metais, KINROSS, Golder Associates Brasil, Pimenta de Ávila Consultoria Ltda., Banco Mundial, COPASA, CEMIG, Geoconsultoria, Consórcio da Hidrelétrica de Aimorés, dentre outras), em trabalhos relacionados à concepção, projeto e operação de obras hidráulicas.

Desde 1985 vem trabalhando com as empresas do setor mineral, em serviços relacionados ao licenciamento ambiental, avaliação de disponibilidades hídricas, projeto e operação de barragens, obras de drenagens de cavas e pilhas de estéril, elaboração de planos de manejo de recursos hídricos em áreas de mineração, análise de segurança de barragens e desativação de obras.

Ministrou diversas palestras nas áreas de política e gestão de recursos hídricos, uso de água nas atividades de mineração, interação entre águas superficiais e subterrâneas e disponibilidades de recursos hídricos. Possui mais de 25 publicações em periódicos e anais de congressos. Autor do livro "Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração" (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 2011).

FORMAÇÃO Mestrado em Geotecnia. UFOP / Universidade Federal de Ouro Preto-2006
Especialização em Gerenciamento de Projetos – IETE-2005
Graduação em Engenharia Civil - UFOP / Universidade Federal de Ouro Preto-1999

EXPERIÊNCIA

Desde Março 2010 VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia S/A – Engenheiro Geotécnico.
2009/2010/2008 Companhia Siderúrgica Nacional – CSN – Engenheiro Geotécnico.
2007/2009 BVP Engenharia – Engenheiro Geotécnico.
2005/2007 Fundação Gorceix – Coordenador Executivo.

ÁREAS DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL

Atividades nas áreas de:

- Projetos de pilhas de estéril;
- Avaliação de segurança de pilhas de estéril e barragens;
- Projetos de barragens de terra e enrocamento de PCHs;
- Projetos de estruturas de contenção;
- Projeto de rebaixamento de nível de água.

ATUAÇÃO ESPECÍFICA

- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Básico (em andamento) da Barragem Bocaiúva, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e geotécnico sênior do projeto);
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Conceitual de Desmonte e Lavra das Barragens Forquilha I e II, Vargem Grande e Barragem 1 do Córrego do Feijão, de propriedade da Vale (Atuação como geotécnico sênior do projeto) – Dez/2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Básico e Executivo da Barragem Forquilha IV, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e técnico) – Dez/2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Conceitual e Novo Conceitual da Barragem Cava 9 e projeto básico em andamento, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e geotécnico sênior do projeto) – Fev/2012;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Básico e Executivo da Barragem 1 da PDE Cianita, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e técnico) – Dez/2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Conceitual da Ampliação da Pilha de Disposição de Estéril (PDE) Capão da Serra, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e técnico) – Nov/2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Conceitual da Pilha de Disposição de Estéril (PDE) Vale do Quartzito, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e técnico) – Out/2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projeto Conceitual da Pilha de Disposição de Estéril (PDE) Boiadeiros, de propriedade da Vale (Atuação como coordenador e técnico) – Set/2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projetos Conceitual, básico e executivo do platô e acessos da subestação Germano, de propriedade da SAMARCO – Desde abril de 2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projetos Conceitual, básico e executivo do platô e acessos da subestação Barro Branco, de propriedade da SAMARCO – Desde abril de 2010;
- VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia – Desenvolvimento de Projetos Conceitual, básico e executivo do platô e acessos/dique da nova oficina, de propriedade da SAMARCO – Desde abril de 2010;
- CSN – Companhia Siderúrgica Nacional – Engenheiro geotécnico responsável técnico pela operação e gerenciamento das obras geotécnicas da mineração Casa de Pedra em Congonhas no período de 2009 a abril de 2010;

- BVP Engenharia – Avaliação de segurança das pilhas de estéril das minas centrais da VALE – 2007;
- BVP Engenharia – Desenvolvimento dos projetos conceitual, básico e executivo das PCHs Piedade e Santa Luzia – 2008;
- BVP Engenharia – Desenvolvimento do projeto conceitual das PCHs Paiol e – 2008;
- Elaboração de relatório de avaliação do tempo de enchimento do pondez da INB – Indústria Nucleares do Brasil (neste relatório foi avaliado o adensamento do material considerando adensamento a grandes deformações para a estimativa da ocupação dos pondez) – 2006;
- Fundação Gorceix – Coordenador executivo da área de projetos – 2004 a 2007.

Rio de Janeiro, 23 de agosto de 2013

Relatório: C1041-130720-R7

De: Sandro Sandroni

Para: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

Av. Santana, 420 – Área Portuária, Santana, AP.

Obra: Porto Anglo American em Santana, Amapá.

Assunto: Aspectos geotécnicos do acidente ocorrido em 28 de março de 2013

Este documento possui um total de 52 páginas, sendo 24 páginas, incluindo esta, com texto e 21 figuras inseridas no texto, 8 páginas do Adendo 1, 4 páginas do Anexo 1 e 16 páginas do Anexo 2.

Este documento é constituído pelos seguintes tópicos: 1 Introdução; 2 Documentos; 3 Histórico; 4 Características do solo mole; 5 Análise da estabilidade do projeto; 6 Possíveis agentes deflagradores; 7 Avaliação; 8 Conclusão. Adendo 1 Comentários sobre o Laudo de Exame Pericial da Polícia Técnico-Científica do Amapá. Anexo 1 Sondagem no local afetado pelo movimento. Anexo 2 Relatório Prof. Fernando Schnaid.

1 INTRODUÇÃO

Atendendo à consulta da **Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda** foi emitido este Relatório sobre os aspectos geotécnicos do acidente que ocorreu no Porto de Embarque de Minério de Ferro da Anglo American em Santana, Amapá. A localização do Empreendimento está mostrada na **figura 1**. O evento, ocorrido nos primeiros minutos do dia 28 de março de 2013, redundou na paralisação do embarque de minério de ferro.

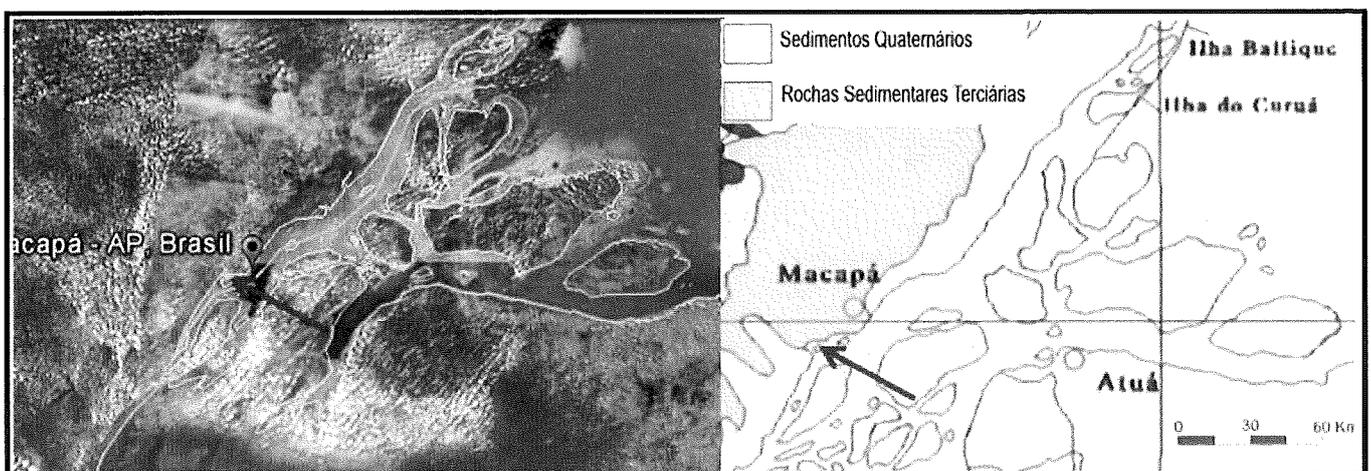


Figura 1 - Localização

O autor deste relatório, Eng. Sandro Salvador Sandroni, realizou duas visitas ao local, em 3 e em 27 de junho de 2013, quando inspecionou, por terra e por barco, a área afetada e manteve reuniões com a equipe da Anglo American, em particular com José Luiz Martins, Mivaldo Paz e Girmias Moura.

O Eng. Sandroni, sem prejuízo de sua exclusiva responsabilidade pelo aqui expresso, foi beneficiado por entendimentos com os Engenheiros Luciano Jacques de Moraes Jr, da Mecasolo, Paulo Franca, da VOGBR, Mário Cicareli, da Potamos e Fernando Schnaid, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2 DOCUMENTOS

A documentação recebida incluiu:

1. Batimetria do canal de Santana em 2005, 2011, 2012 (antes do acidente) e em abril de 2013 (depois do acidente);
2. Batimetria da enseada do porto em abril de 2013 (depois do acidente);
3. Registro de níveis de água no rio Amazonas, junto ao porto;
4. Registro das chuvas na área do porto;
5. Relatório de sondagens e ensaios CPTu realizados pela Geoforma em 2007 e respectiva localização;
6. Documentos de projeto de 2007 (Planave), desenhos com implantação das pilhas;
7. Desenhos da ICOMI dos anos 1950 e 1960. Plantas e seções com topografia, batimetria e sondagens (dados incompletos e fragmentados);
8. Fotografias do empreendimento em diversos momentos antes e depois do acidente;
9. Depoimentos de testemunhas oculares do evento. Examinados quatro depoimentos da tripulação do navio Sabrina Venture registrados na Capitania dos Portos do Amapá (Li Guo Dong, Capitão, Ye Chong Pu, 2º Oficial de Náutica, Wang Shiu Wa, Imediato e Gao Hong Liang, Marinheiro de convés) e doze depoimentos coligidos pela Comissão Interna da Anglo (Sérgio Luiz dos Santos Moraes, Motorista, Márcio de Jesus Machado de Andrade, Motorista, Rosinaldo da Conceição Souza, Motorista, Antônio Elson da Fonseca Castro, Eletricista, Michel Raimundo de Brito, Técnico de Manutenção Elétrica, Sérgio Sandim Goes, Operador de Equipamento, Simão Pedro Nunes de Moraes, Operador de Máquina, Gelson Gaia da Silva, Operador de Máquina, Fábio da Conceição Costa, Operador de Máquina, Jarlon Costa Melo, Técnico de Manutenção Elétrica, Audemir de Souza Goes, Marinheiro Fluvial de Máquinas e Darlan Correia Barbosa, Operador de CCO);
10. Filme obtido com câmera de segurança;
11. Informação obtida na Internet (fotos antigas e imagens de satélite);
12. Relatório "Movimento de Massas na Margem do Rio Amazonas – Laudo Técnico" – VG13-095-I-GT-RTE-004-Julho 2013, Emissão 17 julho 2013;
13. Levantamento batimétrico por Jerry Martele, em janeiro 1955.

Esta documentação encontra-se arquivada e não é reproduzida na íntegra aqui. Extratos e figuras geradas com base nesses documentos são utilizados.

3 HISTÓRICO

Por volta das 00:28 hs de 28 de março de 2013, ocorreu um acidente no terminal de embarque de minério da Anglo American em Santana, Amapá. O acidente consistiu em um movimento de massa abrupto e rápido envolvendo o material da margem no local do porto. Foi gerada uma onda, com altura estimada em 5 a 6 metros, que causou movimentação vertical violenta de um navio que se encontrava em início carregamento, atracado no cais flutuante. O movimento de massa arrastou o apoio Oeste do cais flutuante (denominado “rótula Oeste”) e uma parte do equipamento de carregamento de navios (em particular a casa de controle, a correia de subida e a correia de despejo de minério no navio). A figura 2 mostra os locais e componentes citados.

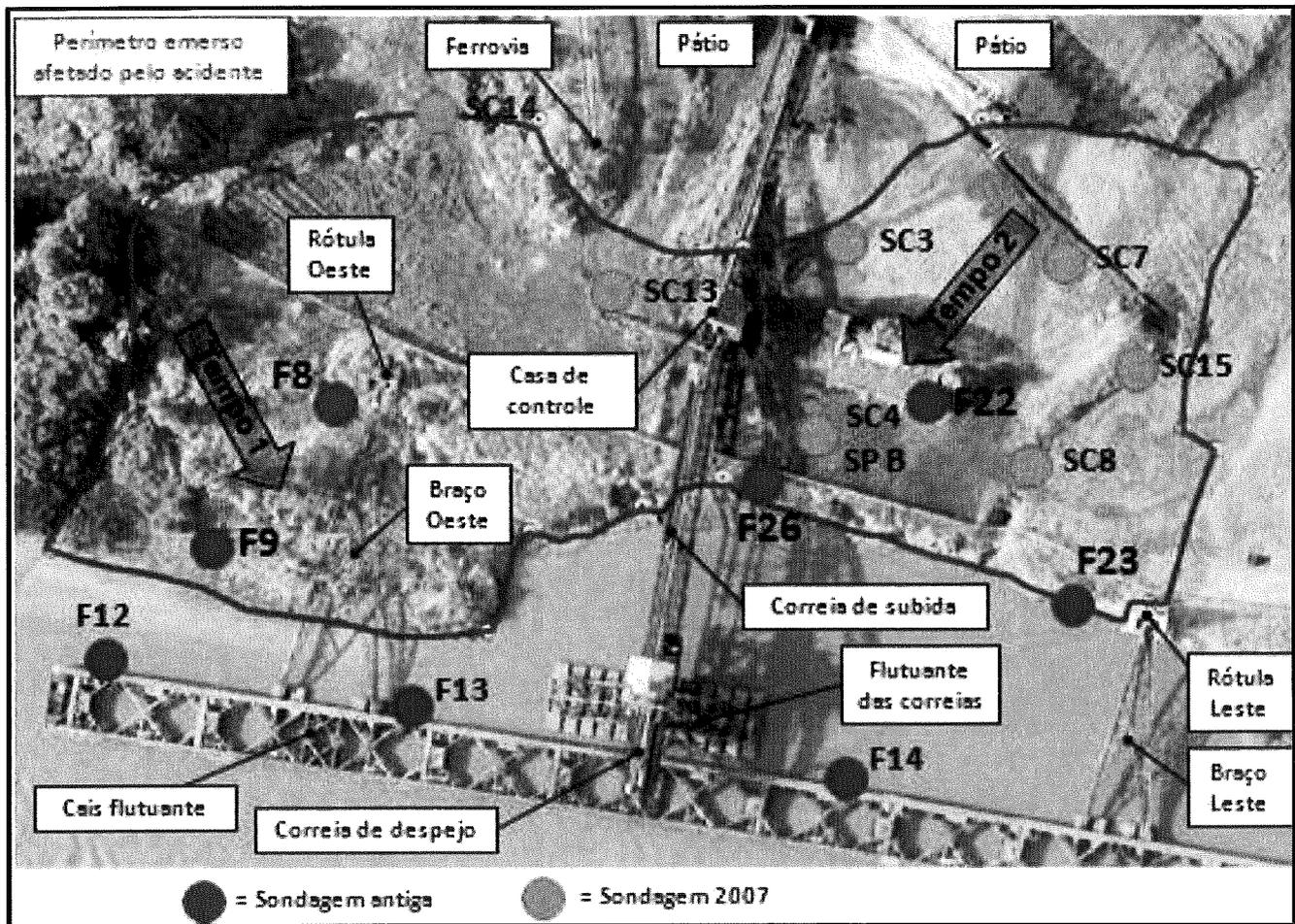


Figura 2 – Aspectos do local sobre foto anterior ao acidente

Destacam-se as seguintes circunstâncias que cercaram o acidente:

- No momento do acidente o tempo era chuvoso. As chuvas no dia 27 de março e nos dias anteriores, embora severas, foram normais em comparação com os registros pluviométricos do local para esta época do ano.
- Não houve atividade sísmica nem ocorreu onda de pororoca na ocasião.
- O nível do rio Amazonas havia atingido um mínimo (+0,20 DHN) cerca de meia hora antes do acidente^A.
- O movimento foi abrupto, sem sinais prévios. Conforme informação prestada pelo pessoal de operação não houve qualquer registro sobre o aparecimento de trincas no terreno antes do evento. Da mesma forma, os boletins de operação e manutenção não registraram qualquer problema relacionado com distorções ou deslocamentos nos equipamentos antes do acidente (informação verbal de José Luiz Martins, Mivaldo Paz e Gírmias Moura).
- O movimento de massa foi rápido. O filme da câmara de segurança e os depoimentos das testemunhas oculares indicam que nos instantes que antecederam o movimento de massa não havia sinais de deslocamentos e a água da enseada não mostrava agitação. A câmara mostra que aos 10 minutos e 27 segundos, do dia 28 de março de 2013, os equipamentos estavam imóveis, ao passo que, 4 segundos depois, aos 10 minutos e 31 segundos as luzes das estruturas começaram a se mover e a rótula Oeste (que tinha uma torre de iluminação) foi arrastada. Em seguida, aos 10 minutos e 34 segundo, o sistema de filmagem apagou por terem sido danificadas suas fibras óticas.
- Estudos de hidráulica fluvial, segundo informação verbal do Prof. Eng. Mário Cicareli indicam possíveis alturas bastante elevadas de onda, entre 5 e 6 metros. A formação de onda de grande altura indica que a velocidade com que a massa em movimento entrou na água foi alta.
- Estudos pelo Eng. Luciano Jacques de Moraes Júnior, com base nos depoimentos das testemunhas oculares, mostraram que o movimento de massa ocorreu em dois tempos: o “tempo 1” de NW para SE e o “tempo 2” de NE para SW como indicado por setas nas figuras 2 e 9. Primeiro movimentou-se a parte Oeste da massa (“tempo 1”). Em seguida, ocorreu o movimento na parte Leste da massa (“tempo 2”).

^A O nível de água do rio Amazonas no local do porto é determinado pelas marés do oceano e varia diariamente algo como 3,0 m. As marés de sizígia variam entre um mínimo de -0,20 m e um máximo de +3,20 m (referência DHN, Porto de Santana, AM).

- A comparação entre os levantamentos batimétricos do leito do rio realizados antes (2011 e 2012) e depois (abril 2013) do movimento de massa mostra que o material deslocou-se subaquaticamente por distância média da ordem de 350 m e acumulou-se no leito profundo do rio, em frente ao local do acidente. A profundidade do leito do rio diminuiu algo como 8 a 10 metros, como indica a **figura 3**.
- Quatro caminhões, uma pá carregadeira e a estrutura de concreto da rótula Oeste desapareceram. Pode-se imaginar que elas afundaram no material do movimento de terra, que estaria em “estado semi-líquido”.

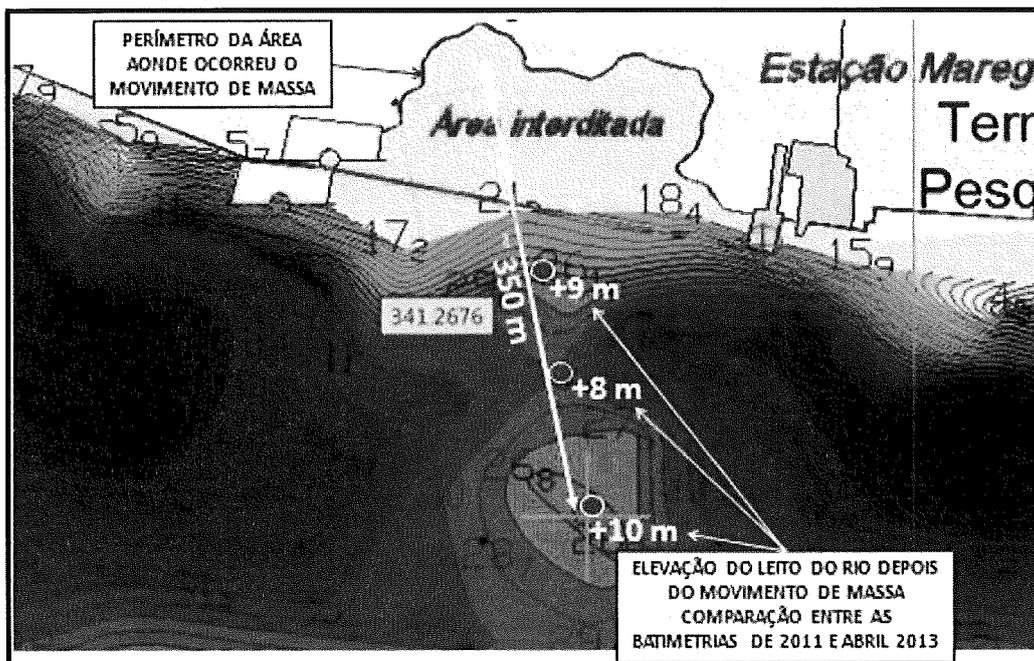
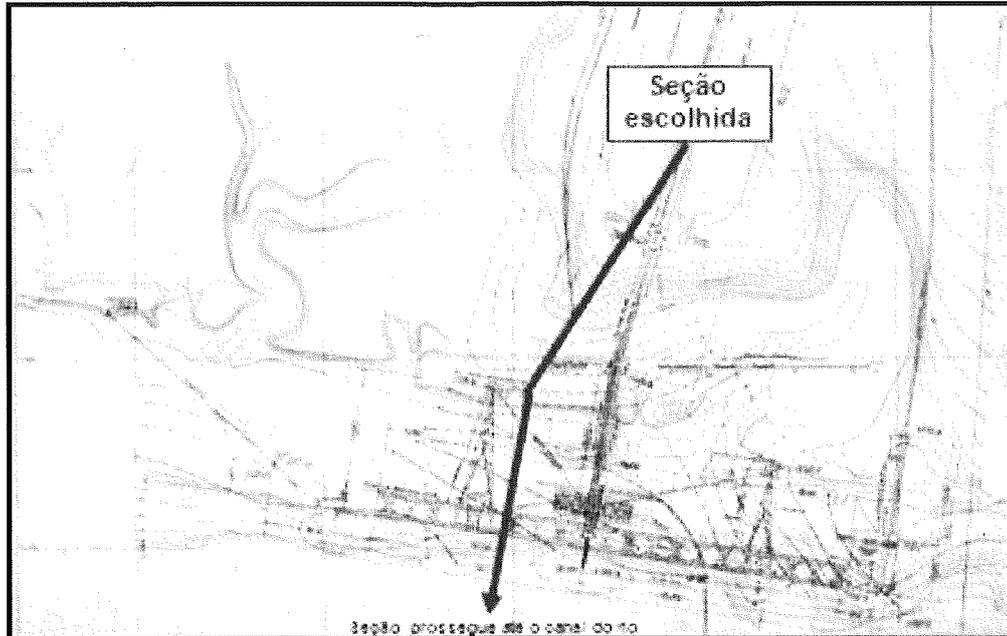


Figura 3 – Comparação das batimetria antes e depois do movimento de massa

- Há levantamentos topográficos do trecho em terra, da década de 1950, antes (1955) e depois (1956) da implantação do porto pela Icomi. Há uma topografia realizada para o projeto da MMX de 2007. No trecho submerso, na enseada do porto e no leito do rio, há levantamentos batimétricos antes do acidente (2005, 2011 e 2012) e depois do acidente (abril 2013). Compondo esses elementos foi elaborada uma seção julgada representativa do local do acidente, cuja posição está mostrada na **figura 4**. A **figura 5** mostra, com escala distorcida, os elementos que foram utilizados no preparo da seção. A **figura 6** mostra o trecho da seção na enseada com escalas iguais na vertical e na horizontal e que ocorreu um deslocamento da ordem de 65 m, com direção praticamente paralela à superfície de topo da camada dura.
- Finalmente, a **figura 7** mostra a seção inteira com escalas iguais na vertical e na horizontal.



**Figura 4 – Posição da seção escolhida
(Sobre desenho da Icomi da década de 1950)**

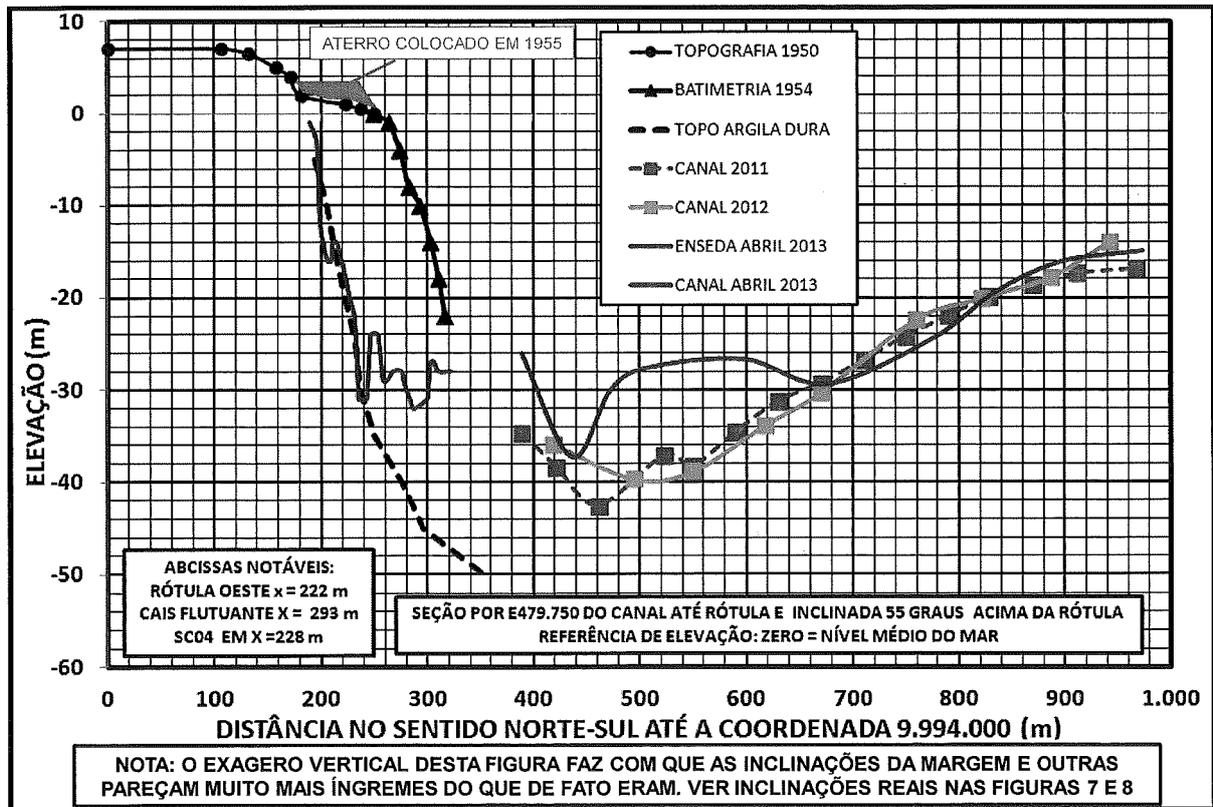


Figura 5 – Seção com escala distorcida (H>>V)

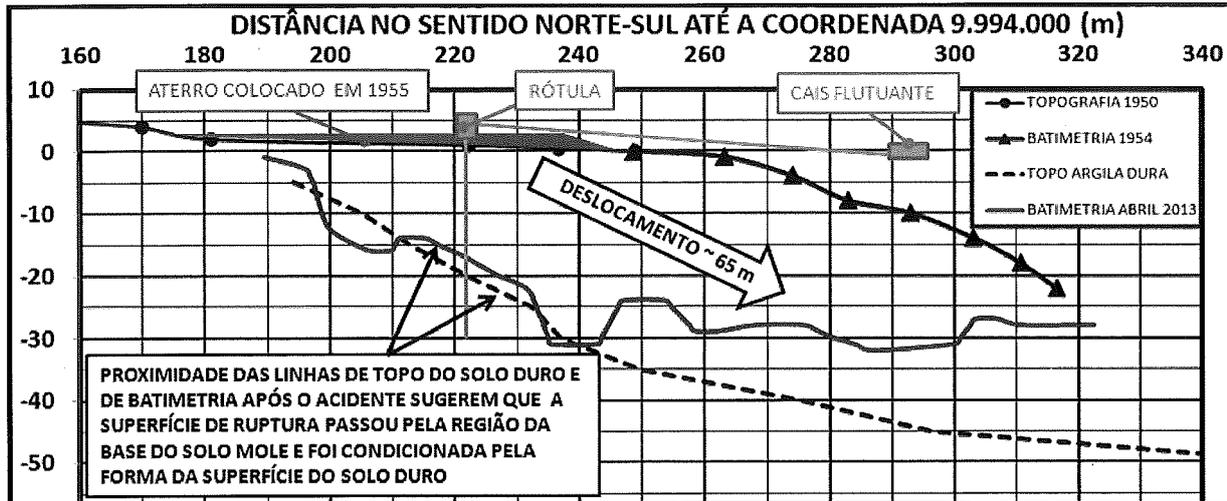


Figura 6 – Detalhe da seção na enseada - Escalas vertical e horizontal iguais

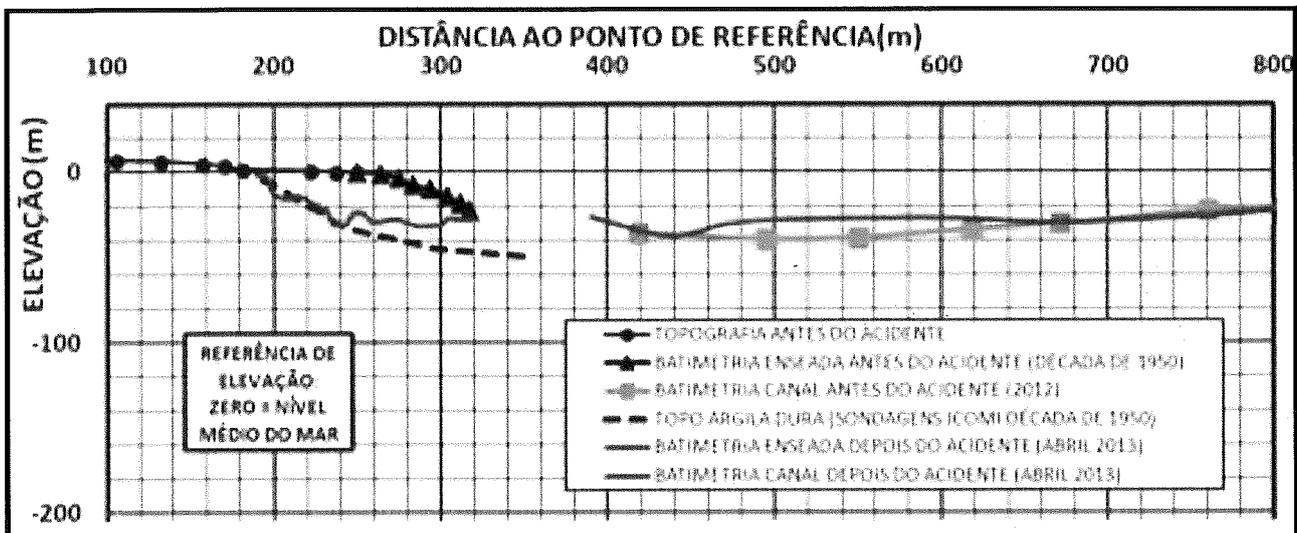


Figura 7 – Seção total - Escalas vertical e horizontal iguais

- Segundo sondagens antigas da ICOMI e prospecções de 2007 da MMX, o perfil geotécnico no local do acidente apresenta duas camadas de solo mole sobrepostas a um solo duro e, na superfície, aterro, como mostra a figura 8. O solo mole é argiloso, de idade quaternária (ver lado direito da figura 1) e possui SPT menor do que 4 (e, com frequência, menor do que 1). Suas características, fundamentais para compreender o acidente ocorrido do ponto de vista geotécnico, são abordadas em detalhe adiante. O solo duro sotoposto é do período terciário e possui granulometria variada e SPT elevado (maior do que 20). Sobre ele se apoiam as pilhas de minério.

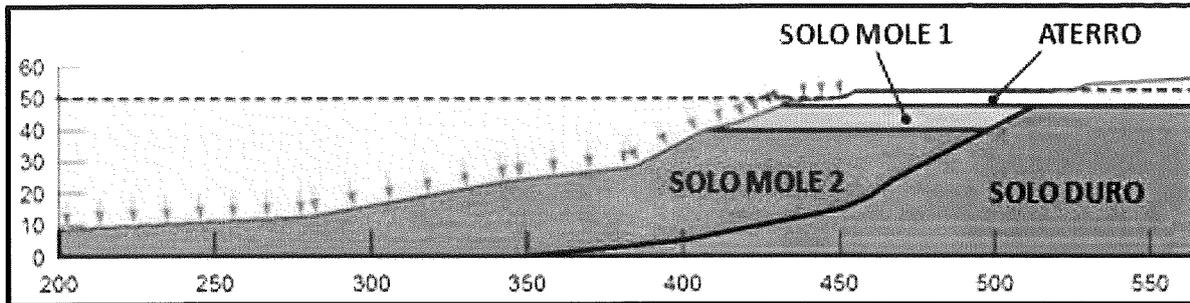


Figura 8 – Seção geotécnica típica

- Em 1955, durante a implantação do empreendimento, a ICOMI colocou um aterro, com espessura (estimada) de até 2,5 metros, sobre o solo mole no trecho que era alagado pelas marés altas, entre o pátio e a margem, como indicado nas **figuras 5 e 6**. Este aterro não causou movimento de massa.
- Da década de 1950 até o presente não foram aplicados carregamentos significativos sobre o solo mole. As pilhas de minério (pellet feed) foram mantidas dentro do perímetro permitido no projeto do pátio, apoiadas em solo competente (em alguns pontos, com uma fina camada superficial mole). O minério situado mais próximo do rio (pilha de “sinter feed”, mais baixa e mais estreita do que as demais pilhas do pátio) não teve influência sobre o acidente, como se discute adiante. Uma pera ferroviária, construída recentemente situa-se distante da área acidentada, como mostra a **figura 9**.

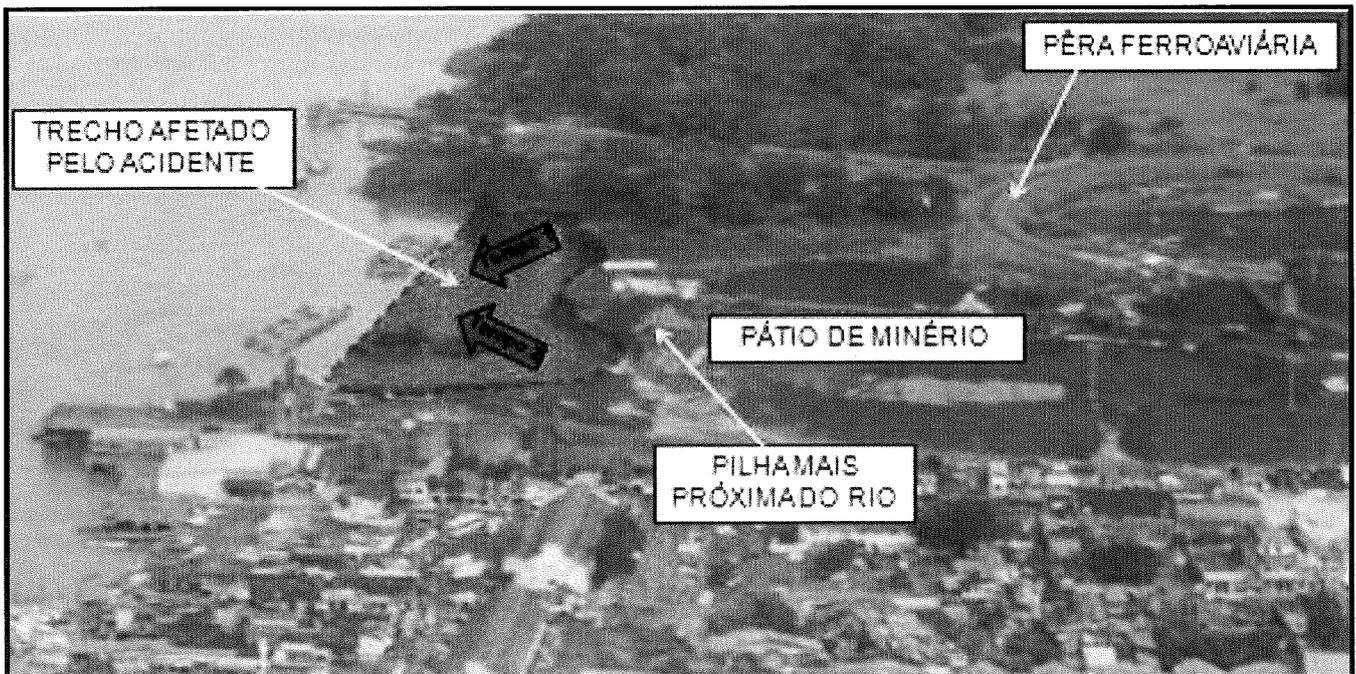


Figura 9 – Vista aérea do local após o acidente

4 CARACTERÍSTICAS DO SOLO MOLE

Foram realizadas sondagens com SPT^B (na década de 1950, Doc. 7 do item 2, e em 2007, Doc. 5 Item 2) e ensaios piezocone (em 2007, Doc. 5 Item 2) cuja posição está indicada na **figura 2**. A sondagem SP-B, realizada em 2007, típica do local, está reproduzida no **Anexo 1**. Pode-se notar nestas prospecções a grande variabilidade das camadas. Em conjunto, interpreta-se que, na área do acidente, existem as camadas descritas a seguir. Uma camada superficial, de **aterro** com cerca de 2 m de espessura constituída por minério (nos 40 cm superficiais) e argila vermelha (com cerca de 2 m de espessura, SPT = 9 e umidade por volta de 30%, na sondagem SP-B). Sotoposta ao aterro se encontra uma camada de **argila (denominada “Mole 1”)**, aparentemente ressecada por efeito climático, com espessura da ordem de 5 a 7 m, com SPT 3 a 6, com valores relativamente elevados de q_T e umidade entre 35% e 40%. Em seguida, entre as profundidades de 8 a 10 m e até 23,5 m, encontra-se **argila (denominada “Mole 2”)** com SPT entre 0/50 e 2 e umidade entre 50% e 70% (exceto por uma passagem mais orgânica, na profundidade de 8 m, com umidade da ordem de 90%). Abaixo da profundidade 23,5 m, até a profundidade 27,50 m, segue-se encontrando argila mole (também denominada “Mole 2”) não orgânica porem com coloração cinza claro, com SPT = 4 e, curiosamente, com umidades mais elevadas, entre 65% e 80%^C. Na base do pacote, até o fim dos furos de prospecção, encontram-se solos com SPT mais altos e umidades mais baixas (inferiores a 30%) que constituem o material denominado **“solo duro”**.

Ensaio de umidade natural em amostras SPT da argila mole, tanto da campanha antiga como de 2007, foram reunidos na **figura 10**. As **figuras 11 e 12** mostram resultados dos ensaios piezocone SC4 e SC8, realizados em 2007 na massa que veio a romper. Outros ensaios piezocone (SC 13, SC 14 e SC 15) foram realizados na massa de solo mole. Os valores de B_q e de S_u (obtidos com $N_{kt}=12$) de todas essas verticais de CPTu estão nas **figuras 13 e 14**. É de se destacar a grande variabilidade horizontal e vertical dos valores.

A resistência não drenada das passagens de solos sensíveis é em média igual 34 kPa (faixa entre 26 e 40 kPa). Destaca-se, nos resultados de piezocone, as diversas passagens com valores de B_q entre 1,0 e 1,4 ou mais. O enquadramento desses trechos segundo os sistemas consagrados de classificação, como mostrado nas **figuras 15 e 16**, indicam solos finos sensíveis (também denominados

^B O SPT da década de 1950 era realizado de modo diferente do atual. Os valores servem para comparação uns com os outros, mas não para classificar nos moldes que se usa hoje em dia.

^C Como se verá em seguida, o solo mole local apresenta características excepcionais.

“sensitivos” ou “metaestáveis”^D. Um estudo específico sobre este aspecto, realizado pelo Prof. Fernando Schnaid, está no Anexo 2. A umidade natural (obtida na sondagem SP-B) da camada sensível (do CPTu SC-4, executado ao lado da SP-B) é da ordem de 55%, como se vê na figura 10.

A figura 17 mostra que as camadas de solos sensíveis encontradas na massa de solo mole ocorrem em diferentes elevações e com diferentes espessuras.

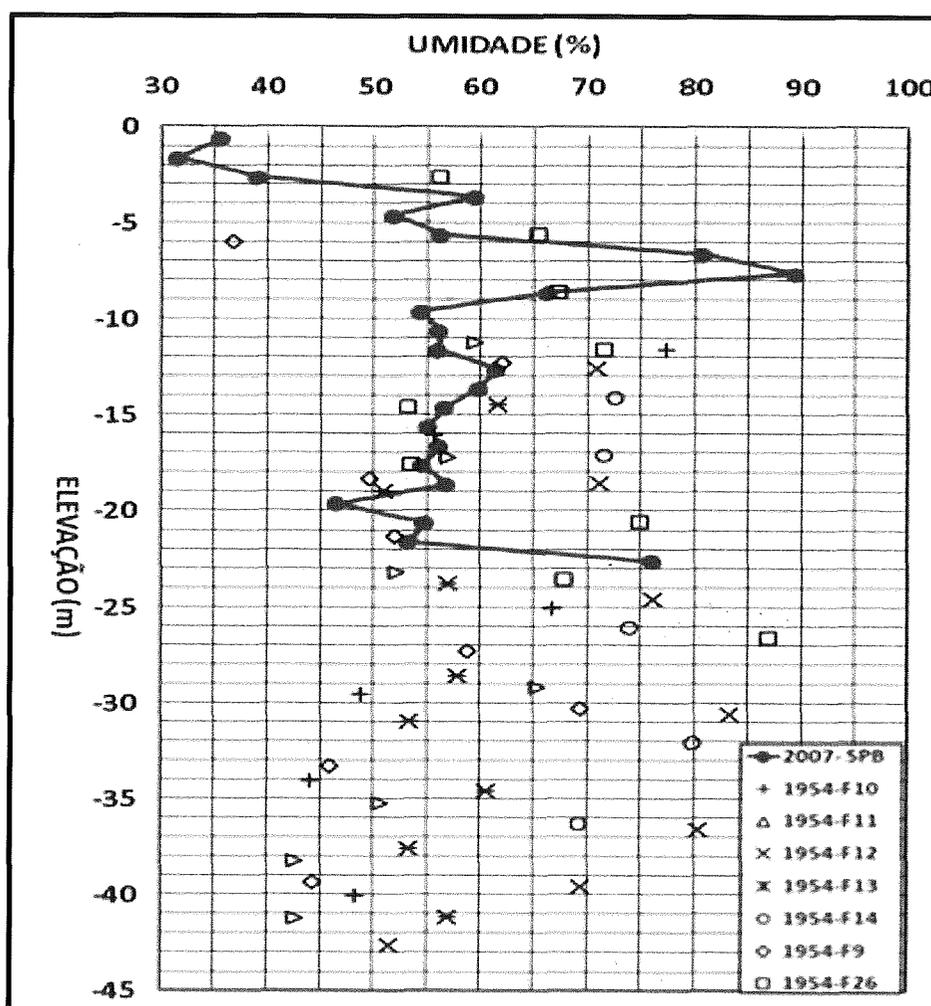


Figura 10 – Umidade natural na camada mole obtida em amostras SPT

^D Não há menção à ocorrência de solo sensível na região da foz do rio Amazonas e nem em outro local do Brasil. Não há registro na literatura ou na prática de estudos especializados sobre o assunto em nosso País. Na verdade os solos muito sensíveis são raríssimos em qualquer lugar do mundo, com a possível exceção da Noruega e do Leste do Canadá.

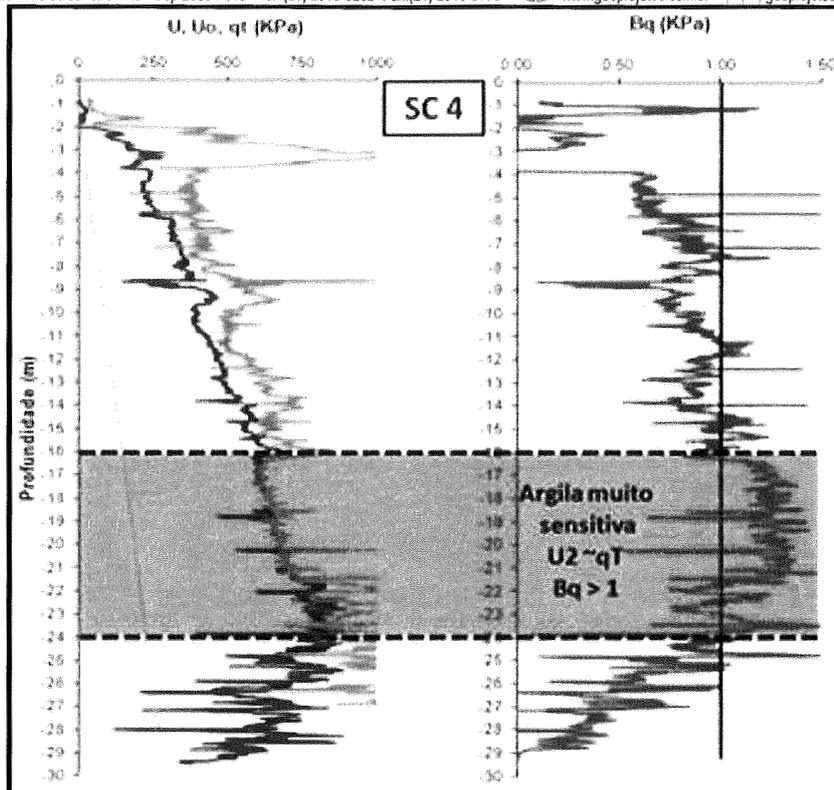


Figura 11 – Piezocone SC4 destacando solo sensível

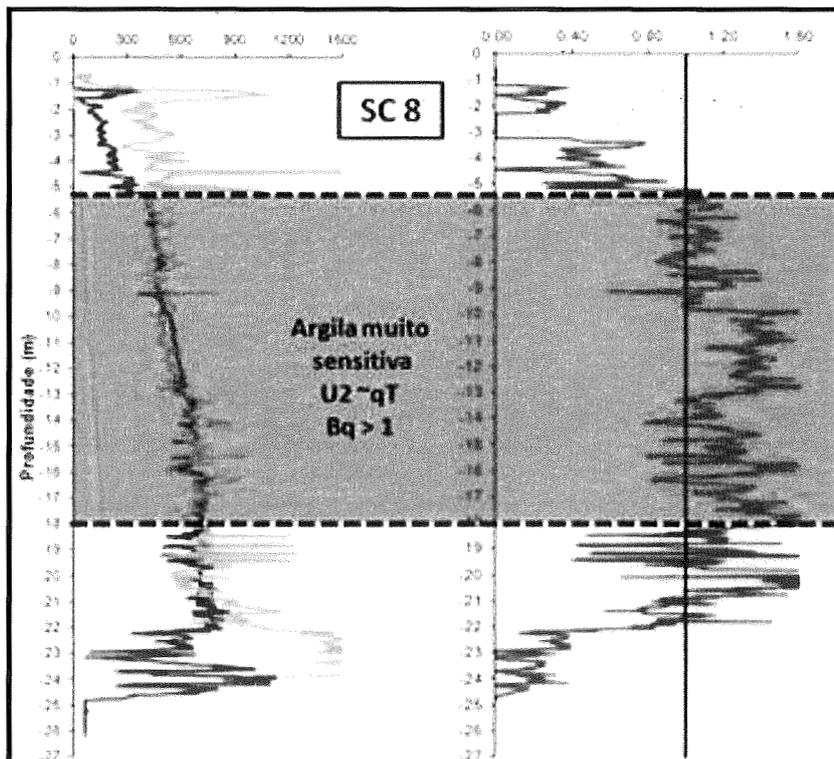


Figura 12 – Piezocone SC8 destacando solo sensível

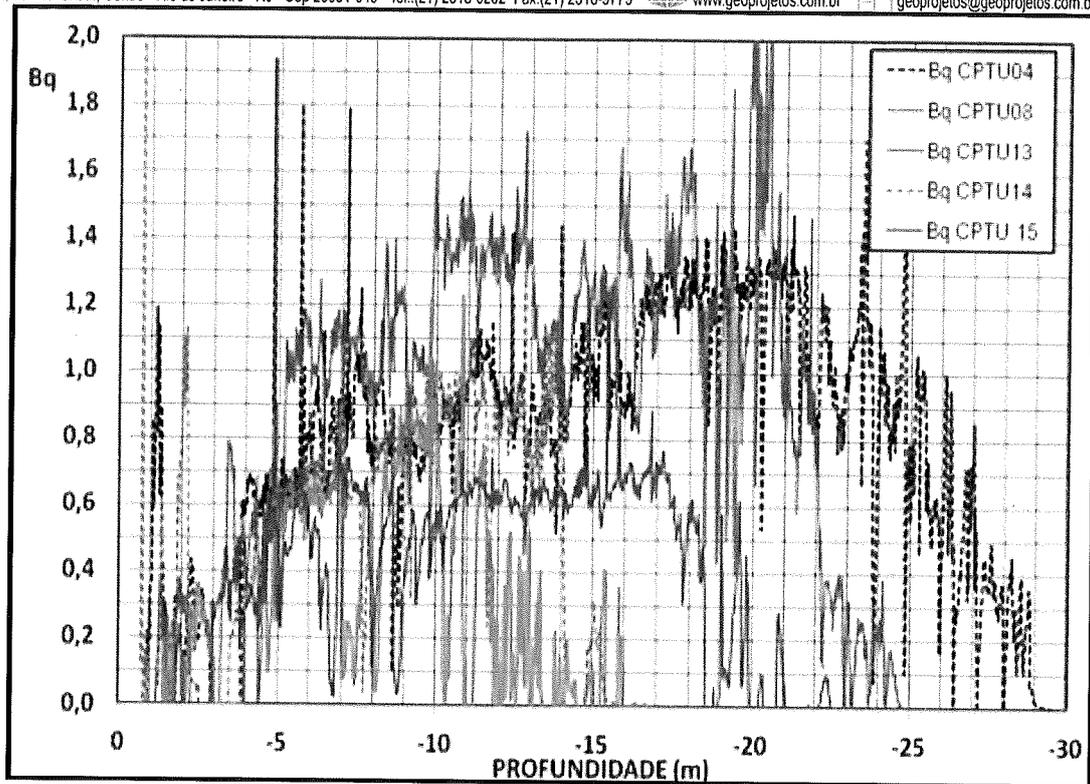


Figura 13 – Valores de B_q dos ensaios piezocone

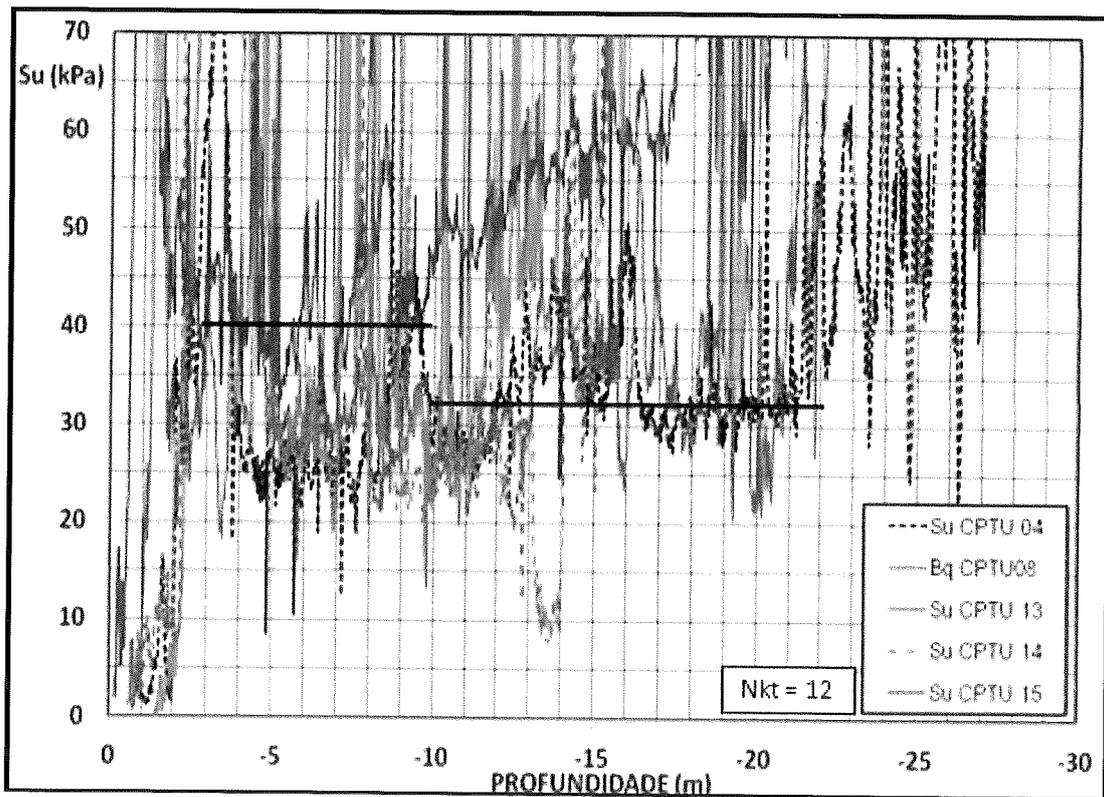


Figura 14 – Valores de S_u dos ensaios piezocone

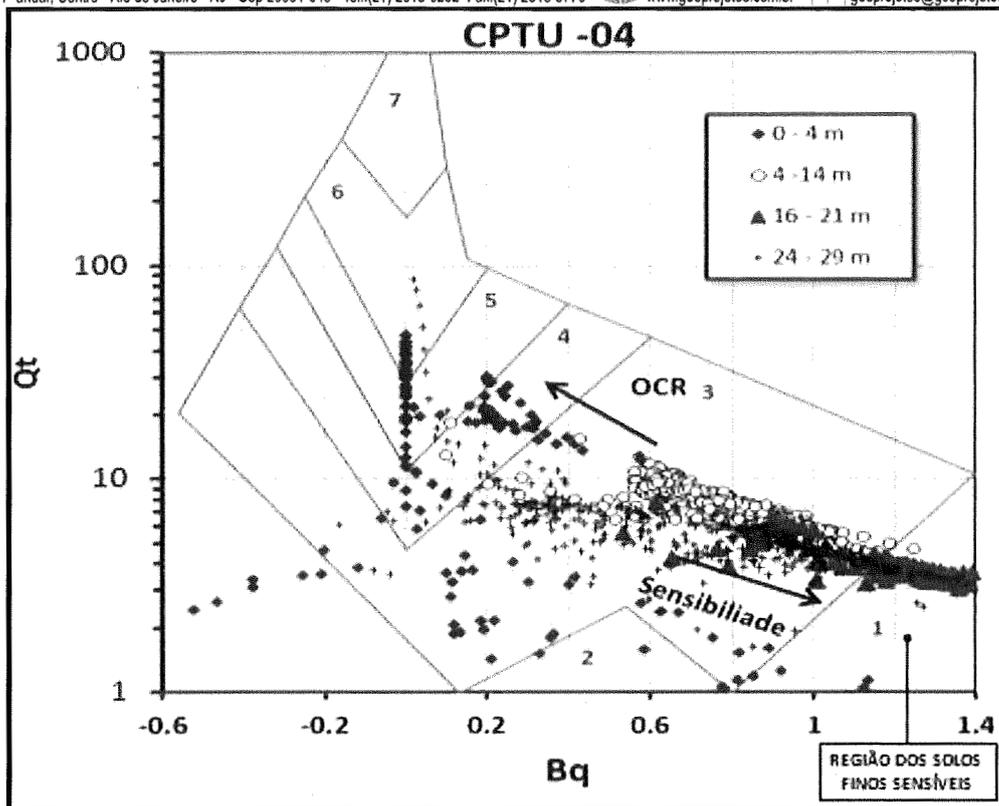


Figura 15 – Classificação dos pontos do piezocone SC4

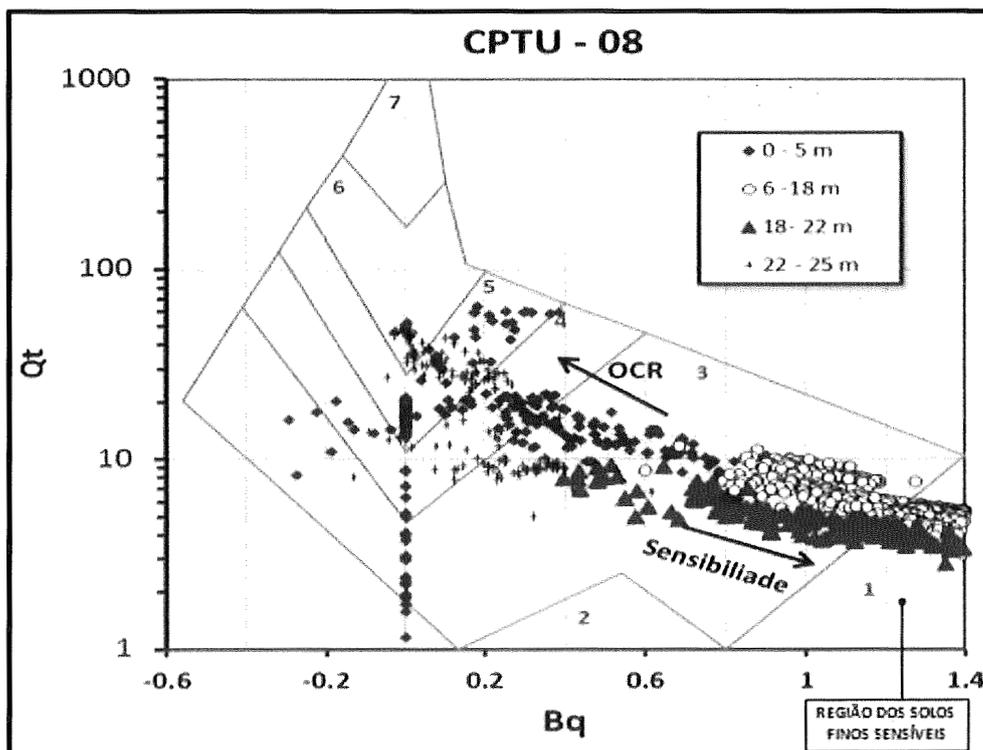


Figura 16 – Classificação dos pontos do piezocone SC8

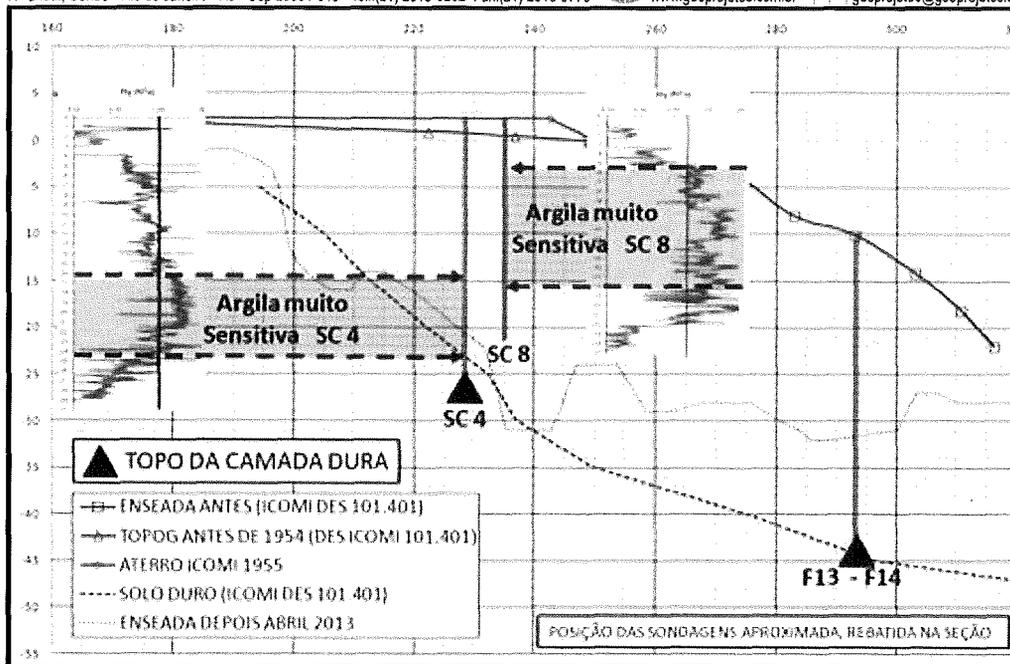


Figura 17 – Elevação e espessura das camadas de solos sensíveis

5 ANÁLISE DA ESTABILIDADE DO PROJETO

As análises de estabilidade foram realizadas por equilíbrio limite com o programa Geoslope usando o método de Morgenstern & Price com superfícies de ruptura circulares tendo o ponto de entrada (ponto mais alto) na posição observada no campo^E. Foi também observado, ver figura 6, que a superfície de ruptura foi condicionada pelo topo da camada dura (ou seja, não penetrou na camada dura). O ponto de saída (ponto mais baixo) foi deixado livre entre as elevações -20 m e -40 m. Em cada caso foram ensaiadas centenas de superfícies de ruptura.

Inicialmente foi realizada uma análise de estabilidade correspondente à situação média de projeto. No rio foi considerado o nível de água médio (zero IBGE) e na margem foi considerado nível de água +1,80 m IBGE. As características geotécnicas do aterro foram estimadas com base nos resultados das sondagens, tendo sido adotados peso específico igual 17 kN/m^3 , coesão 10 kPa e ângulo de atrito igual a 30° . A influência dos parâmetros do aterro nos resultados das análises de estabilidade é praticamente irrelevante, devido à pequena espessura do aterro comparada com a longa extensão das superfícies de ruptura. Os parâmetros do solo duro (peso específico igual 19 kN/m^3 , coesão igual a 100 kPa e ângulo de atrito igual a 40°) foram escolhidos de maneira a evitar que as superfícies de ruptura

^E Análises de estabilidade com busca livre da superfície crítica, realizadas para o Documento 12, listado no Item 2, mostraram a coerência entre teoria e fato neste aspecto.

passassem por ele. O solo mole, como já mencionado, foi dividido em duas camadas ("Mole 1" e "Mole 2") e seus parâmetros geotécnicos (peso específico e resistência não drenada) foram os tabelados na **figura 18**. O gráfico superior desta figura mostra o resultado desta análise com os valores médios (que corresponde a uma melhor estimativa para a situação de projeto) tendo sido obtido um coeficiente de segurança igual a 1,46. Este valor é satisfatório e indica que não há necessidade de estruturas de contenção. Em seguida, foram realizadas análises com os níveis mínimo e máximo do rio. Foram obtidos coeficientes de segurança iguais a 1,62 (NA máximo) e 1,34 (NA mínimo), como mostrado nos dois diagramas inferiores da **figura 18**. Esses valores também são satisfatórios para projeto e, da mesma forma, indicam que não havia necessidade de muros de contenção.

É surpreendente que uma situação com coeficientes de segurança aceitáveis tenha sofrido ruptura. Adiante são apresentadas retroanálises de estabilidade com vistas a auxiliar no entendimento dessa discrepância entre o coeficiente de segurança estimado de projeto (francamente maior do que 1,0) e o fato de ter ocorrido a ruptura no local (o que corresponde a coeficiente de segurança igual a 1,0).

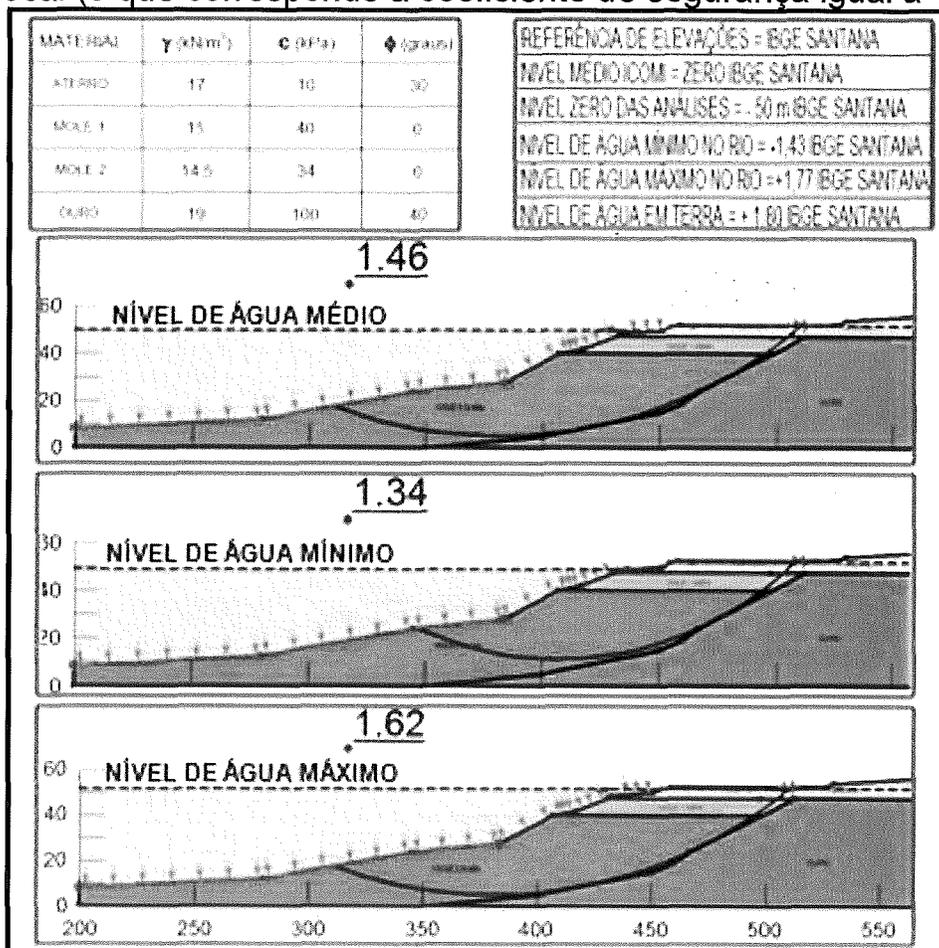


Figura 18 – Análise de estabilidade do projeto

6 POSSÍVEIS AGENTES DEFLAGRADORES

Fatores exógenos. Por ocasião do movimento de massa em pauta, as **chuvas**, embora intensas, não foram excepcionais (pelo contrário, as chuvas no período foram dentro do normal observado em outros anos), nem houve **atividade sísmica** (o Brasil possui um sistema evoluído de registro que teria captado mesmo um sismo de pequena intensidade, caso tivesse ocorrido). Da mesma forma, não houve a ocorrência de onda tipo **pororoca** (ondas fortes que ocorrem na região da foz do rio Amazonas como resultado do embate entre maré e a vazão do rio). Em suma, fatores exógenos como chuvas, sismos e ondas geradas fora da área em foco, podem ser excluídos como agentes deflagradores do acidente.

Cargas aplicadas. As cargas relevantes^F aplicadas nas vizinhanças do movimento de massa são as pilhas de minério (que são carregadas e descarregadas no pátio há décadas) e a pera ferroviária (construída em 2011, segundo informação verbal de José Luiz Martins). A pera se encontra afastada do trecho conflagrado (algo como 60 metros na distância mais próxima entre o aterro ferroviário e a cicatriz do movimento de massa, como se pode ver na **figura 9**) e seu aterro não apresentou nenhum dano (tais como trincas ou distorções) induzido pelo movimento de massa. As pilhas, inclusive a mais próxima da margem constituída por "sinter feed", se apoiavam em terreno competente (o mencionado terreno firme de idade terciária) com ocasional pequena espessura de solo quaternário. Há diversas outras evidências que comprovam que a pilha de "sinter feed" (a qual veio a ter uma parte movimentada pelos deslizamentos secundários de pequeno porte na margem, que se seguiram aos movimentos maiores) não afetou o movimento de massa, a saber: (a) o movimento começou ("tempo 1") em área na qual ela não se encontrava; (b) era utilizada rotineiramente na operação do pátio, por se tratar de uma pilha pulmão para carregamento da correia de subida com equipamento de terraplanagem; (c) as superfícies críticas de ruptura das análises de estabilidade, apresentadas no Documento 12 citado no Item 2, não passam pela pilha; (d) a carga desta pilha, caso tivesse participado do movimento, se exerceria apenas em uma pequena largura, com o conseqüente efeito tridimensional favorável.

Assim sendo, pode ser excluída a ação de cargas aplicadas como agente deflagrador do movimento de massa^G.

^F Cargas de caminhões e outros equipamentos de carga e transporte são irrelevantes frente ao grande volume do movimento de massa que ocorreu.

^G É de se destacar o fato que o aterro lançado sobre o solo mole pela Icomi na década de 50 (ver **figura 6**) não causou movimento de massa. Este fato indica que o solo mole possuía uma reserva de resistência.

Erosão. A comparação entre os levantamentos batimétricos anteriores ao evento mostra que não havia um processo erosivo no leito do rio. O estudo comparativo dos levantamentos batimétricos anteriores ao acidente, mostrado na **figura 19**, mostra o oposto, ou seja, ocorreu uma acumulação de sedimentos na frente do terminal em vez de erosão.

A erosão do leito fluvial em frente ao local do acidente pode, portanto, ser descartada como agente deflagrador.

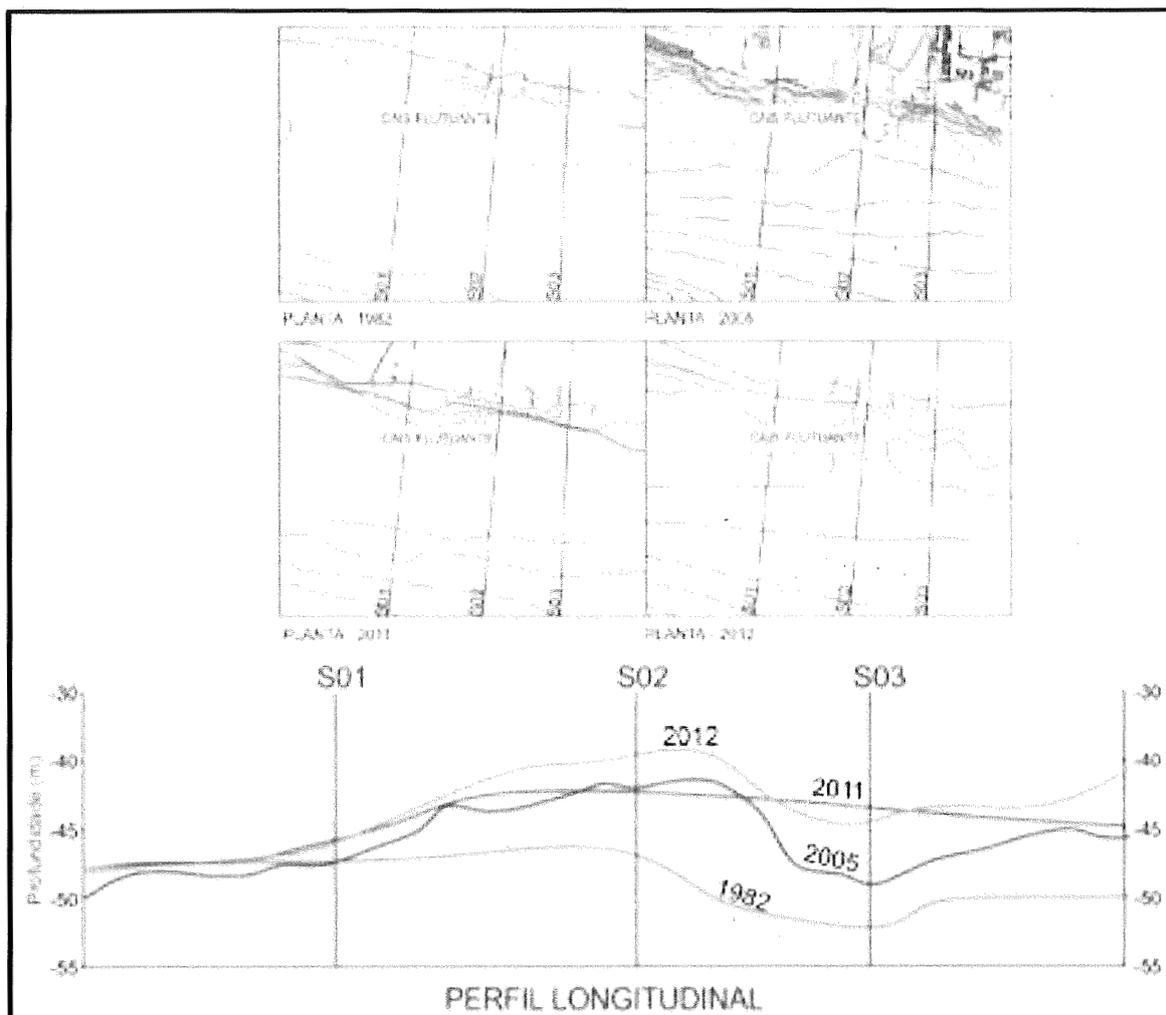


Figura 19 – Estudo comparativo dos levantamentos batimétricos

Outras formas de erosão da margem, que foram cogitadas no âmbito da hidráulica fluvial, seriam o efeito do fluxo causado pelas hélices dos navios e as correntes circulares induzidas pela presença do navio e/ou pelas irregularidades da margem. Estes fatores, se de fato estavam presentes, se constituem em ações menores, insuficientes para afetar o movimento de larga escala que ocorreu.

Varição da maré (solicitação cíclica). A variação diária do nível do rio em frente ao local sinistrado é da ordem de 3,0 m. A estabilidade de um talude resulta do equilíbrio entre as forças solicitantes ou derrubadoras (peso dos solos e cargas aplicadas) e as forças resistentes ou sustentadoras (resistência do solo e empuxo da água na face da margem). A variação do nível de água faz, portanto, com que parte da sustentação da margem seja, diariamente, “colocada” e “removida”^H. Existe, portanto, um carregamento cíclico atuando no solo (uma a duas vezes por dia, centenas de vezes por ano, milhares de vezes por década).

No caso em foco, como visto antes, o coeficiente de segurança da margem variava, diariamente, em função do nível de água do rio, na faixa entre 1,34 e 1,62, valores suficientemente afastados da condição de ruptura^I (que corresponde a um coeficiente de segurança igual a 1,00).

Assim, a solicitação cíclica, no caso em foco, não pode, por si só, ser colocada como possível agente deflagrador.

Perda de resistência. Com vistas a verificar qual foi a resistência do solo mole por ocasião do acidente, foram realizadas retroanálises de estabilidade, que consistem em análises de estabilidade nas quais a coesão de ambos os solos moles^J foi variada até obter coeficiente de segurança unitário. Os demais parâmetros foram iguais aos das análises de projeto. O nível de água considerado na primeira retroanálise foi -1,43 m IBGE que existia no rio quando da ocorrência do movimento de massa. Determinou-se, desta forma, uma resistência igual a 25 kPa como mostra a imagem superior da **figura 20**.

Foi realizada uma segunda retroanálise com os mesmos parâmetros geotécnicos (inclusive a resistência do solo, igual a 25 kPa) porém com o nível de água máximo do rio (+1,77 m IBGE). O coeficiente de segurança obtido foi igual a 1,21, como mostra a imagem inferior da **figura 20**.

^H A amplitude de 3 metros é muito menor do que a que ocorre nos trechos mais altos do rio Amazonas (acima de Óbidos). Em Manaus, por exemplo, a amplitude é da ordem de 15 metros. No entanto praticamente não há variação diária de nível do rio. No curso superior do rio o nível sobe na cheia e desce nos meses mais secos. A descida do nível do rio leva algo como 3 meses. Este “rebaixamento rápido” (cerca de 20 cm por dia) é considerado como a principal causa do fenômeno das “terras caídas”.

^I Estes valores de coeficiente de segurança mostram que, ao menos ao nível das estimativas de projeto, a ciclagem de tensões ocorria em estados de tensão afastados da ruptura. Como se verá a seguir, sendo o solo sensível o coeficiente (potencial) de segurança era bem menor.

^J Por simplicidade e sem perda significativa de expressão, a coesão dos solos “mole 1” e “mole 2” foi considerada como igual nas retroanálises.

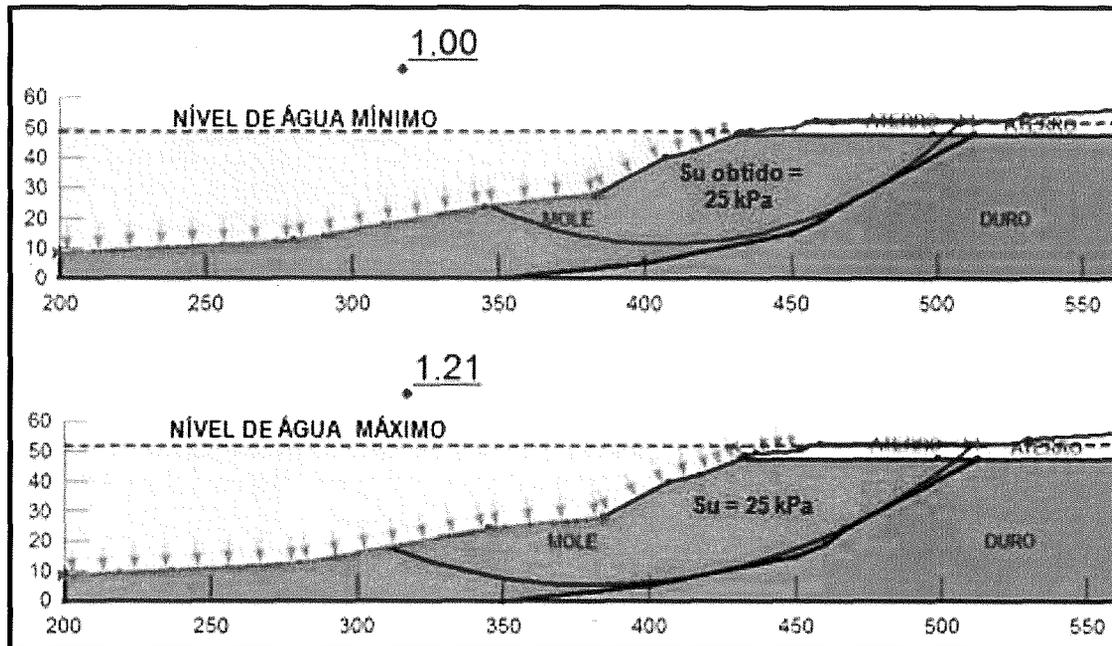


Figura 20 – Retroanálises de estabilidade

Ocorreu uma perda de resistência considerável na argila mole. Basta notar a discrepância entre a resistência não drenada do solo mole fixada com base nos ensaios (34 kPa) e a resistência não drenada que nele veio a prevalecer durante a ruptura (25 kPa) obtida da retroanálise.

A perda de resistência na argila se coloca, portanto, como causa provável do acidente.

Retrospectivamente, à luz do acidente ocorrido e da descoberta da natureza sensível da argila, estes resultados indicam que a segurança do trecho que veio a sofrer o movimento de massa, ao contrário do que seria de se acreditar com base nas análises de projeto, variava diariamente entre uma situação de segurança intermediária (coeficiente de segurança da ordem de 1,20 com nível de água alto) e uma situação limítrofe (coeficiente próximo a 1,00 com nível de água baixo)^K.

^K A variação diária no nível de sollicitação pode ter sido, por repetição ao longo do tempo, um agente acessório na deflagração do movimento de massa. É fato verificado experimentalmente em diversos materiais (aço, concreto, plásticos, solos, etc.) que a sollicitação cisalhante cíclica, quando a ciclagem ocorre com níveis elevados de tensão cisalhante (ou seja, nas proximidades da situação de ruptura) levam a uma redução da resistência do material e, eventualmente, à ruptura do material. Cabe destacar que a sollicitação cisalhante cíclica não explica a natureza súbita do acidente, nem a grande velocidade com que o movimento de massa se processou. Estes aspectos, associados à natureza sensível da argila mole, são abordados a seguir.

7 AVALIAÇÃO

Dois fatos desusados caracterizaram o evento em foco:

- **O acidente não foi antecedido por qualquer sinal.** Em solos argilosos moles normais os movimentos de massa são antecidos, em semanas ou dias, pelo aparecimento de trincas no terreno e por deformações das estruturas nele apoiadas. No caso em foco não se tem notícia de qualquer desses sinais prévios da iminência de uma instabilidade;
- **O acidente ocorreu com grande velocidade.** Os depoimentos das testemunhas oculares e, principalmente^L, os registros filmados pela câmera de segurança, atestam, inequivocamente, este fato.

O movimento ter sido abrupto e rápido trouxe a suspeita, no início dos presentes trabalhos, de que algum **fator externo** poderia ter causado o acidente. Contudo, como visto antes, não houve ação de agentes exógenos tais como chuvas excepcionais, sismo ou pororoca.

A atenção foi concentrada então na possibilidade que algum **carregamento** tivesse induzido o acidente. Também não foi possível encontrar a causa nesta esfera. Como visto antes, tanto as pilhas de minério como a pera ferroviária, as duas únicas cargas importantes recentes e ativas, não contribuíram para o acidente.

Em seguida, sempre à procura de uma causa aceitável para o evento, considerou-se a possibilidade de que ocorrera descalçamento da margem por **erosão**, pela correnteza ou outro fenômeno de dinâmica fluvial, no braço do rio Amazonas que passa em frente ao local sinistrado. Esta hipótese foi contraditada pelos levantamentos batimétricos, os quais indicam acréscimo e não remoção de sedimentos. A erosão fluvial, portanto, também não pode ser elencada como causa.

Eliminados os agentes causais normais, os estudos passaram a buscar causas menos óbvias. A grande velocidade do movimento e seu caráter abrupto, junto com a "liquefação" da massa (objetos enormes segundo tudo indica afundaram nela) e com a grande distância percorrida pelo solo movimentado (centenas de metros, ver **figura 3**), levaram a suspeita de que se estava diante de um solo fora do comum.

^L Com todo o respeito pela sinceridade dos depoimentos das testemunhas e apesar da coerência que se pode encontrar entre os diversos relatos no que tange à natureza abrupta e à velocidade alta do movimento, deve-se reconhecer que não são pessoas especializadas no assunto e, evidentemente, se encontravam em estado emocionado. Por esta razão, o testemunho impessoal da câmera de segurança é tido como mais expressivo.

Dada a similaridade entre o movimento de massa em foco (abrupto, rápido e seguido de deslocamento “fluido” por longa distância, classificável como “escoamento muito rápido” ou “corrida”) e movimentos de massa observados em locais com argilas sensíveis, como a Noruega e o Leste do Canadá, foi levantada a hipótese de que o solo mole local tivesse características semelhantes às dos solos sensíveis^M.

Passou-se, não sem alguma incredulidade inicial, a buscar evidências na literatura e nos dados disponíveis de que o solo mole local fosse sensível. Na literatura técnica não foi encontrada referência à existência de solos sensíveis no Brasil^N.

Dentre os dados geotécnicos disponíveis sobre o local foram buscadas evidências de que o índice de liquidez^O do solo mole fosse maior do que 1, como ocorre em argilas sensíveis. Não foram encontrados valores de w , LL e LP no mesmo ponto que permitissem tal comparação.

Em seguida foram detalhadamente examinados os ensaios piezocone. Suspeitou-se que alguns resultados de algumas das verticais de piezocone poderiam estar a indicar a existência de passagens sensíveis no solo mole local. Em retrospectiva e com esta suspeita em mente, os excessos de poropressão medidos durante a cravação do piezocone (furos SC4 e SC8, na massa que veio a se movimentar) passaram a ser considerados desusadamente elevados. Os pontos relevantes foram apresentados em capítulo anterior do presente relatório (item 4).

^M A literatura técnica Norueguesa e Canadense apresenta alguns casos de movimentos de massa em solos sensíveis. O mais notável, que foi filmado (o impressionante filme se encontra no Youtube sob “Rissa Landslide”), é o de Rissa, que ocorreu em 1978 na Noruega. Uma ampla área de uma região rural com subsolo argiloso, que se mantivera estável por séculos, entrou em abrupto processo de ruptura retrogressiva. Na medida em que o movimento de massa progrediu, o terreno, antes firme, passou a apresentar o comportamento de um líquido, fluindo e arrastando os imóveis nele apoiados para dentro de um lago. No lago, formaram-se ondas grandes que vieram a inundar a pequena cidade de Leira na extremidade oposta.

^N Há uma referência de escorregamento abrupto em Campos do Jordão, SP que poderia ser associada com a existência de solo sensível.

^O O índice de liquidez é definido pela relação $IL = (w - LP) / (LL - LP)$ onde w é a umidade natural, LL é o limite de liquidez e LP é o limite de plasticidade. Em solos argilosos moles sensíveis o valor de IL é maior do que 1. Já os solos moles normalmente adensados comuns costumam apresentar IL por volta de 1

Considerando o desusado desta hipótese e a complexidade envolvida na interpretação dos resultados de piezocone^P, foi decidido consultar o Professor Engenheiro Fernando Schnaid, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, renomado especialista em ensaios geotécnicos de campo^Q. O prof. Schnaid conduziu um detalhado estudo sobre os resultados de duas verticais de ensaios piezocone realizadas em espessuras importantes no solo mole que veio a participar do movimento de massa (SC4 e SC8). O relatório do prof. Schnaid é tecnicamente denso demais para ser resumido aqui. Por este motivo, a íntegra do relatório está reproduzida no **Anexo 2**. São transcritas a seguir passagens e conclusões:

Relatório Schnaid, Página 2

Entretanto os ensaios CPTU-04 e CPTU-08 apresentam uma informação inesperada: valores de B_q excepcionalmente altos (maiores do que 1), que podem ser interpretados como indicativo de solos sensíveis de comportamento metaestável. O parâmetro de classificação de solos (B_q) é definido como:

$$B_q = \frac{(u_2 - u_0)}{(q_t - \sigma_{vo})} \quad (1)$$

sendo u_2 as poro pressões registradas durante a penetração do piezocone, u_0 as pressões hidrostáticas e σ_{vo} a tensão vertical *in situ*.

Relatório Schnaid, Páginas 3 e 4

A classificação de solos através dos resultados de piezocone é realizada na forma de ábacos, estabelecidos com base em padrões de comportamento. Na abordagem proposta por Robertson e outros (1986), de uso corrente na prática internacional, os resultados são plotados em um ábaco no espaço $Q_t \times B_q$ para identificação de 12 zonas de comportamento. A variável Q_t é definida como:

$$Q_t = \frac{(q_t - \sigma_{vo})}{(\sigma_{vo} - u_0)} \quad (2)$$

Gráficos de classificação propostos por Robertson (1990) são apresentados na Figura 3, para os ensaios CPTU-04 e CPTU 0-08. Os valores medidos nos ensaios situam-se na faixa correspondente a argilas e argilas siltsosas, porém com camadas entre 6m e 22m exibindo comportamento de solos finos sensíveis (em função dos valores elevados de B_q).

(NT: a figura 3 de Schnaid está reproduzida nas figuras 14 e 15 do presente relatório)

Relatório Schnaid, Página 13

Conclui-se, portanto, que os ensaios de piezocone são consistentes e indicam a possibilidade de ocorrência de argilas moles sensíveis, de comportamento potencialmente metaestável. Não sendo de usual a presença de solos sensíveis no Brasil, recomenda-se que esta evidência seja comprovada através de modelos geológicos e investigação geotécnica complementar. Recomenda-se também a instalação de piezômetros para identificação inequívoca das pressões de equilíbrio do depósito.

^P O piezocone é um ensaio recente no meio geotécnico mundial. Sua interpretação segue em estudo e evolução. Vários países ainda não o utilizam (México e Colômbia, por exemplo). Em outros, como Inglaterra, Canadá e Noruega, o piezocone vem sendo utilizado na prática nos últimos 20 anos mais ou menos. No Brasil o ensaio foi objeto de estudo no meio acadêmico desde a década de 1990, mas só ganhou algum espaço prático nos últimos 10 anos ou menos.

^Q O Prof. Schnaid é o autor do livro "In Situ Testing in Geomechanics", publicado em 2009 pela Taylor & Francis, que se constitui numa das principais referências internacionais sobre o assunto.

Os valores de SPT por volta de 4 associados a umidades elevadas (da ordem de 90%) também poderiam ser interpretados como indício (não conclusivo) de argila com características incomuns.

Em suma, pode-se afirmar com boa base técnica que o solo argiloso mole envolvido no movimento de massa em foco é do tipo sensível. Adicionalmente, em retrospectiva à luz das retroanálises do acidente, pode-se afirmar que este solo especialíssimo sofreu significativa perda de resistência e que foi submetido a carregamento cíclico persistente e diário (induzido pelas variações de maré) com níveis elevados de tensão.

Para concluir este item de avaliação especula-se que as condições de estabilidade foram sempre (no sentido geológico, de décadas ou séculos) precárias no local e que é de se supor que o local do porto tenha sido escolhido (na década de 1950) justamente porque a escarpa de um deslizamento prévio propiciava um bom calado para acostamento. A **figura 21** a seguir, construída a partir de batimetria da época de implantação do porto (Documento 13 do Item 2) procura ilustrar este aspecto.

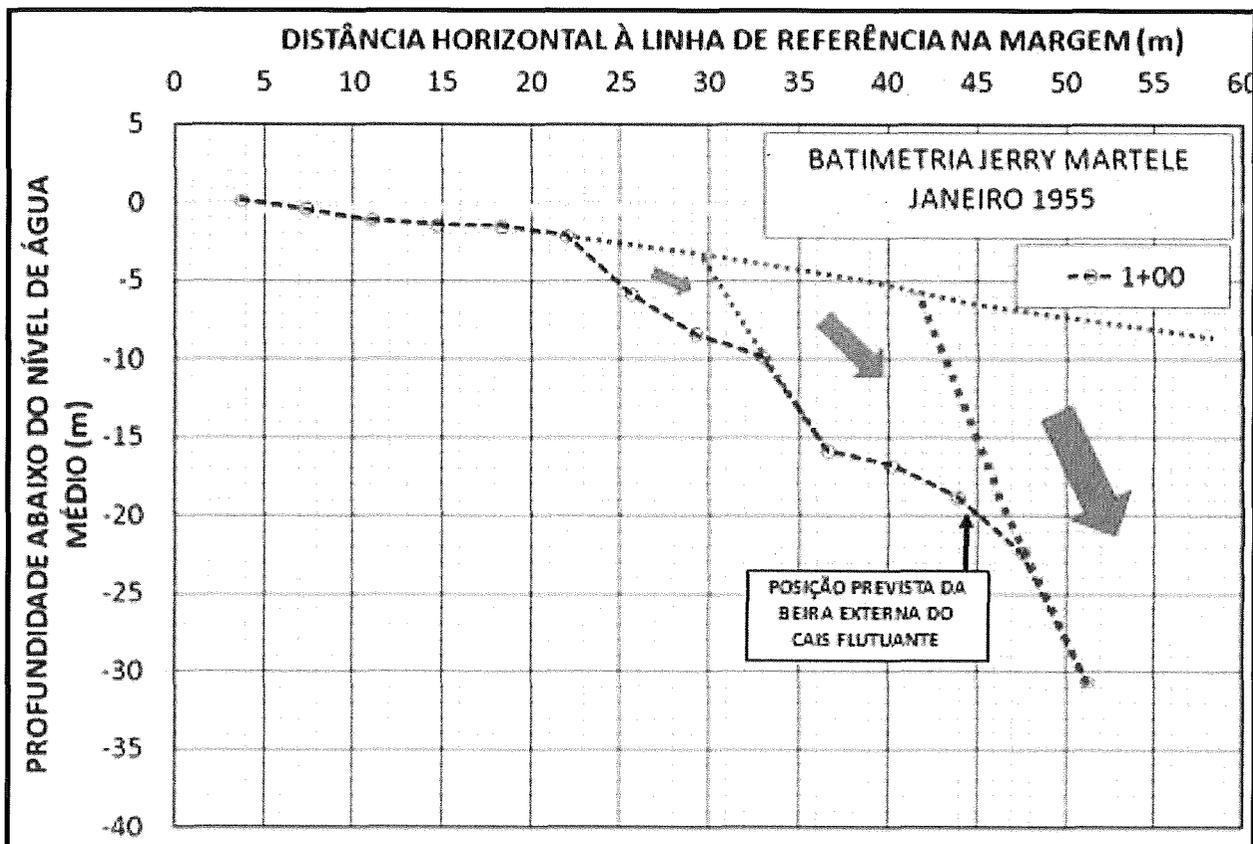


Figura 21 – Batimetria da década de 1950 e Especulação sobre possível processo continuado de movimentos de massa.

8 CONCLUSÃO

Fatores exógenos como chuvas, sismos e ondas geradas fora da área em foco, podem ser excluídos como agentes indutores do acidente. Da mesma forma, pode ser excluída a participação de cargas aplicadas e de erosão do leito fluvial.

Existem substanciais evidências a indicar que o solo argiloso mole do local é de um tipo muito especial denominado "sensível". Este tipo de solo possui a peculiaridade de romper de forma abrupta (praticamente sem sinais prévios), de se liquefazer durante a ruptura e de percorrer distâncias consideráveis, caracterizando um movimento de massa denominado de "corrida" (escoamento muito rápido). Até o momento e no melhor do conhecimento e informação do autor deste relatório, não se tinha notícia da existência de solo mole deste tipo em nenhuma parte do Brasil. Na verdade é um tipo de solo raríssimo em escala mundial.

Assim, como conclusão, pode-se afirmar que o rompimento das instalações portuárias e os danos em embarcações situadas no porto público vizinho foram causados pelo súbito movimento de massa associado à existência de um solo argiloso muito especial, do tipo denominado "sensível".

A solicitação cíclica, induzida pela variação diária da maré, pode ter sido agente colaborador, reduzindo a resistência da argila sensível por solicitação cisalhante cíclica^R. Atuou também, como causa concomitante dos danos, a onda que teve origem no mesmo movimento de massa. Acredita-se, ainda, que o movimento de massa possa ter sido mais um episódio de instabilidade em um processo continuado na escala geológica (lapsos de tempo de décadas ou séculos).

À disposição para esclarecimentos,



Sandro Salvador Sandroni

Engenheiro Civil PUC-Rio (1968), CREA 19530-D-RJ.

Ph.D., Imperial College of Science and Technology, Universidade de Londres (1977).

Professor Pesquisador, Depto. Eng. Civil, PUC-Rio.

Diretor Presidente, Geoprojetos Engenharia Ltda, Rio de Janeiro.

^R Como explicado, retroanálises de estabilidade mostraram que, com a flutuação diária do nível do rio, o coeficiente de segurança variava entre valores próximos à unidade e valores da ordem de 1,20. Ocorria, portanto, uma solicitação cíclica em níveis de tensões cisalhantes elevados (nas proximidades da ruptura). Estas circunstâncias favorecem a ocorrência de ruptura por solicitação cíclica, algo que não aconteceria se a argila não fosse sensível, porque os coeficientes de segurança, como mostrado, seriam mais altos.

ADENDO 1 – COMENTÁRIOS SOBRE O LAUDO DE EXAME PERICIAL DA POLÍCIA TÉCNICO-CIENTÍFICA DO AMAPÁ

A1. 1 – INTRODUÇÃO

Quando da conclusão do Relatório apresentado acima (doravante denominado simplesmente “Relatório”), foi recebido o Laudo de Exame Pericial 440/2013 de 12 de junho de 2013^S (doravante denominado simplesmente “Laudo”) cujos autores, Erick Almeida Ribeiro, Perito Criminal, Marcos Aurélio Góes Ferreira, Perito Criminal, Manoel da Silva Barbosa Filho, Perito Criminal, Paulo Silva Barbosa, Perito Criminal e Edson Carlos Souza de Almeida, Perito Criminal, examinaram o local do evento a partir das 13h45min do dia 28 de março de 2013.

Os Itens I, II e III informam que o Laudo foi lavrado atendendo à solicitação da autoridade policial e visou examinar as causas ou fatores que geraram o acidente em questão, bem como analisar a natureza e extensão dos danos observados no porto de embarque de minério, assim como responder aos quesitos do Ofício 769/13-CF/1ª DPS, de 30 de março de 2013, e do Ofício 252/13-GAB/1ª DPS de 03 de abril de 2013^T.

Os Itens IV, V e VI do Laudo abordam a Caracterização do Local, os Vestígios Observados e o Material Expedido pela Empresa, respectivamente.

Os dois itens finais do Laudo, que se seguem aos acima, versam sobre as Discussões Técnico-Periciais e sobre as Respostas aos Quesitos.

Destaca-se a menção que o Laudo faz, em seu item VI, quanto a não ter “**exames de ensaios de resistência do solo SPT**”. Da mesma forma, em seu item VII, o Laudo informa que “**Não foram encontrados documentos ou registros de estudos prévios do solo como testes de sondagens e pesquisas geológicas na área...**”. e, em seguida, “**é imprescindível um estudo prévio da natureza geológica do solo e sua resistência, sendo o mesmo comumente analisado em abertura de valas ou por meio de sondagens. Até o presente momento (26/06/2013) não foram enviados estudos e análises geotécnicas do solo referenciado**”. A necessidade de minuciosas prospecções geotécnica para análise adequada das causas e fatores de um evento em uma obra qualquer, em particular esta em que houve um acidente geotécnico único, é indiscutível.

^S Recebido em fotocópia datada de 12 de agosto de 2013.

^T Conforme Laudo. Não se dispõe dos mencionados Ofícios.

O Relatório (ver Item 4 e Anexos 1 e 2) contou com informações de sondagens (com SPT) e com resultados de ensaios de campo (CPTu) e laboratório (umidade natural) das quais o Laudo não pode dispor. Este Adendo oferece comentários (ilustrados, quando necessário, por referência às figuras e páginas do Relatório) sobre os aspectos geotécnicos abordados pelo Laudo. Esses comentários foram lavrados à luz das prospecções geotécnicas e dos estudos, apresentados no Relatório.

A1. 2 – SOBRE AS DISCUSSÕES TÉCNICO-PERICIAIS

No primeiro parágrafo deste item o Laudo menciona que **“A profundidade da base do arco de ruptura não foi observada visto que grande parte desta ocorre recoberta por entulho ou submersa”**. Os resultados das sondagens antigas (Icomi) e algumas recentes (2007), junto com a batimetria posterior ao evento, permitiu verificar que, em sua parte superior (até à profundidade -30 m mais ou menos), a base da superfície de ruptura foi condicionada pelo solo duro, de idade terciária, subjacente ao solo mole, como se vê na figura 6 do Relatório. Daí para baixo, de fato, a base da superfície de ruptura ficou recoberta por entulho ou submersa, como afirma corretamente o Laudo. Estudos de estabilidade apresentados no Relatório (figura 20) e cubagens mencionadas no Documento listado sob o número item 12 do Item 2 do Relatório, permitiram estimar o volume do movimento de massa em cerca de 500 mil metros cúbicos, caracterizando-o como uma corrida de grandes proporções.

No segundo parágrafo deste item o Laudo informa que **“não foram encontradas estruturas de contenção”**. Os estudos de estabilidade de projeto, apresentados no Item 5 do Relatório, mostram que os coeficientes de segurança quanto ao deslizamento eram, à luz das características geotécnicas conhecidas à época, satisfatórios e que, portanto, no caso, as estruturas de contenção não se faziam necessárias. Ainda no segundo parágrafo, o Laudo menciona a **“ação erosiva da água”**. A possibilidade de erosão foi abordada no Item 6 do Relatório, tendo sido verificado, por comparação entre levantamentos batimétricos anteriores ao acidente (1982, 2005, 2011 e 2012), que ocorria acumulação de sedimentos na frente do terminal ao invés de erosão.

O terceiro parágrafo menciona um possível **“enfraquecimento gradual do solo pela remoção dos elementos solúveis... com função de cimentação em solos. Em alguns casos este enfraquecimento causa diminuição dos parâmetros de resistência do solo como: ângulo de atrito e coesão”**. Não foi possível verificar se ocorreu um processo de remoção de solúveis no caso, pois seria necessário conhecer a situação original do solo o que, após o evento, não se faz mais possível. Acredita-se, no entanto, que a probabilidade de sua ocorrência seja muito baixa.

O Relatório menciona a possibilidade de perda gradual de resistência não por remoção de elementos solúveis, mas por solicitação cíclica nas proximidades da ruptura, um fenômeno que só pode vir a ser contemplado (ainda assim como possível agente colaborador) depois de se perceber que a argila local era do tipo sensível.

No quarto parágrafo deste item do Laudo lê-se: "***O peso dos depósitos de minérios, equipamentos e tráfego de veículos pesados na margem do porto geraram uma sobrecarga, causando a ruptura ou deslizamento do solo.***" Os estudos apresentados no Relatório mostram que não foi este o caso (ver Item 6 - Cargas Aplicadas). Os depósitos de minério e os equipamentos pesados apoiavam-se em solo de idade terciária, com alta resistência e não no solo mole sensível que veio a romper (depósito quaternário, com resistência baixa).

A1. 3 – SOBRE AS RESPOSTAS AOS QUESITOS

Quesitos do Ofício 769/13-CF/1-1ª DPS

Sexto Quesito: Foi fato accidental, proposital ou resultou de imprudência, negligência ou imperícia?

A resposta do Laudo foi a seguinte: "***O sinistro foi resultante de um conjunto de fatores..., como: sobrecargas produzidas de operações de transporte e embarque de minérios em solo desconhecido geotecnicamente, estoques de minérios localizados próximos à margem e ausência de estruturas de contenção adequada, portanto resultou de imprudência e negligência***".

Como comentado acima não houve sobrecarga em solo desconhecido geotecnicamente. O solo no qual as pilhas de minério eram (e são ainda) aplicadas era conhecido e possui alta resistência. Da mesma forma, não havia estoques de minério localizados próximos à margem. Mesmo a pilha mais próxima da margem, de baixa altura e pequena largura, não teve qualquer influência no acidente, como comprovam os estudos apresentados e explicados no Relatório e no Documento 12 do Item 2 do Relatório.

Não havia estrutura de contenção porque não se fazia necessária. Os estudos apresentados no Relatório mostram que o coeficiente de segurança, sem contenção, era elevado (ver Item 5 do Relatório)^U.

^U As retroanálises do acidente (ver Item 6 Subitem Perda de Resistência, no Relatório) mostram que os coeficientes de segurança eram na realidade baixos porque o solo era sensível. Mas este fato não era sabido nem esperável até que o acidente mostrou ser o caso.

Assim sendo não houve imprudência ou negligência.

Sétimo Quesito: Houve desabamento ou desmoronamento?

A resposta do Laudo foi: "**Positivo**".

Os termos "desabamento" e "desmoronamento", utilizados no quesito, não se aplicam ao ocorrido. A literatura sobre movimentos de massa e deslizamentos em maciços de solo e/ou rocha é muito vasta e cobre mais do que um século de livros, estudos, teses e publicações em congressos e revistas especializadas. Em nenhuma dessas publicações e referências se encontram esses termos para indicar o que ocorreu no caso em foco. Uma referência clássica Brasileira da engenharia geotécnica e da geologia de engenharia sobre movimentos de massa é o trabalho de Freire^V no qual (como reproduzido no não menos respeitado livro de Guidicini e Nieble^W, conforme Quadro 1 abaixo) são identificados três tipos básicos:

- **Escoamento**, deformação ou movimento contínuo com ou sem superfície definida de escorregamento. O escoamento pode ser **rápido** (quando recebe a denominação "**corrida**") ou **lento** (quando é denominado "**rastejo**")
- **Escorregamento**, deslocamento finito ao longo de superfície definida. O escorregamento pode ser "**translacional**" ou "**rotacional**", conforme a sua cinemática.
- **Subsidência**, deslocamento finito com deformação vertical. Uma subsidência pode ser denominada "**subsidência propriamente dita**", "**recalque**" ou "**desabamento**".

^V Eduardo Sólton de Magalhães Freire – Movimentos Coletivos de Solos e Rochas e sua Moderna Sistemática. Construção, Rio de Janeiro, 8(95): 10-18, Março 1965.

^W Guido Guidicini e Carlos Manoel Nieble – Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. 2ª Edição Revista e Ampliada, Editora Edgar Blücher Ltda, São Paulo, 194 pgs, 1983.

**QUADRO 1 – Tipos de Movimentos Coletivos de Solos e Rochas
(Conforme Freire, 1965 em Guidicini e Nieble, 1983)**

TIPO FUNDAM.	SUB-TIPO	CLASSES PRINCIPAIS	NATUREZA DA SUPERFÍCIE DE ESCORREGAMENTO	INCLIN. DE TALUDE	MOVIMENTO					
					CARACTERÍSTICAS	TIPO	VELOCIDADE E DURAÇÃO			
1. ESCOAMENTOS (Colapso, flowage)	1.1 RASTEJO RASTAÇÃO (Crawp flow, Ser. Juntas)	1.1.1. RASTEJO DE SOLO (Soil creep)	Superfícies múltiplas de neoformação, tanto no conjunto, qto. nos movimentos individuais. Tendência de aprofundarem. a se aprofundarem.	Suave, mesmo próximo a 0°	Movim. ou deform. plást. mt. lenta, do domínio da hidraul. dos liq. visc. interessando camadas superiores da formação, em mater. com teor. de água relativamente baixa. Superção da resist. fundam. ao cisalhamento. Comparável às deform. tectônicas. Interesse às vezes toda uma região.	Translação predominantemente horizontal (no conjunto). Deformações plásticas irregulares em todas as direções e sentidos (movimentos de detalhes)	Longo duração, velocidade baixa e mesmo imperceptível (3 a 5 cm/ano), aumentando com teor de água e inclinação. Movim. locais ocasionalmente rápidos			
		1.1.2. RASTEJO DE DETR. DE TALUS (Talus creep)						1.1.3. RASTEJO DE ROCHA (Rock creep, incluindo <u>frang. ad. uncino, out-crop creep</u> ou <u>blockwrigg</u> , curvatura de estrato)	1.1.4. SOLIFLUXÃO (Soil-fluction)	1.1.5. RASTEJO DE DETRITOS (Rock glacier creep)
1. ESCOAMENTOS (Colapso, flowage)	1.2 CORRIDAS (Rapid flow, Solida)	1.2.1. CORRIDA DE TERRA (Earth-flow)	Superfície pré existente sobre a qual se dá o movim. de conjunto de material alócteno. Tendência de aprofundamento e erosão da superfície de escorregamento	Variável	Movim. ráp. de caráter essencialmente hidrodinâmico, ocasionado pela anulação de atrito int., em virtude do destr. da estrutura, em presença de excesso de água. Interesse áreas relativamente pequenas, salvo em casos excepcionais	Transl. com inclinação de pequena a grande, sobre o plano horizontal	Curta duração, velocidade alta a muito alta, podendo ser praticamente instantâneas			
		1.2.2. CORRIDA DE AREIA OU SILTE (Liquefaction flow slide)						1.2.3. CORRIDA DE LAMA (Mud flow)	1.2.3.1. TIPO DE REGIÃO ÁRIDA, SEMI-ÁRIDA OU ALPINA	1.2.3.2. TIPO VULCÂNICO (Lava di fango)
2. ESCORREGAMENTOS (S.Sanau.) (Slides, Irons)	2.1 ESCORREGAMENTOS ROTACIONAIS (Slumps, failures steep slopes)	2.1.1. ESCORREGAMENTO DE TALUDES (Slope-failure)	Superfície de escorregamento cilíndrico-circular de neoformação	De reg. a forte	Movim. relativo rápida de uma parte do maciço sobre a outra, por sup. de resist. ao cisalhamento, podendo haver ou não destr. parcial ou total da estr. da massa escorregada. Pode ocorrer mesmo em rocha viva. Interesse áreas relativamente pequenas	Rotação e translação				
		2.1.2. ESCORREGAMENTO DE BASE (Base failure)						2.1.3. ROTURA ROTACIONAL DO SOLO DE FUNDAÇÃO		
2. ESCORREGAMENTOS (S.Sanau.) (Slides, Irons)	2.2 ESCORREGAMENTOS TRANSLACIONAIS	2.2.1. ESCORREGAMENTO TRANSLAC. DE ROCHA	Superfície de escorregamento plana, podendo ser de neoformação ou preexistente. No segundo caso, o escorregamento diz-se condicionado. (ver o Quadro III).	De reg. a forte	Movim. relat. rápida de uma parte do maciço sobre a outra, completam. no domínio da mecânica dos solos, por superação da resist. ao cisalhamento (coesão + atrito int.), ou de aderência (qda. existe superfície de descontinuidade condicionadora de movimento). Interesse. geralm. áreas peq.	Transpredominant. horiz., a simples queda vertical (Trans. vertical)	Curta duração, velocidade alta a muito alta de 0 a 30 cm/h. Podendo ser quase instantâneas. Em alguns casos, após o desprendimento, a velocidade passa a de queda livre			
		2.2.1.1. SEM CONTROLE ESTRUTURAL						2.2.1.2. COM CONTROLE ESTRUTURAL	2.2.2. ESCORREGAMENTO TRANSLAC. DE SOLO	2.2.3. ESCORREGAMENTO TRANSLACIONAL DE SOLO E DE ROCHA
3. SUBSIDÊNCIAS (In. ganare)	3.1 SUBSIDÊNCIAS (Propriamente ditas)	3.1.1. POR CARREAMENTO DE GRÃOS	Superfície de deslocamento de atitude vertical, múltiplas variáveis, em geral de neoformação.	Aprox. nula	Deslocamento ou deform. essencialmente vert., implicando depressão, afundam., recalque, desmoronamento, causado por plasticificação, deformação, ruptura ou remoção total ou parcial do substrato, ou perda do suporte lateral, com ou sem influência de correção externa. Extensão, em geral, limitada. As vezes afeta regiões extensas	Deform. plást. ou elástica vertical e, às vezes, translação vertical	Curta duração, geralm. (310, 315, 331, 332, 333). Longa nos outros cinco casos. Velocidade, em geral peq., às vezes grande			
		3.1.2. POR DISSOLUÇÃO DE CAMADAS INFERIORES E CAVERNAS						3.1.3. POR DEFORMAÇÕES DE ESTRATOS INF., INCLUSIVE POR DEFORMAÇÕES TECTONICAS E DEFORMAÇÃO POR ACÚMULO DE SEDIMENTOS	3.1.4. POR ROTURA DE ESTRATOS INFERIORES	3.1.5. POR RETIRADA DO SUPORTE LATERAL
		3.2 RECALQUES						3.2.1. POR CONSOLIDAÇÃO (Expulsão de água)	3.2.2. POR COMPACTAÇÃO (Expulsão de ar ou outros gases)	
3. SUBSIDÊNCIAS (In. ganare)	3.3 DESABAMENTOS	3.3.1. POR ROTURA DE CAMADA								
		3.3.2. POR SUBESCAVAÇÃO						3.3.3. POR RETIRADA DO SUPORTE LATERAL		
		4						FORMAS DE TRANSIÇÃO OU TERMOS DE PASSAGEM	Variável	Formas de trans. entre as anter.
5	MOVIMENTOS DE MASSA COMPLEXOS	Variável	Combinação das formas anter.							

Uma respeitada autoridade internacional é D. J. Varnes, autor de diversas publicações^X sobre movimentos de taludes. A classificação básica dos movimentos de encostas de Varnes, em tradução da Professora Denise Gerscovich^Y, está apresentada no Quadro 2. São identificados os seguintes tipos:

- Quedas
- Tombamentos
- Escorregamentos
- Expansões Laterais
- Corridas / Escoamentos

**QUADRO 2 – Classificação dos Movimentos de Encosta
(Conforme Varnes, 1978 em Gerscovich, 2012)**

TIPO DE MOVIMENTO			TIPO DE MATERIAL		
			Rocha	Solo (engenharia)	
				Grossoiro	Fino
Quedas			De rocha	De detritos	De terra
Tombamentos			De rocha	De detritos	De terra
Escorregamento	Rotacional	Poucas unidades	Abatimento de rocha De blocos rochosos	Abatimento de detritos De blocos de detritos	Abatimento de terra De blocos de terra
	Translacional	Muitas unidades	De rocha	De detritos	De Terra
Expansões laterais			De rocha	De detritos	De terra
Corridas/escoamentos			De rocha (rastejo profundo)	(Rastejo de solo)	
Complexos: combinação de dois ou mais dos principais tipos de movimentos					

^X Varnes, D.J. "Landslides types and Processes" in "Landslides and Engineering Practice", National Academy of Sciences, Washington, 1958; Varnes, D.J. "Landslides, analysis and Control", special Report 176, National Academy of Sciences, 1978.

^Y Gerscovich, D. M. S. "Estabilidade de Taludes", Oficina de Textos, São Paulo, 166 páginas, 2012.

Varnes (1978) classificou os movimentos de massa também quanto à velocidade de movimento, como mostrado no Quadro 3 abaixo.

QUADRO 3 – Classificação dos Movimentos de Massa Segundo a Velocidade (Conforme Varnes, 1978 em Gerscovich, 2012)

NOMENCLATURA	VELOCIDADE
Extremamente rápido	> 3 m/s
Muito rápido	0,3 m/min a 3 m/s
Rápido	1,5 m/dia a 0,3 m/min
Moderado	1,5 m/mês a 1,6 m/dia
Lento	1,5 m/ano a 1,6 m/mês
Muito lento	0,06 m/ano a 1,6 m/ano
Extremamente lento	< 0,06 m/ano

Portanto, o ocorrido no caso em foco deve ser denominado “escoamento muito rápido”^Z ou “corrida” conforme as referências acima. Em hipótese nenhuma seria chamado de desabamento, uma denominação reservada para deslocamentos estritamente verticais. Quando ao termo “desmoronamento” não é utilizado em nenhum sistema conhecido de classificação geotécnica de movimento de massa.

Os **quesitos Oitavo e Nono** persistem no inadequado e incorreto uso das denominações desabamento e desmoronamento.

Décimo Quesito: É possível afirmar que os danos do local foram provocados por evento natural da natureza?

A resposta do Laudo foi: “**Negativo**”. A negativa da resposta implica em dizer que o evento não foi natural.

Ao contrário, à luz dos fatos e estudos apresentados no Relatório, pode-se afirmar que, sem dúvida, o acidente foi causado por evento natural, a saber: a existência de argila sensível na massa deslizada. Como explicado no Relatório, tanto a natureza rápida e súbita do movimento como os resultados de ensaios de piezocone (aos quais os Peritos autores do Laudo não tinham tido acesso), apontam claramente para a existência desse material sem precedente em nosso País.

^Z A velocidade média estimada do movimento em foco deve ter sido da ordem de 0,5 a 1 m/s, pois houve deslocamento da ordem de 65 m em cerca de 1 ou 2 minutos, conforme mencionado no Relatório.

Quesitos do Ofício 252/13-GAB/1ª DPS

Este Ofício, como se lê no Laudo, apresentou cinco quesitos. Quatro deles foram abarcados pelos comentários acima. O Segundo Quesito, porém, aborda outro aspecto da questão.

Segundo Quesito: É possível afirmar que o sinistro em questão poderia ter sido evitado com a realização de obras de contenção, como um muro de arrimo ou outra, para evitar a ação da água e o consequente assoreamento do barranco do rio Amazonas?

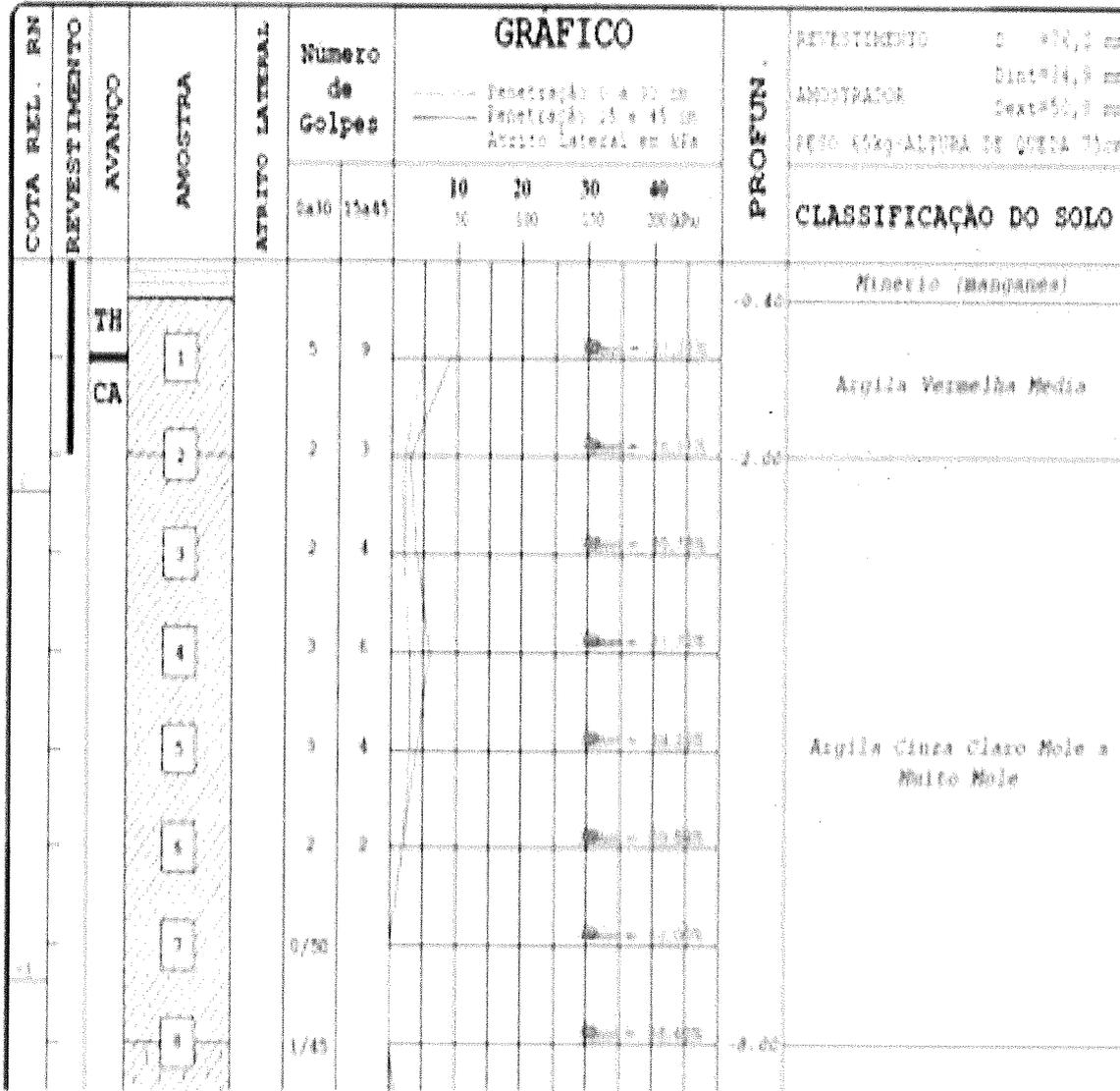
A resposta do Laudo foi: “**Positivo**”, implicando em afirmar que obras de contenção seriam necessárias e que o acidente poderia ter sido evitado com tais obras de contenção.

Para responder corretamente a este quesito é preciso colocá-lo em perspectiva. Como não se sabia (nem havia motivos para suspeitar) da existência do solo sensível antes do acidente, as hipotéticas estruturas de contenção (desnecessárias ao nível de conhecimento naquele momento, como comentado acima) seriam projetadas de maneira convencional. Os peritos não apresentaram cálculos ou indicações sobre o tipo e as dimensões das obras de contenção que mencionam, mas, inevitavelmente, elas teriam sido dimensionadas em desconhecimento da natureza sensível da argila e, provavelmente, (seguindo em nível hipotético) não seriam suficientes para evitar o acidente.

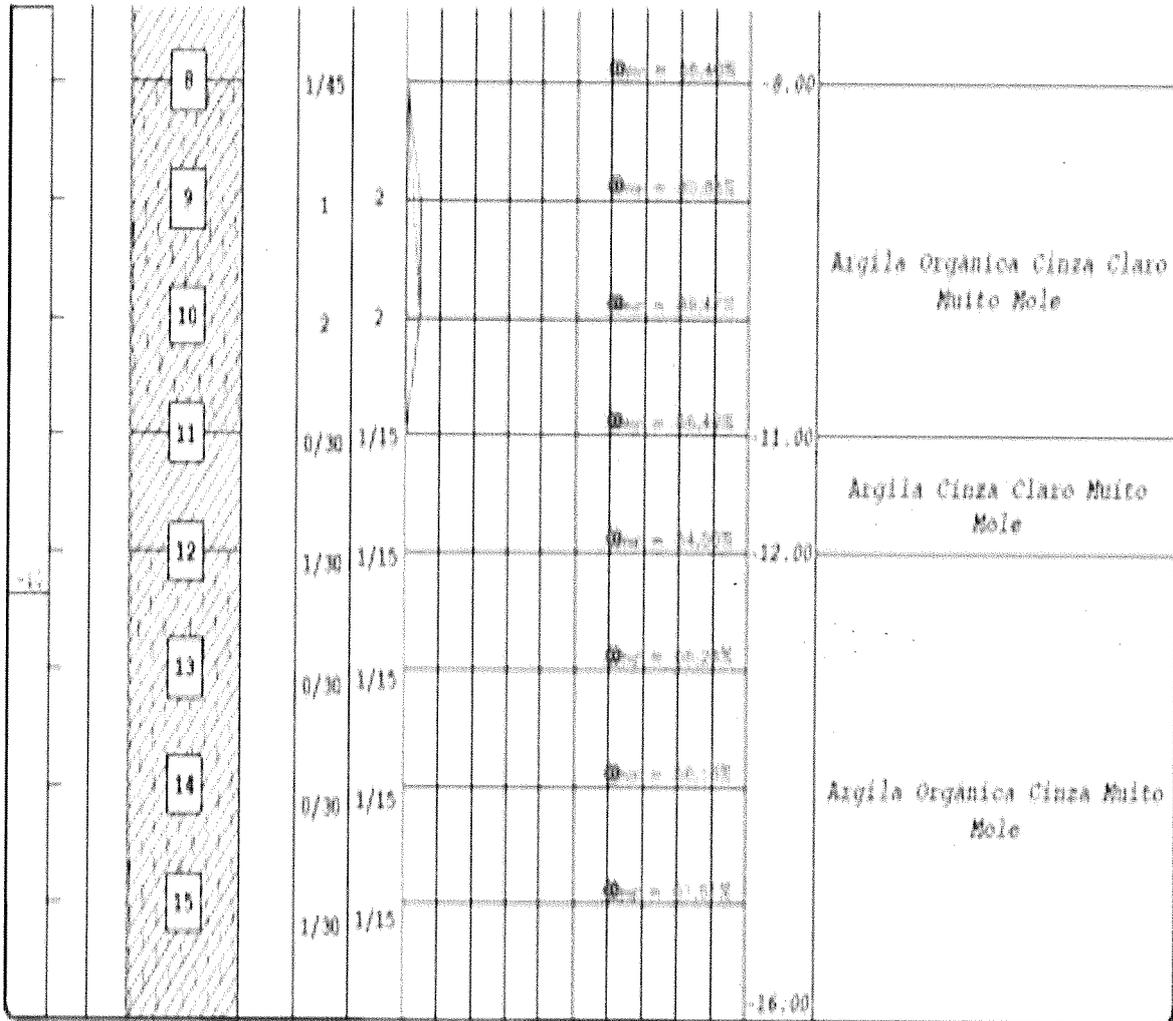
Na Noruega, aonde foram registrados diversos casos de corridas em solos sensíveis, costuma-se retirar todo o solo sensível ao invés de procurar contê-lo. Ou seja, uma postura, considerada melhor e mais prudente, utilizada por engenheiros de países onde é conhecida a existência de argila sensível, consiste em remover o solo sensível ao invés de se instalar estruturas de contenção.

ANEXO 1 À C1041-130703 SONDAGEM NO LOCAL AFETADO PELO MOVIMENTO

CLIENTE: <u>MMX AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.</u>	SONDAGEM <u>SP-0</u>	SP B
OBRA: <u>PORTO DE SANTANA</u>	FOLHA: <u>01/03</u>	
LOCAL: <u>PÁTIO DE MINÉRIO DO PORTO DE SANTANA</u>	COTA DO FURO: <u>+ 2,37 M</u>	
MUNICÍPIO: <u>SANTANA - AP</u>		



SP B



INICIO DA SONDADEM: 14/09/2007
 TERMINO DA SONDADEM: 17/09/2007
 Na: -0.60 m
RELATÓRIO: RS 1220 - 09/07

Joinville, 21 de Setembro de 2007.
 Eng. Karina Helena A. B. Berkenbrock
 CREA - 051.860-4 - SC

CLIENTE: MPX AMPAPÁ MINERAÇÃO LTDA

OBRA: PORTO DE SANTANA

LOCAL: PÁTIO DE MINÉRIO DO PORTO DE SANTANA

MUNICÍPIO: SANTANA - AP

SONDAGEM: SP-8

FOLHA: 02/05

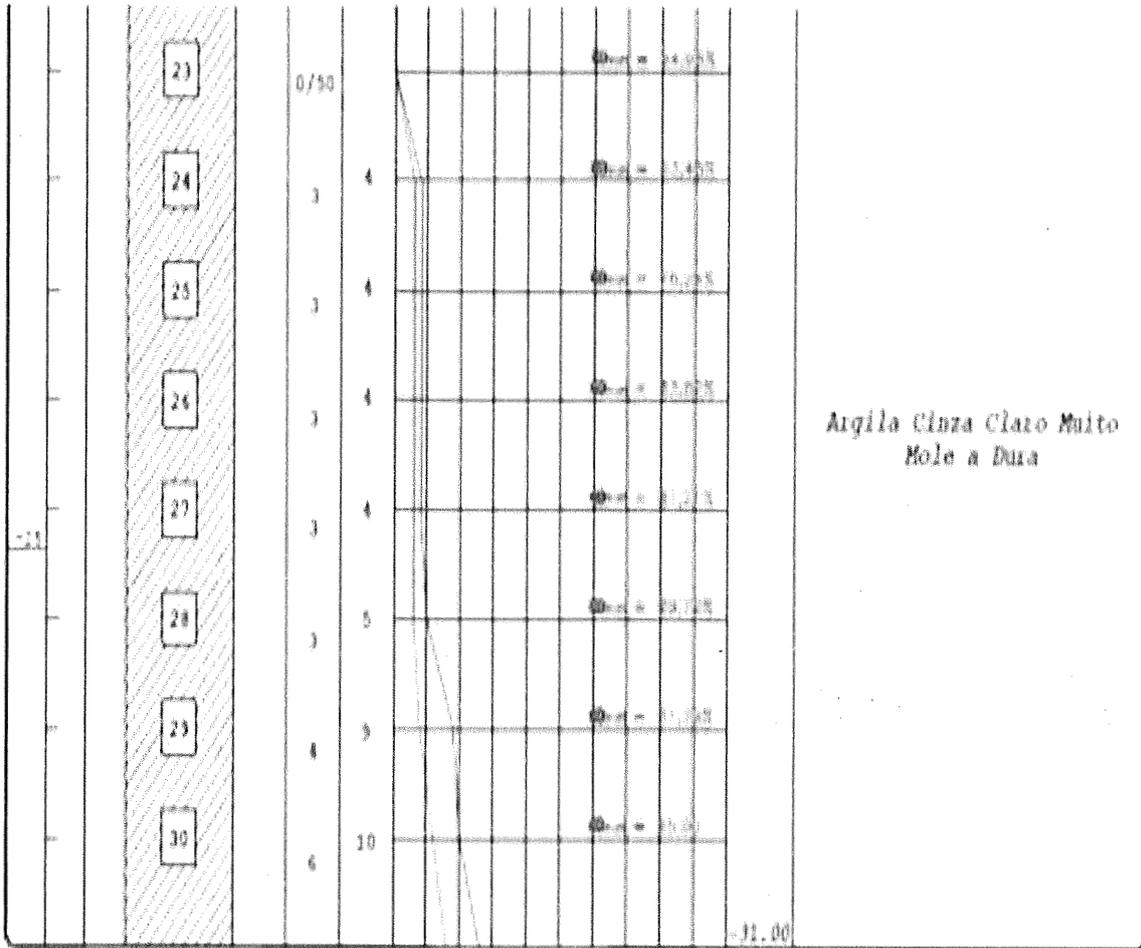
COTA DO FURO: + 2,37 M

SP B

COTA REL. RN	REVESTIMENTO	AVANÇO	AMOSTRA	AFRITO LATERAL	Número de Golpes	GRAFICO				PROFUND.	REVESTIMENTO Ø = 114,3 mm CLASSE 14,3 mm AMOSTRADOR Cota=90,5 mm PESO 45kg-ASTURA DE QUEDA 75cm
						10	20	30	40		
5x30	15x45	10	20	30	40						
		CA	16	1/20	1/30					15,00	
			17	1/30	1/15						
			18	0/50							
			19	0/45							
			20	0/50							
			21	0/50							
			22	1/45						22,00	
			23	0/55							

Argila Orgânica Cinza Muito Moia

SP B



INICIO DA SONDAJEM: 14/09/2007
 TÉRMINO DA SONDAJEM: 17/09/2007
 Na: -0.60 m
RELATÓRIO: RS 1220 - 09/07

Joinville, 21 de Setembro de 2007.
 Eng. Karina Helena A. B. Berkenbrock
 CREA - 051.060-4 - SC

ANEXO 2 À C1041-130703 RELATÓRIO DO PROF. FERNANDO SCHNAID

Porto Alegre, 17 de Junho de 2013

A Geoprojetos
A/C Eng. Sandro Sandroni

ENSAIOS DE PIEZOCONE: INTREPRETAÇÃO

1. *Introdução*

O presente Relatório tem por objetivo analisar os resultados de ensaios de piezocone executados pela Empresa Geoforma no ano de 2007, no Porto da Anglo-American em Santana, Brasil.

2. *Documentação*

Este documento é baseado em informação gerais da obra disponibilizadas pela Geoprojetos, e de planilhas excel com os resultados de três (3) ensaios completos de piezocone (CPTU-04, CPTU-08 e CPTU-15).

3. *Características gerais*

Os resultados dos ensaios de piezocone são característicos de depósitos de argilas moles, apresentando condições semelhantes às encontradas em depósitos sedimentares ao longo de toda a costa brasileira (Schnaid e Odebrecht, 2012).

O resultado de um dos ensaios (CPTU-04) é ilustrado no perfil da Figura 1, na qual a resistência à penetração (q_t), poro pressão (u_o), atrito na luva (f_s), razão de atrito (R_f) e parâmetro de poro pressão (B_q) são plotados contra a profundidade. Os resultados são consistentes, com boa resolução, tanto nos valores de penetração como nos registros de poro-pressão. Baixos valores de resistência à penetração (q_t), iniciando em torno de 500kPa e aumentando com a profundidade, associados a altos valores de poro pressão, indicam presença de camada argilosa, muito compressível, com resistência não-drenada da ordem de 20 kPa e resistência normalizada de $S_u/\sigma'_{vo} \approx 0,25$ (Figura 2). Esta resistência encontra-se na faixa de ocorrência de depósitos argilosos brasileiros e os valores são consistentes com modelos de comportamento tipo CamClay.

Entretanto os ensaios CPTU-04 e CPTU-08 apresentam uma informação inesperada: valores de B_q excepcionalmente altos (maiores do que 1), que podem ser interpretados como indicativo de solos sensíveis de comportamento metaestável. O parâmetro de classificação de solos (B_q) é definido como:

$$B_q = \frac{(u_2 - u_0)}{(q_t - \sigma_{vo})} \quad (1)$$

sendo u_2 as poro pressões registradas durante a penetração do piezocone, u_0 as pressões hidrostáticas e σ_{vo} a tensão vertical *in situ*. A magnitude elevada de u_2 mostrada nas Figuras 1 e 2 é analisada em detalhe neste documento.

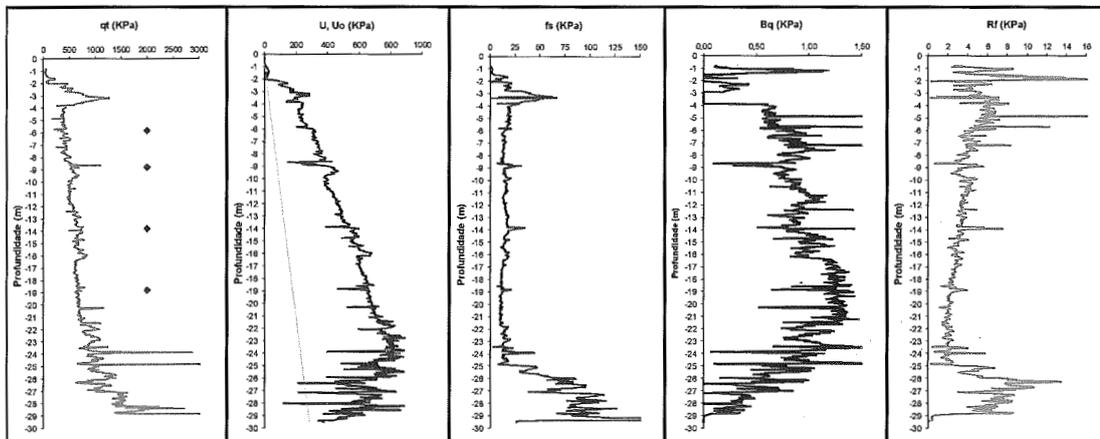


Figura 1. Perfil de piezocone CPTU 04

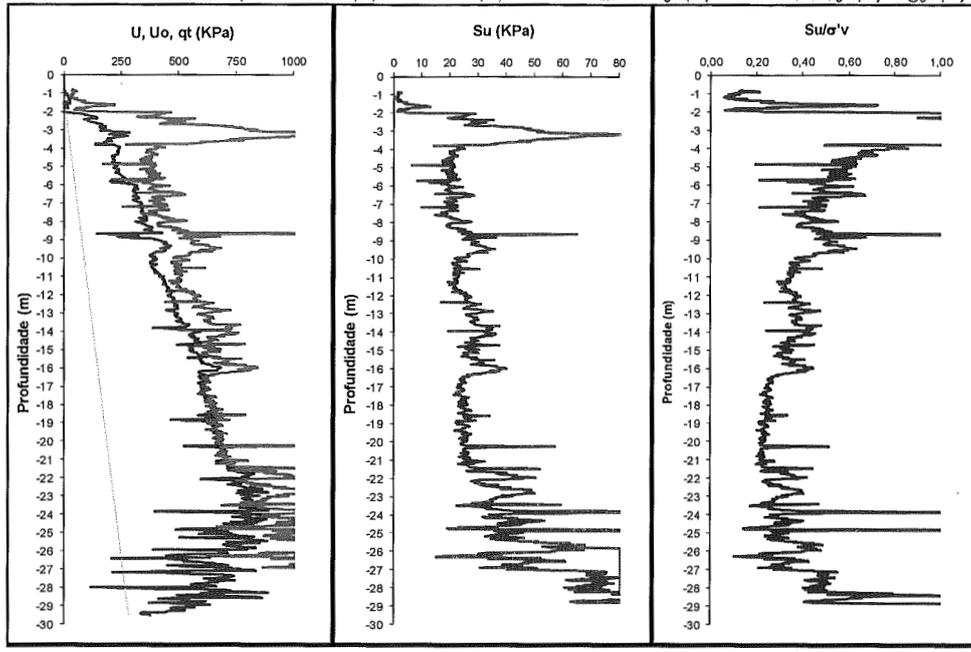


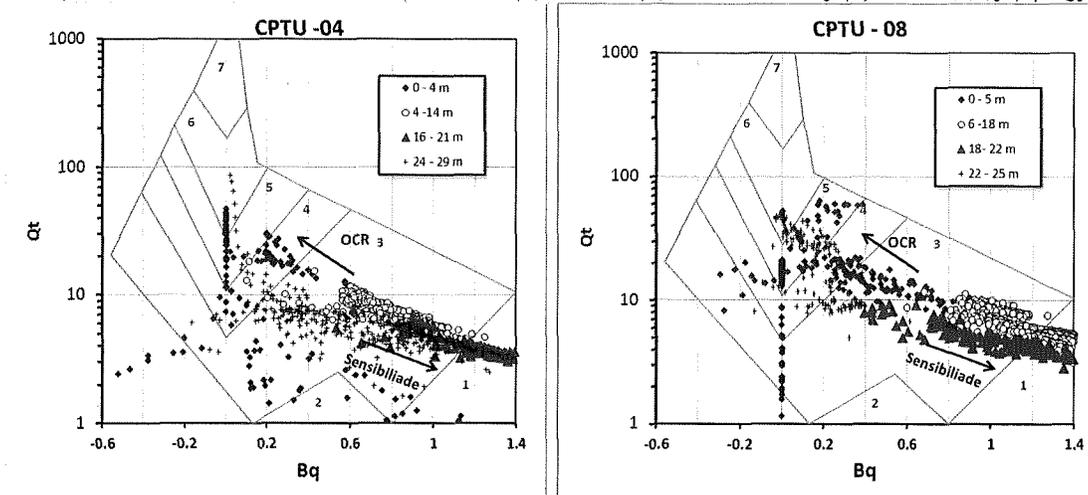
Figura 2. Valores de penetração, poro pressão e resistência ao cisalhamento não drenada

4. Classificação

A classificação de solos através dos resultados de piezocone é realizada na forma de ábacos, estabelecidos com base em padrões de comportamento. Na abordagem proposta por Robertson e outros (1986), de uso corrente na prática internacional, os resultados são plotados em um ábaco no espaço $Q_t \times B_q$ para identificação de 12 zonas de comportamento. A variável Q_t é definida como:

$$Q_t = \frac{(q_t - \sigma_{vo})}{(\sigma_{vo} - u_o)} \quad (2)$$

Gráficos de classificação propostos por Robertson (1990) são apresentados na Figura 3, para os ensaios CPTU-04 e CPTU 0-08. Os valores medidos nos ensaios situam-se na faixa correspondente a argilas e argilas siltosas, porém com camadas entre 6m e 22m exibindo comportamento de solos finos sensíveis (em função dos valores elevados de B_q). Esta sensibilidade pode conferir ao solo comportamento metaestável, conforme descrito anteriormente.



Zon	Tipos de solos	Zona	Tipos de solos	Zon	Tipos de solos
1.	Solo fino sensível	4.	Argila siltosa –silte argiloso	7.	Areia com pedregulhos - areias
2.	Solo orgânico e Turfas	5.	Siltos arenosos – areias siltosas	8.	Areias – areias limpas
3.	Argilas – argilas siltosas	6.	Areias limpas – areias siltosas	9.	Areias finas rígidas

Figura 3. Classificação de solos definidos por tipos de comportamento (Robertson, 1990).

Entretanto, assinala-se que o ensaio CPTU-15 realizado próximo aos demais ensaios, que também é representativo de um depósito argiloso, revela duas características distintas das demais (Figura 4):

- a) Valores de B_q na faixa de 0,6
- b) Presença de pequenas lentes arenosas intercaladas às camadas argilosas

Conclui-se que existe certa heterogeneidade no terreno e que as lentes arenosas podem estar influenciando no comportamento da argila ou na distribuição de poro pressões de equilíbrio do depósito.

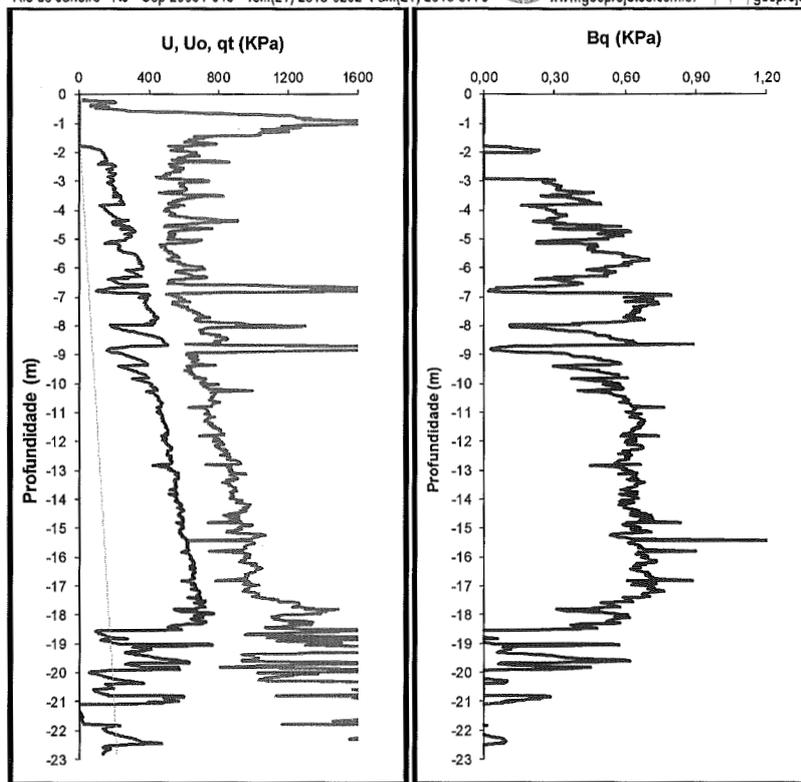


Figura 4. Variação de q_t , u e B_q com a profundidade no ensaio CPTU-15

5. História de tensões

Valores elevados de B_q (acima de 0,6) devem estar necessariamente associados a valores de OCR próximos à unidade, pois valores de B_q elevados são representativos de depósitos normalmente adensados à ligeiramente pré-adensados.

Entre as muitas proposições existentes na literatura para estimativa da história de tensões destacam-se abordagens nas quais a tensão de pré-adensamento é diretamente correlacionada à resistência da ponta do piezocone ($q_t - \sigma_{vo}$), expressa pela equação (e.g. Schnaid, 2010):

$$\sigma'_{vm} = K_1(q_t - \sigma_{vo}) \quad (3)$$

Valores de K_1 apresentados na literatura internacional apontam para um valor médio da ordem de 0,305 (Chen e Mayne, 1996), contudo outros autores indicam variações na faixa entre 0,1 a 0,5 que podem estar associadas ao limite de liquidez e a presença de matéria orgânica. Experiência descrita por Schnaid e Odebrecht (2012) compila dados dos depósitos quaternários da costa brasileira, mostrando que a dispersão é significativa, exige avaliação caso a caso e apresenta curva de tendência expressa pela equação abaixo:

$$\sigma'_{vm} = K_1(q_t - \sigma_{vo}) \quad K_{1\text{médio}}=0,20 \quad 0,14 < K_1 < 0,33 \quad r^2=0,47 \quad (4)$$

A Figura 5 resume os valores de OCR calculados para a obra, para valores de K_1 de 0,305 e 0,22. Este gráfico atesta a consistência das medidas expressa por valores de OCR próximos à unidade:

- a) a camada argilosa entre 6m e 18m apresenta ligeiro pré-adensamento,
- b) a camada entre 18m e 22m é normalmente adensada,
- c) os valores elevados de B_q ocorrem indistintamente em todas as profundidades, nas duas camadas (6m a 18m e 18m a 22m).
- d) há compatibilidade entre os elevados valores de B_q e a história de tensões do depósito.

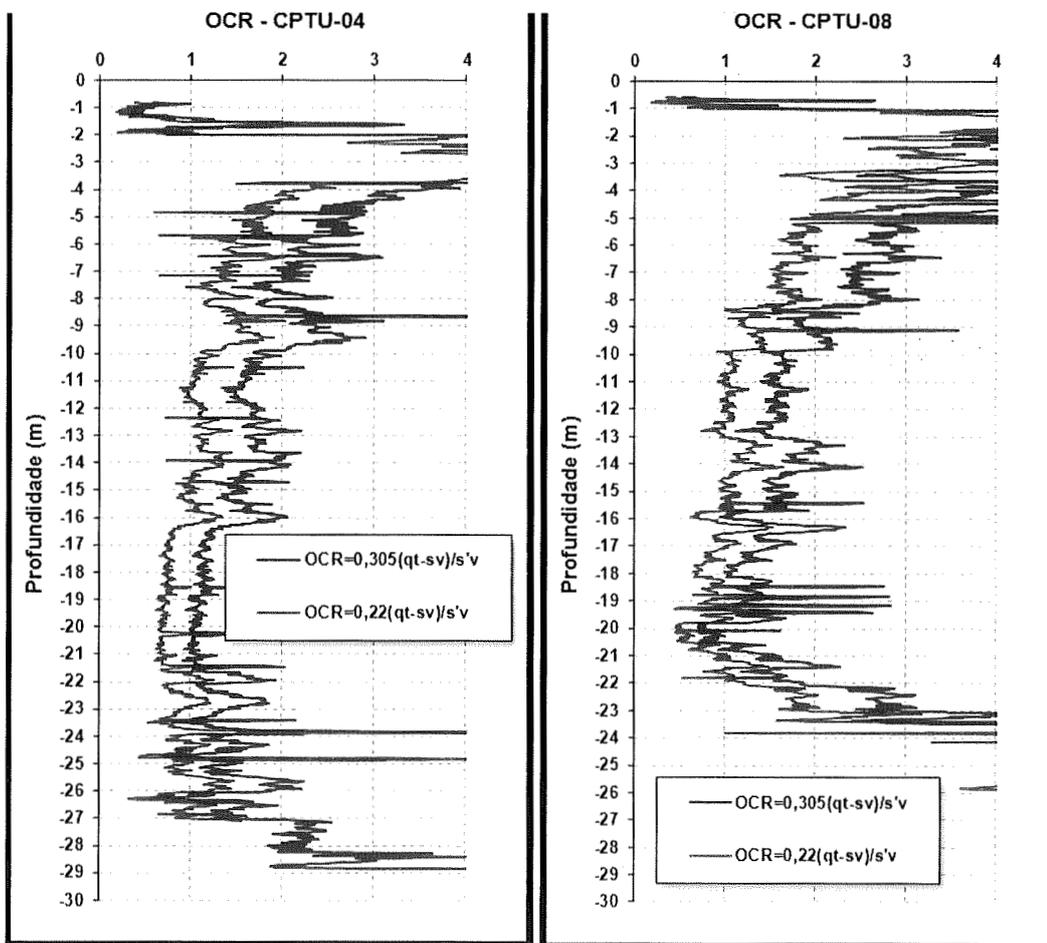


Figura 5. Variação de OCR com a profundidade

6. Ensaio de dissipação

Ensaio de dissipação do excesso de pressões neutras geradas durante a cravação do piezocone no solo podem ser interpretados para estimativa do coeficiente de adensamento horizontal C_h . O campo de tensões e poro pressões mobilizados ao redor do piezocone pode ser avaliado a partir dos métodos de expansão de cavidade e trajetória de deformações, sendo a abordagem proposta por Houlsby & Teh (1988) consagrada internacionalmente. Nesta solução o processo de dissipação pode ser convenientemente expresso através de um fator de tempo adimensional:

$$T^* = \frac{C_h t}{R^2 \sqrt{I_r}} ; \quad C_h = \frac{T^* R^2 \sqrt{I_r}}{t} \quad (5)$$

sendo

R = raio do piezocone

t = tempo de dissipação (normalmente adotado como $t_{50\%}$)

I_r = índice de rigidez (= G/S_u)

G = módulo de cisalhamento do solo

Os valores de C_h obtidos por este procedimento correspondem a propriedades de solo na faixa pré-adensada. Uma estimativa da magnitude do coeficiente de adensamento horizontal C_h na faixa de comportamento normalmente adensada pode ser obtida através da abordagem semi-empírica proposta de Jamiolkowski e outros (1985):

$$C_h(NA) = \frac{RR}{CR} C_h(\text{Piezocone}) \quad (6)$$

Valores experimentais medidos do coeficiente RR/CR variam na faixa entre 0,13 e 0,15 (Jamiolkowski e outros, 1985). Finalmente, os valores medidos de C_h (NA) podem ser convertidos em C_v (NA) considerando anisotropia de permeabilidade vertical e horizontal (k_v / k_h) na faixa entre 1,0 e 1,5.

A interpretação de todos os ensaios de dissipação realizados na campanha de 2007 é apresentada no Anexo I, sendo um exemplo característico ilustrado na Figura 6. Nesta análise o modelo de Houlsby & Teh (1988) é utilizado para modelar a curva de dissipação, procedimento recomendado para determinação de C_h (e.g. Schnaid, 2010). Complementarmente o método de ajuste é usado na extrapolação das medidas de poro pressão para identificar as pressões de equilíbrio. Matematicamente a extrapolação do trecho linear de

resultados, além da faixa de medidas, é imprecisa, mas utilizada no presente trabalho como forma de verificar se as pressões de equilíbrio (u_0) correspondem às pressões hidrostáticas do terreno.

Verifica-se na Figura 6 que o método de Houlsby & Teh (1988) modela de forma satisfatória a curva de dissipação. Valores de $C_h = 4,7 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ e $u_0 = 84 \text{ kN/m}^2$ são obtidos deste ajuste.

Alternativamente utiliza-se um método puramente matemático para estimar a pressão hidrostática, que consiste no ajuste de uma equação polinomial aos resultados de dissipação, no qual o valor de t_{50} corresponde ao ponto de mínima na primeira derivada e zero na segunda derivada. A vantagem de uso desta abordagem consiste em determinar t_{50} e, portanto, u_0 diretamente do ajuste. Um exemplo é apresentado na Figura 7.

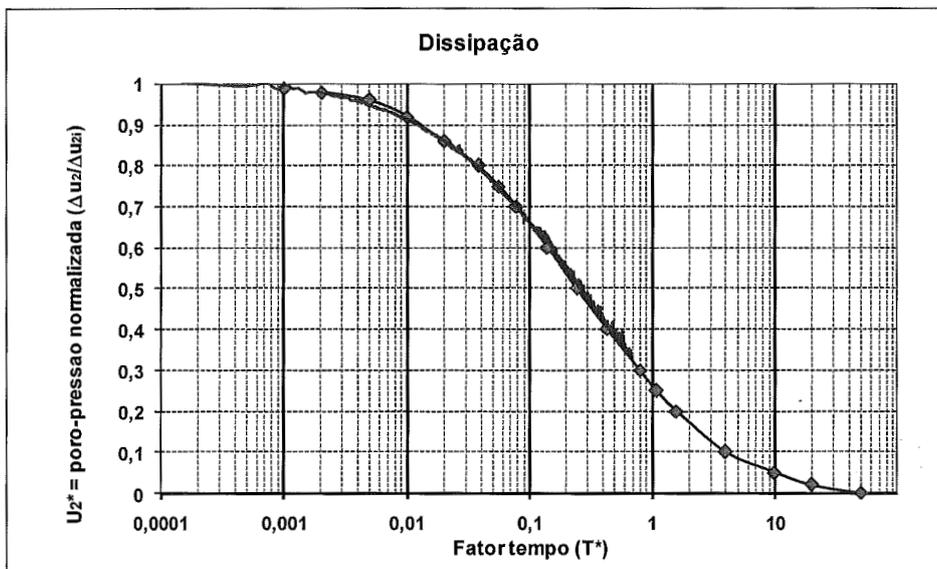


Figura 6 Curva de dissipação do ensaio CPTU04 na profundidade 8,80m e ajuste pelo Método de Houlsby & Teh (1988)

$z := \text{regress}(X, Y, \text{grau})$ $\text{fit}(x) := \text{interp}(z, X, Y, x)$ $\text{coeficientes} := \text{submatrix}(z, 3, \text{length}(z) - 1, 0, 0)$ $m := \text{length}(z) - 1$

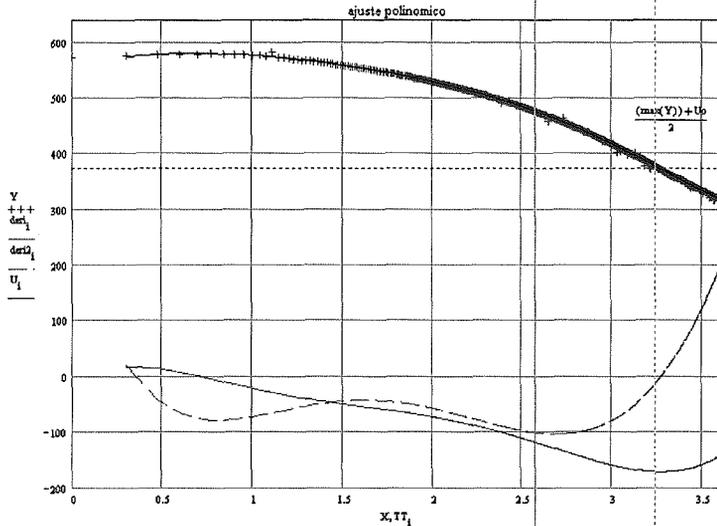
$TT_1 := M_{1,1}$

$i := 1..4054$

$$U_1 := \sum_{r=3}^m \bar{x}_i \cdot (TT_1)^{r-3} \quad \text{den1}_i := \sum_{r=4}^m (r-3) \bar{x}_i \cdot (TT_1)^{r-4} \quad \text{den2}_i := \sum_{r=5}^m (r-3)(r-4) \bar{x}_i \cdot (TT_1)^{r-5}$$

coeficientes =

573.93366
-18.47376
126.39259
-184.67896
108.72009
-32.18202
4.38433
-0.19837



$$\frac{\sum (\text{fit}(X) - \text{mean}(Y))^2}{\sum (Y - \text{mean}(Y))^2} = 0.99985$$

Figura 6 Curva de dissipação do ensaio CPTU04 na profundidade 18,80m e ajuste pelo Método de Mantaras et al (1988)

Com base nos métodos descritos, os valores de C_h e u_0 são calculados (ver Anexo I). Os valores de C_h resumidos na Figura 9 variam tipicamente na faixa de $2,0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ a $6,0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ e correspondem ao comportamento do solo na faixa pré-adensada. Os valores de C_v são 10 vezes menores, variam tipicamente na faixa de $2,0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ a $6,0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ e correspondem ao comportamento do solo na faixa normalmente adensada.

Os valores estimados da poro pressão de equilíbrio são mostrados na Figura 8 e indicam não haver evidência de excesso de poro pressões no momento dos ensaios, ou seja não há evidências de poro pressões induzidas por artesianismo ou carregamento. Pequenas mudanças com relação a posição do freático não alteram substancialmente as análises apresentadas.

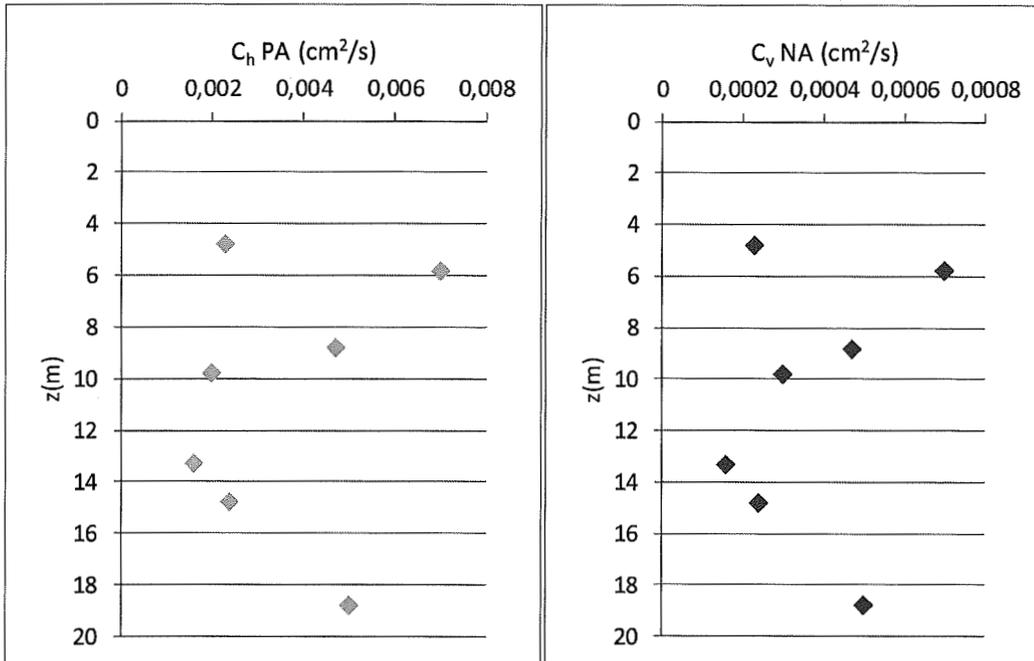


Figura 8. Valores calculados C_h (PA) e C_v (NA) de obtidos através dos ensaios de dissipação

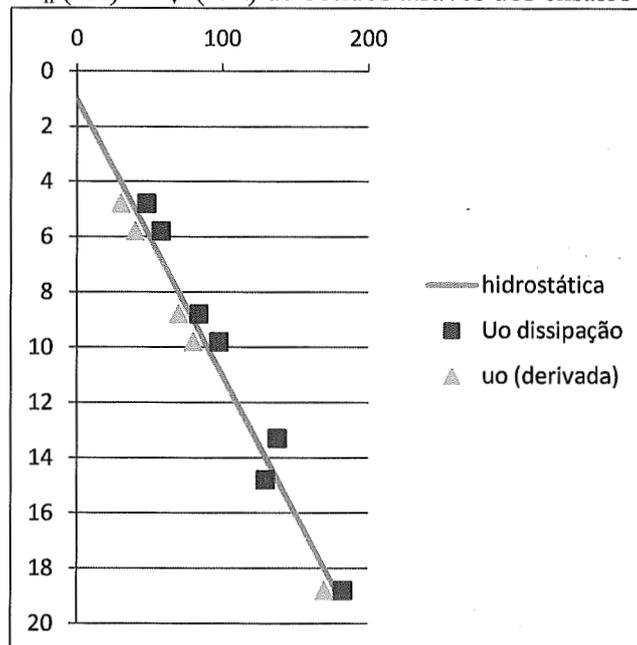


Figura 9. Valores da poro pressão de equilíbrio obtidos a partir da extrapolação da curva de dissipação.

7. Conclusões

Os ensaios de piezocone realizados no Porto da Anglo-American em 2007, executados pela empresa Geoforma, são característicos dos depósitos de argilas moles encontrados ao longo de toda a costa brasileira (Schnaid e Odebrecht, 2012). Os resultados são consistentes, com boa resolução, tanto nos valores de penetração como nos registros de poro-pressão. Baixos valores de resistência à penetração (q_t), iniciando em

torno de 500kPa e aumentando com a profundidade, associados a altos valores de poro pressão, indicam presença de camada argilosa muito compressível, com resistência não-drenada da ordem de 20 kPa e resistência normalizada de $S_u/\sigma'_{v0} \approx 0,25$.

As poro-pressões medidas são elevadas, resultando em valores de B_q acima da unidade, ocorrência pouco frequente nos depósitos brasileiros. Os valores elevados de poro-pressão (e portanto valores de B_q elevados) podem resultar de duas condições distintas:

- a) Sensitividade do solo, cuja estrutura metaestável induz altas valores de poro-pressão e, com consequência, baixos valores de resistência à penetração.
- b) Erros na interpretação da poro-pressão de equilíbrio que, como consequência, produz valores calculados de B_q acima dos valores reais representativos do comportamento da argila.

A pressão de equilíbrio no momento dos ensaios pode ser devida à:

- a) Altura de coluna de água;
- b) Altura de coluna de água somada à sub-pressão no maciço;
- c) Altura de coluna de água somada ao excesso de poro pressão gerado por sobrecarga (solo em adensamento)
- d) Altura de coluna de água somada ao excesso de poro pressões induzido por tensões cisalhantes de carregamento assimétrico adjacente ao ponto de ensaio.

O piezocone pode ser usado na identificação da pressão de equilíbrio do depósito, porém este procedimento não foi empregado na campanha de investigação do Porto da Anglo-Americam, pois exige ensaios de dissipação de longa duração (várias horas) que via de regra não são economicamente viáveis e por este motivo não são recomendados por normas e procedimentos internacionais. A análise dos dados existentes, dos registros de poro pressão e sua dissipação, indicou não haver indícios de excesso de poro pressão no momento dos ensaios, considerando-se válida a hipótese da pressão de equilíbrio corresponder à pressão hidrostática do depósito.

Conclui-se, portanto, que os ensaios de piezocone são consistentes e indicam a possibilidade de ocorrência de argilas moles sensíveis, de comportamento potencialmente metaestável. Não sendo de usual a presença de solos sensíveis no Brasil, recomenda-se que esta evidência seja comprovada através de modelos geológicos e investigação geotécnica complementar. Recomenda-se também a instalação de piezômetros para identificação inequívoca das pressões de equilíbrio do depósito.

Referências para consulta

SCHNAID, F. (2010). In Situ Testing in Geomechanics. 1. ed. Oxon: Taylor & Francis, 329pag.

Schnaid, F. ; Odebrecht, E (2012). Ensaios de Campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 223pag.

ANEXO I

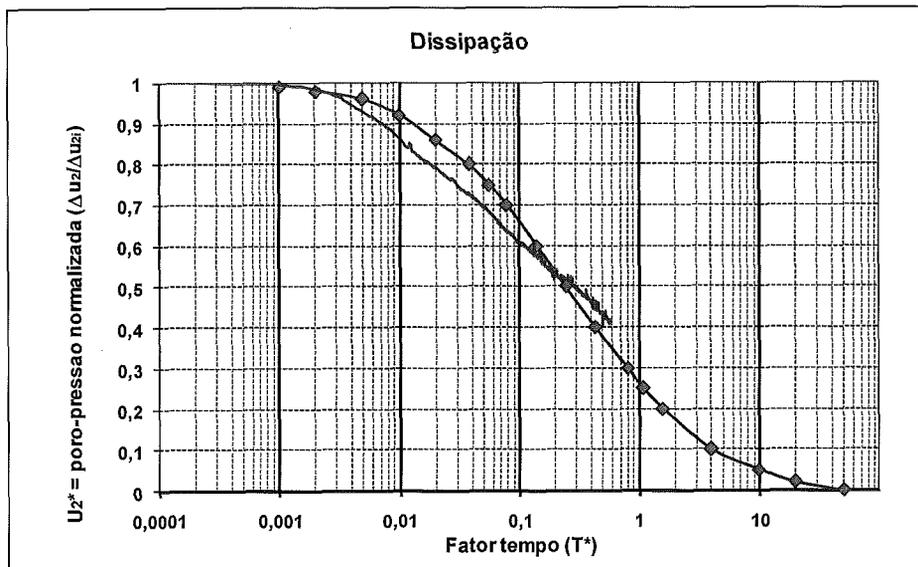


Figura A1. CPTU04 Dissipação na profundidade 5,80m
Valores do ajuste: $C_h = 7,0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 7,1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 58 \text{ kN/m}^2$, $Ir = 100$

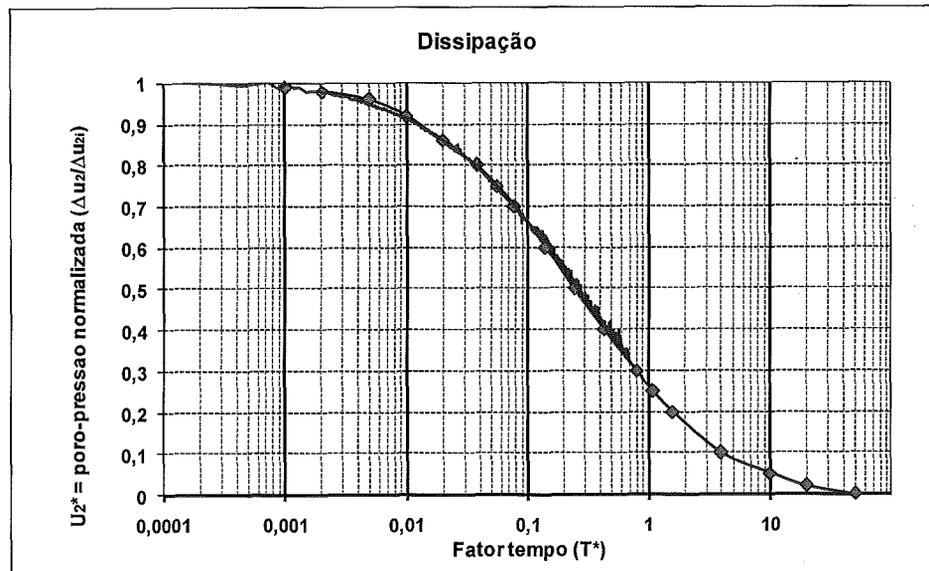


Figura A2. CPTU04: Dissipação na profundidade 8,80m
Valores do ajuste: $C_h = 4,7 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 4,7 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 84 \text{ kN/m}^2$, $Ir = 100$

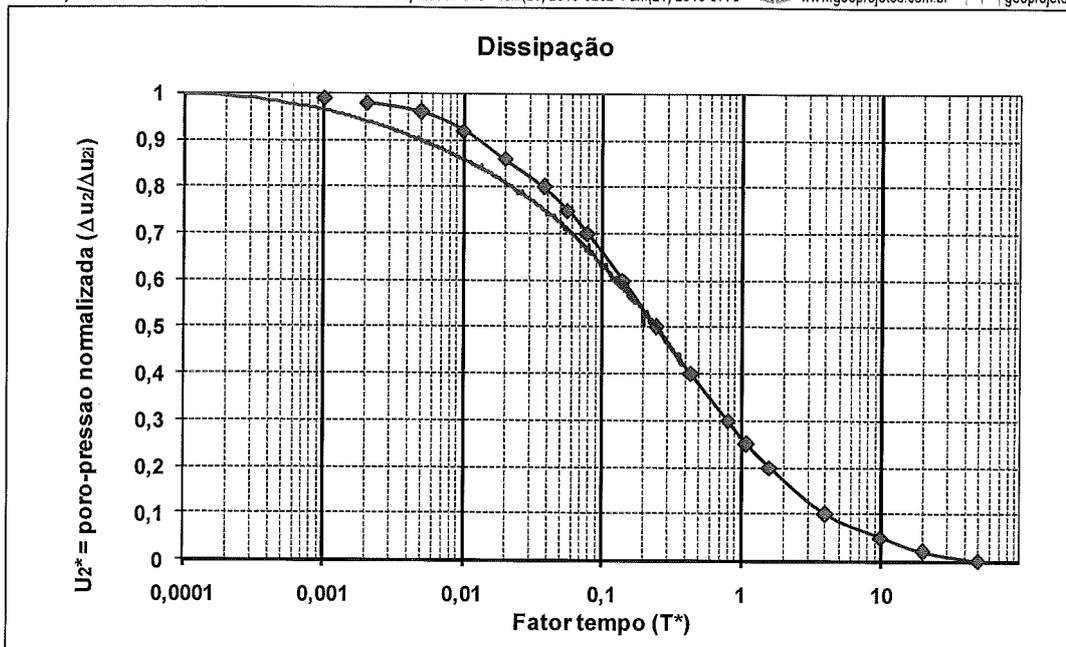


Figura A3. CPTU04: Dissipação na profundidade 13,30m
Valores do ajuste: $C_h = 1,6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 1,6 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 138 \text{ kN/m}^2$, $I_r = 100$

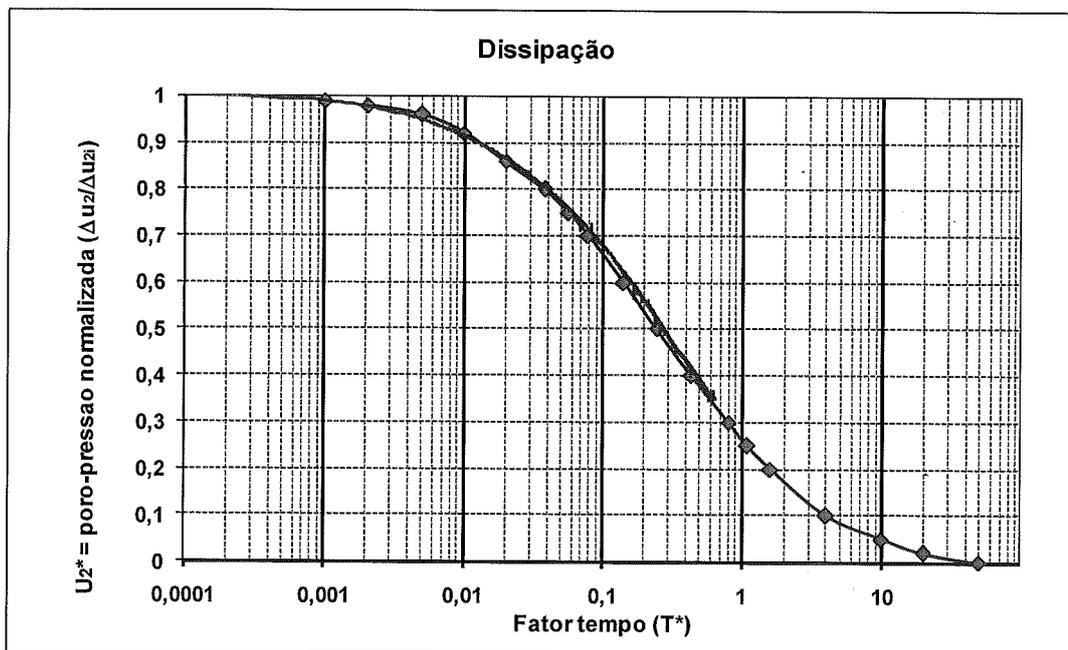


Figura A4. CPTU04: Dissipação na profundidade 18,80m
Valores do ajuste: $C_h = 5,0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 5,0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 183 \text{ kN/m}^2$, $I_r = 10$

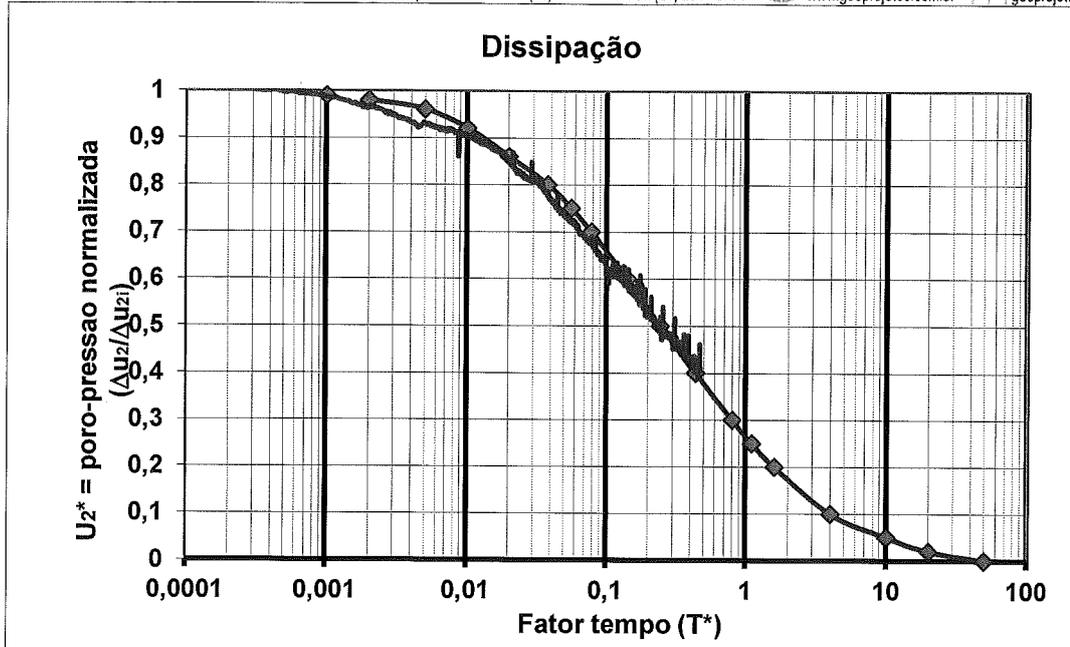


Figura A5. CPTU08: Dissipação na profundidade 4,80m
Valores do ajuste: $C_h = 2,3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 2,3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 48 \text{ kN/m}^2$, $Ir = 100$

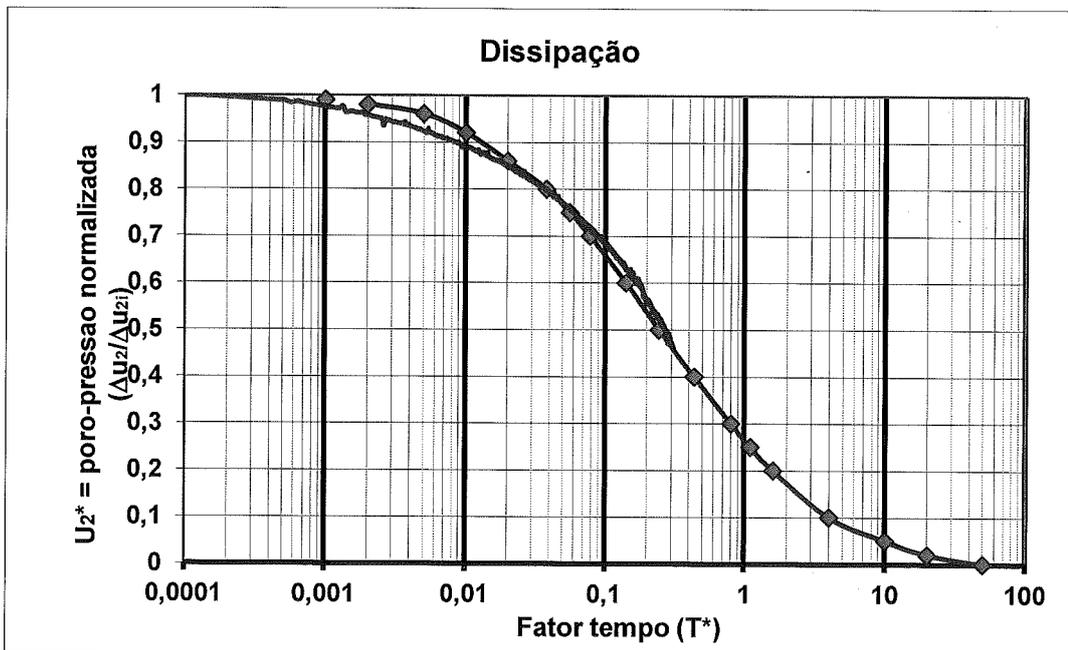


Figura A6. CPTU08: Dissipação na profundidade 9,80m
Valores do ajuste: $C_h = 2,0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 2,0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 98 \text{ kN/m}^2$, $Ir = 100$

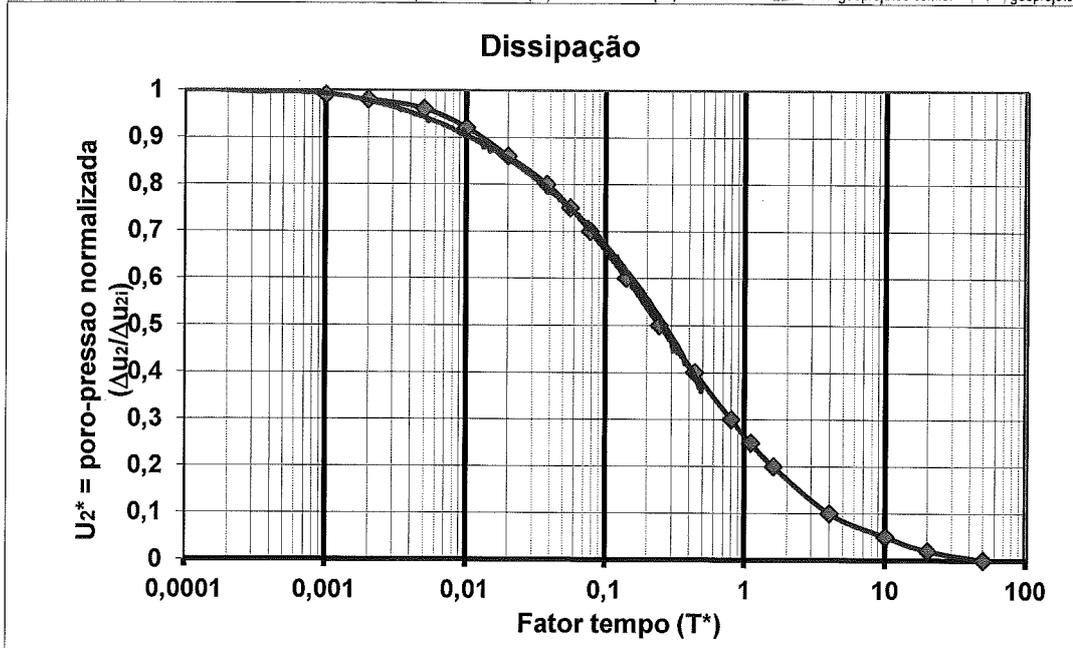


Figura A7. CPTU08: Dissipação na profundidade 14,80m
Valores do ajuste: $C_h = 2,3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$; $C_v = 2,3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$; $u_0 = 130 \text{ kN/m}^2$, $I_r = 100$

Att.

Fernando Schnaid
Consultor Geotécnico
+55 51 3084 4040
+55 51 8118 546

Analysis Consultoria Civil e Geotécnica
Wenceslau Escolar 3033/708
Porto Alegre RS 91900.000

CURRICULUM VITAE PROFISSIONAL ENGENHEIRO CIVIL SANDRO SALVADOR SANDRONI

Atualizado em agosto 2013

Resumo da Experiência

O Engenheiro Sandroni, PhD pelo Imperial College da Universidade de Londres, tem mais do que 40 anos de experiência em estudos, projetos e assessoria geotécnica. Na área acadêmica o Eng.º. Sandroni orientou teses de mestrado e doutorado e foi professor associado da PUC-Rio, professor visitante na Universidade de Alberta, Canadá e professor colaborador da COPPE-UFRJ. Atualmente é Professor Pesquisador da PUC-Rio. Na área industrial o Eng.º. Sandroni trabalhou em obras envolvendo aterros sobre argila mole, estabilização de encostas, barragens de terra e enrocamento, túneis, fundações rasas e profundas, escavações, portos, quebra mares, estradas de rodagem, ferrovias, empreendimentos imobiliários, aeroportos, minas a céu aberto, indústrias siderúrgicas, indústrias químicas e nucleares, pátios de estocagem de minério, áreas de depósitos de rejeitos de mineração e indústrias, depósitos de resíduos sólidos urbanos, etc. Proferiu palestras no Brasil e no Exterior. Foi palestrante, relator, membro de painel, coordenador de debates, presidente de mesa e moderador em congressos e simpósios no Brasil e no Exterior. Participou como perito e como arbitro em questões de seguro, contenciosos legais e arbitragens.

O Engenheiro Sandroni recebeu os prêmios Terzaghi e José Machado da ABMS.

CONTEÚDO

1. Dados Pessoais.
 - 1.1. Gerais.
 - 1.2. Formação Acadêmica.
 - 1.3. Cursos.
 - 1.4. Posições Acadêmicas.
 - 1.5. Teses Orientadas
 - 1.6. Posições na Indústria.
2. Principais Trabalhos na Indústria.
3. Publicações
4. Palestras e Participação em Congressos
5. Outras Atividades e Prêmios
6. Reproduções dos diplomas

1. DADOS PESSOAIS.

1.1. Gerais.

Data Nascimento: 16 agosto 1945
Nacionalidade: Brasileiro
CREA: 200591290-5 (antigo 19.530-D RJ)
ID: 1 742 644 – 53 DETRAN RJ
CPF 217 586 457 53
ENDEREÇO: Praça Pio X, nº. 78 11º andar
CEP 20.091-040 Centro Rio de Janeiro, RJ
TEL.: (21) 2518-0202 e 2216 5450
CEL: (21) 8699-1817
FAX: (21) 2516-9779
EMAIL: sandro@geoprojetos.com.br

1.2. Formação Acadêmica.

Engenheiro Civil, PUCRJ, 1968
Mestre em Ciências de Engenharia Civil, PUCRJ, 1973
M.Sc. em Mecânica dos Solos, Univ. of London, Imperial College, 1974
Ph.D. em Mecânica dos Solos, Univ. of London, Imperial College, 1977

1.3. Cursos

Sondagens Sísmicas, Soiltest Inc, Rio de Janeiro, 1969
Engineering Appreciation of Field Testing, Soil Mechanics Ltd, Londres, 1974
Off-shore Soil Mechanics, University of Cambridge, 1976

1.4. Posições Acadêmicas.

Prof. Mecânica dos Solos, Curso de Engenharia Operacional PUCRJ, 1967/1968
Prof. de Graduação, Curso de Engenharia Civil PUCRJ, 1969/1981
Prof. de Pós-Graduação em Mecânica dos Solos PUCRJ, 1972/1981
Prof. Visitante em Mecânica dos Solos Univ. of Alberta, Edmonton, Canadá, 1980
Prof. Curso de Barragens para a Eletrobrás COPPE/UFRJ, 1982
Prof. de Resistência ao Cisalhamento, Curso de Doutorado COPPE/UFRJ, 1982/1983
Prof. Estágio Avançado em Barragens de Terra Instituto Militar de Engenharia, RJ, 1985
Prof. Curso de Extensão em Engenharia de Barragens Univ. Fed. Ouro Preto, MG, 1989
Prof. Colaborador, Curso de Pós-Graduação COPPE/UFRJ, 1983-2008
Prof. Pesquisador, Curso de Pós-Graduação PUC-Rio, 2011-presente

1.5 Teses Orientadas

Pedricto Rocha Filho, Mestrado, PUCRJ, 1973
José Roberto Thedim Brandt, Mestrado, PUCRJ, 1978
José Maria Justino da Silva, Mestrado PUCRJ, 1978
Janine de Carvalho, Mestrado, PUCRJ, 1978
Luiz Russo Neto, Mestrado, PUCRJ, 1978
José Carlos Novello Pinheiro, Mestrado, PUCRJ, 1978
Alberto S.F.J. Sayão, Mestrado, PUCRJ, 1980
Maria do Carmo Reis Cavalcanti, Mestrado, COPPE-UFRJ, 1990
Rogério Cyrillo Gomes, Mestrado, COPPE-UFRJ, 1991
Francisco Chagas da Silva Filho, Mestrado, COPPE-UFRJ, 1991
Amaro Henrique Pessoa Lins, Doutorado, COPPE-UFRJ, 1991
Paulo José Brugger, Doutorado, COPPE-UFRJ, 1992 (co-orientador)
Marcus Vinícius Rios Bedechi, Mestrado, COPPE-UFRJ, 2004
Leonardo Deotti, Mestrado, COPPE-UFRJ, 2007
Christiano Faria Teixeira, Doutorado, PUC-Rio, 2012 (co-orientador)
Mario Rolando Bonilla, Mestrado, PUC-Rio, 2013 (co-orientador)
Ingrid Magalhães Tavares da Silva, PUC-Rio, 2013 (co-orientador)

1.6. Posições na Indústria

Assistente de Engenharia, Sondotécnica SA, 1967/1968
Engenheiro de Projetos, Geotécnica SA, 1970/1972
Engenheiro Autônomo, 1973/1984
Engenheiro Consultor Interno, Engevix SA, 1984/1989
Sócio e Engenheiro Consultor Interno, Geoprojetos Ltda., 1984/1989
Sócio Diretor, Geoprojetos Ltda., 1989-2012
Membro do Conselho, Geoprojetos Ltda, 2012 – presente.

2. PRINCIPAIS TRABALHOS PROFISSIONAIS.

NA SONDOTÉCNICA SA (1967/1968):

- 2.1. BARRAGEM DE QUEIMADO, projeto e recomendações, Brasília, DF.
- 2.2. BARRAGEM DE SÃO BERNARDO, projeto e recomendações, Brasília, DF.
- 2.3. OLEODUTO DE SANTOS A SÃO SEBASTIÃO, estabilização da faixa de implantação no cruzamento da garganta do Quilombo, ensaios de campo e laboratório, recomendações, Cubatão, SP.
- 2.4. REGIÃO COSTEIRA RIO A SANTOS, estudo aerofogramétrico, geotécnico e geomorfológico das encostas e bacias pluviais, RJ e SP.
- 2.5. TALUDES E ENCOSTAS DE SOLO RESIDUAL E COLUVIAL, investigações de campo e laboratório e projeto de estabilização de diversas encostas, Rio de Janeiro, RJ.

NA GEOTÉCNICA SA (1970/1972):

- 2.6. BARRAGEM DE JAGUARA, análise das características do núcleo através de ensaios especiais de laboratório, Rifaina, MG.
- 2.7. PORTO DE BELÉM, análise das condições de estabilidade do cais de peso, estudo da estabilização, ensaios de campo e laboratório, Belém, PA.
- 2.8. BARRAGEM DE NOVA LIMA, estudos preliminares e recomendações, Nova Lima, MG.
- 2.9. PORTO DE ITAJAÍ, análise de cais rompido e recomendações, Itajaí, SC.
- 2.10. PORTO DE SALVADOR, condições do concreto do muro de peso, estabilidade do muro e do conjunto, condições do aterro hidráulico, investigações de campo e laboratório, Salvador, BA.
- 2.11. PONTE RIO NITERÓI, provas de carga no interior de tubulões submersos, sondagens e fiscalização da obra, Rio de Janeiro, RJ.
- 2.12. SIDERÚRGICA USIMINAS, estudo geotécnico para as fundações da área de expansão, Ipatinga, MG.
- 2.13. DIQUE DE NHANGAPI (UHE FUNIL), análise da instrumentação e do comportamento do aterro e suas fundações, Itatiaia, RJ.

2.14. PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL, estabilidade de cortinas de estacas-prancha rompida, estudo das fundações deficientes dos armazéns (estacas com atrito negativo), aterros sobre argila mole, investigações de campo e laboratório, recomendações, São Francisco do Sul, SC.

2.15. CAIS DE ÁGUA DE MENINOS, estabilidade do cais sob pilhas de minério, análise e recomendações, Salvador, BA.

Na UNIVERSIDADE DE LONDRES (1975/1977):

(como engenheiro assistente dos Profs. A.W. Bishop e P.R. Vaughan)

2.16. BARRAGEM DE BROADOAK, amostragem de campo e investigações de campo e laboratório, Canterbury, GB.

2.17. TÚNEL DE TYLER HILL, investigações de laboratório e geodiagnóstico de ruptura em túnel ferroviário antigo, Canterbury, GB.

2.18. BARRAGEM DE ALTON WATER, amostragem de campo e ensaios de laboratório, Suffolk, GB.

NA PUCRJ (1972/1973):

2.19. METRÔ DE SÃO PAULO, ensaios pressiométricos na área da estação Praça da República, São Paulo, SP.

2.20. TÚNEIS DA ADUTORA TEODORO RAMOS (SABESP), instrumentação de três túneis em solo, um em cambotas, um em NATM e um com ARMCO, para a Themag SA, São Paulo, SP.

2.21. METRÔ DO RIO DE JANEIRO, estudo numérico para as escavações do Largo da Carioca, para a Tecnosolo SA, Rio de Janeiro, RJ.

2.22. COLETOR TRONCO DA BACIA 69 (SABESP), instrumentação e acompanhamento da execução de túnel raso em solo tipo mini-shield, análise e recomendações, São Paulo, SP.

2.23. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO GUARAÚ (SABESP), instrumentação e acompanhamento do pré-carregamento para consolidação do terreno de fundação, para a Figueiredo Ferraz, São Paulo, SP.

2.24. SALINEIRA SOSAL, estabilidade de depósitos de sal sobre argila mole, para a Tecnosolo SA, Natal, RN.

2.25. BARRAGEM DE ITAÚBA, análise de estabilidade do maciço de terra/enrocamento, para a Engevix SA, Júlio de Castilho, RS.

2.26. METRÔ DO RIO DE JANEIRO, parecer sobre a estabilidade e a deformabilidade das paredes-diafragma de sustentação das cavas, para a Sondotécnica SA, Rio de Janeiro, RJ.

NA PUCRJ (1977/1981):

2.27. MARINAS DE ITAIPÚ, instrumentação e acompanhamento da execução de ilhas artificiais e respectivos cais acostáveis e instalações em área lagunar em subsolo de argila mole e turfa, aterro e escavação experimentais instrumentados, controle da execução prospecções de campo e laboratório, para a Veplan, Cambinhas, RJ.

2.28. ATERRO EXPERIMENTAL DO SARAPUÍ, planejamento de aterro experimental instrumentado sobre argila mole, para o instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNER, Duque de Caxias, RJ.

2.29. BARRAGEM DE VOLTA DO PIÃO, estudo preliminar de viabilidade de barragem de terra com 15 metros de altura para a Agropecuária Magnum, Volta do Pião, RJ.

2.30. ESCAVAÇÃO EXPERIMENTAL DO SARAPUÍ, planejamento, execução e análise de escavação experimental instrumentada em aterro sobre argila mole para o Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNER, Duque de Caxias, RJ.

2.31. BAIXADA SANTISTA, recomendações para investigações geotécnicas em escala natural em depósitos de argilas moles, aterro experimentais, para DERSA, Santos, SP.

2.32. USINAS NUCLEARES DE ANGRA-1 e 2, análise de dados de instrumentação e de relatórios e emissão de parecer sobre deslizamento de grande massa coluvial a montante da área de construção da usina para a Comissão Nacional de Energia Nuclear, Angra dos Reis, RJ.

2.33. CENTRO DE ENSINO DO NÚCLEO BANDEIRANTE, avaliação das causas e parecer sobre recalques para a Sonda Engenharia Ltda, Brasília, DF.

2.34. USINA NUCLEAR DE ANGRA-2, orientação técnica e avaliação dos ensaios especiais em material de re-aterro das fundações da usina para a Tecnosolo SA, Angra dos Reis, RJ.

2.35. USINA NUCLEAR DE ANGRA-2, análise dos dados e parecer sobre os materiais, os modelos de cálculo e a execução do re-aterro das fundações da usina para a Comissão Nacional de Energia Nuclear, Angra dos Reis, RJ.

COMO ENGENHEIRO AUTÔNOMO (1981/1984):

2.36. BARRAGEM JOÃO PENIDO (DAEJF), obras de reparo e instrumentação, especificações e orientação da execução de parede diafragma, injeções e poços de alívio para a Concremat SA, Juiz de Fora, MG.

2.37. BARRAGENS DE ITACARAMBI E CANA BRAVA (CODEVASF), análise dos projetos e recomendações para a Tecnosolo SA, Montes Claros, MG.

2.38. MINA DO CAUE (CVRD), análise dos dados geológicos, hidráulicos, geohidrológicos e geotécnicos; programação de ensaios de campo e laboratório; retro-análise e avaliação dos acidentes geotécnicos ocorridos; definição de alternativas para o pit final e para os pits interinos; estudos de estabilidade de pits parciais; estudos de drenagem para a Tecnosolo SA, Itabira, MG.

2.39. BARRAGEM DE REJEITOS DO BARREIRO (MANNESMAN), concepção e detalhamento do projeto para a Tecnosolo SA, João Monlevade, MG.

2.40. RAMAL FERROVIÁRIO FOSFÓRICO E METALURGIA (RFFSA), definição de problemas geotécnicos e de alternativas para a execução para a Concremat SA, Camaçari, BA.

2.41. BARRAGEM DO AÇÚ (DNOCS), análise do acidente, definição dos reparos, re-projeto completo e acompanhamento da execução para a Tecnosolo SA, Açú, RN.

2.42. CAIS DA ISHIKAWAJIMA (ITAPUAM), estabilidade e recalques durante a construção e o embarque de módulos de aço para a plataforma off-shore de Namorado para a Tecnosolo SA, Rio de Janeiro, RJ.

2.43. TOMADA D'ÁGUA DE RONDONÓPOLIS (SENEMAT), análise do acidente e recomendações para a reconstrução para a Enco SA, Rondonópolis, MT.

2.44. TANQUES SOBRE TALUDE (SHELL), avaliação e parecer sobre a estabilidade de talude em solo saprolítico com tanques de combustível no topo para a Concremat SA, Ilha do Governador, RJ.

2.45. ESTAQUEAMENTO COM TRILHOS, parecer e especificações sobre estaqueamento com trilhos TR45 soldados para a Yamagata SA, Rio de Janeiro, RJ.

2.46. SUB-ADUTORA DA MARÉ (CEDAE), parecer sobre problemas de execução de mini-túnel cravado para a Yamagata SA, Rio de Janeiro, RJ.

2.47. CAIS DO PAUL (USIMINAS), avaliação das condições e projeto de reforço e instrumentação de acompanhamento para a Tecnosolo SA, Vitória, ES.

2.48. BARRAGEM DE CAMPO GRANDE (GOV. RIO GRANDE DO NORTE), projeto e acompanhamento da construção para a Secretaria da Agricultura, São Paulo do Potengi, RN.

2.49. AÇUDE DELFINO (DNOCS), parecer sobre as causas do fissuramento para a Tecnosolo SA, Campo Formoso, BA.

2.50. BARRAGEM DE MIRORÓS (CODEVASF), avaliação do desempenho, instrumentação e acompanhamento da execução para a Tecnosolo SA, Irecê, BA.

2.51. MINA DE CONCEIÇÃO (CVRD), estudo hidro-geológico e ensaios de bombeamento no piso do corpo E para a Tecnosolo SA, Itabira, MG.

2.52. BARRAGEM DO FRIOS (DNOCS), programação e avaliação das prospecções geotécnicas e projeto geotécnico completo para a Aguasolos Ltda., Vale do Curú, CE.

2.53. BARRAGEM DO TEJUSSUOCA (DNOCS), programação e avaliação das prospecções geotécnicas e projeto geotécnico completo para a Aguasolos Ltda., Vale do Curú, CE.

2.54. USINA NUCLEAR DE ANGRA-3, parecer sobre os ensaios em rocha para as fundações da usina para a Tecnosolo SA, Angra dos Reis, RJ.

2.55. BARRAGEM DO CARÃO (DNOCS), avaliação das condições geotécnicas da obra, programação de prospecções adicionais e recomendações para a Sirac Ltda., Tamboril, CE.

2.56. APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE HUMAITÁ (ELETRAMAZON), revisão do projeto básico, programação e avaliação das prospecções adicionais e projeto executivo para a Tecnosolo/Engerio, Humaitá, AM.

2.57. PRÉDIO AV. RIO BRANCO 120, parecer sobre causas dos danos causados por obras vizinhas e assessoria técnica legal para a Associação dos Empregados do Comércio do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

2.58. BARRAGEM DO RIACHO DOS CARNEIROS (DNOCS), análise de estabilidade ao cisalhamento do aterro, Caririáçú, CE.

2.59. BARRAGEM DE TATAJUBA (DNOCS), planejamento das prospecções geotécnicas, avaliação da situação das obras recomendações para as obras de reparo do vertedouro e para alteamento do maciço para a Aguasolos Ltda, Santana do Cariri, CE.

2.60. BARRAGEM DO PAULO (DNOCS) programação e avaliação das prospecções geotécnicas e projeto geotécnico completo para a Aguasolos Ltda., Vale do Curú, CE.

2.61. BARRAGEM DO MELANCIAS (DNOCS), programação e avaliação das prospecções geotécnicas e projeto geotécnico completo para a Aguasolos Ltda., Vale do Curú, CE.

2.62. BARRAGENS DE COVA DA MANDIOCA E DE SÃO DOMINGOS (CODEVASF), estudo dos dados existentes e montagem do plano de trabalho para a Hydros Ltda., Urandi, BA.

2.63. BARRAGEM DE BOACICA (CODEVASF), avaliação e recomendações para otimização do projeto executivo para o Banco Mundial, Penedo, AL.

2.64. BARRAGEM DE TAQUARA (FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO DF), avaliação das informações geotécnicas, programação de prospecções adicionais e sugestões para o projeto para a Hydros Ltda, Planaltina, DF.

2.65. BARRAGEM DE MARIA VELHA (FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO DF), avaliação das informações geotécnicas, programação de prospecções adicionais e sugestões para o projeto para a Hydros Ltda, Planaltina, DF.

2.66. BARRAGEM DO POÇÃO DA RIBEIRA (COHIDRO), estudo das alternativas de eixo e do lay-out, programação das prospecções geotécnicas, recomendações e orientação do desenvolvimento do projeto para a Tecnosolo SA, Itabaiana, SE.

COMO CONSULTOR DA GEOPROJETOS ENGENHARIA LTDA (1984/1989):

2.67. BARRAGEM DE GUARIROVA (SANESUL), estudo dos dados disponíveis e diagnóstico sobre as causas dos problemas de operação do vertedouro em gabiões, recomendações para as obras de reparo e supervisão do projeto dos reparos, avaliação das condições perante primeiro enchimento para a Icoplan Ltda, Campo Grande, MS.

2.68. BARRAGEM DO RIACHO DA EMA (CERB), avaliação dos dados disponíveis e parecer sobre aspectos geotécnicos dos terrenos solúveis do local para a Ecla Ltda, Santana, BA.

2.69. BARRAGEM DE PARELHAS (SEPA), avaliação do projeto desenvolvido pela Cotec Ltda e sugestões para o Banco Mundial, Parelhas, RN.

2.70. BARRAGEM DE PRAZERES (TERCEIRO BATALHÃO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO), programação e avaliação das prospecções geotécnicas e projeto geotécnico completo para a Geonorte Ltda, Barro, CE.

2.71. LAGOA DE ITAIPÚ (VEPLAN CONSTRUTORA), programação e avaliação de prospecções geotécnicas adicionais para as margens Oeste e Nordeste e projeto básico das ilhas artificiais, dos cais acostáveis e das redes de serviço, Cambinhas, RJ.

2.72. BARRAGENS DE PEQUENO PORTE NO INTERIOR DA BAHIA (CERB), avaliação dos dados disponíveis e sugestões para prospecções adicionais para 14 pequenos barramentos com alturas entre 7 e 15 metros para Hydros Ltda, Bahia.

2.73. BARRAGEM DO AÇÚ (DNOCS), avaliação e interpretação dos dados de instrumentação durante o enchimento e a operação para a Tecnosolo SA, Açú, RN.

2.74. RUPTURA DA BARRAGEM DE SANTA HELENA (EMBASA), estudo dos dados disponíveis e diagnóstico técnico sobre as causas da ruptura para a Ecla Ltda, Camaçari, BA.

2.75. BARRAGEM DO PIRACURUCA (SEC. DE PLAN. DO ESTADO DO PIAUÍ), avaliação do projeto existente e sugestões para o Projeto Mafrense. Posteriormente, reavaliação do projeto como membro de painel composto pelos Drs. A.J. Costa Nunes e Otto Pfafstetter para a Fundação Cepro, Piracuruca, PI.

2.76. CENTRO DE COMPUTAÇÃO (BANCO DO BRASIL), parecer sobre as condições de fundação para João Fortes Engenharia SA, Itabuna, BA.

2.77. BARRAGEM DE FLORES (DNOCS), avaliação do projeto geotécnico dos aterros e parecer para a Geotécnica SA, Dom Pedro, MA.

2.78. BARRAGEM DE CAIÇARA (CERB), programação das prospecções, definição do projeto e orientação do projeto para Hydros Engenharia Ltda, Iraquara, BA.

2.79. BARRAGEM DE RIACHO DE SANTANA (CERB), programação das prospecções, definição do projeto e orientação do projeto, para Hydros Engenharia Ltda, BA.

2.80. BARRAGEM DE FURNAS (FURNAS), estudo de escorregamento e geração de onda no reservatório, para Coppetec, MG.

2.81. BARRAGEM DO AÇÚ (DNOCS), assistência técnica legal na demanda DNOCS vs. Hidroterra, para a DNOCS, CE.

2.82. BARRAGEM DE PARELHAS (SEPA), projeto da instrumentação geotécnica da região de interface entre o muro do vertedouro e o maciço da terra, para a Cotec SA, RN.

2.83. ADUTORA DE CUBATÃO (PETROBRÁS), estudo de pré-viabilidade para adutora enterrada de descida da serra do Mar, para a SB Engenharia SA, Cubatão, SP.

2.84. BARRAGEM DE GENIPAPO (SEC. DE PLAN. DO EST. DO PIAUÍ), avaliação do projeto existente e sugestões, para a Fundação Sepro, São João do Piauí, PI.

2.85. BARRAGEM DO RESERVATÓRIO DE SEGURANÇA (COPENE), diagnóstico e sugestões para projeto de reparos de percolações excessivas pelas ombreiras, para a Geotécnica SA, Camaçari, BA.

2.86. CADERNO DE ENCARGOS (DNOCS), concepção e elaboração do item Aspectos Geotécnicos de Barragens de Terra e Enrocamento, para a Orplan Ltda, Fortaleza, CE.

2.87. EDIFÍCIO MIRANTE DO MÉYER (IRB), avaliação das condições atuais de segurança da estrutura, para o Instituto de Resseguros do Brasil, Rio de Janeiro, RJ.

2.88. SISTEMA 6 DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (CEDAE), parecer geotécnico sobre a implantação dos aterros e estruturas, para a Multiservice Ltda, Vilar dos Teles, RJ.

2.89. POLO CLOROQUÍMICO DE ALAGOAS (CINAL) programação das prospecções geotécnicas para as lagoas de tratamentos de resíduos, para a Multiservice Ltda, Maceió, AL.

2.90. BARRAGEM DO ENCANTO (CEPA), avaliação do projeto de alteamento desenvolvido por Sirac Ltda e sugestões, para o Banco Mundial, Encanto, RN.

2.91. BARRAGEM DE SANTANA (CEPA), avaliação do projeto de alteamento desenvolvido por Sirac Ltda e sugestões, para o Banco Mundial, Rafael Fernandes, RN.

2.92. MINA DE TIMBOPEBA (CVRD), análise dos dados geológicos, geohidrológicos e geotécnicos; programação de ensaios de campo e laboratório, diagnóstico de áreas de instabilidade nos taludes do pit; estudos de estabilidade; recomendações para, monitoração e acompanhamento, para a Tecnosolo SA, Mariana, MG.

2.93. TALUDE EM SOLO SAPROLÍTICO AGOSTINI (M. AGOSTINI), parecer sobre muro divisório: estabilidade e erodibilidade, para M. Agostini SA, Rio de Janeiro, RJ.

2.94. FUNDAÇÕES À RUA SAN FELAN (IRB), avaliação das condições, diagnóstico e perícia em residência sujeita a recalques, para o Instituto de Resseguros do Brasil, Rio de Janeiro, RJ.

2.95. BARRAGEM DE ITACARAMBI (CODEVASF), avaliação do projeto e parecer sobre as condições de fundação quanto a recalques e estabilidade, sugestões de otimização do projeto e de acompanhamento da construção, para a Tecnosolo SA, Itacarambi, MG.

2.96. TALUDE EM SOLO SAPROLÍTICO ITAOCARA (IRB), avaliação das condições, diagnóstico e perícia em talude com cortina atirantada nos fundos de residência, para o Instituto de Resseguros do Brasil, Itaocara, RJ.

2.97. BARRAGEM DE SACO DA LAGE, UHE JAYME SIMAS (COELBA), avaliação das condições, programação das prospecções e projeto de recomposição e reconstrução de barragem rompida por galgamento, para a Tecnosolo SA, Rio Sincorá, BA.

2.98. DIQUES DO BAIXO SÃO FRANCISCO (CODEVASF), estudos das condições geotécnicas dos aterros e suas fundações de reparos e reforços, para a Tecnosolo SA, Rio São Francisco, SE e AL.

2.99. BARRAGEM DE DERBENDI KHAN (GOV. DO IRAQUE), estudo das condições de estabilidade da ombreira direita, sugestões para estabilização das ombreira direita e estudo da situação de estabilidade da barragem, para a Geotécnica SA, Suleymanya, Iraque.

2.100. FUNDAÇÕES DA CASA D8 PARQUE CANTO E MELLO, otimização das fundações, cortes e interferências, para Raul do Canto e Mello, Rio de Janeiro, RJ.

2.101. FUNDAÇÕES DO CONJUNTO HABITACIONAL SANTA MÔNICA (IRB), diagnóstico e perícia em conjunto residencial com 680 residências sobre terreno mole, para o Instituto de Resseguros do Brasil, Vitória, ES.

2.102. BARRAGENS DO FRIOS E DO PAULO (DNOCS), assessoria geotécnica ao projeto executivo, para a Aguasolos, Vale do Curú, CE.

2.103. TORRE DO CENTRO MÉDICO DE SALVADOR, assessoria técnica para os muros de contenção e diagnóstico de ruptura de talude durante a construção, para a Construtora Gama Facciolla, Salvador, BA.

2.104. RUPTURA DO EDIFÍCIO RAIMUNDO DA FARIAS, parecer sobre as condições de estabilidade das fundações em estacas depois do desabamento, para a Fundações Ltda, Belém, PA.

2.105. GALERIAS DE ÁGUAS DO CÓRREGO LAUZANE (PREFEITURA DE SÃO PAULO), assessoria técnica sobre as estruturas de contenção das valas e as condições de fundação das galerias, para a Icoplan, São Paulo, SP.

2.106. BARRAGEM DO ENCANTO (CEPA-RN), projeto geotécnico e hidráulico do alteamento da barragem e estudos de atendimento hídrico, para a Tecnosolo SA, Pau dos Ferros, CE.

2.107. FUNDAÇÕES DO CONJUNTO RESIDENCIAL SANTA MÔNICA, parecer sobre aterros em argila mole, para a Engekil Ltda, Rio de Janeiro, RJ.

2.108. PERÍCIA JUDICIAL NA FERROVIA DO AÇO (24a. VARA CÍVEL-RJ), exploração de pedreira na Ferrovia do Aço, Passa Vinte, Aiuricoca, MG.

2.109. CONTENÇÕES DO TALUDE DA AV. SAN MARTIN (TMS/BA), parecer sobre o projeto existente e sugestões, para a Construtora Norberto Odebrecht, Salvador, BA.

2.110. DESLIZAMENTO NA ENCOSTA DO EDIFÍCIO LAGOA FORMOSA, parecer sobre as causas do acidente para a Soloteste Ltda, Rio de Janeiro, RJ.

2.111. MOVIMENTO DE MASSA NA RUA DR. THOUZET, perícia sobre os fenômenos envolvidos, as causas e as alternativas de reparo para o Instituto de Resseguros do Brasil, Petrópolis, RJ.

2.112. DESLIZAMENTO DA ENCOSTA DA RUA BARONESA DE GUARAREMA, perícia sobre as causas e as alternativas de reparo para o Instituto de Resseguros do Brasil, Rio de Janeiro, RJ.

2.113. DESLIZAMENTO DE ENCOSTA E MURO DE CONTENÇÃO NO PARQUE SÃO VICENTE, perícia sobre as causas e as alternativas de reparo para o Instituto de Resseguros do Brasil, Petrópolis, RJ.

2.114. RECALQUES EM RESIDÊNCIA NO CONJUNTO VALÉRIA, perícia sobre as causas e as alternativas de reparos para o Instituto de Resseguros do Brasil, São Gonçalo, RJ.

2.115. TRINCAMENTO NO CONJUNTO MIRANTE DA TAQUARA, perícia sobre as causas dos trincamentos estruturais para o Instituto de Resseguros do Brasil, Rio de Janeiro, RJ.

2.116. TRINCAMENTOS E FUNDAÇÕES DE RESIDÊNCIA NA PRAIA DA ROSA, perícia sobre as causas, as alternativas de reparos e os orçamentos para reparos para o Instituto de Resseguros do Brasil, Ilha do Governador, RJ.

2.117. MINAS DE FERRO DO COMPLEXO DOIS CÓRREGOS (CVRD), estudos geotécnicos e geohidrológicos para definição dos pits do complexo, programação das prospecções de campo e laboratório, estudo de taludes naturais e escavados existentes para a Tecnosolo SA, Itabira, MG.

2.118. RUPTURA DE CORTINA ATIRANTADA NA GRAÇA, estudo das causas do acidente e diretrizes para o projeto de reparos e recomposição para o Condomínio Beira Mar, Salvador, BA.

2.119. FUNDAÇÕES DAS OBRAS DE AMPLIAÇÃO DA OFICINA DELSUL, orientação do projeto e das prospecções para as fundações das torres de apoio para estrutura de concreto protendido para a Kreimer Engenharia Ltda, Rio de Janeiro, RJ.

COMO ENGENHEIRO ASSESSOR DA ENGEVIX S.A. (1984-1989):

2.120. U.H.E. SANTA ISABEL (ELETRONORTE), projeto básico, Santa Isabel do Araguaia, GO.

- 2.121. U.H.E. SÃO DOMINGOS (CELG), projeto executivo, São Domingos, GO.
- 2.122. LAGOAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DA REDUC (PETROBRÁS), estudo de alternativas e projeto básico, Duque de Caxias, RJ.
- 2.123. U.H.E. ITÁ (ELETROSUL), projeto básico, Ita, SC.
- 2.124. U.H.E. XAVANTES (CESP), diagnóstico das condições atuais de segurança e concepção de obras de reparo e reforço, Xavantes, SP.
- 2.125. U.H.E. JURUMIRIM (CESP), diagnóstico das condições atuais de segurança e concepção de obras de reparo e reforço, Pirajú, SP.
- 2.126. U.H.E. BARRA DO PEIXE / TORIXORÉU (ELETRONORTE), estudos de revisão da viabilidade, Torixoréu, GO.
- 2.127. U.H.E. SÃO ROMÃO (CEMIG), estudos de viabilidade, São Romão, MG.
- 2.128. U.H.E. SIMPLÍCIO (FURNAS), projeto básico, Além Paraíba, RJ.
- 2.129. U.H.E. CANOAS I E II (CESP), viabilidade e projeto básico, Ourinhos, SP.
- 2.130. U.H.E. CAPIM BRANCO (CEMIG), projeto básico, Araguari, MG.
- 2.131. U.H.E. ITAPEBI (CHESF), viabilidade, Rio Jequitinhonha, BA.
- 2.132. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO ALTO JEQUITINHONHA (CEMIG), barragens de Bananal e Samambaias, orientação do projeto geotécnico, Bacia do Alto Jequitinhonha, MG.
- 2.133. APROVEITAMENTO DE MACHADO MINEIRO (CEMIG), projeto básico e executivo, Machado Mineiro, MG.
- 2.134. BARRAGEM DE REJEITOS (IQR), projeto de reparos no sistema extravasor, Resende, RJ.

COMO DIRETOR DA GEOPROJETOS LTDA (1989-1998):

- 2.135. UNIDADE DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE GRAMACHO (CEDAE), assessoria geotécnica para o projeto dos aterros para a Bureau Ltda, Duque de Caxias, RJ.
- 2.136. OLEODUTO TEBIG (PETROBRÁS) projeto das obras de controle de erosão para a Copavel SA, Itaguaí, RJ.

2.137. QUEBRA-MAR DO TERMINAL PORTUÁRIO DE SERGIPE (PETROBRÁS - SERGIPORTOS), avaliação do acidente ocorrido e re-projeto, para a Construtora Norberto Odebrecht, Aracajú, SE.

2.138. PORTO DE SEPETIBA (PORTOBRÁS), Estabilidade geotécnica do Cais da Ampliação, para a Dolfim Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.

2.139. PORTO DE PARANAGUÁ (PORTOBRÁS), Estudos geotécnicos de estabilidade e recalques das áreas de expansão, para a Portuária/Mendes Jr, Paranaguá, PR.

2.140. STACKER TC09 DA MINA DE CONCEIÇÃO (CVRD), Estudos de estabilidade e projeto de reforço da área de apoio em encosta, para a Tecnosolo SA, Itabira, MG.

2.141. FAVELAS DE SÃO PAULO - OBRAS DE EMERGÊNCIA (PMSP), estudo, diagnóstico e sugestão de obras de emergência em vales e encostas de área de baixa renda, para a Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, SP.

2.142. MINA DE DOIS CÓRREGOS (CVRD), organização das informações geotécnicas e desenvolvimento do projeto do pit, para a Tecnosolo SA, Itabira, MG.

2.143. SHOPPING CENTER ILHA PLAZA (ECIG), Assessoria para as obras de fundações e contenções periféricas, projeto de contenções e fundações, instrumentação e acompanhamento, para a Pinto de Almeida, Rio de Janeiro, RJ.

2.144. RESIDENCIAL JACARECICA (OAS), Diagnóstico e recomendações para conjunto residencial com fissuras, para a OAS, Maceió, AL.

2.145. BARRAGEM DE PIRACURUCA (COMDEPI), Consultoria como parte do board para projeto e construção da barragem, para a Cia. de Desenvolvimento do Piauí, Piracuruca, PI.

2.146. COMPLEXO SANTA ELENA (CEDEGÊ), Assessoria geotécnica para as barragens, os canais, tomada d'água e vertedouros, para a Construtora Norberto Odebrecht, Guayaquil, EQUADOR.

2.147. INSTRUMENTAÇÃO DO QUEBRA-MAR DO TPS (PETROBRÁS-SERGIPORTOS), Projeto, acompanhamento da instalação e acompanhamento da instrumentação, para a Construtora Norberto Odebrecht, Aracajú, SE.

2.148. CONTENÇÕES DA OBRA JOPAN (ANDRADE MENDONÇA CONSTRUTORA), Avaliação do acidente com a cortina de contenção e recomendações quanto à estabilidade da encosta, para a AMC, Salvador, BA.

2.149. TALUDE BR101-KM 92, ACESSO A ANGRA DOS REIS, Avaliação do acidente, projeto de estabilização e acompanhamento da execução das obras de contenção e da instrumentação, para a Prefeitura de Angra dos Reis, Angra dos Reis, RJ.

2.150. EDIFÍCIO PAULO VERONESE. Diagnóstico das causas dos recalques e recomendações, para a Pinto de Almeida, Niterói, RJ.

2.151. EDIFÍCIO BOULEVARD 28 DE SETEMBRO, 387. Estudo de alternativas e projeto das contenções laterais e das fundações. Acompanhamento da execução das contenções e fundações, para a Pinto de Almeida, Rio de Janeiro, RJ.

2.152. STACKER TC09 DA MINA DE CONCEIÇÃO. Avaliação do movimento de massa na encosta, projeto e acompanhamento da instrumentação (marcos, piezômetros e inclinômetros) e concepção das atitudes de convivência do Stacker com os movimentos da encosta, para a CVRD, Itabira, MG.

2.153. ESTRADA RIO-TERESÓPOLIS BR-116 KMS30 A 100. Avaliação e concepção das obras emergenciais de reforço e contenção de diversos pontos do trecho, para a Rodoférrea, Teresópolis, RJ.

2.154. EDIFÍCIO DO HOTEL BELO HORIZONTE. Estudo de alternativas e projeto das contenções laterais e das fundações, para a FE Engenharia, Belo Horizonte, MG.

2.155. MINA DE CHACRINHA. Estudo e recomendações para a área deslizada da frente de lavra. Análises de estabilidade, programação e acompanhamento da instrumentação. Para a CVRD, Itabira, MG.

2.156. ENCHENTES DO RIO MAMBUCABA. Estudo preliminar e diagnóstico das causas das enchentes na área do baixo rio Mambucaba. Elaboração de alternativas preliminares para mitigação dos problemas de enchentes. Para a Prefeitura de Angra dos Reis, Angra dos Reis, RJ.

2.157. CANAIS DO PROJETO NASSAU. Apoio consultivo, estudo de alternativas de projeto e avaliação dos acidentes ocorridos nos canais sobre solos moles, para a Construtora Norberto Odebrecht, Recife, PE.

2.158. AEROPORTO DO GALEÃO, TERMINAL DE PASSAGEIROS SUL. Estudo de alternativas para as fundações das estruturas, para a Construtora Norberto Odebrecht, Rio de Janeiro, RJ.

2.159. FUNDAÇÕES DO VIADUTO DA BR 364/MS. Estudo do deslizamento na encosta e definição das proteções para as fundações de viaduto com 200m de vão, para a Traficon, Rondonópolis, MS.

2.160. ACIDENTE EM TANQUE DE ÁLCOOL. Estudo dos aspectos geotécnicos, para a Univalem, Valparaíso, SP.

2.161. BARRAGEM DE TAPACURÁ (Recife). Estudo das condições de estabilidade, para o ITEP, Recife, PE.

2.162. PORTO DE SANTOS, EXPANSÃO DO TERMINAL DE CONTAINERS (CODESP). Estudo das condições de estabilidade, para a Construtora Andrade Gutierrez, Santos, SP.

COMO DIRETOR DA GEOPROJETOS LTDA (1998-2011):

NOTA: No que se segue a numeração das obras é saltada porque são indicadas apenas aquelas que tiveram participação direta e efetiva do Engenheiro Sandroni. Os números faltantes são obras da Geoprojetos nas quais a participação do Engenheiro Sandroni foi nenhuma ou muito pequena.

O ano indicado em algumas obras corresponde ao início dos serviços.

2.163. BR 470 BLUMENAU-NAVEGANTES (DNER/DER-SC). Estudos e orientação de projeto, para o Consórcio Enecon/Iguatemi, Navegantes, SC.

2.164. DENAR QUÍMICA S.A. (Rio de Janeiro). Estudo e projeto de talude instável junto a tanques, para a Denar, Duque de Caxias, RJ.

2.165. LINHA VERMELHA LOTE 5 (Governo do Estado do Rio de Janeiro). Estudos e sugestões para aterro sobre estacas, Lote 5, para a SCAC, Rio de Janeiro, RJ.

2.166. BARRAGEM DO RIO SAMBITO (COMDEPI). Projeto básico conceitual, para a Escala Engenharia, Teresina, PI.

2.167. LINHA VERMELHA LOTE 6 (Governo do Estado do Rio de Janeiro). Estudos e sugestões para os aterros do Lote 6, para a Queiroz Galvão, Rio de Janeiro, RJ.

2.168. LINHA VERMELHA LOTE 4 (Governo do Estado do Rio de Janeiro). Estudos e sugestões para os aterros do Lote 4, para a Carioca Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.

2.169. BR 101 (DER/SC). Estudos e sugestões para o entroncamento com a BR 470, para a SOTEPA, Santa Catarina.

2.170. BARRAGEM DE REJEITO No.5, MINA DA CASA DE PEDRA. Estudos e sugestões de alternativas para o sistema de drenagem interna, durante a construção, para a CSN - Cia Siderúrgica Nacional, Congonhas, MG.

2.171. BARRAGENS DE CONCEIÇÃO, RIO DO PEIXE E TIMBOPEBA. Estudo dos resultados de instrumentação, recuperação dos instrumentos e recomendações, para a CVRD - Cia Vale do Rio Doce, Itabira e Mariana, MG.

2.173 . ATERRO DE GRAMACHO, PLANO DIRETOR de disposição de resíduos sólidos dos municípios do Rio de Janeiro, Caxias, Nilópolis, São João de Meriti e Belfort Roxo - SOSP, Rio de Janeiro, RJ.

2.174. TERMINAL PORTUÁRIO DE GUAÍBA, PROJETO EXECUTIVO e acompanhamento da execução da expansão do Terminal Portuário da Ilha Guaíba, Mangaratiba - Minerações Brasileiras Reunidas, MBR- Mangaratiba, RJ.

2.175. ATERRO DE GRAMACHO, PROJETO EXECUTIVO de recuperação do Aterro Metropolitano de Gramacho de propriedade da COMLURB e sendo operado pela Construtora Queiroz Galvão, Rio de Janeiro, RJ.

2.176. PORTO REAL RESORT, PROJETOS EXECUTIVOS de estabilização de 8 encostas na região de implantação do Porto Real Resort, Angra dos Reis, RJ. Para Porto Real Investimentos/Construtora Andrade Gutierrez.

2.177. PORTO REAL RESORT, PROJETO DA INSTRUMENTAÇÃO GEOTÉCNICA para controle das condições de estabilidade das encostas da região de implantação do Porto Real Resort, Angra dos Reis, RJ. Para Porto Real Investimentos e Construtora Andrade Gutierrez.

2.178. PASSAGEM SUBTERRÂNEA DA PRAÇA XV, PROJETO EXECUTIVO e assessoria geotécnica à passagem subterrânea da Praça XV e da instrumentação geotécnica de controle das escavações - Construtora Queiroz Galvão, Rio de Janeiro, RJ.

2.181. PÁTIO DE MINÉRIO DE FERRO DO PORTO DE SEPETIBA, Assessoria geotécnica a implantação do pátio de minério de ferro do Porto de Sepetiba, Rio de Janeiro - Construtora Camargo Correia.

2.182. PARQUE TERRA ENCANTADA, PROJETO executivo da drenagem do estacionamento, para a Plarcon, Barra da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ.

2.183. RODOVIA ROTA DO SOL – RS20. Projetos de estabilização de nove pontos ao longo da rodovia (Trecho Tainhas - BR-101 Terra de Areia), incluindo levantamentos topográficos e geológicos, definição das soluções e elaboração dos projetos, ETEL, 1998.

2.185. OLEODUTOS DO SUL BRASILEIRO. Projeto de estabilização de vários pontos ao longo do oleoduto São Francisco do Sul (OLAPA, OSPAR, OPASC), PETROBRÁS, PR e SC.

2.215. MINA DE ÁGUAS CLARAS. Depósito de rejeitos sólidos da Grota 3. Consultoria e Projetos visando garantir a estabilidade. MRB – Minerações Brasileiras Reunidas, 1995;

2.231. Processo 93.0000363-01 Justiça Federal Acre. Apoio técnico. Construtora Norberto Odebrecht, 1997;

- 2.270. TERMINAL PORTUÁRIO DA ILHA GUAÍBA. Consultoria para a fase de execução da expansão do pátio de minério e pãra ferroviária, Mangaratiba, RJ. MRB – Minerações Brasileiras Reunidas, 1995;
- 2.283. ENROCAMENTO DO TECA-TERMINAL DE CARGA DO AIRJ. Consultoria para projeto e execução de enrocamento sobre lama perto dos pilares da Linha Vermelha, Ilha do Governador, RJ. Construtora Norberto Odebrecht. 1996
- 2.289. PORTO REAL RESORT, ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO. Projetos e consultoria geotãcnica para a implantaãõ de prãdios em área de encosta Angra dos Reis, RJ. Porto Real Investimentos S A. 1996;
- 2.292. DIQUES DE CACARIA, estudos e projetos conceituais de recuperaãõ. Reservatãrio de Lajes, Serra dos Orgãos. Light. 1996;
- 2.315. AEROPORTO DO GALEÃO, TERMINAL DE CARGA. Estudo do risco de levantamento durante a cravaãõ de estacas Franki, Ilha do Governador, RJ. Construtora Norberto Odebrecht. 1996;
- 2.316. AEROPORTO DO GALEÃO, PÁTIO DE AERONAVES. Estimativa dos recalques do pátio, Ilha do Governador, RJ. Construtora Norberto Odebrecht. 1996;
- 2.322. ESCORREGAMENTO DE TALUDE EM CONJUNTO HABITACIONAL VILA RICA. Consultoria para indicar causas e posturas a seguir, Volta Redonda, RJ. Via Engenharia, 1996;
- 2.323. CAPTAãõ DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. Consultoria para fundaãões e ensecamento das estruturas de captaãõ do Sistema Imunana-Laranjal, São Gonãalo, RJ. Multiservice. 1996;
- 2.324. FÁBRICA DE CAMINHÕES E ÔNIBUS DA VOLKSWAGEN. Consultoria para recalques da laje do Assembly, Porto Real, RJ. Cubiertas-Triunfo. 1996.
- 2.336. ESTACIONAMENTO DO PARQUE TERRA ENCANTADA. Consultoria e Acompanhamento Geotãcnico para aterros de estacionamento sobre solo muito mole, Barra da Tijuca, RJ. Plarcon. 1997.
- 2.344. PÁTIO DE MINÉRIO DE FERRO DA FERTECO, PORTO DE SEPETIBA. Consultoria sobre aspectos geotãcnicos do pátio de minério e acompanhamento da construãõ do pátio com substituiãõ do solo mole, Itaguaí, RJ. Para Camargo Corrãa Comercio e Construãões. 1999. Arquivo tambãem na obra 387.
- 2.364. PONTE SANTOS DUMONT, DESLOCAMENTO DEVIDO A ATERRO ADJACENTE. Consultoria sobre procedimentos de reforãõ para a ponte deslocada por empuxo dos aterros da Linha Amarela, Barra da Tijuca, RJ, Concrejato. 1997.

2. 367. BARRAGEM DE PEDRA REDONDA. Consultoria para avaliação de projeto de barragem sobre areia fofa sujeita a possível liquefação, Conceição do Canindé, PI. Escala Engenharia. 1997.
- 2.375. BARRAGEM DO CASTANHÃO. Consultoria em Junta de Consultores sobre aspectos geotécnicos de projeto e construção da barragem, Limoeiro do Norte, CE. DNOCS. 1998.
- 2.384. PÁTIO DE MINÉRIO DE FERRO DA FERTECO, PORTO DE SEPETIBA. Projeto executivo do pátio da CNEC, Itaguaí, RJ. CNEC. 1998.
- 2.391. BARRAGEM DE SALINAS. Consultoria para projeto e construção da barragem, Piauí. Etapa Assessoria de Engenharia. 1998.
- 2.399. RECONSTRUÇÃO DA BARRAGEM DE SANTA HELENA. Consultoria em Junta de Consultores sobre aspectos geotécnicos de projeto e re-construção da barragem, Camaçari, BA. Consórcio Tecnosolo Geohidro. 1998.
- 2.400. ATERRO DE ENCONTRO DA PONTE SOB RTE O RIO ARAÇATUBA. Consultoria para aterro de encontro sobre solo mole da BR101 – Km 271,1 a 300, Santa Catarina. Prodec Consultoria para Decisão Ltda. 2000.
- 2.408. ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE JARDIM GRAMACHO. Acompanhamento da Instrumentação geotécnica do aterro visando antecipar deslizamentos e orientar o lançamento dos resíduos sólidos de modo a minimizar a ocorrência de deslizamentos, Duque de Caxias, RJ. Inicialmente para Queiroz Galvão, depois para EBEC e finalmente, para S A Paulista de Construções e Comercio. 2000 a 2007.
2. 412. COLETOR TRONCO DO SISTEMA ALEGRIA. Projeto de coletor de esgotos com 2 m de diâmetro executado com “jacked pipe”, no trecho entre a Elevatória Alegria e a ETE Alegria, Caju, Rio de Janeiro. Consórcio Via-Brochier-Ecal e CNO, 2000.
2. 413. INTERSEÇÃO AVENIDAS AYRTON SENNA E ABELARDO BUENO (“RÓTULA DA BARRA”). Projeto de aterro sobre estacas e de substituição do solo em trecho rodoviário sobre solo muito mole. Para Convênio para Melhorias da Interseção, 2000.
- 2.429. COLETOR TRONCO DO SISTEMA ALEGRIA. Instrumentação geotécnica dos poços de acesso e do alinhamento de túnel com 2 m de diâmetro executado com “jacked pipe”, no trecho entre a Elevatória Alegria e a ETE Alegria. Estudo de acidentes geotécnicos durante a passagem do túnel. Caju, Rio de Janeiro. Construtora Norberto Odebrecht e Consórcio Via-Brochier-Ecal, 2000.
- 2.434. ABB – UNIDADE INDUSTRIAL DE BETIM. Instrumentação geotécnica e acompanhamento de inclinômetros nos taludes dos aterro de implantação da fábrica, Betim, MG. Para ASEA Brown Boveri, 2001.

2. 435. DANOS EM PRÉDIOS NA ESTRADA DE JACAREPAGUÁ 3145 (antiga Delfin). Avaliação geotécnica do estado atual e recomendações, Jacarepaguá, RJ. Para Colina Paulista S A, 2000.
- 2.437. UHE CANDONGA. Consultoria geotécnica para projeto executivo, Santa Cruz do Escalvado, MG. Para a Geoprojetos em EPC com OAS e VBA, 2001.
- 2.439. ÁREA DA FUTURA USINA SIDERÚRGICA ITAGUAÍ (USITA). Estudos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos para implantação dos aterros para indústria siderúrgica. Para CSN – Cia Siderúrgica Nacional, Itaguaí, RJ. 2001
- 2.443. ATERROS E CANAL DA VIA 4 E DA VIA DE PENETRAÇÃO. Estudos geotécnicos básicos de alternativas para implantação de rua sobre solos muito moles, Barra da Tijuca, RJ. Para Plarcon Engenharia S A, 2002.
- 2.445. AEROPORTO DE PALMAS. Estudos geotécnicos para avaliação de colapsividade do solo sob a pista de pouso, Palmas, TO. Para CNO-Consórcio Construtor Aeropalmas, 2000.
- 2.450. UHE DONA FRANCISCA. Estudo de acidente na barragem de concreto para fins de resseguro, Agudo, RS. Para IRB – Instituto de Resseguros do Brasil, 2002.
- 2.457. RIO POLÍMEROS. Consultoria geotécnica para implantação dos aterros sobre solos moles para indústria petroquímica, Duque de Caxias, RJ. Para Rio Polímeros S A, 2002.
2. 459. PISCINÃO DA PRAIA DE RAMOS. Estudos geotécnicos preliminares com vistas à estanqueidade do fundo da piscina, Ramos, RJ. Construtora Norberto Odebrecht, 2001.
- 2.463. QUINTAS DO RIO – EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL. Estudos geotécnicos e projeto executivo dos aterros sobre solos muito moles, Barra da Tijuca, RJ. Para Plarcon Engenharia S A, 2001.
- 2.469. INSTRUMENTAÇÃO DE OLEODUTOS EM ENCOSTAS. Estudos e projetos de sistemas de instrumentação semi-automática e automática para oleodutos implantados em encostas instáveis, Sudeste Brasileiro. Para Transpetro – Petrobras Transporte S A, 2001.
- 2.470. ATERRO HIDRÁULICO DA TERMOPERNAMBUCO. Estudos e acompanhamento consultivo do aterro hidráulico para implantação da Usina Termoelétrica, Porto de Suape, PE. Para Consórcio CNO-Promon-Inepar, 2002.
- 2.471. OLEODUTO ORBIG KM 48. Avaliação geotécnica de oleoduto implantado em local com movimento de massa coluvial, Itaguaí, RJ. Para DTSE – Petrobras, 2001.

2.472. QUEBRA MAR DO PORTO VERACEL. Estudos geotécnicos para as fundações do quebra mar de enrocamento, Cabrália, BA. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2001.

2.485. CAMINHO NIEMEYER. Estudos geotécnicos para fundações do teatro, do memorial Roberto Silveira e outras estruturas, Niterói, RJ. Para Emusa – Empresa Municipal de Moradia, Urbanização e Saneamento, 2001.

2.489. TALUDE ADJACENTE À CASA DE FORÇA DA UHE MACHADINHO. Avaliação dos aspectos geotécnicos para fins de resseguro, Piratuba, SC. Para IRB – Instituto de Resseguros do Brasil, 2005.

2.490. QUINTAS DO RIO. Instrumentação e acompanhamento dos aterros sobre solo muito mole de empreendimento residencial. Para Condomínio de Urbanização do Loteamento Quintas do Rio, 2003.

2.493. BARRAGEM DE TINGUÍS. Consultoria de acompanhamento da construção de barragem de terra, Brasileira, PI. Para Etapa Assessoria de Engenharia Ltda, 2004.

2.494. TERMOELÉTRICA TERMOPERNAMBUCO. Instrumentação e ensaios para acompanhamento da qualidade do aterro hidráulico para implantação de Usina Termoelétrica, Ipojuca, PE. Para Consócio CNO-Promon-Inepar, 2002.

2.496. RUPTURA DE CANAL EM TRECHO COM SOLO MOLE. Estudos e recomendações para trecho de canal que sofreu ruptura por deslizamento causada por excesso de carregamento na margem, na área da Cosigua, Santa Cruz, RJ. Para Faulhaber Engenharia Ltda, 2002.

2.511. MUSEU DO CINEMA. Consultoria para fundações e acompanhamento da obra, Niterói, RJ. Para Prefeitura de Niterói, 2002.

2.513. BARRAGEM POÇO DO MARRUÁ. Aconselhamento geotécnico para a barragem, Patos do Piauí, PI. Para Escala Engenharia, 2004.

2.516. PÁTIO DE MINÉRIO DE FERRO DA ILHA GUAÍBA. Instrumentação e acompanhamento consultivo geotécnico das pilhas de minério de ferro a sul da TC03C, Mangaratiba, RJ. Para MBR – Minerações Brasileiras Reunidas S A, 2003.

2.518. UTE SANTA CRUZ. Estudo para estimativa de recalques perante aterro adicional na área de ampliação da Termoelétrica de Santa Cruz, Santa Cruz, RJ. Para Fiatengineering, 2002.

2.530. VILA PANAMERICANA. Estudos, programação de ensaios e consultoria para instrumentação e acompanhamento para os aterros do empreendimento residencial sobre solo muito mole. Acesso a rodovia estaqueada com aterro ultra-leve com isopor, Jacarepaguá, RJ. Para Agenco, 2006.

- 2.533. PÁTIO DE MINÉRIO DE FERRO NO TECAR DA CSN EM SEPETIBA. Programação de ensaios, estudos geotécnicos e consultoria para pátio de minério de ferro na área do Tecar, Itaguaí, RJ. Para CSN – Companhia Siderúrgica Nacional, 2004.
- 2.541. FAIXAS DE DUTOS DA TRANSPETRO. Inspeção e avaliações de risco de todos os dutos da Transpetro no Brasil, Diversos estados. Para Transpetro, 2003.
- 2.549 RÓTULA DA BARRA (ANEL RODOVIÁRIO PEDRO ERNESTO). Projeto executivo e acompanhamento da construção de aterro sobre laje estaqueada, Jacarepaguá, RJ. Para Craft, 2004.
- 2.555. TERRENO AV DAS AMÉRICAS – PAL 41.967. Estudos geotécnicos do terreno para implantação de empreendimento residencial, Barra da Tijuca, RJ. Para Brascan Engenharia e Construções, 2003.
- 2.557. METRO DE CARACAS. Estudos geotécnicos para questões de seguro em trechos da linha 4 do Metro de Caracas, túnel com EPB no Parque Los Caobos e no Paseo Colón, Caracas, Venezuela. Para ETAD – Ernesto Tzirulnik Advocacia, 2003.
- 2.561. ANEL RODOVIÁRIO DE CAMPO GRANDE. Consultoria para esclarecimentos sobre procedimentos de construção e medição de rodovia perante o TCU, Campo Grande, MS. Construtora Norberto Odebrecht. 1998 e 2004.
- 2.565. PÁTIO DE ESTOCAGEM DO TERMINAL DE PONTA DA MADEIRA. Estudos e recomendações geotécnicas para infra-estrutura do transportador TR-312K-17 do pátio de minério de ferro do Terminal de Ponta da Madeira da CVRD, São Luiz, MA. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2003.
- 2.569. HOSPITAL VETERINÁRIO DA UENF. Estudos geotécnicos, instrumentação e acompanhamento das obras de recuperação do Hospital usando rebaixamento para simular a ação do rio Paraíba do Sul, Campos, RJ. Para CBPO, 2005.
- 2.572. PLANTA DE BENEFICIAMENTO - INDÚSTRIAS NUCLEARES BRASILEIRAS. Estudos geotécnicos para o edifício de Precipitação/Filtração e Secagem do DUA, Lagoa Real, BA. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2004.
- 2.582. MINA DE NIÓBIO DA CBMM. Estudo de estabilidade da aba Sul da Mina, Araxá, MG. Para Cordeiro Projetos e Obras, 2004.
- 2.589. METRO DE CARACAS LINHA 4. Estudos geotécnicos e recomendações para Edifício El Conde e para trecho com NATM da Estação Capuchinos, Caracas, Venezuela. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2004.
- 2.593. PÁTIO 420 - UNIDADE INDUSTRIAL – MINA DO TAMANDUÁ. Estudo dos problemas geotécnicos e recomendações para os eventos ocorridos no pátio: descarrilamento da empilhadeira e reforço das linhas de apoio, Nova Lima, MG. Para Minerações Brasileiras Reunidas, 2004.

2.596. TERRENO NA ESTRADA DE JACAREPAGUÁ NO CRUZAMENTO COM ENG SOUZA FILHO. Estudo geotécnico da viabilidade de ocupação de terreno PA 44.157, com solo extremamente mole espesso. Para Santa Cecília - Rio Verde Assessoria e Participações, 2004.

2.597. PLANTA DE TRATAMIENTO SAN BARTOLO. Estudo de ruptura por entubamento em lagoa de estação de tratamento de esgotos durante a construção, Chacarilla Del Estanque, San Borja, Lima, Peru. Para Odebrecht Perú, 2004.

2.598. VIA EXPRESSA SUL – LIGAÇÃO COM A SC 405. Consultoria e estudos dos dados de instrumentação e recomendações para trecho rodoviário sobre solo mole, Florianópolis, SC. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2005.

2.600. CONDOMÍNIO DEL LAGO. Estudos geotécnicos, recomendações para construção, instrumentação e acompanhamento da instrumentação de aterro para condomínio residencial, Barra da Tijuca, RJ. Para Plarcon Engenharia, 2005.

2.603 ESCOLA NACIONAL DO SESC. Consultoria sobre aterros sobre estacas e geogrelhas em terreno com solo muito mole para construção de escola do SECS, Jacarepaguá, RJ. Para Construtora Metropolitana, 2006.

2.614 GERDAU - AÇOS ESPECIAIS DO RIO DE JANEIRO. Estudo de alternativas geotécnicas para expansão de indústria siderúrgica sobre escória e solos moles na Gerdau Cosigua, Santa Cruz, Rio de Janeiro. Para a Gerdau, 2005.

2.615 ESTRADA DE CONTORNO DE VOLTA REDONDA. Estudo geotécnico e recomendações para trecho da rodovia que apresentou trincas, Volta Redonda, RJ. Para Construtora Queiroz Galvão, 2005.

2.616 CONTENÇÃO GRAMPEADA NA PRAIA DA BOA VIAGEM. Concepção e instrumentação de cortina grampeada nos fundos de empreendimento imobiliário, Niterói, RJ. Para SEEL, 2005.

2.622 ESTUDOS AMBIENTAIS PARA AER GERDAU. Estudo da contaminação existente e possíveis danos futuros por percolação de poluentes na área da AER – Aços Especiais do Rio de Janeiro, Gerdau-Cosigua, Santa Cruz, RJ. Para Gerdau, 2005.

2.628 EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO AV OLOF PALME LOTE 1. Estudos geotécnicos, programação de prospecções, projeto, instrumentação e consultoria durante a construção de aterros para empreendimento imobiliário, Rio Centro, RJ. Para Dominus, 2006.

2.637 CENTRO DE CONVENÇÕES DA UENF. Consultoria PA aas fundações em estacas, Campos, RJ. Para Cosntrutora Norberto Odebrecht, 2005.

2.638 EXPANSÃO DA FABRICA POLIETILENOS UNIÃO. Estudos de taludes, aterro e estruturas de contenção, instrumentação e acompanhamento das obras da área de expansão da indústria, Santo André, SP. Para Polietilenos União, 2007.

2. 644 EROSÃO NO VERTEDOR 2 DA HIDRELÉTRICA DE ITÁ. Estudos e formulação de parecer técnico para arbitragem do sinistro de erosão durante os testes do vertedor no trecho não revestido, Aratiba, RS e Itá, SC. Para Câmara de Mediação e Arbitragem de São Paulo, 2006.

2.645 TEATRO DA ESCOLA NACIONAL DO SESC. Estudos geotécnicos e consultoria durante a construção para substituição de solo mole e escavação para as estruturas enterradas do teatro, Jacarepaguá, RJ. Para CCCC – Camargo Corrêa Comércio e Construções, 2007.

2.647 ÁREAS DE RECUO DA VILA DO PANAMERICANO. Estudos geotécnicos para os trechos de recuo em torno dos prédios, Jacarepaguá, RJ. Para Agenco Engenharia e Construções, 2006.

2.652 DIQUES DE CACARIA. Projeto de recuperação dos diques de sela do sistema Lajes, Seropédica, RJ. Para a Light, 2006.

2.660 TÚNEL DE DESVIO DA UHE CAMPOS NOVOS. Estudo das causas do colapso do portal do túnel durante a obra, Campos Novos, SC. Para CCCC – Camargo Corrêa Comércio e Construções, 2006.

2.661 GLEBA F – PENÍNSULAS DA BARRA. Estudos geotécnicos preliminares para o aterro em terreno com solos muito moles espessos, Barra da Tijuca, RJ. Para RJZ Engenharia, 2006.

2.663 PORTO DE DJIBOUTI. Estudos geotécnicos preliminares para implantação do porto, Djibouti, Emirados Árabes Unidos. Para a Construtora Norberto Odebrecht, 2005.

2.666 FABRICA DA BRIDGESTONE-FIRESTONE EM CAMAÇARI. Estudos geotécnicos básicos e consultoria na fase inicial da construção de indústria em área com solos expansivos, Camaçari, BA. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2006.

2.680 PÁTIO DE MINÉRIO DE FERRO DO TECAR. Estudo e acompanhamento da execução de reforço com chavetas do solo mole para apoio de pilhas de minério de ferro do pátio da CSN, Itaguaí, RJ. Para CCCC – Camargo Corrêa Comércio e Construções, 2006.

2.683 EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL LIFE. Avaliação geotécnica dos aterros e de rupturas por deslizamento, instrumentação e acompanhamento da execução, Recreio dos Bandeirantes, RJ. Para Craft Engenharia e Calper Construtora, 2006.

2.684 ARBITRAGEM PARA PEDÁGIO DA RODOVIA ANHANGUERA. Estudos e arbitragem dos acidentes nas estruturas do pedágio do Km 60,3 da rodovia tendo como

Câmara de Arbitragem o IRB – Instituto de Resseguros do Brasil, Rio de Janeiro. Para AGF Brasil Seguros e Autoban Concessionária do Sistema Anhanguera-Bandeirante SA, 2006.

2.692 ESTALEIRO RIO GRANDE. Apoio geotécnico para o projeto das escavações, ensecamentos e contenções da doca seca, Rio Grande, RS. Para R.Peotta, 2009.

2.693 TERMINAL PORTUÁRIO EMBRAPORT. Estudos geotécnicos para otimização do projeto dos aterros sobre solos moles, Santos, SP. Para Tecnogeo e CNO, 2007.

2.703 TERMINAL PORTUÁRIO SANTA CATARINA – TESC. Estudos geotécnicos para pátio de containers, São Francisco do Sul, SC. Para R. Peotta, 2008.

2.706 BARRAGEM DE DUAS BOCAS. Consultoria e projeto básico de tratamento das fundações e aterros, Maceió, AL. Para Cohidro, 2006.

2.712 GUARITA DO EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL LE PARK. Estudos geotécnicos, projeto de estabilização, instrumentação e acompanhamento de trecho com recalques estabilizado com isopor, Barra da Tijuca, RJ. Para RJZ, 2008.

2.714 EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS AV OLOF PALME LOTES 2, 3 e 4. Estudos geotécnicos, instrumentação geotécnica e consultoria durante a obra para os aterros dos empreendimentos imobiliários. Substituição de solo mole e contenção com gabiões nos fundos do terreno, Rio Centro, RJ. Para a Rossi Residencial, 2009.

2.715 MINA ONÇA PUMA. Estudos geotécnicos para implantação da mina de níquel, Ourilândia, PA. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2008.

2.717 VIAS EXTERNAS DA VILA DO PAN. Projeto dos aterros sobre lajes estaqueadas para as vias públicas do empreendimento, Jacarepaguá, RJ. Para Sanerio, 2007.

2.718 FERROVIA E VIRADOR DE VAGÕES DA CSA. Avaliação do projeto e recomendações para as obras do virador de vagões e da ferrovia na planta siderúrgica, Santa Cruz, RJ. Para MBR Minerações Brasileiras Reunidas (posteriormente CVRD), 2006.

2.725 AFUNDAMENTOS NAS ÁREAS DE RECUO DA VILA DO PANAMERICANO. Avaliação das causas dos afundamentos ocorridos nas áreas de recuo em torno de alguns prédios para fins de seguro, Jacarepaguá, RJ. Para Pan 2007 Empreendimentos Imobiliários, 2007.

2.728 RODOVIA BR315-PI TRECHO ELISEU MARTINS A CRISTIANO CASTRO. Verificação comparativa de preços contratados para fins de defesa perante o TCU, Eliseu Martins, PI. Para Construtora Getel Ltda, 2007.

2.729 EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL VILLAGIO DEL MARE. Estudos geotécnicos preliminares da viabilidade de execução dos aterros em terreno com solos

muito moles espessos, Recreio dos Bandeirante, RJ. Para Sertenge Empreendimentos Ltda, 2007.

2.733 LANÇAMENTO DE LAMA DE DRAGAGEM DA CSA NA ÁREA DA GERDAU. Estudo da viabilidade e das conseqüências de se lançar lama da dragagem para o porto da CSA em área da Gerdau-Cosigua, Santa Cruz, RJ. Para a Gerdau,

2. 737 AFUNDAMENTOS NOS ATERROS ESTAQUEADOS DA ESCOLA DO SESC. Avaliação das causas dos afundamentos ocorridos em diversos pontos de aterro sobre capitéis estaqueados e geogrelha, Jacarepaguá, RJ. Para Construtora Metropolitana, 2007.

2.740 PRESA SAN JUAN – PROYECTO AQUEDUCTO SAMANÁ. Estudos geotécnicos de CQP para barragem sobre areia em zona sísmica, Península de Samaná, República Dominicana. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2007.

2.744 AUMENTO DO COMPRIMENTO DOS MOLHES DO PORTO DE RIO GRANDE. Concepção, instalação e acompanhamento da instrumentação geotécnica dos molhes Leste e Oeste, Rio Grande, RS. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011.

2.746 REFINARIA ABREU E LIMA (RENEST). Consultoria geotécnica para terraplanagem da área de implantação da refinaria em área com solos moles e solos expansivos, Cabo, PE. Para Consórcio Refinaria Abreu e Lima, 2007.

2.748 PORTO DE ITAQUI BERÇOS 101 E 102. Estudo do tratamento realizado com Jet-grout, São Luiz, MA. Para Consórcio Odebrecht – Andrade Gutierrez, 2007.

2.749 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA NA GERDAU COSIGUA. Estudo de viabilidade do aproveitamento da água de chuva para reduzir o consumo de água captada, Santa Cruz, RJ. Para Gerdau Cosigua, 2008.

2.750 TRAVESSIA DE VEÍCULOS SOBRE DUTOS NA RIO POLÍMEROS. Estudo geotécnico da travessia de veículos da Petrobras sobre os dutos da faixa de servidão da indústria, Duque de Caxias, RJ. Para Rio Polímeros-Fábrica, 2007.

2.757 VIA 4 JUNTO A ALPHAVILLE BARRA. Estudos, projeto, instrumentação, acompanhamento e consultoria durante a obra de aterro para o trecho de via sobre solo muito mole, Barra da Tijuca, RJ. Para Alphaville, 2010.

2.759 RODOVIA MADEN-COLON. Consultoria geotécnica para taludes e trechos sobre solos moles de rodovia, Maden e Colón, Panamá. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2008.

2.765 ACIDENTE NA PCH APERTADINHO. Consultoria para fins de seguro sobre ruptura de barragem de terra, Vilhena, Rondônia. Para ETAD Ernesto Tzrulnik Advogados, 2008.

2.766 TERRAPLANAGEM DO COMPERJ – COMPLEXO PETROQUÍMICO DO RIO DE JANEIRO. Estudos geotécnicos e recomendações quanto ao projeto de terraplanagem do complexo nos trechos com solos moles, Itaboraí, RJ. Para a Petrobras, IEABAST/IEPQF/DINPR, 2008.

2.767 INSTRUMENTAÇÃO NA REFINARIA ABREU E LIMA (RENEST). Instalação, acompanhamento e processamento dos resultados de placas de recalque, piezômetros e inclinômetros durante a construção dos aterros sobre solos moles, Cabo, PE. Para Consórcio Terraplanagem, 2010.

2.770 CONVENTO SÃO JOÃO BOAVENTURA. Estudo do impacto de vibrações de tráfego do COMPERJ sobre as ruínas do convento. Para a Petrobras, 2008.

2.771 DUPLICAÇÃO DA ESTRADA DE FERRO CARAJÁS. Estudos geotécnicos para os aterros sobre solos de baixa competência, Maranhão. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2008.

2.775 UTE PORTO DO AÇU. Estudos geotécnicos preliminares da área de implantação da termoelétrica, São João da Barra, RJ. Para MPX Energia, 2008.

2.776 CSA – COMPANHIA SIDERÚRGICA DO ATLÂNTICO. Estudos geotécnicos, consultoria e acompanhamento na obra de diversos aspectos da infra-estrutura do empreendimento: lagoa de água bruta, captação da água bruta, rodovias internas, canais de drenagem, casa de bombas de aspersão, pátios de estocagem e vias de circulação de equipamentos pesados, Santa Cruz, RJ. Para Thiessen-Krupp CSA, 2008.

2.778 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA GEOTÉCNICA ATRAVÉS DE INSPECÇÃO DE DAS PCHs de Funil e Carangola (MG), São Joaquim, Calheiros, São Simão e São Pedro (ES), Santa Fé, Bonfante e Monte Serrat (RJ). Juntamente com o Prof. Willy Lacerda, para Brasil PCH, 2010.

2.779 EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL FORTE DO GOLF. Estudos geotécnicos dos sinistros ocorridos nos taludes periféricos para fins de seguro, Osasco, SP. Para Camargo Corrêa, 2008.

2.781 VIADUTO CIDADE DE GUARULHOS. Consultoria geotécnica para os encontros de viaduto estaiado sobre a Via Dutra, Guarulhos, SP. Para Camargo Corrêa, 2009.

2.783 ESTALEIRO DE SUBMARINOS. Estudos de viabilidade e localização do estaleiro para construção de submarinos convencionais e nucleares, Itaguaí, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2008.

2.794 AEROPORTO DE SÃO TOME. Avaliação do projeto geotécnico do aeroporto e recomendações, Cabo de São Tome, RJ. Para a Petrobras, 2008.

2.802 PORTO DO AÇU. Consultoria sobre as obras do Porto de Embarque Provisório, São João da Barra, RJ. Para Civilport, 2008.

2.807 WAREHOUSE DA CSA. Avaliação geotécnica e recomendações para execução dos aterros na área do armazém warehouse da CSA, Santa Cruz, RJ. Para W. Torre, 2009.

2.811 EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL VIVER SÃO LEOPOLDO. Avaliação geotécnica e recomendações para os aterros de empreendimento residencial. Programação da instrumentação para acompanhamento dos recalques, São Leopoldo, RS. Para INPAR, 2011.

2.816 DESLIZAMENTO NA BAIA DE STRA. Estudos e recomendações referentes a um deslizamento de área de estocagem de rejeitos industriais (STRA), Santa Cruz, RJ. Para Gerdau Cosigua, 2009.

2.817 REVITALIZAÇÃO DA ZONA PORTUÁRIA DO RIO DE JANEIRO. Participação em conselho para definição das posturas e alternativas do projeto Porto Maravilha, Centro-Gambôa, RJ. Para Escritório de Arquitetura Sérgio Dias, 2009.

2.818 EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL JARDINS DE MONET. Estudos, instrumentação e recomendações sobre os recalques dos aterros junto às residências, Recreio dos Bandeirantes, RJ. Para Cinco Engenharia Ltda, 2009.

2.819 TELEFÉRICO DO COMPLEXO DO ALEMÃO. CQP das fundações das estações e torres do teleférico, Rio de Janeiro, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011.

2.823 LOTE 5 AV OLOF PALME. Avaliação geotécnica, programação de prospecções e recomendações para Edifício Comercial, Rio Centro, RJ. Para Dominus, 2011.

2.829 BASE NAVAL E ESTALEIRO ITAGUAÍ. Projeto básico de estaleiro e base naval para submarinos, Itaguaí, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2009.

2.830 QUEBRA MAR DO PORTO DO AÇU. Estudos geotécnicos preliminares, consultoria geotécnica e acompanhamento da obra do quebra mar de enrocamento, São João da Barra, RJ. Para Anglo American, 2009. Consultor conciliador para Anglo American e ARG Civilport (construtora da obra), 2010.

2.840 ACIDENTE NA CASA DE FORÇA DA PCH ALTO IRANI. Estudo das causas para fins de seguro de deslocamentos e infiltrações nas paredes da casa de força e no túnel de adução, Alto Irani, SC. Para ERSA Energias Renováveis S A, 2011.

2.850 LATAPAK UNIDADE TRÊS RIOS. Estudos geotécnicos para fins de seguro de deslizamento em encosta na área de implantação indústria fabricante de latas de alumínio, Três Rio, RJ. Para Latapak-Ball, 2010.

2.852 ACIDENTE NO TUNEL DE ADUÇÃO DA PCH SÃO TADEU. Estudo das causas para fins de seguro de ruptura hidráulica do túnel de adução, Cuiabá, MT. Para São Tadeu Energética, 2010.

2.853 PTAR PLANTA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS. Estudos geotécnicos dos recalques e dos efeitos de sismos em aterro de estação de tratamento de água servidas. Recomendações para projeto, Ciudad de Panamá, Panamá. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2010.

2.854 RECUPERAÇÃO DA PRAIA DE SEPETIBA. Projeto, consultoria, instrumentação e acompanhamento da obra de aterro hidráulico para recuperação ambiental da praia de Sepetiba, Sepetiba, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011.

2.855 ATERRO DE ESTRADA COM ISOPOR BR101-PB. Concepção, projeto e acompanhamento de aterro com isopor em encontro de ponte rodoviária que havia sofrido ruptura sobre solo mole, João Pessoa, PB. Para 3º BEC/DNIT, 2010.

2.857 REFINARIA PREMIUM 1. Consultoria geotécnica para o projeto das obras de terraplanagem de refinaria em área com solo expansivos. Bacabeira, MA. Para a Petrobras, 2010.

2.860 CONDOMÍNIO RESIDENCIAL VILA HARTT. Estudo geotécnico e parecer sobre trincas em edifício de luxo causadas por empuxo de aterro subcompactado, Vale dos Cristais, Nova Lima, MG. Para OR – Odebrecht Realizações, 2011.

2.866 RUTA DEL SOL. Consultoria geotécnica para trechos com solos moles da estrada que liga Bogotá à costa Atlântica, La Dorada, Colômbia. Para EDL, 2011.

2.867 OLEODUTO ORBIG KM 48. Estudos geotécnicos da documentação disponível sobre oleoduto em encosta coluvial instável, visando fixar critérios para controle de segurança, Itaguaí, RJ. Para Transpetro, 2011.

2.870 PORTO SUDESTE. Consultoria para pátio de pilhas de minério de ferro, para ferroviária, estradas e virador de vagões de porto de exportação de minério da LLX, Itaguaí, RJ. Para ARG-Civilport, 2011 - em andamento.

2.876 ESTRADAS EAP E UHOS, DE ACESSO AO COMPERJ. Estudos geotécnicos e recomendações para a fase de licitação de estradas sobre solos moles, Itaboraí, RJ. Para Petrobras, 2010.

2.878 TUBOVIAS DA REFINARIA RENEST. Consultoria geotécnica para implantação de tubovia em terreno expansivo, Cabo, PE. Para Consócio Ipojuca Interligações, 2011.

2.879 EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL RUA PREFEITO CAVALCANTI ITAGUAÍ. Consultoria geotécnica para aterros de empreendimento residencial, Itaguaí, RJ. Para Grupo Santa Isabel, 2011.

2.888 PRÉDIOS NUCLEARES DO ESTALEIRO DE SUBMARINOS DA MARINHA. Consultoria geotécnica para o projeto dos aterros e encostas nas áreas dos prédios nucleares do estaleiro de submarinos, Itaguaí, RJ Para Genpro, 2011.

2.892 ACIDENTE NO PORTO DE CHIBATÃO. Estudos e consultoria geotécnica para fins de seguro sobre o acidente ocorrido em pátios de containers junto ao porto de Chibatão, Manaus, AM. Para LOC Group, 2011.

2.896 VILA OLÍMPICA DE PEDRA DE GUARATIBA. Consultoria geotécnica para a construção dos aterros da Vila Olímpica, Pedra de Guaratiba, RJ. Para Spil Engenharia, 2011.

2.897 TRECHO SUBMERSO DA ADUTORA ALEGRIA-COMPERJ.. Consultoria geotécnica para tubulação adutora submarina atravessando a Baía da Guanabara, Rio de Janeiro, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011.

2.898 EMPREENDIMENTO ALTO BELVEDERE. Consultoria geotécnica para estruturas de contenção de empreendimento residencial constituído por edifícios em encosta, definição das causas de uma ruptura de cortina e recomendações para projeto ou reforço das estruturas de contenção, Nova Lima, MG. Para INPAR, 2011.

2.900 MINA DE NÍQUEL FAZENDA SANTA RITA. Avaliação das condições dos cortes e estruturas de contenção para fins de arbitragem, Ilhéus, BA. Para MMB – Mirabela Mineração do Brasil, 2011.

2.917 – REFORMA DO ESTÁDIO DO MARACANÃ. Consultoria geotécnica para efeitos da variação do nível de água nas fundações diretas. Rio de Janeiro, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011.

2.926 - TRAVESSIAS DOS RIOS PIAUÍ, GUARAREMA E REAL COM FUROS DIRECIONAIS (Gasoduto Catu-Itaporanga). Consultoria para seguro, Sergipe. Para Intech, 2011.

2.931 – INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS DA BRASKEM NO COMPERJ. Consultoria geotécnica. Itaboraí, RJ. Para Braskem, 2011-em andamento.

2.933 – ARCO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO – Lote1. Consultoria geotécnica, Duque de Caxias, RJ. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011-em andamento.

2.940 – PCH APERTADINHO. Consultor da Proprietária em procedimento arbitral na Câmara de Comercio Brasil-Canada, Vilhena, AC. Para CEBEL, 2011 – em andamento.

2,941 – RODOVIA MICHES – BÁVARO A SABANA DEL MAR. Consultoria geotécnica. República Dominicana. Para Construtora Norberto Odebrecht, 2011.

2.949 – UTE PARNAÍBA. Consultoria geotécnica. Santo Antônio dos Lopes, MA. Para MPX, 2012.

2.955 – EMPREENDIMENTOS EM SOLOS EXPANSIVOS E COLAPSÍVEIS – CONDOMÍNIO MONTE BELO E CONDOMÍNIO ESSO. Luanda, Angola. Para Odebrecht. 2011-em andamento.

2.960 – EXPRESSWAY SUAPE. Suape, PE. Para Odebrecht. 2012-em andamento.

2.963 – REDUC – LAGOAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES OLEOSOS. Duque de Caxias, RJ. Para CT-UFRJ, Prof Eduardo Jordão. 2012.

2.967 – UHE PALOMINO-DESLIZAMENTO OMBREIRA DIREITA. Consultoria geotécnica para seguro. República Dominicana. Para Odebrecht. 2012.

2.973 – FÁBRICA DA RUHRPUMPEM. Consultoria geotécnica. Duque de Caxias, RJ. Para Ruhrpumpem. 2012.

2.974 – ETILENO XXI – BRASKEM MÉXICO – TERRAPLANAGEM. Consultoria geotécnica. Coatzacoalcos, México. Para Odebrecht. 2012.

2.983 – ENCONTRO DA ESTRADA DO CONVENTO COM A PONTE SOBRE O RIO CACERIBU, COMPERJ. Consultoria geotécnica. Para Petrobras. 2012.

2.986 – TERMINAL DE EXPORTAÇÃO DE MINÉRIO DA BAMIN. Consultoria geotécnica. Para Odebrecht. 2012.

2.992 – TERRENO RUA DUMONTINA 3 – Estudo geotécnico. Vargem Grande, Rio de Janeiro. Para PDG 2012.

2.998 – BRT TRANSCARIOCA – Estudo do aterro de conquista para a ponte estaiada da Barra, Rio de Janeiro. Para Andrade Gutierrez, 2012.

2.1000 – TERRENO RUA SILVIA POZZANO – Estudo geotécnico. Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro. Para PDG, 2012.

2.1001 – DESPOLUIÇÃO DAS LAGOAS DA BARRA – Estudo de alternativas geotécnicas para tratamento e disposição dos materiais dragados e de fundo das lagoas da Tijuca e de Jacarepaguá. Barra da Tijuca, RJ. Para Queiroz Galvão, 2012.

2.1003 – Terreno CHEN – Estudo geotécnico. Recreio dos Bandeirantes, RJ. Para PDG, 2012.

2.1008 – QUEBRA MAR DO PORTO DO AÇU (TX1) – Estudo de estabilidade e recalques para a alternativa em pedra. São João da Barra, RJ. – Para a Camargo Corrêa, 2012.

2.1009 – ESTALEIRO DO PORTO DE PARAGUAÇU, Bahia – Consultoria geotécnica para os galpões e a doca seca – Para Consórcio Estaleiro Paraguaçu, 2012.

2.1010 – FÁBRICA DE ENGARRAFAMENTO DE GÁS, Caxias, RJ – Assistência Técnica para os aspectos geotécnicos de disputa com a SulAmérica Seguros – Para a Supergasbras (antes SVH), 2013.

2.2014 – SIDERÚRGICA VALLOUREC, Jeceaba, MG. – Assistência Técnica quanto aos taludes e erosões na área industrial. – Para Perito do Juízo, 2013.

2.1021 – FÁBRICA DE TUBULAÇÕES SUBIDA PARA PLATAFORMAS “OFF-SHORE” DA WELLSTREAM, Niterói, RJ. – Consultoria Técnica para o Pátio de Bobinas. – Para a Consultoria Al Arez, 2013.

2.1025 – PORTO DO AÇU, TERMINAIS TX1 E TX2, São João da Barra, RJ. – Consultoria Geotécnica para diversos aspectos dos projetos: quebra mar do TX1, quebra mar do TX2, cortinas de estacas prancha metálicas, fundações do quebra mar em caixões (TX1), etc – Para a Promon, 2013.

2.1033 – REFINARIA DO NORDESTE, RENEST, Cabo, PE. Estudos e Consultoria geotécnica para taludes rompidos. – Para Consórcio Ipojuca, 2013.

2.1037 – VIAS DO CORREDOR COLÓN, Colón, Panamá. – Consultoria para aterros sobre solos compressíveis e fofos em zona sísmica. – Para Construtora Norberto Odebrecht, 2013.

2.1040 – PÁTIO 32, PORTO SUDESTE, Itaguaí, RJ. – Consultoria geotécnica para execução da obra: taludes e contenções. - Para ARG, 2013.

2.1041 – PORTO DE EXPORTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO, Santana, Amapá. – Consultoria geotécnica para compreender o acidente ocorrido em março 2013. - Para Anglo American, 2013.

2.1070 – EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL CONCETTO, Recreio dos Bandeirantes, RJ – Consultoria geotécnica para compreender o deslocamento sofrido por cortina de estacas prancha de aço e possíveis recomendações para resolver o problema. - Para a Calçada, 2013.

3. PUBLICAÇÕES

- 3.1. "Resistência ao cisalhamento de solos residuais", publicação SP-1, Grupo de Solos, PUC/RJ, 1973.
- 3.2. "Micromorphology and the interpretation of a landslide in young gneissic soil", Symposium on Structurally Complex Formations, Soc. Geot. Italiana, vol. 1, pg. 425, 1977.
- 3.3. "Amostragem indeformada em argilas moles", Primeiro Simpósio de Prospecção do Subsolo, ABMS, Recife, vol. 1, 1977.
- 3.4. "Medição de poro-pressões sob variações rápidas de tensão total", Solos e Rochas, vol. 1, no. 3, pg 58, 1978.
- 3.5. "Settlement analysis for a reclamation fill on very soft deposits", em co-autoria com S. Eisenstein, 32nd Canadian Geotechnical Conference, vol. 1, pg 3-104, 1979.
- 3.6. "A simple, accurate and fault-proof water level indicator", Geotechnique, vol. 30, no. 4, pg 319, 1979.
- 3.7. "Depósitos moles: Formação e análise de aterros sob condições não drenadas", Segundo Seminário Regional de Mecânica dos Solos, ABMS, Salvador, vol.. 2 , 1980.
- 3.8. "Instrumented settlement fill on a peaty deposit", em co-autoria com L. Russo Neto e J. Carvalho, Décimo Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, vol. 1, pg 229, 1981.
- 3.9. "Site investigations for excavations on a soft peaty deposit", em co-autoria com J.M. Justino da Silva e J.C. Novello Pinheiro, 34th Canadian Geot. Conference, vol. 1, 1981. Cancelado, igual ao 3.17
- 3.10. "Ensaio triaxiais e de cisalhamento direto em uma ocorrência de solo residual gnáissico jovem com feldspato", em co-autoria com M. Maccarini, Simpósio sobre Solos Tropicais em Engenharia, COPPE/UFRJ, vol. 1, pa 324, 1981.
- 3.11. "Solos residuais gnáissicos: Pesquisas realizadas na PUCRJ", Seminário Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia, vol. 2, pg 30, 1981.
- 3.12. "Stress relief in prestressed soil", International Conference of Soil Mechanics, 25th Aniversary Sociedad Mexicana de Mecanica de Suelos, México, pg213, 1982.
- 3.13. "In situ multi-stage direct shear tests on schist for slope stability studies (Caue mine, Itabira, Brazil)", em co-autoria com A.J. da Costa Nunes e J.M. Sousa Ramos, 5th Congress of the International Society of Rock Mechanics, Section B1, Melbourne, Austrália, 1983.

- 3.14. "Questões relativas a previsão de comportamento de taludes examinadas a partir de casos históricos", Sétimo Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, vol. 7, Recife, 1982.
- 3.15. "Ensaio pressiométrico em solos residuais gnáissicos jovens", em co-autoria com J.R. Thedim Brandt, Solos e Rochas, vol. 6, no. 1, pg 3, 1983.
- 3.16. "Densidade relativa a partir da diferença entre a densidade in situ e a densidade mínima", Décimo Seminário Nacional de Grandes Barragens, vol. 2, pg. 405, 1983.
- 3.17. "Site investigations for unretained excavations in a soft peaty deposit", em co-autoria com J.M. Justino da Silva e J.C. Novello Pinheiro, Canadian Geotechnical Journal, vol. 21, no. 1, pg. 36, 1984.
- 3.18. "Sampling and testing of residual soils in brazil", em Sampling and Testing of Residual Soils - A Review of International Practice, editado por E.W. Brand & H.B. Phillipson, Scorpion Press (Hong Kong), pg. 31, 1985.
- 3.19. "Stress relief effects in gneissic saprolitic soil", Discussão escrita, International Symposium on Tropical and Lateritic Soils, ABMS, Brasília, 1985.
- 3.20. "Movimento de massas coluviais", em co-autoria com W.A. Lacerda, Mesa Redonda sobre Aspectos Geotécnicos de Encostas, ABMS/ABGE/Clubde Engenharia, Rio de Janeiro, 1985.
- 3.21. "Geomechanical evaluation for design of slopes at the Caue open pit iron mine, Itabira, Brazil", em co-autoria com A.J. da Costa Nunes, F.C. Santana e H.G. de Brito Filho, International Symposium on the Role of Rock Mechanics in Excavation for Mining and Civil Works, International Soc. for Rock Mechanics, Zacatecas (México), 1985. Não disponível.
- 3.22. "Estimativa de poro-pressões positivas em maciços de terra compactada durante a fase de construção", Décimo Sexto Seminário Nacional de Grandes Barragens, Belo Horizonte, 1985.
- 3.23. "Aspectos do comportamento tensão - deformação - resistência da argila mole do Sarapuí, Duque de Caxias, Rio de Janeiro", em co-autoria com A.S.F.J. Sayão, 8º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Porto Alegre, RS, 1986.
- 3.24. "Aspectos geotécnicos de uma ruptura de maciço argiloso compactado durante a construção", 8º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Porto Alegre, RS, 1986.

- 3.25. "Resistência ao cisalhamento da formação ferrífera na mina do Caue, Itabira, Minas Gerais, Brasil", em co-autoria com A.J. Costa Nunes, F.C. Santana e H.G. Brito Filho, II Simpósio Sul Americano de Mecânica das Rochas, Porto Alegre, RS, 1986.
- 3.26. "Estimativa de poro-pressões construtivas em aterros argilosos: os ensaios PN abertos", em co-autoria com Sidney R.B. da Silva, Simpósio Sobre Novos Conceitos em Ensaios de Campo e Laboratório em Geotecnia, Rio de Janeiro, 1988.
- 3.27. "Contribuição ao estudo geotécnico dos sedimentos argilosos de baixadas costeiras do Brasil - cidade do Rio de Janeiro e adjacências", Simpósio sobre Solos Moles, Rio de Janeiro, 1988.
- 3.28. "The density difference method for relative density control of sand fills", 12º Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Rio de Janeiro, 1989.
- 3.29. "Reconstructed undrained bulk strength of a stiff fissured clay", 12º Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Rio de Janeiro, 1989.
- 3.30. "Sampling of cohesionless soils in Brazil", in Sampling of Cohesionless Soils, Sociedade Japonesa de Mecânica dos Solos, 1989.
- 3.31. "Discussão de painel: Two points related to gneissic saprolitic soils", 12o. Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Rio de Janeiro, 1989.
- 3.32. "Contribuição de painel: Slopes in metamorphic saprolitic soils in Brazil", 12o. Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Rio de Janeiro, 1989.
- 3.33. "Young metamorphic residual soils", Relato, 9o. Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Viña del Mar, Chile, 1991.
- 3.34. "Strength of sand upon liquefaction", em co-autoria com T.M.P. de Campos, Discussão Escrita, 9o. Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Vina del Mar, Chile, 1991..
- 3.35. "Sampling disturbance - with particular reference to its effects on stiff clays", em co-autoria com Vaughan, P.R. e outros, Wroth Memorial Symposium, Oxford, UK, 1992.
- 3.36. "Instrumentação de encosta antes, durante e depois da instalação de drenos horizontais profundos", em co-autoria com W. Lacerda e J.R. Brandt, 1o. Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas, Rio de Janeiro, 1992.

- 3.37. "Talude rompido em solo saprolítico de micaxisto na mina do Cauê", em co-autoria com F.C. Santana, J.M. Souza Ramos e A. Sayão, 1ª Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas, Rio de Janeiro, 1992.
- 3.38. "Avaliação estatística do coeficiente de segurança de taludes", em co-autoria com A. Sayão, 1o. Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas, Rio de Janeiro, 1992.
- 3.39. "Estudos pseudo tridimensionais das tensões em galerias no interior de barragens de terra utilizando o método dos elementos finitos", em co-autoria com M.C.R. Cavalcante, 20º Seminário Nacional de Grandes Barragens, Curitiba, 1992. Não disponível.
- 3.40. "Dealing with a large mass of homogeneous young quartz-schist residual soil - Dois Córregos iron mine, Itabira, Brazil", Workshop Brasil-EUA em Engenharia Geotécnica, Belo Horizonte, 1992.
- 3.41 "The use of relative probability of failure in the design of open pit mine slopes", Proc International Congress on Mine Design, Kingston, Ontario, Canada, 1993.
- 3.42 "Sobre o uso de ensaios de palheta no projeto de aterros sobre argilas moles", Solos e Rochas, Vol. 16, No. 3, 1993.
- 3.43 "The developement of pore water pressure in a compacted soil", 13º Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Nova Delhi, Índia, 1994
- 3.44 "Parâmetros geotécnicos da argila de Sergipe segundo a teoria dos estados críticos", em co-autoria com Brugger, P.J., Almeida, M.S.S., Brandt, J.R.T., Lçacerda, W.L. e Danziger, F.A.B., 10º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Foz do Iguaçu, 1994.
- 3.45 "Debate na quarta sessão técnica: ruptura de cortina atirantada em Salvador e deslocamento de cortina atirantada durante a injeção de tirantes", 10º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Foz do Iguaçu, 1994.
- 3.46. "Geotechnical properties of Sergipe clay", Recent Developments on Soils and Pavement Mechanics, Balkema, Rio de Janeiro, 1997.
- 3.47. "Deformability of young gneissic soils of SE Brazil", The Geotechnics of Hard Soils – Soft Rocks, Nápoles, 1998.
- 3.48. "Numerical analysis of the breakwater construction of Sergipe harbor, Brazil", Canadian Geotechnical Journal, Vol. 35, pgs 1018 a 1031, 1998.
- 3.49. "Seis casos de escavação na região da cidade do Rio de Janeiro" , 4º SEFE Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, Vol. 2, São Paulo, 2000.

- 3.50. "Recalques em solos extremamente moles costeiros Brasileiros", Encontro de Propriedades de Argilas Moles Brasileiras, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.
- 3.51. "Método dos volumes para controle de campo da estabilidade de aterros sobre argilas moles", co-autores: W. A. Lacerda e J. R. T. Brandt, Solos e Rochas, Vol. 27, No. 1, pgs 25 a 35, 2004.
- 3.52. "Ensaio de verificação da integridade de estacas com energia média", co-autor com F. R. Lopes, J. W. Beim e R. L. deRosa, 5º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, São Paulo, 2004.
- 3.53. "Obtendo boas estimativas de recalques em solos muito moles: O caso da Barra da Tijuca, Rio de Janeiro", 13º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Curitiba, 2006.
- 3.54. "Sobre a prática Brasileira de projeto geotécnico de aterros rodoviários em terrenos com solos muito moles", 13º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Curitiba, 2006.
- 3.55. "Instrumented test embankment on piles and geogrid platform at the Panamerican Village, Rio de Janeiro", co-autor L. Deotti, First Panamerican Geosynthetics Conference and Exhibition, Cancún, Mexico, 2008.
- 3.56. "Aterro instrumentado da área C: Uso de drenos verticais em depósito muito mole da Barra da Tijuca, Rio de Janeiro", co-autor Marcus V. R. Bedeschi, 14º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Búzios, RJ, 2008.
- 3.57. "Brazilian Research and practice with geosynthetics", co-autores: L. G. deMello, R.C. Gomes e O.M. Villar, International Conference on Geosynthetics, Guarujá, 2010.
- 3.58. "Sobre a prática da engenharia geotécnica com dois solos difíceis: os extremamente moles e os expansivos", co-autor Nilo Consoli, 15º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Gramado, RJ, 2010.
- 3.59. "Deslocamentos Causados por Colunas de Brita em Aterro sobre Argila Mole, Instaladas por Vibro-substituição", trabalho aceito para o 16º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas, 2012.
- 3.60. "Uso de vácuo como sobrecarga de aterro sobre solo mole: uma primeira experiência de campo", coautores: Geraldo Guedes de Andrade e Edgar Odebrecht, trabalho aceito para o 16º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas, 2012.

3.61. "Avaliação da qualidade de corpos de prova de solos muito moles da Barra da Tijuca, Rio de Janeiro", terceiro autor com Christiano Teixeira e Alberto Sayão, trabalho aceito para o 16º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas, 2012.

3.62. "Considerations on the probability of failure of mine slopes", segundo autor com Alberto Sayão, Sérgio Fontoura e Rômulo Ribeiro, Soils and Rocks, ABMS, vol 35, No. 1, pgs 31-37, 2013.

3.63. "Observational Method applied to the Rio Grande Port Breakwater", terceiro autor com Fernando Schnaid e Luiz Guilherme de Mello, submetido para publicação na Soils and Rocks, ABMS, 2013.

4. PALESTRAS E PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS

4.1 CONFERENCISTA no Simpósio de Prospecções do Subsolo, Recife, 1977.

4.2 MODERADOR DE DEBATE no 6º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, Rio de Janeiro -78.

4.3 MEMBRO DE PAINEL no 6º Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos, Lima, Peru, 1979.

4.4 CONFERENCISTA no Ciclo de Palestras e Debates sobre Tópicos Especiais de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Brasília, 12 maio 1980

4.5 CONFERENCISTA no 2º Seminário Regional de Mecânica dos Solos, Salvador, 13 junho 1980.

4.6 PALESTRA "Unretained experimental excavation in soft peaty deposit in Rio de Janeiro", na University of Western Ontario, London, Canada, 18 novembro 1980

4.7 PALESTRA "Aspects of the Design of Earth Fills on Very Soft Soils", na Université Laval, Quebec, Canada, em 20 novembro 1980;

4.8 PALESTRA "Site Investigation and Excavation Design for the Itaipu Lagoon Project, Rio de Janeiro", na Edmonton Geotechnical Society, Edmonton, Alberta, Canada, 2 dezembro 1980

4.9 MODERADOR DE DEBATE no Simpósio sobre Túneis e Escavações Profundas, São Paulo, 1981.

4.10 CONFERENCISTA no Simpósio Brasileiro sobre Solos Tropicais em Engenharia, Rio de Janeiro, 1981.

4.11 MEMBRO DE PAINEL na Conferência Internacional Comemorativa do 25o. Aniversário da Sociedade Mexicana de Mecânica dos Solos, Ciudad de Mexico, México, 1982.

4.12 MEMBRO DE PAINEL no 7º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, Recife, 1982.

4.13 CONFERENCISTA no 1º Seminário sobre Instrumentação e Ensaios de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, novembro 1982

4.14 COORDENADOR DE DEBATE E COMENTARISTA FINAL no Simpósio sobre O Papel do Geólogo e do Engenheiro no Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 1983.

4.15 PRESIDENTE DA SESSÃO 2 da International Conference On Development of Low Cost and Energy Saving Construction Materials and Applications, Rio de Janeiro, 1984.

4.16 MEMBRO DE PAINEL no 1st International Conference on Geomechanics of Tropical Lateritic and Saprolitic Soils, Brasília, 1985.

4.17 PALESTRISTA na mesa redonda sobre Aspectos Geotécnicos de Encostas, Rio de Janeiro, 1985.

4.18 RELATOR DA SESSÃO TÉCNICA "Barragens - 3º Simpósio Regional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Salvador, 1985.

4.19 COORDENADOR DE DEBATE, Mesa Redonda - Depósitos de Encosta, Clube de Engenharia, Rio de Janeiro, 1986.

4.20 MEMBRO do ISSMFE Technical Committee on Professional Practice, 1987

4.21 DISCUSSION LEADER na seção 22 "Slope Stability in Residual Soils and Weathered Rocks" do 12º Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Rio de Janeiro, 1989.

4.22 PRESIDENTE DO PAINEL DE AVALIAÇÃO FINAL no Simpósio sobre Novos Conceitos em Ensaios de Campo e de Laboratório em Geotecnia, Rio de Janeiro, maio 1988.

4.23 PALESTRA "Casos Históricos de Acidentes em Barragens", Seminários Geotécnicos da PUCRJ, Rio de Janeiro, 1989

4.24 PALESTRA sobre Aspectos de Sinistros Geotécnicos para Seguros", Seminário de Danos Físicos do Sistema Financeiro de Habitação, no Grupo Bradesco de Seguros, Rio de Janeiro, 1989.

4.25 DEBATEDOR no Simpósio sobre Instrumentação Geotécnica de Campo - SINGEO'90, da ABMS, Rio de Janeiro, 1990

- 4.26 PALESTRA "Acidentes em Barragens", Seminários Geotécnicos da PUCRJ, Rio de Janeiro, 1990
- 4.27 PALESTRA "Riscos Geotécnicos", Seminário de Riscos de Engenharia, Associação Paulista de Técnicos de Seguro, São Paulo, maio 1991.
- 4.28 RELATOR da Seção "Propriedades Geotécnicas de Suelos de America" no 9º Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de fundações, Viña Del Mar, Chile, 1991
- 4.29 PALESTRA "Evolução dos Conceitos de Projeto de Barragens de Terra e Enrocamento", PUCRJ, Rio de Janeiro, 1991.
- 4.30 MEMBRO DO PAINEL da 2ª Seção Técnica da 1ª Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, Rio de Janeiro, novembro 1992
- 4.31 MEMBRO DO PAINEL do Tópico 1 "In Situ Characterization and Non-destructive Testing", US/Brazil Geotechnical Engineering Workshop on Applicability of of Classical Soil Mechanics Principles to Structured Soils, Belo Horizonte, novembro 1992.
- 4.32 MEMBRO DE PAINEL na Mesa Redonda "Mercado de Trabalho em Geotecnia – Realidade e Perspectivas", Rio de Janeiro, junho 1993.
- 4.33 PALESTRANTE na Mesa Redonda – O Panorama de Projetos em Consultoria Geotécnica", Rio de Janeiro, setembro 1994.
- 4.34 COORDENADOR DE DEBATES da Seção 3 no 2nd International Workshop on Application of Computational Mechanics in Geotechnical Engineering, Rio de Janeiro, novembro 1994.
- 4.35 DEBATEDOR NO 10º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Foz do Iguaçu, 1994.
- 4.36 PALESTRA "Aspectos geotécnicos do Plano Diretor do Aterro Metropolitano de Gramacho", Rio de Janeiro, 1995.
- 4.37 PALESTRA na Mesa Redonda "Construção sobre Solos Moles", promoção ABMS ABGE e Clube de Engenharia, Rio de Janeiro, julho 1997
- 4.38 MEMBRO DE PAINEL na 2ª Seção Técnica do Panamerican Symposium on Landslides em paralelo com o 2º COBRAE, Rio de Janeiro, 1997.
- 4.39 PALESTRANTE no Mini Curso sobre Caracterização Geotécnica de Movimentos de Taludes no Contexto Brasileiro, COPPE, junho 1998.
- 4.40 MEMBRO DE PAINEL no 2nd International Symposium on Hard Soils – Soft Rocks, Nápoles , Itália, outubro 1998.

4.41 PALESTRA "Acidentes em Geotecnia", Clube de Engenharia, Rio de Janeiro, novembro 1998.

4.42 MEMBRO DE PAINEL da Seção "Stability of Slopes and Earth Support" no 11º Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Foz do Iguaçu, agosto, 1999.

4.43 PALESTRANTE do Tema 3 "Escavações – Obras Urbanas, Rodoviárias, Conteção, Rebaixamento do Lençol Freático e Túneis", no 4º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, São Paulo, julho 2000.

4.44 DEBATEDOR na 4ª Seção – Casos de Obras no Encontro de Propriedades de Argilas Moles Brasileiras, COPPE, Rio de Janeiro, março 2001.

4.45 PALESTRANTE na 8ª FECON – Feira e Congresso de Engenharia e Arquitetura do Piauí, sobre "Desastres em Barragens", Teresina, maio 2002.

4.46 COORDENADOR DE DEBATES da Seção Plenária "Barragens, Taludes e Maciços Reforçados" do 12º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, São Paulo, outubro 2002.

4.47 PRESIDENTE DA SEÇÃO 12, do 4º Simpósio Brasileiro de Geossintéticos REGEO'2003, Porto Alegre, maio 2003.

4.48 COORDENADOR DE DEBATES da Seção de Abertura no 9º International Symposium on Landslides, Rio de Janeiro, junho 2003.

4.49 PALESTRA "Experiências com solos argilosos extremamente moles", PUCRJ, junho 2004.

4.50 CONFERENCISTA no 5º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, "Instrumentação Geotécnica para Monitoramento de Tubulações de aço que atravessam Línguas Coluviais no Sudeste Brasileiro", São Paulo, novembro 2004.

4.51 PALESTRA "Obras de aterros sobre solos muito moles", USP São Carlos, São Carlos, SP, maio 2005.

4.52 CONFERENCISTA no 4ª Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, "Projeto de Contenção de Taludes – Um ponto de vista", Salvador, BA, setembro 2005.

4.53 CONFERENCISTA na Seção Plenária "Desafios em Obras Rodoviárias no Brasil e Portugal", 3º Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia, Curitiba, agosto 2006.

4.54 PALESTRANTE no Workshop "Desafios Geotécnicos da Petrobras e Transpetro", 13º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Curitiba, agosto 2006.

- 4.55 RELATOR na 4ª Seção Técnica do 6º Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental, Recife, junho 2007.
- 4.56 PALESTRANTE no Seminário sobre Risco na Engenharia Civil da Associação Brasileira de Patologia das Construções, Bento Gonçalves, RS, setembro 2007.
- 4.57 PALESTRA “Quando o Risco se Materializa em Obras Geotécnicas”, PUCRJ, outubro 2007.
- 4.58 AVALIADOR GERAL do 14º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Búzios, RJ, agosto 2008.
- 4.59 PALESTRA ABMS, Apresentação da 4ª palestra ABMS – “Novidades geotécnicas para locais com solos extremamente moles” - Apresentada nos oito núcleos da Associação: Belo Horizonte, Brasília, Porto Alegre, Curitiba, Recife, Salvador, São Paulo e Rio de Janeiro, outubro e novembro 2008.
- 4.60 PALESTRANTE no 5º Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul – GEORS, Pelotas, RS, junho 2009.
- 4.61 CONFERENCISTA no 3º Seminário de Patologia das Construções, ALCONPAT—BRASIL, Porto Alegre, dezembro 2009.
- 4.62 WELLCOME LECTURER na International Conference on Geosynthetics, Guarujá, SP, maio 2010.
- 4.63 PALESTRANTE na Seção Plenária 4 – Tratamento de Solos - do 15º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Gramado, agosto 2010.
- 4.64 PALESTRANTE no 1º Simpósio de Geotecnia do Nordeste, “Experiência em obras com solos extremamente moles”, Recife, PE, novembro 2010.
- 4.65. CONFERENCISTA no 14º Congresso Brasileiro de Mineração – Workshop II – Geotecnia e hidrogeologia aplicadas à mineração. Belo Horizonte, setembro, 2011
- 4.65 PRESIDENTE DE SEÇÃO E COORDENADOR DE DEBATES. SEFE 7 – Seminário de Engenharia de Fundações Especiais, São Paulo, 30 maio 2012.
- 4.66 PALESTRANTE PACHECO SILVA, 16º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas, PE, setembro 2012.
- 4.67 PRESIDENTE DE SEÇÃO no 4th International Site Characterization Congress (ISC'4), Porto de Galinhas, PE, setembro 2012.
- 4.68 – PALESTRANTE – Encontro Geotécnico da Petrobras: Práticas atuais, Inovações e Tendências. Rio de Janeiro, RJ. 25 outubro 2012.

5. OUTRAS ATIVIDADES E PRÊMIOS

- 5.1. MEMBRO DO PAINEL DE CONSULTORES da revista Solos e Rochas (em diversos períodos desde 1978).
- 5.2. MEMBRO DO CONSELHO DEPARTAMENTAL da PUC-RJ (1978-1980).
- 5.3. MEMBRO DO CONSELHO UNIVERSITÁRIO da PUC-RJ (1980).
- 5.4. PRESIDENTE DO NÚCLEO RIO DE JANEIRO da ABMS (1978-1980).
- 5.7. MEMBRO DO CONSELHO DIRETOR da ABMS (em diversas ocasiões desde 1980).
- 5.8. REFEREE do Canadian Geotechnical Journal (1981-1982)
- 5.9. MEMBRO DO COMMITTEE ON SAMPLING AND TESTING OF RESIDUAL SOILS da International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering (1983-1985).
- 5.10. MEMBRO DO COMMITTEE ON SAMPLING da International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering (1987-1989).
- 5.11. PRÊMIO TERZAGHI - ABMS – 1992.
- 5.12. PRÊMIO JOSÉ MACHADO - ABMS – 1996
- 5.13 – PALESTRANTE ABMS (PALESTRA MILTON VARGAS) – 2008
- 5.14 – PALESTRANTE PACHECO SILVA, ABMS - 2012

6. REPRODUÇÕES DOS DIPLOMAS

6.1 - ENGENHEIRO CIVIL - PUCRJ - 1968



6.2 - Master of Science – IMPERIAL COLLEGE – UNIVERSITY OF LONDON – 1974

UNIVERSITY OF LONDON



SANDRO SALVADOR SANDRONI

of

IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

having completed an approved course of study in

SOIL MECHANICS

as an Internal Student in the Faculty of ENGINEERING

and passed the prescribed examinations has this

day been admitted by the Senate to the degree of

MASTER OF SCIENCE

22 AUGUST 1974

B. A. Phillips

Vice-Chancellor

6.3 – Philosophy Doctor – IMPERIAL COLLEGE, UNIVERSITY OF LONDON - 1977

UNIVERSITY OF LONDON



SANDRO SALVADOR SANDRONI

of

IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

having completed the course of study approved by the University and

passed the prescribed examinations as an Internal Student has

this day been admitted by the Senate to the degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

18 MAY 1977

Frank Hailley

Vice-Chancellor

São Paulo, 10 de junho de 2013.

A
ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.
Avenida Santana nº 420, Área Portuária
Santana – AP
CEP: 68925-000
E-mail: jose.martins@angloamerican.com
Telefone: (96) 3281-6052
A/C: José Luiz Martins

REFERÊNCIA: PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013
ACIDENTE NO TERMINAL DE MINÉRIOS DA
ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.
SANTANA - AP
CPS 1029.0.6.1

Prezados Senhores,

PROMINER PROJETOS LTDA.,
em atenção à solicitação efetuada por V.Sa. em 05 de abril de 2013, após vistoria realizada em 06 de abril de 2013 no Terminal Portuário de Minérios de Santana, da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA., situado na Avenida Santana nº 420, Área Portuária, em Santana, no Estado do Amapá, CEP: 68925-000, bem como com base nos estudos subsequentes realizados, vem apresentar o PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013 de responsabilidade técnica do seu Diretor Técnico, Engenheiro de Minas Ciro Terêncio Russomano Ricciardi, referente ao acidente ocorrido em 28 de março de 2013 no referido Terminal de Minérios, que foi objeto do Auto de Infração Ambiental nº 20094, Série A, expedido pelo Instituto do Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Estado do Amapá - IMAP em 02 de abril de 2013, com multa no valor de R\$ 20.000.000,00 (vinte milhões de reais) e do Laudo Técnico de Vistoria do processo IMAP 32000.115/2007, datado de 05 de abril de 2013 e recebido em 12 de abril de 2013.

Atenciosamente,


Ciro Terêncio Russomano Ricciardi
Engenheiro de minas – CREA 0600871181
Visto CREA/AP nº 4685

PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013
ACIDENTE NO TERMINAL DE MINÉRIOS DA
ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA
SANTANA - AP
CPS 1029.0.6.1

Elaborado para:
ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.
Avenida Santana nº 420 - Área Portuária
Santana - AP
CEP: 68925-000

Elaborado por:
PROMINER PROJETOS LTDA.
Rua França Pinto nº 1233 – Vila Mariana
São Paulo – SP
CEP: 04016-035

Distribuição:

01 Cópia – ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.
01 Cópia – PROMINER PROJETOS LTDA.

São Paulo, 10 de junho de 2013.



Ciro Terêncio Russomano Ricciardi
Engenheiro de minas – CREA 0600871181
Visto CREA/AP nº 4685

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
1. INFORMAÇÕES GERAIS	2
1.1. HISTÓRICO DO TERMINAL PORTUÁRIO DE MINÉRIOS DE SANTANA	2
1.2. O ACIDENTE NO TERMINAL PORTUÁRIO DE MINÉRIOS DE SANTANA	3
2. ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS	5
2.1. POTENCIAL POLUIDOR DO ACIDENTE.....	5
2.1.1. Solo	5
2.1.2. Minério de ferro	5
2.1.3. Equipamentos, caminhões e estruturas portuárias.....	7
2.1.4. Vegetação	7
2.2. CARACTERIZAÇÃO DO CANAL DE SANTANA.....	7
2.2.1. Dimensões do canal.....	7
2.2.2. Qualidade da água.....	8
2.2.3. Vazão e transporte de sedimentos	12
3. ANÁLISE DO AUTO DE INFRAÇÃO	13
3.1. DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS	13
3.2. DA GRAVIDADE DA INFRAÇÃO.....	13
3.3. DA CLASSIFICAÇÃO DA MULTA	14
4. ANÁLISE DO LAUDO TÉCNICO DE VISTORIA DO IMAP	15
4.1. DOS FATOS VERIFICADOS PELO IMAP	15
4.2. DAS CONSTATAÇÕES DO IMAP	15
4.2.1. Área do Acidente.....	15
4.2.2. Margem Esquerda a Montante do Acidente	15
4.2.3. Margem Direita em Frente	15
4.2.4. Margem Esquerda Jusante	15
4.3. CONSIDERAÇÕES DO IMAP SOBRE CAUSAS DO ACIDENTE	16
4.4. DAS ALTERAÇÕES AO MEIO AMBIENTE	18
4.4.1. Geomorfologia fluvial	19
4.4.2. Alterações na qualidade físico-química da água	19
4.4.3. Danos a flora e fauna aquática	20
4.4.4. Danos a flora e fauna terrestre	20
4.4.5. Alterações do solo.....	21
4.5. DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS.....	23
4.6. DA FUNDAMENTAÇÃO LEGAL	23
4.7. DAS CIRCUNSTÂNCIAS AGRAVANTES E ATENUANTES.....	23
4.8. CONCLUSÕES DO LAUDO TÉCNICO DE VISTORIA	24
CONCLUSÕES DO PARECER TÉCNICO PROMINER 001/2013.....	25
EQUIPE TÉCNICA	26

ANEXOS

ANEXO 1 –	RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS MENSAIS EM 2012 E 2013
ANEXO 2 –	RESULTADOS PARCIAIS DOS MONITORAMENTOS PÓS ACIDENTE
ANEXO 3 –	ANÁLISES LABORATORIAIS
ANEXO 4 –	ASPECTOS DE QUALIDADE DA ÁGUA
ANEXO 5 –	LAUDO TÉCNICO DA FORMAÇÃO VEGETAL ATINGIDA
ANEXO 6 –	BATIMETRIA DO CANAL DE SANTANA
ANEXO 7 –	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART
ANEXO 8 –	CURRICULA DO COORDENADOR E CONSULTORES
ANEXO 9 –	ARTIGO POTENCIAL POLUIDOR DE RESÍDUO SÓLIDO

INTRODUÇÃO

Prominer Projetos Ltda. empresa de consultoria na área de meio ambiente e mineração, com atuação nacional desde 1985, foi contratada para elaborar Parecer Técnico sobre as consequências ambientais referentes a ruptura do maciço na margem esquerda do Canal de Santana, ocorrido na área do Terminal Portuário de Minérios da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA., na madrugada do dia 28 de março de 2013, no município de Santana, no Estado do Amapá.

No dia 06 de abril de 2013 o engenheiro de minas Ciro Terêncio Russomano Ricciardi, diretor técnico da Prominer e profissional com 33 anos de atuação em mineração e meio ambiente, e experiência comprovada em análises de impacto e monitoramento ambiental, efetuou vistoria ao local do acidente e se reuniu com os responsáveis pelo Setor de Meio Ambiente da ANGLO, ocasião em que recebeu laudos de análises e outras informações correlatas.

Posteriormente à vistoria, em 12 de abril de 2013, foi fornecida à Prominer cópia do Laudo Técnico de Vistoria expedido pelo IMAP em 05 de abril de 2013. Esta cópia foi prontamente fornecida, tão logo recebida pela ANGLO.

Desta forma, o presente PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013 foi elaborado a partir da vistoria realizada, das informações recebidas, dos estudos e consultas bibliográficas e de consulta à legislação vigente no Estado do Amapá.

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. HISTÓRICO DO TERMINAL PORTUÁRIO DE MINÉRIOS DE SANTANA

O Terminal Portuário de Minérios de Santana foi construído na década de 1950 e utilizado para exportação do minério de manganês extraído na Serra do Navio pela empresa ICOMI – Industria e Comércio de Minérios S/A, que encerrou as atividades no local e no Estado do Amapá em meados da década passada.

Em abril de 2007 o Terminal Portuário de Minérios de Santana foi adquirido pela MMX AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. (MMX Amapá), uma empresa atuante no ramo de produção e exportação de minério de ferro, que o modernizou e reequipou com novas máquinas e equipamentos, passando a operá-lo novamente.

O Grupo ANGLO AMERICAN adquiriu o controle acionário da MMX Amapá no ano de 2008 e utiliza o Terminal Portuário de Minérios exclusivamente para exportação de minério de ferro sob a nova denominação ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.

A FIGURA 1.1.1 apresenta vista geral da área do Terminal Portuário de Minérios e seu entorno, em 29 de novembro de 2009, em imagem obtida no Google Earth Pro.



FIGURA 1.1.1 – Imagem de satélite do Terminal Portuário de Minérios da ANGLO em 29 de novembro de 2009, obtida através do Google Earth Pro.

1.2. O ACIDENTE NO TERMINAL PORTUÁRIO DE MINÉRIOS DE SANTANA

No início da madrugada do dia 28 de março de 2013, ocorreu o acidente no Terminal Portuário de Minérios de Santana, operado pela ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA., por causas ainda desconhecidas e sob investigação pela Marinha do Brasil.

O acidente correspondeu a uma ruptura do maciço, na área do Terminal Portuário de Minérios que se localiza na margem esquerda do Canal de Santana, acarretando no colapso das estruturas portuárias, que submergiram, juntamente com quatro caminhões e uma pá mecânica.

As FOTOS 1.2.1 a 1.2.3 mostram o local após o acidente. A FIGURA 1.2.4, por sua vez, traz uma estimativa da área atingida, com base na vistoria e nas fotos obtidas no local.

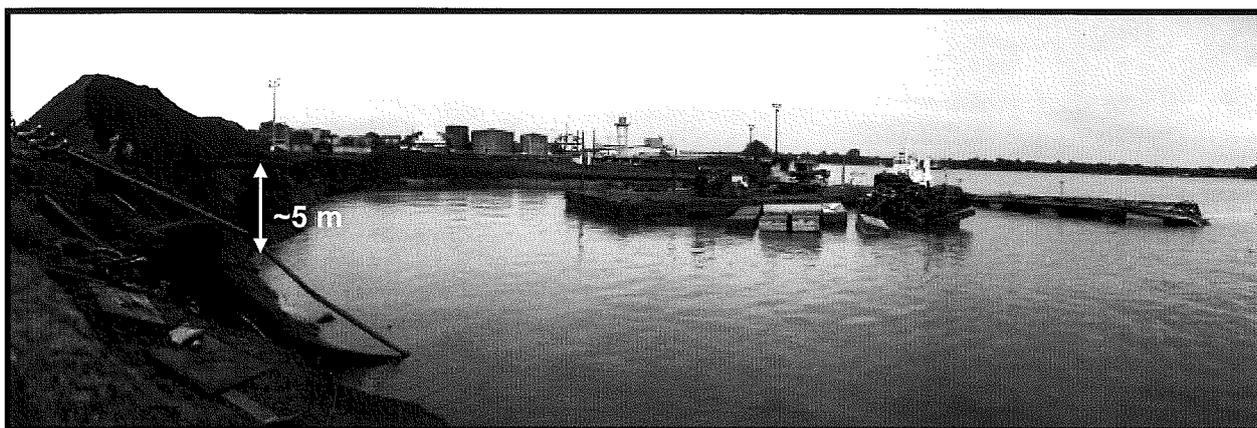


FOTO 1.2.1 – Vista geral do local do acidente no Terminal de Minérios da ANGLO na vistoria realizada no dia 06 de abril de 2013.

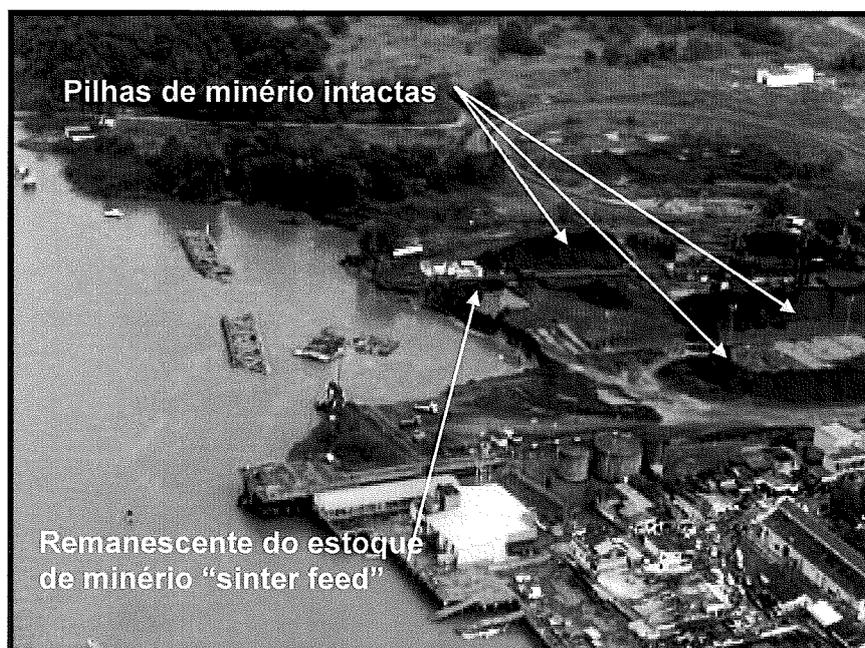


FOTO 1.2.2 – Vista aérea do local do acidente no Terminal de Minérios da ANGLO.



FOTO 1.2.3 – Vista aérea do local do acidente.



FIGURA 1.2.4 – Estimativa da porção atingida sobre imagem aérea (Google Earth Pro).

2. ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Para se avaliar os impactos ambientais do acidente são considerados seu potencial poluidor e as características do Canal de Santana que é o ambiente em que se insere o Terminal Portuário de Minérios da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.

2.1. POTENCIAL POLUIDOR DO ACIDENTE

Com o acidente houve uma ruptura do maciço do Terminal Portuário de Minérios que submergiu nas águas do Canal de Santana. A seguir é apresentada a relação dos materiais que submergiram no acidente representadas por:

- Solo;
- Minério de ferro;
- Equipamentos, caminhões e estruturas portuárias;
- Vegetação.

2.1.1. Solo

Foram movimentadas e submergidas no Canal de Santana cerca de 550.000 m³.

Considerando-se uma massa específica média de 1,4 t/m³ dos materiais areno argilosos da margem esquerda, pode-se concluir que o acidente provocou a submersão de 800.000 t de solo areno-argiloso na área do Terminal Portuário de Minérios de Santana.

Por se tratar de um material natural e originário do próprio local do acidente, admite-se que o solo não tenha potencial de poluir as águas do Canal de Santana, mas apenas o potencial de alterar temporariamente a turbidez da água, sua coloração e a concentração de sólidos dissolvidos e em suspensão. Destaca-se que o alegado potencial poluidor não foi confirmado no monitoramento da qualidade da água realizado no local após a ocorrência do sinistro.

2.1.2. Minério de ferro

O Terminal Portuário de Minérios da FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. opera principalmente com dois tipos distintos de minério de ferro, relacionados a seguir:

- Minério tipo "pellet feed": De granulometria fina, menor que 0,15 mm;
- Minério tipo "sinter feed": De granulometria mais grosseira, entre 6,35mm e 0,15 mm.

De acordo com o verificado na vistoria, o minério de ferro que estava sendo expedido no Terminal Portuário de Minérios no dia do acidente correspondia ao tipo "pellet feed", minério de granulometria fina. Com o sinistro, aproximadamente 105 metros de correia transportadora foram levados às águas do Canal de Santana.

De acordo com informações prestadas pela ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA, o carregamento estava paralisado no momento do acidente devido às intensas chuvas, e apenas uma pequena parte da correia, com aproximadamente 10 m, estava carregada com "pellet feed". Considerando-se uma carga específica de minério da correia de 800 kg/m, resulta que aproximadamente 8 toneladas de minério de ferro do tipo "pellet feed" caíram nas águas do Canal de Santana devido ao acidente.

O estoque de minério de ferro atingido pelo acidente corresponde ao minério de ferro mais grosseiro, do tipo "sinter feed", que foi parcialmente tragado pelo acidente (FOTO 2.1.2.1). Segundo informações da ANGLO FERROUS AMAPA MINERAÇÃO LTDA este estoque totalizava, anteriormente ao acidente, 15.000 toneladas das quais aproximadamente 3.000 toneladas submergiram no momento do acidente e, com a ação contínua das marés, a quantidade de minério foi reduzida a um valor final de 3.000 toneladas, que foram posteriormente removidas do local. Conclui-se a partir destas informações que um total de 12.000 toneladas de minério do tipo "sinter feed" submergiu nas águas do Canal de Santana.

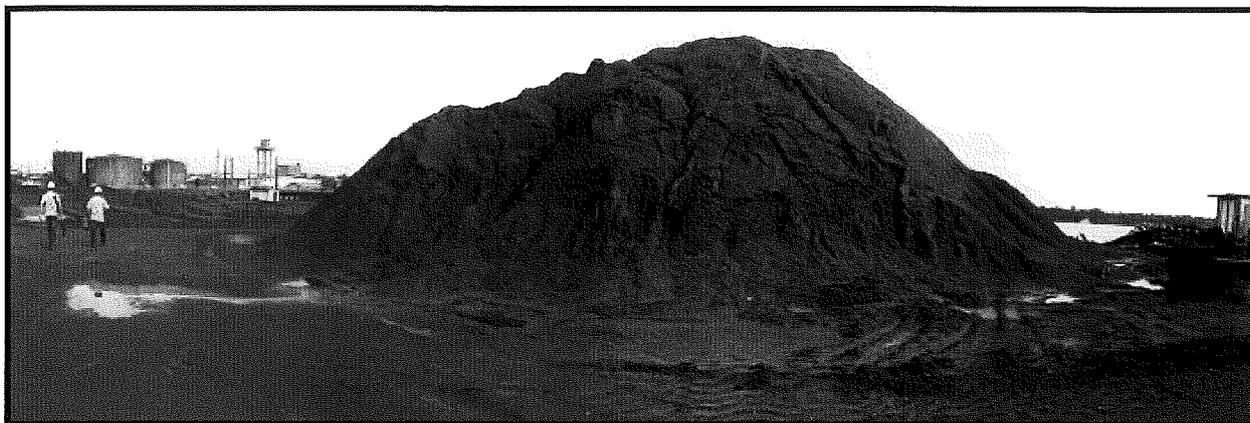


FOTO 2.1.2.1 – Porção remanescente de minério de ferro do tipo "sinter feed" no dia da vistoria da Prominer.

Os resíduos de minério de ferro vem sendo estudados em todo Brasil e as conclusões dos especialistas enquadram estes materiais como Resíduos Inertes da Classe III.

No **ANEXO 9** tem-se o trabalho "POTENCIAL POLUIDOR DE RESÍDUO SÓLIDO DA SAMARCO MINERAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM DE GERMANO" de autoria de José Maurício Machado Pires, Jorge Carvalho de Lena, Carlos Cardoso Machado e Reginaldo Sérgio Pereira, onde se comprova que os resíduos de minério de ferro são inertes e pertencem à Classe III.

PIRES, J. M.M.¹ relata que: "... A simples inspeção e comparação dos valores obtidos com os valores tabelados na Norma nos leva a concluir que o resíduo pode ser classificado como Classe III inerte."

Por sua vez ROCCA, A C.C.² conclui que: "São classificados como Classe III ou resíduos inertes os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos ao teste de solubilização (Norma NBR 10006 – "Solubilização de Resíduos – Procedimento") não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões definidos na Listagem 8 – "Padrões para o teste de solubilização."

Desta forma, a mistura de resíduos correspondente ao minério de ferro e ao solo que submergiram no Rio Amazonas, no acidente ocorrido no Terminal Portuário de Minérios de Santana, são enquadrados como resíduos inertes.

¹ PIRES, José Maurício Machado, *Identificação Química e Mineralógica dos Rejeitos Finos de Minério de Ferro da Samarco Mineração S.A.: um estudo de classificação de resíduos sólidos e avaliação de seu potencial como agente poluidor*/José Murício Machado Pires. – São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010.

² ROCCA, A C.C. (coord.) et al. *Resíduos Sólidos Industriais*. CETESB. 2 ed. São Paulo, SP. 233p. 1993.

2.1.3. Equipamentos, caminhões e estruturas portuárias

No acidente submergiram nas águas do Canal de Santana uma pá carregadeira, quatro caminhões e as estruturas de embarque que permaneciam no local no instante do sinistro.

O deslocamento dos equipamentos para o interior de um curso d'água tem o potencial de levar à liberação de óleos e graxas, no entanto o monitoramento de qualidade de água após o acidente, iniciado dia 02 de abril de 2013, não constatou em nenhum momento a presença de óleos e graxas no entorno do Terminal Portuário de Minérios da ANGLO, o que afasta o risco deste tipo de poluição relacionável ao acidente.

2.1.4. Vegetação

Segundo o Laudo Técnico da Formação Vegetal atingida pelo acidente no Terminal Portuário de Minérios (**ANEXO 5**) da lavra do engenheiro florestal Edson Herbst, a área total recoberta por vegetação totaliza 1.920 m², sendo que 1.000 m² correspondem a vegetação arbustiva e gramíneas e os outros 920 m² com árvores com baixo desenvolvimento e pequeno volume de madeira. A partir de amostragem conduzida em vegetação remanescente, estima-se que o acidente acarretou na perda de 64 (sessenta e quatro) indivíduos arbóreos.

A perda desta vegetação é considerada um impacto ambiental insignificante.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO CANAL DE SANTANA

São considerados fundamentais para a avaliação dos impactos ambientais do acidente os aspectos relacionados às dimensões do Canal de Santana, a qualidade de suas águas e as condições de fluxo e transporte de sedimentos.

2.2.1. Dimensões do canal

O Canal de Santana possui uma extensão de aproximada de 740 metros da margem em que ocorreu o acidente até a margem da Ilha Mucuíim e 980 entre margens, como pode se observar no excerto da carta náutica da FIGURA 2.2.1.1.

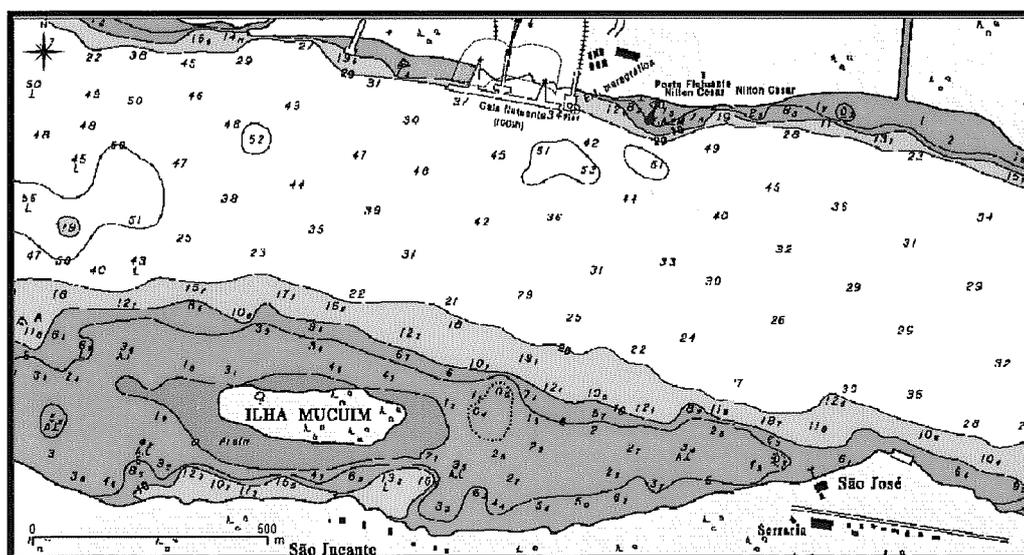


FIGURA 2.2.1.1 – Local do acidente sobre a carta náutica 206 – Canal de Santana (Marinha do Brasil).

Observa-se a partir da carta náutica (FIGURA 2.2.1.1) que o Canal de Santana tem uma profundidade entre 30 e 53 metros nas porções mais próximas ao local do sinistro, como reforça a vista em perfil do canal, na FIGURA 2.2.1.2, construída a partir da carta náutica anteriormente apresentada.

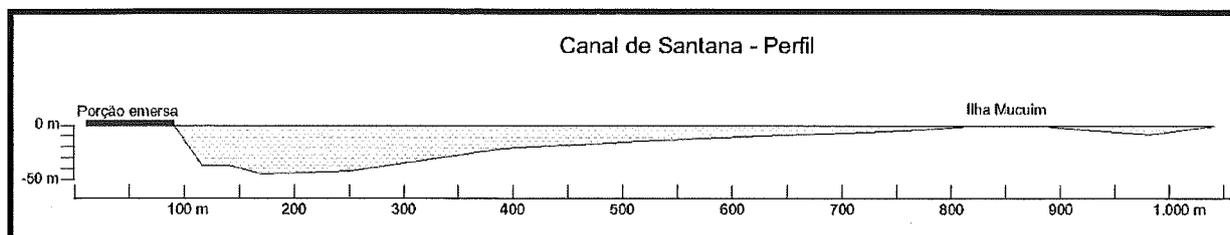


FIGURA 2.2.1.2 – Secção do Canal de Santana abrangendo o local do acidente, antes de sua ocorrência.

Observa-se, portanto, que a ruptura do maciço do Terminal Portuário da ANGLO apresenta dimensões bastante reduzidas se considerada a extensão e a profundidade do Canal de Santana.

2.2.2. Qualidade da água

Anteriormente ao acidente a ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA realizava rotineiramente o monitoramento da qualidade das águas superficiais no Canal de Santana próximo ao Terminal Portuário de Minérios. Durante os anos de 2012 e 2013, foram monitorados pontos a jusante e a montante, sendo o ponto PS11 localizado a montante e o ponto PS10 localizado a jusante do Terminal Portuário de Minérios. Os laudos de análises destas amostras são apresentados no **ANEXO 1**, enquanto que a consolidação dos resultados é apresentada no QUADROS 2.2.2.1 e 2.2.2.2.

QUADRO 2.2.2.1
QUALIDADE DAS ÁGUAS A MONTANTE (PS11) EM 2012 E 2013

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
pH	6,87	0,35	7,2	6,26
Turbidez (NTU)	295	274	820	25,23
Cor verdadeira (UC)	50	17	71	27
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,70	0,71	6,45	4,56
Sólidos dissolvidos (mg/L)	26	11	44	15
Arsênio total (mg/L)	Não Detectado			
Ferro dissolvido (mg/L)	0,196	0,061	0,302	0,133
Cromo total (mg/L)	Não Detectado			
Manganês total (mg/L)	0,025	0,014	0,060	0,014

QUADRO 2.2.2.2
QUALIDADE DAS ÁGUAS A JUSANTE (PS10) EM 2012 E 2013

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
pH	6,96	0,26	7,22	6,45
Turbidez (NTU)	92	119	390	11
Cor verdadeira (UC)	48	13	62	29
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,15	0,57	6,7	5,32
Sólidos dissolvidos (mg/L)	94	151	420	10
Arsênio total (mg/L)		Não Detectado		
Ferro dissolvido (mg/L)	0,209	0,132	0,496	0,08
Cromo total (mg/L)		Não Detectado		
Manganês total (mg/L)	0,013	0,007	0,025	ND

Imediatamente após o acidente, a ANGLO FERROUS MINERAÇÃO AMAPÁ LTDA implantou medidas de resgate e proteção do local e em seguida intensificou o monitoramento de qualidade de água com a adição de mais 4 (quatro) pontos de coleta de água superficial no Canal de Santana, totalizando assim 6 (seis) pontos de monitoramento, além de uma maior frequência de amostragem. A localização dos pontos encontra-se no croqui da FIGURA 2.2.2.1, enquanto que os laudos das análises após o acidente constam no **ANEXO 2**.

Comparando-se os resultados das análises realizadas anteriormente ao acidente com as análises posteriores, nota-se que não há variação significativa dos parâmetros considerados (QUADROS 2.2.2.3 a 2.2.2.9) e, portanto, pode se concluir que o acidente não alterou a qualidade das águas do Canal de Santana.

QUADRO 2.2.2.3
RESULTADOS DE ANÁLISES (pH)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	6,59	0,25	6,94	6,14	19
	2	6,64	0,26	6,97	6,10	19
	3	6,65	0,21	6,95	6,29	19
	PS10 - Jusante	6,72	0,20	6,90	6,17	19
	5	6,70	0,21	6,88	6,11	19
	6	6,70	0,24	6,94	6,15	19
Anterior	PS10 - Jusante	6,96	0,26	7,22	6,45	10
	PS11 - Montante	6,87	0,35	7,20	6,26	9

QUADRO 2.2.2.4
RESULTADOS DE ANÁLISES (TURBIDEZ - NTU)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	83	8	96	69	19
	2	87	8	99	69	19
	3	88	8	105	70	19
	PS10 - Jusante	88	0	7	6	19
	5	86	10	105	66	19
	6	86	9	102	67	19
Anterior	PS10 - Jusante	92	119	390	11	10
	PS11 - Montante	295	274	820	25	9

QUADRO 2.2.2.5
RESULTADOS DE ANÁLISES (OXIGÊNIO DISSOLVIDO – mg/L)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	6,31	0,34	6,81	5,38	19
	2	6,38	0,31	7,08	6,01	19
	3	6,35	0,36	6,91	5,46	19
	PS10 - Jusante	6,42	0,36	6,91	5,46	19
	5	6,34	0,28	6,92	5,82	19
	6	6,36	0,36	6,94	5,34	19
Anterior	PS10 - Jusante	6,15	0,57	6,70	5,32	10
	PS11 - Montante	5,70	0,71	6,45	4,56	9

QUADRO 2.2.2.6
RESULTADOS DE ANÁLISES (SÓLIDOS DISSOLVIDOS – mg/L)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	19	3	25	16	19
	2	19	3	25	15	19
	3	19	3	25	15	19
	PS10 - Jusante	19	4	25	15	19
	5	20	4	26	15	19
	6	19	5	31	15	19
Anterior	PS10 - Jusante	94	151	420	10	10
	PS11 - Montante	26	11	44	15	9

QUADRO 2.2.2.7
RESULTADOS DE ANÁLISES (COR VERDADEIRA – UC)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	58	7	68	47	19
	2	54	9	70	37	19
	3	56	11	78	38	19
	PS10 - Jusante	57	14	76	32	19
	5	58	9	69	37	19
	6	53	10	68	36	19
Anterior	PS10 - Jusante	48	13	62	29	10
	PS11 - Montante	50	17	71	27	9

QUADRO 2.2.2.8
RESULTADOS DE ANÁLISES (FERRO DISSOLVIDO – mg/L)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	0,342	0,061	0,480	0,210	24
	2	0,337	0,090	0,520	0,188	24
	3	0,381	0,087	0,550	0,216	24
	PS10 - Jusante	0,351	0,079	0,470	0,161	24
	5	0,397	0,081	0,550	0,240	24
	6	0,323	0,070	0,470	0,220	24
Anterior	PS10 - Jusante	0,209	0,132	0,496	0,080	10
	PS11 - Montante	0,196	0,061	0,302	0,133	9

QUADRO 2.2.2.9
RESULTADOS DE ANÁLISES (MANGANÊS TOTAL – mg/L)

	Ponto	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Amostras
Após o acidente	PS11 - Montante	0,038	0,012	0,061	ND	24
	2	0,040	0,017	0,080	ND	24
	3	0,035	0,009	0,050	ND	24
	PS10 - Jusante	0,039	0,013	0,060	ND	24
	5	0,035	0,014	0,060	ND	24
	6	0,032	0,014	0,050	ND	24
Anterior	PS10 - Jusante	0,013	0,007	0,025	ND	10
	PS11 - Montante	0,025	0,014	0,060	0,014	9

No **ANEXO 4** são apresentadas as análises do professor Eduardo Von Sperling que comprovam que não houve alteração da qualidade da água no local do acidente.

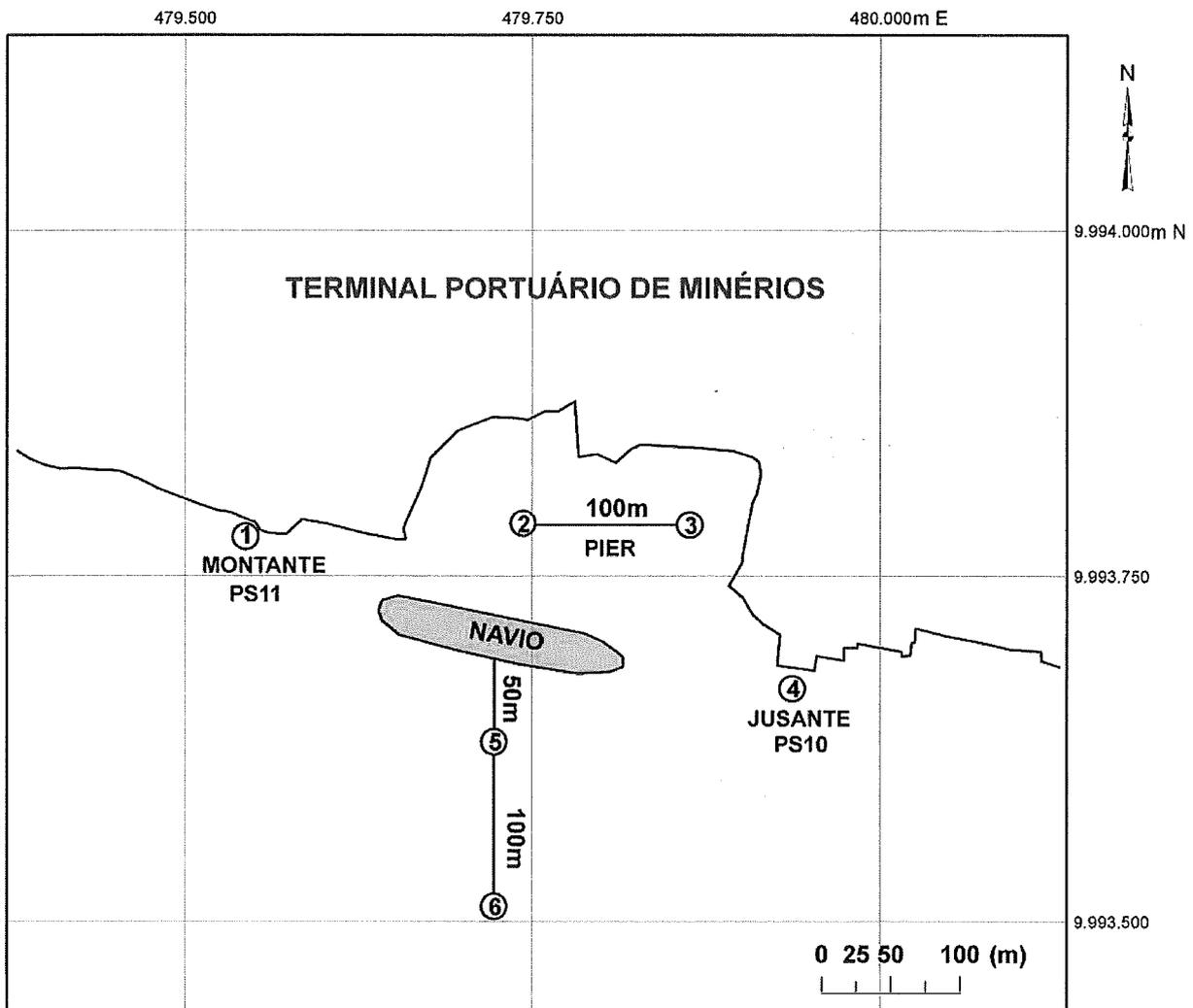


FIGURA 2.2.2.1 – Localização dos pontos de amostragem para monitoramento da qualidade da água.

2.2.3. Vazão e transporte de sedimentos

O Canal de Santana tem o sentido de seu fluxo dependente da maré. Silva (2002)³ aponta para uma vazão máxima positiva em maré vazante de 18.385 m³/s e uma vazão máxima negativa em maré enchente de 16.360 m³/s.

Por outro lado, amostras de água superficial anteriores ao acidente, que tiveram a análise de sólidos totais (totalizando sólidos suspensos e sólidos dissolvidos – **ANEXO 1**), apresentaram valores entre 55 mg/L e 126 mg/L. Conjugando-se estas concentrações de material sólido com as vazões no Canal de Santana, temos que o canal movimentará até 8.340 toneladas de material sólido suspensos e dissolvidos a cada hora.

Considerando-se que o volume total de material submerso se aproxima de 800.000 toneladas, concluímos que se trata de um montante equivalente ao volume de sólidos normalmente transportado dissolvido e em suspensão no Canal de Santana em período de quatro dias.

Além disso, o arraste de sedimentos pelo leito do Canal de Santana se aproxima destes valores uma vez que diariamente o Rio Amazonas arrasta cerca de 1.730.000 t de materiais sólidos em seu leito.

³ SILVA, M.S. Relatório da campanha de medições de vazões realizadas no Estado do Amapá (Foz do rio Amazonas), período 04 – 16/09/2001. Macapá: IEPA/GERCO, 2002.

3. ANÁLISE DO AUTO DE INFRAÇÃO

A seguir é analisada cada parte do conteúdo do Auto de Infração Ambiental nº 20094, série A, sendo apresentada na sequência a descaracterização técnica do enquadramento e classificação do mesmo, comprovando o total descabimento de sua aplicação.

3.1. DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS

No Auto de Infração Ambiental nº 20094, Série A, foi assim descrito em partes: *“Por causar alterações sensíveis ao meio ambiente devido ao desmoronamento do Porto de embarque e armazenamento de minério, conforme previsto no Art. 98, Inc III da Lei Complementar nº 0005/94 ...”*

O Inciso III e o caput do Artigo 98 da Lei Complementar Estadual nº 0005/94 de 18 de agosto de 1999 preveem:

“Art. 98 - Fica proibida toda e qualquer ação poluidora ou perturbadora causada por agentes, bem como a liberação ou lançamento de poluentes sobre o meio ambiente, caracterizada pelo que se segue:

III - que direta ou indiretamente, causem ou possam causar desconformidades aos padrões de qualidade estabelecidos em decorrência desta Lei Complementar.’

Ocorre que não houve no Terminal Portuário de Minérios de Santana qualquer ação poluidora ou perturbadora causada por agentes, bem como não ocorreu “desmoronamento” qualquer, mas sim a ruptura do maciço do Canal de Santana na altura do Terminal de Minérios. Não houve sequer a liberação ou lançamento de poluentes sobre o meio ambiente. O que houve foi um acidente de causa desconhecidas até o momento, um evento indesejado e com grandes prejuízos e perdas.

Além disso, conforme demonstra este PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013, não houve qualquer desconformidade direta ou indiretamente causadas aos padrões estabelecidos pela legislação vigente no Estado do Amapá.

Desta forma, o acidente geotécnico de causas desconhecidas, ocorrido no Terminal Portuário de Minérios de Santana operado pela ANGLO, não deve ser enquadrado como ação poluidora ou perturbadora por força do Artigo 98 e em seu inciso III, da Lei Complementar – LCE nº 005/94 .

3.2. DA GRAVIDADE DA INFRAÇÃO

Consta no Auto de Infração nº 20094, série A: *“... c/c o art. 16, Inc I ...”*

O caput do Artigo 16 e seu Inciso I, do Decreto Estadual nº 3009, de 17 de novembro de 1998 prevêm:

“Art. 16 – Consideram-se infrações ambientais de natureza gravíssima:

I – provocar, pontual ou continuamente, riscos à saúde pública, à flora, à fauna ou provocar alterações sensíveis no meio ambiente;”

Apesar de pontuais, os efeitos causados ao meio ambiente pelo acidente ocorrido no Terminal Portuário de Minérios de Santana não colocaram, como também não colocam, e

não colocarão em risco a saúde pública, a flora ou a fauna, como também não provocaram alterações sensíveis no meio ambiente.

Como apresentado neste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013, os efeitos do acidente geotécnico ocorrido no Terminal Portuário de Minérios foram pontuais e restritos ao local ocupado pelas instalações da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA, sem qualquer significância no entorno. Hipóteses de possíveis alterações ambientais não foram comprovadas pelo IMAP, o que vai contra o critério de sensibilidade destas alterações hipotéticas.

Pelo exposto não pode ser enquadrado como infração ambiental de natureza gravíssima um acidente geotécnico que não acarretou em quaisquer efeitos ambientais significativos, nem mesmo em seu entorno imediato, sendo estes efeitos restritos ao local do acidente.

3.3. DA CLASSIFICAÇÃO DA MULTA

No Auto de Infração nº 20094, série A, consta: "... e Art. 27, Inc IV, alínea "c" do Decreto Estadual nº 3009/98. ..."

O Artigo 27 e seu Inciso IV do Decreto Estadual nº 3009/98 de 17 de novembro de 1998 preveem:

"Art. 27 – Na aplicação das multas a pessoas jurídicas, serão observados os valores e classificações seguintes:

IV – Empresas de Porte Excepcional:

Infrações leves: de R\$ 500,00 a R\$ 50.000,00

Infrações graves: de R\$ 1.000.000,00 a R\$ 5.000.000,00

Infrações gravíssimas: de R\$ 5.000.000,00 a R\$ 50.000.000,00"

De fato o porte de todas as operações da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. no Estado do Amapá remeteriam para um empreendimento de porte excepcional. Ocorre que no caso de ser analisado particularmente o Terminal Portuário de Minério de Santana, que é objeto da Licença Ambiental de Operação nº 203/2012, processo 32000-0115/2007, cujo pedido de renovação foi efetuado em 16 de janeiro de 2013 este não é de porte excepcional.

O que pode ser considerado de porte excepcional é o conjunto de todas as operações da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. no Estado do Amapá. O Terminal Portuário de Minérios de Santana corresponde apenas a uma parte deste empreendimento.

Ademais, mesmo que considerando, para efeito apenas de suposição, que o Terminal Portuário de Minérios de Santana fosse, de fato, de Porte Excepcional, ainda assim não se aplicaria a classificação da multa no terceiro item do Inciso IV (denominado no Auto por alínea "c"), pois a infração ambiental, se é que houve, nunca poderia ser classificada como gravíssima.

Desta forma, deve ser desconsiderada a aplicação da multa para infração gravíssima mesmo sendo considerado o porte do Terminal Portuário de Minérios de Santana como excepcional, o que evidentemente não o é. O licenciamento ambiental do Terminal de Minérios de Santana junto ao IMAP é em separado, ou seja, o IMAP considera o Terminal de Minérios de Santana como um empreendimento a parte de todas as demais operações.

Pelo exposto, toda a descrição do Auto de Infração nº 20094 deve ser desconsiderada.

4. ANÁLISE DO LAUDO TÉCNICO DE VISTORIA DO IMAP

Neste item são analisados os itens do Laudo Técnico de Vistoria do IMAP datado de 05 de abril de 2013, referente ao acidente geotécnico ocorrido no Terminal de Minérios de Santana em 28 de março de 2013 e apresentadas as críticas e correções pertinentes.

4.1. DOS FATOS VERIFICADOS PELO IMAP

Corretamente a equipe técnica do IMAP relata se tratar de um acidente, informa a data e a hora da ocorrência do evento e estima uma área impactada que se assemelha a estimativa feita neste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013. São também relatadas as datas e condições das vistorias das equipes técnicas do IMAP. Ressalva deve ser efetuada à estimativa pela Equipe Técnica do IMAP de 20.000 toneladas de minérios de ferro na ruptura que conforme já dimensionado no item 2.1.2 representa um valor de 12.000 toneladas.

4.2. DAS CONSTATAÇÕES DO IMAP

4.2.1. Área do Acidente

Deve ser corrigida a constatação do IMAP que havia “pilhas de minérios com evidências de deslizamento” uma vez que apenas um pequeno estoque de minério de ferro tipo “sinter feed” apresentava evidência de queda sendo o valor final submergido no Canal de Santana de aproximadamente 12.000 toneladas.

4.2.2. Margem Esquerda a Montante do Acidente

Nada acrescentar. A equipe do IMAP informou que não foram constatados danos a montante.

4.2.3. Margem Direita em Frente

A equipe do IMAP constatou que houve, após o acidente geotécnico, a formação de ondas que provocaram “danos às estruturas do local (trapiche) e pequenas embarcações dos moradores (catraias e lanchas)”.

Destaca-se que o laudo técnico do IMAP apresenta somente uma fotografia de um trapiche quebrado supostamente por ação da onda gerada pelo acidente (**Figura 07**), e uma vista geral do Porto da Ilha de Santana (Figura 08), sem comprovar os danos nas catraias ou lanchas dos moradores.

De qualquer forma estão sendo apurados os eventuais danos às embarcações e estruturas, para fins de ressarcimento pela ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA.

4.2.4. Margem Esquerda Jusante

Nada a acrescentar. A equipe do IMAP confirmou que não foram constatados danos a jusante.

4.3. CONSIDERAÇÕES DO IMAP SOBRE CAUSAS DO ACIDENTE

É relatado pela equipe do IMAP que “foram constatadas apenas alterações pontuais no Porto da empresa Anglo” e que “tanto as áreas a montante, jusante e em frente ao sinistro não foram alteradas. Fatos que são reforçados pelos relatos dos moradores e que foram confirmados in loco pela equipe”, o que levou a equipe do IMAP descartar “algum acidente natural anômalo” como causa do evento.

Cabe destacar que “algum acidente natural anômalo” envolve conceitos muito amplos e torna vaga esta conclusão da equipe do IMAP.

No segundo parágrafo deste item do Laudo de Vistoria a equipe do IMAP relata que “pôde constatar neste local que os danos gerados resultaram da ação das ondas formadas pelo desabamento da área portuária da empresa Anglo Ferrous”, mas ao não especificar o local a que se refere é impossível determinar se a constatação é sobre danos causados pela onda à própria área portuária ou à área em frente ao porto.

Ainda no segundo parágrafo a equipe do IMAP ressalta e reforça com uma sequência de seis fotos restritas ao local do acidente que “não houve qualquer alteração da paisagem (vegetação/relevo), que não as provocadas pelo evento descrito”.

Após esta sequência de afirmações que indicam pouquíssimas constatações de consequências ambientais devido ao acidente no Terminal Portuário de Minérios, dentro de um item que diz considerar sobre as causas do acidente, no primeiro parágrafo da folha 12 afirma-se que:

“Constatou-se ainda que o evento gerou uma alteração ao meio ambiente em virtude da grande quantidade de material que foi carregado para o leito do Rio Amazonas. Fato este que configura uma infração ambiental conforme o Decreto Estadual nº 3009/98. Os danos ambientais serão descritos no item dos Impactos Ambientais.”

Esta afirmação é equivocada sob dois pontos de vista distintos, o primeiro sobre a “grande quantidade de material que foi carregada para o leito do Rio Amazonas” e a segunda sobre a aplicabilidade do instrumento legal citado:

- 1) Sobre a “grande quantidade de material carregada” citada pelo IMAP deve ser esclarecido que:
 - 1.1) Conforme estimado nos itens 2.1.1 e 2.1.2 deste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013, a quantidade total submersa é de aproximadamente 800.000 toneladas e pode equivaler ao montante de sólidos normalmente movimentado no Canal de Santana em um período entre quadro dias, conforme as estimativas do item 2.2.3 do presente parecer referente a vazão e à quantidade de sólidos presentes na água dissolvidos ou em suspensão. Além disso, o arraste de sedimentos pelo leito do Canal de Santana se aproxima destes valores uma vez que diariamente o Rio Amazonas arrasta cerca de 1.730.000 t de materiais sólidos em seu leito;
 - 1.2) Conforme observado no item 2.2.1, sobre as dimensões do Canal de Santana, a profundidade do canal entre 30 e 53 metros é ao menos uma ordem de grandeza maior que a espessura da porção emersa que submergiu, da ordem de 5 metros, apontada pelo IMAP, assim como a largura do canal entre 740 e 980 metros é muito maior que a maior dimensão submersa, estimada pela equipe do IMAP em 195 metros.

- 2) Sobre a aplicabilidade do Decreto Estadual nº 3009/98 (inciso I - provocar alterações sensíveis ao meio ambiente):
- 2.1) A sensibilidade e a constatação desta alteração ambiental não se alcançam através de vistoria terrestre a partir das margens do Canal de Santana ou navegando em embarcações sobre as águas turvas do Ro Amazonas, que foram os meios de que a equipe do IMAP dispôs, pois não é possível observar as condições do leito submerso a partir da superfície. Portanto não se trata de uma constatação, mas de mera suposição sobre uma possível alteração ambiental;
- 2.2) Finalmente, destaca-se que a morfologia fluvial na área do Terminal Portuário de Minérios já fora alterada e, portanto, trata-se de um ambiente modificado, observando-se a descontinuidade entre a morfologia da margem do Canal de Santana no local do píer de atracação na carta náutica (FIGURA 2.2.1.1).

Retornando ao tema das causas do acidente, o Laudo Técnico de Vistoria do IMAP relaciona 7 (sete) fatores que poderiam se relacionar às possíveis causas do acidente. Observa-se que estes fatores foram relacionados de forma simples, sem qualquer tipo de justificativa quanto a sua aplicabilidade. Após a transcrição dos fatores de causa (em negrito) são tecidos comentários pertencentes a este parecer técnico.

“I. Estruturas portuárias existentes muito antigas (Construção do Porto de 1954-1956):”

Afirmção vaga e aparentemente inaplicável, pois se tratou de uma ruptura em solo, que a princípio não se correlaciona com o tempo de uso das estruturas portuárias que foram modernizadas e reequipadas em 2007;

“II. Ausência de impermeabilização do solo na área onde o minério era armazenado:”

Como se observa nas FOTOS 1.2.2 e 1.2.3, bem como na FIGURA 1.2.1, o acidente não abrangeu os pátios de estocagem de minério, que mantiveram suas pilhas intactas (exceção para pequeno estoque de “sinter feed”). Além disso terminais de minérios não são impermeabilizados, pois minérios são considerados materiais inertes e não perigosos. Portanto este fator não tem relação com o acidente;

“III. Infiltração de água no solo ocasionado pelo excesso de chuva:”

Realmente fortes chuvas antecederam o acidente no Terminal Portuário de Minérios de Santana e infiltrações geram pressões no solo que podem acarretar em rupturas. Este fator pode estar associado ao acidente mas só uma perícia poderá auxiliar neste aspecto da determinação das causas do acidente.

“IV. Excesso de Peso na área atingida:”

Este fator não se aplica, pois a carga fica nos pátios de estocagem de minério, que não foram atingidos pelo acidente. Segundo informações fornecidas pela ANGLO, a operação do porto era normal no instante do acidente estando o embarque de minério “pellet feed” paralisado momentaneamente devido às chuvas;

“V. Ausência de estruturas de contenção na margem do rio:”

Não se sabe a que estruturas de contenção este fator faz referência;

“VI. Erosão natural com ação prolongada das correntes de maré e fluviais:”

Este fator poderá estar associado ao acidente;

“VII. Inexistência de vegetação na margem do rio Amazonas, justamente na área objeto do desmoronamento. Não há mata ciliar no local.”

Realmente, não há nem deveria haver vegetação ou mata ciliar no local do acidente, pois se trata de área ocupada pelo Terminal Portuário de Minérios há mais de 60 anos sendo o local do acidente área regularmente ocupada por atividades portuárias antes mesmo da edição do antigo Código Florestal de 1965. Não há como relacionar o acidente com a ausência de vegetação ciliar.

Após a relação destes fatores o Laudo Técnico de Vistoria do IMAP destaca as chuvas, utilizando-se imagens de satélite que confirmam a presença de nuvens carregadas na região no período que abrangeu a ocorrência do acidente e confirma “uma precipitação pluviométrica forte de 40,6 mm no dia 27 de março de 2013” através dos dados da estação meteorológica do INMET no distrito de Fazendinha.

Estranhamente, após os experts do IMAP apresentarem duas informações distintas que apontam na mesma direção, das fortes chuvas, do dia 27 de março de 2013, a equipe do IMAP conclui que “No entanto, estas informações descartam a possibilidade do evento ter ocorrido em virtude de chuvas isoladamente”.

Trata-se de uma conclusão desconexa com as informações prestadas nos dois parágrafos que a antecedem e que necessitaria de um aprofundamento para se apurar a real influência das chuvas nas causas do acidente.

Por fim o Laudo Técnico de Vistoria do IMAP ressalta que a ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. informou o acidente de forma imediata aos órgãos responsáveis e tomou as medidas necessárias de emergência, o que é verdadeiro.

4.4. DAS ALTERAÇÕES AO MEIO AMBIENTE

O Laudo Técnico de Vistoria do IMAP inicia a discussão sobre as alterações ao meio ambiente citando a Lei Federal nº 6.938/1981 e o Artigo 1º da Resolução CONAMA 001/1986. Em seguida são apresentadas definições dos atributos de “magnitude” e “importância” de impactos ambientais, que foram confundidos pela equipe do IMAP como danos, o que não o são.

Em seguida é apresentado o método de avaliação (listagem de controle) e os 6 (seis) critérios qualitativos de classificação dos impactos, relacionados a seguir:

- Valor: Impacto positivo ou negativo;
- Ordem: Impacto direto ou indireto;
- Espaço: Local ou regional;
- Tempo: Curto, médio ou longo prazo;
- Dinâmica: Impacto temporário ou permanente;
- Plástica: Impacto reversível ou irreversível.

Não há qualquer objeção quanto à metodologia aplicada, embora deva ser ressaltado que impacto ambiental não se confunde com dano ambiental, sendo a expressão impacto ambiental própria de estudos ambientais que subsidiam a análise e deferimento de licenças e suas condicionantes pelos órgãos públicos.

Em seguida o Laudo Técnico de Vistoria do IMAP relacionou 5 (cinco) impactos ambientais, comentados a seguir.

4.4.1. Geomorfologia fluvial

	IMAP	Comentários e Correções
Descrição	"O acidente gerou alterações locais no leito do Rio Amazonas, eliminando possíveis barramentos naturais ou contribuindo para a formação de bancos de sedimentos, em virtude da grande quantidade de material que foi depositada em seu leito, podendo resultar em interferências nos padrões de circulação das correntes e na velocidade do curso d'água. Quando se dá essa interferência, o processo de erosão e desestabilização das margens e taludes é dinamizado."	A quantidade de material depositada foi pequena em relação às grandes dimensões do Canal de Santana (item 2.2.1). Não há qualquer evidência de alterações no leito do canal, de alteração o padrão de circulação de correntes ou de dinamização de processos de erosão ou desestabilização. A comprovar isso estão os resultados das batimetrias realizadas antes e após o acidente apresentado no ANEXO 6 .
Valor	Negativo em virtude de descaracterização do leito do rio e das possíveis alterações no corpo hídrico e em sua margem.	Negativo, pelas razões citadas.
Ordem	Direto: Já que se refere a uma relação de causa e efeito.	Direto, pelas razões citadas.
Espaço	Regional: uma vez que o impacto atinge o corpo hídrico podendo se entender a regiões além da circunvizinhança do empreendimento.	Local, pois o impacto se restringiu a área da ruptura do maciço (na descrição do impacto o próprio IMAP afirmou que "gerou alterações locais no leito")
Tempo	Curto Prazo: o impacto ambiental foi gerado imediatamente após a ocorrência do sinistro.	Curto prazo, pelas razões citadas.
Dinâmica	Permanente: os recursos ambientais alterados somente retornarão as condições naturais aceitáveis mediante intervenções na área atingida.	Temporário: Pois a área impactada deverá retornar às condições anteriores, que já não eram condições naturais, com a reconstrução do terminal e com o transporte natural de sedimentos do Canal de Santana.
Plástica	Irreversível: uma vez que os recursos ambientais alterados não retornarão as condições anteriores ao evento.	Reversível: Pois a tendência é o retorno às condições anteriores com a reconstrução do terminal ou com a própria dinâmica de transporte de sedimentos do canal.

4.4.2. Alterações na qualidade físico-química da água

	IMAP	Comentários e Correções
Descrição	A grande quantidade de material depositado no leito do Rio Amazonas de forma abrupta acarretou no aumento de material particulado em suspensão ocasionando uma maior turbidez do rio e que possivelmente apresentará alterações em sua qualidade físico/química nos seguintes parâmetros: pH, Condutividade elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Ferro Dissolvido e Total, Óleos e graxas, entre outros.	As alterações não foram comprovadas pela campanha de monitoramento realizada pela ANGLO durante quase todo o mês de abril.
Valor	Negativo: em virtude da depreciação do corpo hídrico.	Negativo, pelas razões citadas.
Ordem	Direto: já que se refere a uma relação de causa e efeito.	Direto, pelas razões citadas.
Espaço	Regional: uma vez que o impacto atinge o corpo hídrico podendo se estender a regiões além da circunvizinhança do empreendimento.	Local, pela hipótese de ocorrência, mas não houve constatação nem mesmo em escala local.
Tempo	Curto Prazo: o impacto ambiental foi gerado imediatamente após a ocorrência do sinistro.	Curto prazo, pelas razões citadas.
Dinâmica	Temporário: uma vez que encerrado o evento e decorrido certo tempo da ação as condições ambientais do recurso hídrico atingido retornarão as suas antigas características.	Temporário, pelas razões citadas.
Plástica	Reversível: pelo fato do impacto ser temporário, as condições ambientais afetadas retornarão à normalidade decorrido certo tempo após o evento.	Reversível, pelas razões citadas.

4.4.3. Danos a flora e fauna aquática

	IMAP	Comentários e Correções
Descrição	O aumento da turbidez e a depreciação da qualidade química da água e as possíveis alterações nas características fluviais afetaram indiretamente a ocupação do habitat pela flora e fauna aquática.	O monitoramento da qualidade da água não constatou aumento da turbidez ou alteração da qualidade química da água. Não houve registro de qualquer restrição às comunidades pesqueiras do entorno, confirmando que não houve danos significativos ou mensuráveis à flora ou à fauna aquática.
Valor	Negativo: em virtude da descaracterização do hábitat aquático.	Negativo, pelas razões citadas.
Ordem	Indireto: já que surge primeiramente um impacto no recurso hídrico e consequentemente na fauna e flora.	Indireto, pelas razões citadas.
Espaço	Regional: uma vez que o impacto atinge o corpo hídrico podendo se estender a regiões além da circunvizinhança do empreendimento.	Local, pela hipótese de ocorrência, mas não houve constatação nem mesmo em escala local.
Tempo	Curto Prazo: os danos à fauna e flora iniciarão imediatamente após a ocorrência do acidente.	Curto prazo, pelas razões citadas.
Dinâmica	Temporário: após certo tempo do acidente as condições do recurso hídrico atingido voltarão ao seu estado de normalidade permitido a reestruturação da fauna e flora aquática.	Temporário, pelas razões citadas.
Plástica	Reversível: uma vez que será possível a reestruturação da fauna e flora aquática as condições anteriores ao evento.	Reversível, pelas razões citadas.

4.4.4. Danos a flora e fauna terrestre

	IMAP	Comentários e Correções
Descrição	O desabamento de parte da estrutura do porto de armazenamento e embarque mineral teve como consequência a submersão de uma porção territorial de aproximadamente 18.000 m ² , que possuía espécies animais que perderam seu habitat natural e espécies vegetais que também foram submergidas, neste caso uma faixa de vegetação de várzea alta localizada a montante do sinistro. Logo existiram danos tanto na flora quanto na fauna local.	A área de aproximadamente 17,270 m ² impactada pelo acidente correspondia em sua maior parte a ocupação pela estrutura portuária. A área coberta por arbustos e gramíneas equivale a 1.000 m ² e a área com indivíduos arbóreos corresponde a 920 m ² e estima-se que foram perdidas 64 árvores. Não há informações quanto a presença de fauna no local, já que se trata de área portuária com atividades cotidianas incompatíveis com a manutenção da fauna.
Valor	Negativo: em virtude da descaracterização do habitat terrestre.	Negativo, pelas razões citadas.
Ordem	Indireto: já que surge, primeiramente, o impacto no habitat e depois na fauna e flora.	Direto, pois a perda de cobertura vegetal foi causada diretamente pelo deslizamento.
Espaço	Local: uma vez que o impacto atinge locais pontuais.	Local, pelas razões citadas.
Tempo	Curto Prazo: os danos a flora e fauna terrestre surgiram imediatamente após a ocorrência do acidente.	Curto prazo, pelas razões citadas.
Dinâmica	Permanente: uma vez que sem intervenções de recuperação na área atingida o recurso não retornará as suas antigas condições ambiental.	Temporário, pois a reconstrução do terminal envolverá trabalhos paisagísticos que compensarão a cobertura vegetal perdida no acidente.
Plástica	Irreversível: uma vez que os recursos ambientais alterados não retornarão as condições anteriores ao evento.	Reversível, pois é possível compensar a área de cobertura vegetal perdida no acidente.

4.4.5. Alterações do solo

	IMAP	Comentários e Correções
Descrição	O acidente no porto de embarque e armazenamento mineral da empresa submergiu uma área com aproximadamente 17.000 m ² , fato que gerou uma sensível alteração no solo e interferências nos padrões de circulação das correntes e na velocidade do curso d'água. Tais alterações atingiram diretamente a nova margem formada após o acidente, ocasionando a dinamização do processo de erosão e desestabilização das margens e taludes.	O acidente impactou a área ocupada em sua maioria pelas instalações portuárias, mas não há qualquer evidência de alterações nos padrões de circulação das correntes ou velocidade do fluxo no Canal de Santana, assim como não há evidência de dinamização de processos erosivos ou desestabilização. Não houve interferência nos padrões de circulação das correntes e na velocidade do curso d'água, conforme comprovam as batimetrias efetuadas antes e após o acidente no Canal de Santana apresentadas no ANEXO 6.
Valor	Negativo: em virtude da descaracterização do ambiente terrestre local.	Negativo, pelas razões citadas.
Ordem	Direto: as alterações no solo estão diretamente relacionadas ao acidente.	Direto, pelas razões citadas.
Espaço	Local: uma vez que o impacto atinge um local pontual.	Local, pelas razões citadas.
Tempo	Curto Prazo: o dano surgiu imediatamente após a ocorrência do acidente.	Curto prazo, pelas razões citadas.
Dinâmica	Permanente: uma vez que sem intervenções de recuperação na área atingida o solo não retornará as suas antigas condições ambiental.	Temporário, pois a reconstrução do terminal recuperará a área atingida.
Plástica	Irreversível: uma vez que o recurso ambiental alterado não retornará as condições anteriores ao evento.	Reversível, pois a reconstrução retornará o local às condições adequadas para a atracação de navios de carga.

Por fim as informações da análise de impactos ambientais foram consolidadas da seguinte forma:

- **Identificação de 5 (cinco) impactos ambientais:** Deve se observar que esta identificação se baseou apenas em hipóteses. Não houve qualquer comprovação para 2 (dois) dos alegados impactos, especificamente "Alterações na Qualidade Físico/Química da Água" e "Danos à Flora e Fauna Aquática" e para os 3 (três) demais impactos a sua descrição foi exacerbada, atribuindo-se uma magnitude exagerada aos impactos não comprovados;
- **O "Critério de Abrangência" adotado pelo IMAP considerou que 60% dos impactos são regionais:** Novamente a classificação foi exacerbada, pois como comprovam todas as constatações do próprio Laudo Técnico de Vistoria do IMAP, não foram observados quaisquer impactos a montante ou a jusante do Terminal Portuário de Minérios onde ocorreu o acidente. A avaliação de alegados impactos efetuada pelo IMAP considerou equivocadamente 3(três) impactos locais como regionais. Portanto todos os impactos têm abrangência local. Desta forma, temos que 100% dos alegados impactos têm abrangência local;
- **O "Critério de Dinâmica" adotado pelo IMAP considerou que 60% dos impactos são permanentes:** Mais uma vez se trata de uma avaliação equivocada, pois os alegados impactos ao solo, à vegetação e à morfologia submersa da área do píer devem ser recuperados com a reconstrução do terminal portuário, concluindo-se que todos os impactos são temporários. Assim, temos que 100% dos alegados impactos são temporários;

- O “**Critério de Plástica**” adotado pelo IMAP considerou que **60% dos impactos são irreversíveis**: Ainda mais uma vez se trata de uma avaliação equivocada por parte do IMAP, pois os alegados impactos ao solo, à vegetação e à morfologia submersa da área do píer devem ser recuperados com a reconstrução do Terminal Portuário de Minérios, sendo, portanto, todos os impactos reversíveis. Assim 100% dos alegados impactos são reversíveis;
- **Todos os impactos foram considerados como negativos e de curto prazo**: Realmente os alegados impactos são adversos (negativos) e de expressão imediata (de curto prazo) após o acidente.

Parece que o Laudo Técnico de Vistoria do IMAP neste item de avaliação de impactos ambientais busca amparar a aplicação da inadequada autuação com valor exacerbado.

Na folha 19 do Laudo Técnico de Vistoria do IMAP consta a informação que “mais da metade dos impactos identificados foram qualificados como reversíveis”, o que conflita com a informação da folha 20 do Critério de Plástica onde os *experts* do IMAP informam que “60% dos impactos são irreversíveis”. Esta contradição pode representar uma reelaboração ou mesmo uma reavaliação dos impactos descritos no Laudo Técnico de Vistoria para se *chegar* à valoração pré definida ou pós definida.

Como demonstrado, houve equívocos importantes durante a análise dos impactos ambientais, que levaram à seguinte conclusão desastrosa:

“Sendo assim, a avaliação de impacto ambiental identificou que foi gerado uma série de impactos negativos para o meio ambiente afetando fatores naturais de grande importância, cuja abrangência se estendeu além da área do acidente. Diante dos fatos podemos concluir que os dados causados são de grande proporção e severidade.”

Do parágrafo transcrito acima, destaca-se que:

- A análise de impactos ambientais conduzida pela equipe do IMAP se baseou em meras hipóteses e suposições e não em fatos, e, portanto, não se poderia afirmar que se pôde concluir algo “Diante dos fatos”;
- Não se afetou nenhum fator natural de grande importância. A perda de vegetação foi reduzida, de 64 indivíduos arbóreos, e não ocorreu alteração de qualidade da água ou do regime de correntes do Canal de Santana, como foi equivocadamente suposto na análise de impactos do Laudo Técnico de Vistoria do IMAP;
- A abrangência dos impactos não se estendeu, de forma alguma, para além da área diretamente impactada, como a própria equipe do IMAP constatou em vistoria às áreas a montante, em frente e a jusante do Terminal Portuário de Minérios.

Portanto, baseando-se nos fatos, que são os resultados do monitoramento da qualidade da água, as dimensões e condições de fluxo do Canal de Santana e na ausência de consequências ambientais fora da área do Terminal Portuário de Minérios de Santana da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA., só é possível concluir que os impactos ambientais causados são locais e mínimos ou imperceptíveis no entorno.

4.5. DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS

O Laudo Técnico de Vistoria do IMAP aponta que o valor da multa foi aplicado de acordo com os danos apurados na análise de impactos em “Diante do exposto, e constatado os danos ambientais conforme descrição acima, a empresa foi autuada...”.

Como observado, houve falhas graves na análise de impactos ambientais, efetuadas pelos técnicos do IMAP tendendo à exacerbação extrema da importância e severidade dos alegados impactos. Como a inexistência de comprovação leva à conclusão de que os impactos não podem ser apurados e, portanto, não são sensíveis, considera-se que a autuação deve ser desconsiderada ou revista.

4.6. DA FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Os instrumentos legais relacionados são os mesmos já discutidos no item 3 deste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013 e desta forma, a fundamentação legal abordada pelos técnicos do IMAP deve ser desconsiderada ou revista.

4.7. DAS CIRCUNSTÂNCIAS AGRAVANTES E ATENUANTES

O Laudo Técnico de Vistoria do IMAP aponta como circunstância atenuante a colaboração com os agentes encarregados da fiscalização ambiental e relaciona as seguintes agravantes previstos no Artigo 21 do Decreto Estadual nº 3009/98:

- **Maior extensão da degradação ambiental:** Como contestado na análise de impactos ambientais, a degradação ambiental teve importância mínima ou mesmo imperceptível e restrita ao local, não se aplicando desta forma o inciso II.
- **Ocorrência de efeitos sobre propriedade alheia:** Não foram comprovados efeitos de significância sobre a propriedade alheia, com exceção de uma fotografia de um trapiche quebrado supostamente por ação das ondas geradas pelo acidente;
- **Infração ter ocorrido em zona urbana:** Realmente se trata de uma área urbana, mas inserida na área portuária não afetando populações de áreas urbanizadas, não se aplicando, portanto, o inciso V;
- **Infração atingir área sob proteção legal:** Realmente a área portuária se encontra na margem do Canal de Santana, tendo a atividade portuária proteção legal no Brasil, mas esta proteção não se refere à proteção em preservação ambiental como supõe o agente do IMAP não devendo ser, portanto, aplicado o inciso VII; Deve ser ressaltado que não se trata de APP já que a ocupação das áreas do Terminal Portuário de Minérios antecedeu até ao antigo Código Florestal de 1965, des resto tratando-se de área antropizada desde a década de 1950;
- **Poluição de grande porte ou dano real significativo:** Novamente ressalta-se que não foi constatada sequer poluição significativa nem mesmo danos reais de monta, não se aplicando portanto o inciso XVI.

Assim como na avaliação dos impactos ambientais, também na avaliação de circunstâncias agravantes foram exageradas pelo IMAP as proporções dos impactos ambientais relacionáveis ao acidente no Terminal Portuário de Minérios de Santana.

4.8. CONCLUSÕES DO LAUDO TÉCNICO DE VISTORIA

Novamente o Laudo Técnico de Vistoria do IMAP repete as conclusões equivocadas de que “os impactos ambientais tiveram uma abrangência além da área de entorno do empreendimento e ocasionou sensíveis alterações ao meio ambiente”. Como já contestado repetidas vezes neste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013, os impactos são locais, ou seja, restritos ao local do acidente e imperceptíveis ou mínimos, pois não há comprovação de sua ocorrência, com exceção da perda de 64 indivíduos arbóreos.

Por fim o Laudo Técnico de Vistoria afirma que “a empresa assumiu o risco de um possível acidente quando não realizou estudos sobre a capacidade de suporte do solo e ao armazenar carga excessiva sobre o mesmo em área muito próxima à margem do rio”. Observa-se por esta conclusão da equipe técnica do IMAP dá a entender que já conhece as causas do acidente, à revelia das investigações em andamento pelas autoridades competentes, com argumentos que não foram utilizados no item sobre as causas do mesmo laudo técnico de vistoria.

A conclusão se estende ao afirmar que:

“existia uma pilha de minério de ferro de aproximadamente 20.000 toneladas que estava armazenada fora dos pátios licenciados da empresa e as operações de embarque mineral estavam sendo executadas com o auxílio de caminhões basculantes uma vez que o equipamento normalmente utilizado estava em manutenção.”

Observa-se que na Licença de Operação nº 203/2012, ora em processo de renovação, não há especificação de quaisquer áreas licenciadas ou não para armazenagem de minério. Do pequeno estoque de 15.000 toneladas de minério de ferro “sinter feed”, cerca de 12.000 toneladas submergiu juntamente com a massa de cerca de 800.000 toneladas de solo areno argiloso.

Já a operação com caminhão contempla apenas a retirada de minério de ferro da área de descarga para os pátios de estocagem adjacentes. Para o caso específico de embarque, os caminhões transportam o minério de ferro das áreas adjacentes e basculam próximo do Hopper para embarque, operação padrão que sempre existiu no Terminal Portuário de Minérios da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. em Santana.

O Laudo Técnico de Vistoria do IMAP se encerra com as considerações sobre o porte da empresa e o valor da multa, que são totalmente descabidas por todos os motivos expressos neste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013.

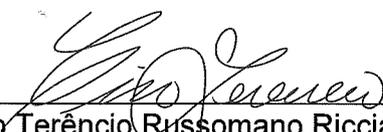
CONCLUSÕES DO PARECER TÉCNICO PROMINER 001/2013

O acidente de causas desconhecidas, ora em investigação pela Marinha Brasileira, ocorrido no Terminal Portuário de Minérios de Santana da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. não se confunde com acidente ambiental.

Caso as consequências deste acidente tivessem relevância ambiental no próprio local de sua ocorrência, no entorno, ou regionalmente, poderia ser classificado como acidente ambiental e desta forma poderia então ser enquadrado como infração ambiental grave ou gravíssima, o que de fato não ocorreu como também não foi comprovado pelo IMAP.

Como não ocorreram impactos ambientais sensíveis, significativos ou relevantes, associados a este acidente de causas desconhecidas, o Auto de Infração nº 20094, Série A, deve ser cancelado ou pelo menos revisto para o reenquadramento correto para acidente ambiental de gravidade leve.

São Paulo, 10 de junho de 2013.



Ciro Terêncio Russomano Ricciardi
Engenheiro de minas – CREA 0600871181
Visto CREA/AP nº 4685

EQUIPE TÉCNICA

A Prominer Projetos Ltda. possui uma equipe técnica multidisciplinar e contou com a participação dos profissionais a seguir relacionados, no desenvolvimento deste PARECER TÉCNICO PROMINER Nº 001/2013, referente ao acidente no Terminal Portuário de Minérios da ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO LTDA. em Santana – AP no Estado do Amapá.

Responsável Técnico e Coordenador

Ciro Terêncio Russomano Ricciardi CREA/SP 0600871181 Engenheiro de minas

Equipe de Apoio

Eduardo Benevolo Lugão

João Claudio Estaiano

Fabrcio Gomes Calouro

Fúlvio d'Oliveira

Jorge Coletto Costa Junior

Paula Cristina Fernandes

Engenheiro

Geógrafo e mestre em geomorfologia

Analista em tecnologia da Informação

Técnico de informática

Estagiário de Informática

Secretária

Consultores

Jairo Viotto Belli

Luis Enrique Sánchez

Engenheiro de minas

Engenheiro de minas e geógrafo

Doutor em avaliação de impactos ambientais

ANEXOS

- ANEXO 1 –** RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS MENSAIS EM 2012 E 2013
- ANEXO 2 –** RESULTADOS PARCIAIS DOS MONITORAMENTOS PÓS ACIDENTE
- ANEXO 3 –** ANÁLISES LABORATORIAIS
- ANEXO 4 –** ASPECTOS DE QUALIDADE DA ÁGUA
- ANEXO 5 –** LAUDO TÉCNICO DA FORMAÇÃO VEGETAL ATINGIDA
- ANEXO 6 –** BATIMETRIA DO CANAL DE SANTANA
- ANEXO 7 –** ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART
- ANEXO 8 –** CURRICULA DO COORDENADOR E CONSULTORES
- ANEXO 9 –** ARTIGO POTENCIAL POLUIDOR DE RESÍDUO SÓLIDO

ANEXO 1

RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS MENSIS EM 2012 E 2013

REGISTRO DE ANÁLISE 63022012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Amostra superficial rio Amazonas porto

PONTO DE COLETA PS10	RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto	DATA DA COLETA 13 1 2012	HORA DA COLETA 10H12
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP	ÁREA Porto	INÍCIO DA ANÁLISE 14 1 2012	HORA INICIAL 9H00
		FINAL DA ANÁLISE 24 1 2012	HORA FINAL 10H09

Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	28,2
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,8
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	6,86
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	12,22
Cor Aparente	SM 2120 B				mg(Pt-Co)/L	74
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	62
Condutividade Elétrica	SM 2510 A, B	0,1			µS/cm	56,3
Coliforme E. Coli	SM 9221 C, E, F	1			NMP/100 ML	>1600
DBO-5	SM 5210 B	1	5		mgO ₂ / L	2,6
DQO	SM 5220 D	6			mgO ₂ / L	20
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	34
Sólidos Totais Suspensos	SM 2540 D	10			mg / L	30
Sólidos Totais	SM 2540 B	10			mg / L	64
Amônia	SM 4500-NH3 B	0,01	3,7		mg / L	ND
Alumínio Dissolvido	SM 3500-AL B	0,008	0,1		mg / L	0,044
Arsênio Solúvel	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cádmio Total	Ditizona (Cation)	0,001	0,001		mg / L	ND
Chumbo Dissolvido	SM 3500-Pb B	0,005	0,01	0,01	mg / L	ND
Chumbo Total	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Cromo +3	Cálculo: Cr(T)-Cr(6)	0,01	0,05		mg / L	ND
Cromo +6	SM 3500-Cr B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Total	SM 3500-Fe B	0,01			mg / L	0,18
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,15
Cobre Dissolvido	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009	2	mg / L	ND
Cobre total	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	<0,007
Manganês dissolvido	SM 3500-Mn B.	0,007	-		mg / L	ND
Cloretos	SM 4500 Cl B	0,1	250		mg / L	5
Fosfóro Total	SM 4500-P C	0,02	0,03		mg / L	<0,02
Nitrato	SM 4500-NO ₃ B	0,01	10		mg / L	2,4
Sulfato Total	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	2	250		mg / L	4
Sulfeto	SM 4500 S ²⁻ D	0,001	0,002		mg / L	ND
Bário Total	Turbidimétrico	0,001	0,7		mg / L	ND
Zinco Total	SM 3500-Zn B	0,01	0,18		mg / L	<0,01

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico

4 Observações

Mês de Referência

janeiro

5 Supervisão Técnica

6 Responsável Técnico

Luís Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113

Nacelio Magalhães Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data

8 Cliente

Santana, 24 de janeiro de 2012

REGISTRO DE ANÁLISE 64772012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Amostra superficial rio Amazonas porto

PONTO DE COLETA PS10	RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto	DATA DA COLETA 9 3 2012	HORA DA COLETA 10H21
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP	ÁREA Porto	INÍCIO DA ANÁLISE 10 3 2012	HORA INICIAL 9H32
		FINAL DA ANÁLISE 19 3 2012	HORA FINAL 10H29

Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	UND	RESULTADO
Condição Climática					temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B			° C	28,2
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40	° C	29,8
pH	SM 4500-H*B		6 a 9	--	6,64
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100	UNT	40,12
Cor Aparente	SM 2120 B			mg(Pt-Co)/L	247
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75	mg(Pt-Co)/L	48
Condutividade Elétrica	SM 2510 A, B	0,1		µS/cm	68,48
Coliforme E. Coli	SM 9221 C, E, F	1		NMP/100 ML	1600
DBO-5	SM 5210 B	1	5	mgO ₂ / L	2,5
DQO	SM 5220 D	6		mgO ₂ / L	27
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500	mg / L	21
Sólidos Totais Suspensos	SM 2540 D	10		mg / L	34
Sólidos Totais	SM 2540 B	10		mg / L	55
Amônia	SM 4500-NH3 B	0,01	3,7	mg / L	ND
Alumínio Dissolvido	SM 3500-AL B	0,008	0,1	mg / L	0,036
Arsênio Solúvel	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10	µg/L	ND
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10	µg/L	ND
Cádmio Total	Ditizona (Cation)	0,001	0,001	mg / L	ND
Chumbo Dissolvido	SM 3500-Pb B	0,005	0,01	mg / L	ND
Chumbo Total	SM 3500-Pb B	0,005	0,01	mg / L	ND
Cromo +3	Cálculo: Cr(T)-Cr(6)	0,01	0,05	mg / L	ND
Cromo +6	SM 3500-Cr B	0,01	0,05	mg / L	ND
Ferro Total	SM 3500-Fe B	0,01		mg / L	0,10
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3	mg / L	0,10
Cobre Dissolvido	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009	mg / L	ND
Cobre total	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009	mg / L	0,004
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1	mg / L	0,008
Manganês dissolvido	SM 3500-Mn B.	0,007	-	mg / L	ND
Cloretos	SM 4500 Cl B	0,1	250	mg / L	6
Fosfóro Total	SM 4500-P C	0,02	0,03	mg / L	<0,02
Nitrato	SM 4500-NO ₃ B	0,01	10	mg / L	2,6
Sulfato Total	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	2	250	mg / L	2
Sulfeto	SM 4500 S ²⁻ D	0,001	0,002	mg / L	ND
Bário Total	Turbidimétrico	0,001	0,7	mg / L	ND
Zinco Total	SM 3500-Zn B	0,025	0,18	mg / L	<0,025

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico

4 Observações

Mês de Referência

março

5 Supervisão Técnica

6 Responsável Técnico

Luís Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113

Nacelio Magalhães Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data

8 Ciente

Santana, 19 de março de 2012

REGISTRO DE ANÁLISE 65642012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Amostra superficial rio Amazonas porto

PONTO DE COLETA PS10	RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto	DATA DA COLETA 16 5 2012	HORA DA COLETA 11H30
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP	ÁREA Porto	INÍCIO DA ANÁLISE 16 5 2012	HORA INICIAL DA ANÁLISE 14H55
		FINAL DA ANÁLISE 28 5 2012	HORA FINAL DA ANÁLISE 10H06

Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	31,1
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,9
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	6,45
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	24,76
Cor Aparente	SM 2120 B				mg(Pt-Co)/L	214
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	52
Condutividade Elétrica	SM 2510 A, B	0,1			µS/cm	47,75
Coliforme E. Coli	SM 9221 C, E, F	1			NMP/100 ML	920
DBO-5	SM 5210 B	1	5		mgO ₂ / L	2,3
DQO	SM 5220 D	6			mgO ₂ / L	25
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	13
Sólidos Totais Suspensos	SM 2540 D	10			mg / L	66
Sólidos Totais	SM 2540 B	10			mg / L	79
Amônia	SM 4500-NH3 B	0,01	3,7		mg / L	ND
Alumínio Dissolvido	SM 3500-AL B	0,008	0,1		mg / L	0,052
Arsênio Solúvel	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cádmio Total	Ditizona (Cation)	0,001	0,001		mg / L	ND
Chumbo Dissolvido	SM 3500-Pb B	0,005	0,01	0,01	mg / L	ND
Chumbo Total	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Cromo +3	Cálculo: Cr(T)-Cr(6)	0,01	0,05		mg / L	ND
Cromo +6	SM 3500-Cr B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Total	SM 3500-Fe B	0,01			mg / L	1,08
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,15
Cobre Dissolvido	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009	2	mg / L	ND
Cobre total	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	0,005
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,007
Manganês dissolvido	SM 3500-Mn B.	0,007	-		mg / L	ND
Cloretos	SM 4500 Cl B	0,1	250		mg / L	2
Fosfóro Total	SM 4500-P C	0,02	0,03		mg / L	<0,02
Nitrato	SM 4500-NO3 ⁻ B	0,01	10		mg / L	2,2
Sulfato Total	SM 4500 SO4 ²⁻ E	2	250		mg / L	2
Sulfeto	SM 4500 S ²⁻ D	0,001	0,002		mg / L	ND
Bário Total	Turbidimétrico	0,001	0,7		mg / L	ND
Zinco Total	SM 3500-Zn B	0,025	0,18		mg / L	<0,025

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico

4 Observações

Mês de Referência

maio

5 Supervisão Técnica

6 Responsável Técnico

7 Local e Data

8 Ciente

Santana, 28 de maio de 2012

REGISTRO DE ANÁLISE 68262012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas porto						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PS10		Nacelio M Pinto		20 7 2012		16H29
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL
SEMA / IMAP		Porto		21 7 2012		9H15
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL
				30 7 2012		14H27
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	29,7
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,0
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		-	6,81
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	390
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	37
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥ 5		mg / L	6,48
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	10
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,274
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	ND

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma. Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
(3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO A turbidez apresenta índice elevado.	

4 Observações	
Mês de Referência julho	

5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 30 de julho de 2012	

ANQUIM

Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial

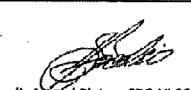
ANQUIM - Rua D 21 - 354 - Vila Amazonas - Santana-AP
CEP 68925-000 - E-mail: naceliomp@oi.com.br
Tel: (96) 3281-1534, 9144-6356**REGISTRO DE ANÁLISE 70232012AF****Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda**

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas pier fixo da área portuária						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM10		Nacelio M Pinto		18 9 2012		16H13
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL
SEMA / IMAP		Porto		19 9 2012		8H22
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL
				27 9 2012		10H40
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	34,5
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	31,0
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,02
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	61
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	41
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	13
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	6,70
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,216
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,009

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.
Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
(3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
RESULTADO SATISFATÓRIO	

4 Observações	
Mês de Referência setembro	

5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Márcel Pinto - CRQ-VI 06400483

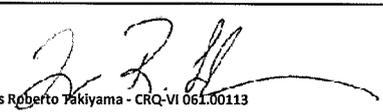
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 27 de setembro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 72172012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas porto - pier não flutuante						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM10		Nacelio M Pinto		16 10 2012		15H20
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL
SEMA / IMAP		Porto		17 10 2012		9H17
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL
				26 10 2012		9H00
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	34,6
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	31,5
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,22
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	11
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	62
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	19
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	>5		mg / l O ₂	5,78
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,496
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,008

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma. Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
(3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

4 Diagnóstico	
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez apresenta índice insatisfatório.	
4 Observações	
Mês de Referência Outubro	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 26 de outubro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 72172012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas porto - pier não flutuante						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM10		Nacelio M Pinto		16 10 2012		15H20
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL
SEMA / IMAP		Porto		17 10 2012		9H17
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL
				26 10 2012		9H00
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	34,6
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	31,5
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,22
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	11
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	62
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	19
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	>5		mg / l O ₂	5,78
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0.496
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0.008

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.
 (3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
 Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

4 Diagnóstico	
<p align="center">RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez apresenta índice insatisfatório.</p>	
4 Observações	
<p align="right">Mês de Referência Outubro</p>	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Pakiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 26 de outubro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 72172012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas porto - pier não flutuante						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM10		Nacelio M Pinto		22 11 2012		10H18
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP		Porto		22 11 2012		15H21
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL DA ANÁLISE
				28 11 2012		15H20
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	33,4
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,1
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,2
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	17
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	60
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	20
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	5,61
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,345
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,010

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.
 Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
 (3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

2 Diagnóstico	
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez e ferro elevados	

4 Observações	
Mês de Referência novembro	

5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483

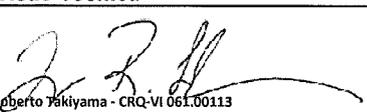
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 28 de novembro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 74242012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas porto - pier não flutuante						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM10		Nacelio M Pinto		11 12 2012		9H40
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP		Porto		11 12 2012		11H44
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL DA ANÁLISE
				14 12 2012		11H12
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	33,1
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	28,4
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,17
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	88
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	29
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	420
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	6,69
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,080
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,017

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.
 Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
 (3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

4 Diagnóstico	
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez elevada	
4 Observações	
Mês de Referência dezembro	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Matiel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 14 de dezembro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 75642013AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Amostra superficial rio Amazonas porto - pier não flutuante

PONTO DE COLETA PM10	RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto	DATA DA COLETA 18 1 2013	HORA DA COLETA 14H44
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP	ÁREA Porto	INÍCIO DA ANÁLISE 18 1 2013	HORA INICIAL DA ANÁLISE 16H20
		FINAL DA ANÁLISE 29 1 2013	HORA FINAL DA ANÁLISE 10H24

Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	UND	RESULTADO
Condição Climática					temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B			° C	33,4
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40	° C	28,6
pH	SM 4500-H*B		6 a 9	-	7,14
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100	UNT	74
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75	mg(Pt-Co)/L	32
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500	mg / L	332
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5	mg / l O ₂	6,48
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10	µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05	mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3	mg / L	0,083
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1	mg / L	0,020

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr

ND: Não Detectado

2 Diagnóstico

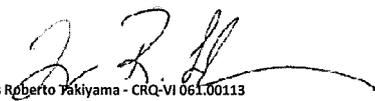
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO
Turbidez elevada

4 Observações

Mês de Referência
janeiro

5 Supervisão Técnica

6 Responsável Técnico


Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113


Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data

8 Cliente

Santana, 29 de janeiro de 2013

REGISTRO DE ANÁLISE 76382013AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Amostra superficial rio Amazonas porto - pier não flutuante

PONTO DE COLETA PM10	RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto	DATA DA COLETA 19 2 2013	HORA DA COLETA 14H12		
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP	ÁREA Porto	INÍCIO DA ANÁLISE 20 2 2013	HORA INICIAL DA ANÁLISE 08H00		
		FINAL DA ANÁLISE 27 2 2013	HORA FINAL DA ANÁLISE 10H22		
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	UND	RESULTADO
Condição Climática					temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B			° C	31,1
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40	° C	28,6
pH	SM 4500-H*B		6 a 9	--	7,09
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100	UNT	198
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75	mg(Pt-Co)/L	58
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500	mg / L	57
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5	mg / l O ₂	5,32
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10	µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05	mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3	mg / L	0,197
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1	mg / L	0,025

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr

ND: Não Detectado

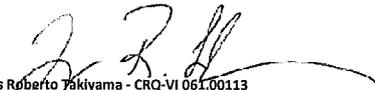
3 Diagnóstico

4 Observações

Mês de Referência
fevereiro

5 Supervisão Técnica

6 Responsável Técnico


Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113


Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data

8 Ciente

Santana, 27 de fevereiro de 2013

REGISTRO DE ANÁLISE 63092012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PS11		Nacelio M Pinto		17 2 2012		10H24
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP		Porto / Santana		18 2 2012		8H44
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL DA ANÁLISE
				1 3 2012		16H20

2 Padrões						
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	VMP CONAMA 396 / 2008	UND	RESULTADO
Condição Climática						Temp.bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	26,7
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	27,7
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		-	6,26
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	185
Cor Aparente	SM 2120 B				mg(Pt-Co)/L	367
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	34
Condutividade Elétrica	SM 2510 A, B	0,1			µS/cm	68,03
Coliforme E. Coli	SM 9221 C, E, F	1			NMP/100 ML	13
DBO-5	SM 5210 B	1	5		mgO ₂ / L	2,2
DQO	SM 5220 D	6			mgO ₂ / L	35
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	20
Sólidos Totais Suspensos	SM 2540 D	10			mg / L	106
Sólidos Totais	SM 2540 B	10			mg / L	126
Amônia	SM 4500-NH3 B	0,01	3,7		mg / L	ND
Alumínio Dissolvido	SM 3500-AL B	0,008	0,1		mg / L	0,074
Arsênio Solúvel	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	-		µg / L	ND
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg / L	ND
Cádmio Total*	EPA SW846	5,00	0,001		µg / L	ND
Chumbo Dissolvido	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Chumbo Total	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Cromo +3	Cálculo: Cr(T)-Cr(6)	0,01	0,05		mg / L	ND
Cromo +6	SM 3500-Cr B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Total	SM 3500-Fe B	0,01			mg / L	0,43
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,21
Cobre Dissolvido	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Cobre Total	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,034
Manganês dissolvido	SM 3500-Mn B.	0,007	-		mg / L	0,011
Cloretos	SM 4500 Cl B	0,1	250		mg / L	3,5
Fosfóro Total	SM 4500-P C	0,02	0,03		mg / L	ND
Nitrato	SM 4500-NO3 ⁻ B	0,01	10		mg / L	1,40
Sulfato Total	SM 4500 SO4 ²⁻ E	2	250		mg / L	7
Sulfeto	SM 4500 S ²⁻ D	0,01	0,002		mg / L	ND
Bário Total	Turbidimétrico	0,001	0,7		mg / L	ND
Zinco Total*	EPA SW846	0,05	0,18		mg / L	ND

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterrâneas

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
4 Observações	
* Resultado Ceimic	Mês de Referência fevereiro
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Pakiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio M. Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 1 de março de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 64852012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra			
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA			
Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)			
PONTO DE COLETA	RESPONSÁVEL PELA COLETA	DATA DA COLETA	HORA DA COLETA
PS11	Nacelio M Pinto	13 4 2012	15H45
INTERESSADO PELA ANÁLISE	ÁREA	INÍCIO DA ANÁLISE	HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP	Porto / Santana	14 4 2012	9H44
		FINAL DA ANÁLISE	HORA FINAL DA ANÁLISE
		23 4 2012	11H02

2 Padrões						
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	VMP CONAMA 396 / 2008	UND	RESULTADO
Condição Climática						Temp.bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	29,2
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	30,4
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	6,48
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	25,23
Cor Aparente	SM 2120 B				mg(Pt-Co)/L	203
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	71
Condutividade Elétrica	SM 2510 A, B	0,1			µS/cm	52,51
Coliforme E. Coli	SM 9221 C, E, F	1			NMP/100 ML	21
DBO-5	SM 5210 B	1	5		mgO ₂ / L	2,4
DQO	SM 5220 D	6			mgO ₂ / L	25
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	15
Sólidos Totais Suspensos	SM 2540 D	10			mg / L	51
Sólidos Totais	SM 2540 B	10			mg / L	66
Amônia	SM 4500-NH3 B	0,01	3,7		mg / L	ND
Alumínio Dissolvido	SM 3500-AL B	0,008	0,1		mg / L	0,066
Arsênio Solúvel	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	-		µg / L	ND
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg / L	ND
Cádmio Total	Ditizona (Cadion)	0,001	0,001		mg / L	ND
Chumbo Dissolvido	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Chumbo Total	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Cromo +3	Cálculo: Cr(T)-Cr(6)	0,01	0,05		mg / L	ND
Cromo +6	SM 3500-Cr B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Total	SM 3500-Fe B	0,01			mg / L	1,10
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,18
Cobre Dissolvido	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Cobre Total	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,060
Manganês dissolvido	SM 3500-Mn B.	0,007	-		mg / L	0,02
Cloretos	SM 4500 Cl B	0,1	250		mg / L	5
Fosfóro Total	SM 4500-P C	0,02	0,03		mg / L	ND
Nitrato	SM 4500-NO3 ⁻ B	0,01	10		mg / L	4,00
Sulfato Total	SM 4500 SO4 ²⁻ E	2	250		mg / L	10
Sulfeto	SM 4500 S ²⁻ D	0,01	0,002		mg / L	ND
Bário Total	Turbidimétrico	0,001	0,7		mg / L	ND
Zinco Total	SM 3500-Zn B	0,025	0,18		mg / L	ND

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterrâneas

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
4 Observações	
Mês de Referência abril	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Yakiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio M. Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 23 de abril de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 66882012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra			
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA			
Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)			
PONTO DE COLETA	RESPONSÁVEL PELA COLETA	DATA DA COLETA	HORA DA COLETA
PS11	Nacelio M Pinto	12 6 2012	11H14
INTERESSADO PELA ANÁLISE	ÁREA	INÍCIO DA ANÁLISE	HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP	Porto / Santana	12 6 2012	15H06
		FINAL DA ANÁLISE	HORA FINAL DA ANÁLISE
		21 6 2012	10H10

2 Padrões						
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	VMP CONAMA 396 / 2008	UND	RESULTADO
Condição Climática						Temp.bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	29,9
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	30,6
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	6,88
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	187
Cor Aparente	SM 2120 B				mg(Pt-Co)/L	120
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	51
Condutividade Elétrica	SM 2510 A, B	0,1			µS/cm	59,15
Coliforme E. Coli	SM 9221 C, E, F	1			NMP/100 ML	17
DBO-5	SM 5210 B	1	5		mgO ₂ / L	2,6
DQO	SM 5220 D	6			mgO ₂ / L	27
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	20
Sólidos Totais Suspensos	SM 2540 D	10			mg / L	39
Sólidos Totais	SM 2540 B	10			mg / L	59
Amônia	SM 4500-NH3 B	0,01	3,7		mg / L	ND
Alumínio Dissolvido	SM 3500-AL B	0,008	0,1		mg / L	0,040
Arsênio Solúvel	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	-		µg / L	ND
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg / L	ND
Cádmio Total	Ditizona (Cation)	0,001	0,001		mg / L	ND
Chumbo Dissolvido	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Chumbo Total	SM 3500-Pb B	0,005	0,01		mg / L	ND
Cromo +3	Cálculo: Cr(T)-Cr(6)	0,01	0,05		mg / L	ND
Cromo +6	SM 3500-Cr B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Total	SM 3500-Fe B	0,01			mg / L	0,362
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,17
Cobre Dissolvido	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Cobre Total	SM 3500-Cu B, C	0,002	0,009		mg / L	ND
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,031
Manganês dissolvido	SM 3500-Mn B.	0,007	-		mg / L	0,014
Cloretos	SM 4500 Cl B	0,1	250		mg / L	3
Fosfóro Total	SM 4500-P C	0,02	0,03		mg / L	ND
Nitrato	SM 4500-NO3 ⁻ B	0,01	10		mg / L	2,10
Sulfato Total	SM 4500 SO4 ²⁻ E	2	250		mg / L	10
Sulfeto	SM 4500 S ²⁻ D	0,01	0,002		mg / L	ND
Bário Total	Turbidimétrico	0,001	0,7		mg / L	ND
Zinco Total	SM 3500-Zn B	0,025	0,18		mg / L	<0,025

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

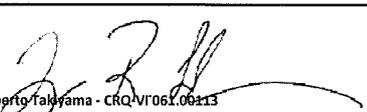
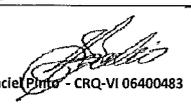
Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterrâneas

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
4 Observações	
Mês de Referência junho	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takayama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 21 de junho de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 68752012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRÇÃO DA AMOSTRA Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão) montante da área industrial						
PONTO DE COLETA PM 11		RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto		DATA DA COLETA 20 8 2012		HORA DA COLETA 17H30
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP		ÁREA Porto / Santana		INICIO DA ANÁLISE 21 8 2012		HORA INICIAL DA ANÁLISE 9H10
				FINAL DA ANÁLISE 30 8 2012		HORA FINAL DA ANÁLISE 14H47
2 Padrões						
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	VMP CONAMA 396 / 2008	UND	RESULTADO
Condição Climática						Temp.bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	30,1
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,9
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	6,43
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	125
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	27
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	19
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	5,01
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg / L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,204
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,026
VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma. (3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo			Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterrâ ND: Não Detectado			
3 Diagnóstico						
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez acima do limite máximo de 100 unidades						
4 Observações						
Mês de Referência agosto						
5 Supervisão Técnica			6 Responsável Técnico			
 Luis Roberto Takayama - CRQ-VI 061.00113			 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483			
7 Local e Data			8 Ciente			
Santana, 30 de agosto de 2012						

ANQUIM

Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial

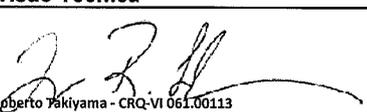
ANQUIM - Rua D 21 - 354 - Vila Amazonas - Santana-AP
CEP 68925-000 - E-mail: naceliomp@oi.com.br
Tel: (96) 3281-1534, 9144-6356**REGISTRO DE ANÁLISE 72182012AF****Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda**

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)BACKGROUND - montante da área industrial						
PONTO DE COLETA PM11		RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto		DATA DA COLETA 18 10 2012		HORA DA COLETA 16H30
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP		ÁREA Porto		INÍCIO DA ANÁLISE 19 10 2012		HORA INICIAL 9H06
				FINAL DA ANÁLISE 29 10 2012		HORA FINAL 9H22
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	29,6
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	30,1
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,18
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	820
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	64
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	20
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	>5		mg / l O ₂	6,12
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,294
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,015

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.
 (3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo
 Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
 Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez elevada	

4 Observações	
Mês de Referência Outubro	

5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 29 de outubro de 2012	

ANQUIM

Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial

ANQUIM - Rua D 21 - 354 - Vila Amazonas - Santana-AP
CEP 68925-000 - E-mail: naceliomp@oi.com.br
Tel: (96) 3281-1534, 9144-6356

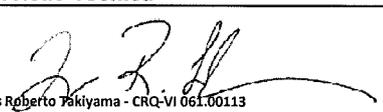
REGISTRO DE ANÁLISE 72182012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)BACKGROUND - montante da área industrial						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM11		Nacelio M Pinto		22 11 2012		10H30
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP		Porto		22 11 2012		15H32
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL DA ANÁLISE
				28 11 2012		16H27
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	33,4
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,4
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,16
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	780
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	68
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	21
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	5,64
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,302
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,018

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.
Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA Nº 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

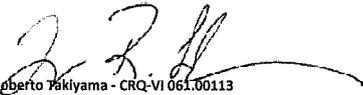
3 Diagnóstico	
RESULTADO NÃO SATISFATÓRIO Turbidez e ferro elevados	
4 Observações	
Mês de Referência novembro	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Cliente
Santana, 28 de novembro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 74252012AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRIÇÃO DA AMOSTRA: Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)BACKGROUND - montante da área industrial						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM11		Nacelio M Pinto		11 12 2012		10H00
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP		Porto		11 12 2012		14H00
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL DA ANÁLISE
				14 12 2012		11H30
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	33,1
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,2
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,15
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	188
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	32
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	38
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	6,45
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,140
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,014

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma. Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
(3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

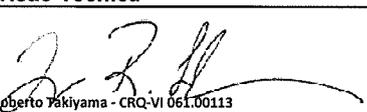
3 Diagnóstico	
RESULTADO SATISFATÓRIO Turbidez elevada	
4 Observações	
Mês de Referência dezembro	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 14 de dezembro de 2012	

REGISTRO DE ANÁLISE 75652013AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra						
DESCRÇÃO DA AMOSTRA						
Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)BACKGROUND - montante da área industrial						
PONTO DE COLETA		RESPONSÁVEL PELA COLETA		DATA DA COLETA		HORA DA COLETA
PM11		Nacelio M Pinto		18 1 2013		15H12
INTERESSADO PELA ANÁLISE		ÁREA		INÍCIO DA ANÁLISE		HORA INICIAL DA ANÁLISE
SEMA / IMAP		Porto		18 1 2013		16H24
				FINAL DA ANÁLISE		HORA FINAL DA ANÁLISE
				29 1 2013		10H30
Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005		UND	RESULTADO
Condição Climática						temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B				° C	33,2
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40		° C	29,1
pH	SM 4500-H*B		6 a 9		--	7,2
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100		UNT	174
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75		mg(Pt-Co)/L	34
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500		mg / L	41
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5		mg / l O ₂	6,39
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10		µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05		mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3		mg / L	0,134
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1		mg / L	0,016

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma. Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais
(3) LDM P/ 70 mL LDM: Limite de Detecção Mínimo Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr ND: Não Detectado

3 Diagnóstico	
RESULTADO SATISFATÓRIO Turbidez elevada	
4 Observações	
Mês de Referência janeiro	
5 Supervisão Técnica	6 Responsável Técnico
 Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113	 Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483
7 Local e Data	8 Ciente
Santana, 29 de janeiro de 2013	

REGISTRO DE ANÁLISE 76392013AF

Empresa contratante: Anglo Ferrous Amapá Mineração Ltda

1 Identificação da amostra

DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Amostra superficial rio Amazonas (Elesbão)BACKGROUND - montante da área industrial

PONTO DE COLETA PM11	RESPONSÁVEL PELA COLETA Nacelio M Pinto	DATA DA COLETA 18 2 2013	HORA DA COLETA 10H40
INTERESSADO PELA ANÁLISE SEMA / IMAP	ÁREA Porto	INÍCIO DA ANÁLISE 18 2 2013	HORA INICIAL DA ANÁLISE 14H24
		FINAL DA ANÁLISE 26 2 2013	HORA FINAL DA ANÁLISE 16H22

Parâmetros	Método Analítico	LDM	VMP CONAMA 357 / 2005	UND	RESULTADO
Condição Climática					temp. bom
Temperatura do Ar	SM 2550 B			° C	30,2
Temperatura da amostra	SM 2550 B		até 40	° C	28,6
pH	SM 4500-H*B		6 a 9	--	7,05
Turbidez	SM 2130 B	0,64	até 100	UNT	170
Cor Verdadeira	SM 2120 B, C	5	75	mg(Pt-Co)/L	31
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 2540 C	1,3	500	mg / L	44
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-O B, C.	0,1	≥5	mg / l O ₂	4,56
Arsênio Total	SM 3500-AS B	1 ⁽³⁾	10	µg/L	ND
Cromo total (VI + III)	SM 3500-Cr A, B	0,01	0,05	mg / L	ND
Ferro Dissolvido	SM 3500-Fe B	0,01	0,3	mg / L	0,133
Manganês Total	SM 3500-Mn B.	0,007	0,1	mg / L	0,014

VMP= valor máximo permitido pela legislação ou norma.

Resolução CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005 - Águas Superficiais

(3) LDM P/ 70 mL

LDM: Limite de Detecção Mínimo

Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008 - Águas Subterr

ND: Não Detectado

3 Diagnóstico

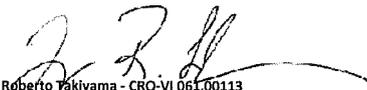
4 Observações

Mês de Referência

fevereiro

5 Supervisão Técnica

6 Responsável Técnico


Luis Roberto Takiyama - CRQ-VI 061.00113


Nacelio Maciel Pinto - CRQ-VI 06400483

7 Local e Data

8 Ciente

Santana, 26 de fevereiro de 2013

ANEXO 2

RESULTADOS PARCIAIS DOS MONITORAMENTOS PÓS ACIDENTE



Análise Química Industrial, Mineral e Ambiental

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO AMERICAN	
Recebido em		
Telefone	S 00° 03' 27.3"	
Fax	W 091 10.95,3	
Contato	Email:	
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: PIER ANGIO

Local de coleta: STN SNV PBA
 OUTROS:

Data: 21/4/13 Hora: 15:30

Cond. Climática Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR Temp. da H₂O 29.0

Odor: Sim Não

Tipo de odor: 6.64 mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não 92.9 NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

especificação:

Tipo de amostra: Superficial
Caixa d'água
Subterrânea
Abastecimento
outros

obs: pH: 6.798
Cond. 49.7

Ciente (Contratante): _____

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	MDL	
Recebido em	S. 00° 03' 26.1"	
Telefone	W 051° 11' 26.8"	
Fax		
Contato	Email:	
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:	PONTO MONTANTE.		
Local de coleta:	<input type="checkbox"/> STN	<input type="checkbox"/> SNV	<input type="checkbox"/> PBA
<input type="checkbox"/> OUTROS:			
Data:	2, 4, 17	Hora:	15:00
Cond. Climática	<input type="checkbox"/> Temp. bom	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Chuvoso
Temp. do AR		Temp. da H ₂ O	29.1
Odor:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Tipo de odor:			
OD	652 mgO ₂ /L		
DADOS DE POÇOS			
Fase livre:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Volume (purg.)	____ Litros	NA: ____ m	H(T-PM): ____ m
Turbidez aparente:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	94.6 NTU
Preservação:	<input type="checkbox"/> refrigeração	<input type="checkbox"/> controle do pH	<input type="checkbox"/> outros
especificação:			
Tipo de amostra:	Superficial	<input checked="" type="checkbox"/>	
obs:	Caixa d'água	<input type="checkbox"/>	
	Subterrânea	<input type="checkbox"/>	
	Abastecimento	<input type="checkbox"/>	
	outros	<input type="checkbox"/>	
	MARIA VAZANTIS.		
	Cond. 92.7		

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:



Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO AMERICANA	
Recebido em	S. 00° 03' 40.6"	
Telefone	W. 051° 10' 19.1"	
Fax	Email:	
Contato		
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: JUSANTE

Local de coleta: STN SNV PBA
 OUTROS:

Data: 2, 4, 13 Hora: 19:40

Cond. Climática Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR Temp. da H₂O

Odor: Sim Não

Tipo de odor: 6.48 mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não 38.6 NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

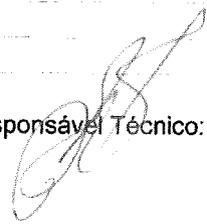
especificação:

Tipo de amostra: Superficial
 Caixa d'água
 Subterrânea
 Abastecimento
 outros

obs: pH 6.831
Cond. 52.2

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:



Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO FORREDO	
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: PONTO MONTANTE. 50m. - 01

Local de coleta: STN SNV PBA
 OUTROS:

Data: 3/4/13 Hora: 15:15

Cond. Climática: Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR: Temp. da H₂O: 30.3 °C

Odor: Sim Não

Tipo de odor:

OD: 0.71 mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.): _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não 90.8 NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

especificação: _____

Tipo de amostra: Superficial
Caixa d'água
Subterrânea
Abastecimento
outros

obs: pH 6.653
Cond 44.5

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO FERROUS	
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:	PUNTO 02 INT. PIER		
Local de coleta:	<input type="checkbox"/> STN	<input type="checkbox"/> SNV	<input type="checkbox"/> PBA
<input type="checkbox"/> OUTROS:			
Data:	31/4/13	Hora:	15:20
Cond. Climática	<input checked="" type="checkbox"/> Temp. bom	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Chuvoso
Temp. do AR		Temp. da H ₂ O	30,2
Odor:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Tipo de odor:			
OD	6.48 mgO ₂ /L		

DADOS DE POÇOS

Fase livre:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Volume (purg.)	_____ Litros	NA: _____ m	H(T-PM): _____ m
Turbidez aparente:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	26.3 NTU
Preservação:	<input type="checkbox"/> refrigeração	<input type="checkbox"/> controle do pH	<input type="checkbox"/> outros
especificação:			
Tipo de amostra:	Superficial	<input type="checkbox"/>	
obs:	Caixa d'água	<input type="checkbox"/>	
	Subterrânea	<input type="checkbox"/>	
	Abastecimento	<input type="checkbox"/>	
	outros	<input type="checkbox"/>	

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO FERROS S.A.	
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:	PONTO 03 - P152		
Local de coleta:	<input type="checkbox"/> STN	<input type="checkbox"/> SNV	<input type="checkbox"/> PBA
	<input type="checkbox"/> OUTROS:		
Data:	3, 4, 13	Hora:	15:30
Cond. Climática	<input type="checkbox"/> Temp. bom	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Chuvoso
Temp. do AR	<input type="text"/>	Temp. da H ₂ O	<input type="text"/>
Odor:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Tipo de odor:			
OD	6.93 mgO ₂ /L		
DADOS DE POÇOS			
Fase livre:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Volume (purg.)	Litros	NA: _____ m	H(T-PM): _____ m
Turbidez aparente:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	93.8 NTU
Preservação:	<input type="checkbox"/> refrigeração	<input type="checkbox"/> controle do pH	<input type="checkbox"/> outros
especificação:			
Tipo de amostra:	Superficial	<input type="checkbox"/>	
obs:	Caixa d'água	<input type="checkbox"/>	
	Subterrânea	<input type="checkbox"/>	
	Abastecimento	<input type="checkbox"/>	
	outros	<input type="checkbox"/>	

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	HNELO FERREUS	
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: PUNTO 04 - JUSANTE 50m

Local de coleta: STN SNV PBA
 OUTROS:

Data: 31/4/13 Hora: 15:38
 Cond. Climática Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR Temp. da H₂O 29.2

Odor: Sim Não

Tipo de odor:
 OD 6.61 mgO₂/L

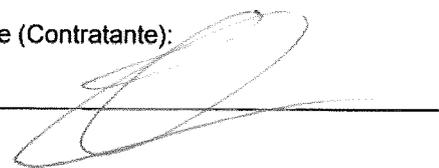
DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não
 Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não 93.1 NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

Tipo de amostra: Superficial
 obs: pH: 6.843 Caixa d'água
 Cond 47.4 Subterrânea
 Abastecimento
 outros

Ciente (Contratante): 

Responsável Técnico: 

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO FERROUS	
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: PUNTO 5

Local de coleta: STN SNV PBA
 OUTROS:

Data: 3, 4, 13 Hora: 15:45

Cond. Climática Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR Temp. da H₂O 29.3

Odor: Sim Não

Tipo de odor:
 OD 6.62 mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

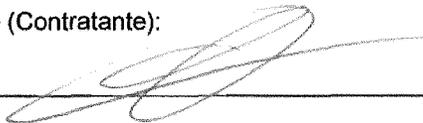
Turbidez aparente: Sim Não 95.8 NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

especificação:

Tipo de amostra: Superficial
 Caixa d'água
 Subterrânea
 Abastecimento
 outros

obs: pH: 6.875
 Cond. 47.5

Ciente (Contratante): 

Responsável Técnico: 

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	ANGLO FERROUS	
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: PONTO 6. PERPENDICULAR PIA

Local de coleta: STN SNV PBA
 OUTROS:

Data: 3, 4, 13 Hora: 15:55

Cond. Climática: Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR: Temp. da H₂O: 29.2

Odor: Sim Não

Tipo de odor: OD 6.67 mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não 98.2 NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

especificação:

Tipo de amostra: Superficial
 Caixa d'água
 Subterrânea
 Abastecimento
 outros

obs: pH: 6.755
 Cond: 480

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

ANQUIM

Análise Química Industrial, Mineral e Ambiental

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	Anglo Fervens (Porto)		
Recebido em			
Telefone			
Fax			
Contato		Email:	
Projeto	Ambiental		

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:	↓		
Local de coleta:	<input checked="" type="checkbox"/> STN	<input type="checkbox"/> SNV	<input type="checkbox"/> PBA
<input type="checkbox"/> OUTROS:			
Data:	04/04/13	Hora:	14:00
Cond. Climática	<input checked="" type="checkbox"/> Temp. bom	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Chuvoso
Temp. do AR	<input type="text"/>	Temp. da H ₂ O	<input type="text"/>
Odor:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Tipo de odor:			
OD			_____ mgO ₂ /L

DADOS DE POÇOS

Fase livre:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Volume (purg.)	_____ Litros	NA: _____ m	H(T-PM): _____ m
Turbidez aparente:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	_____ NTU
Preservação:	<input type="checkbox"/> refrigeração	<input type="checkbox"/> controle do pH	<input type="checkbox"/> outros
especificação:			
Tipo de amostra:		Superficial	<input type="checkbox"/>
obs:		Caixa d'água	<input type="checkbox"/>
		Subterrânea	<input type="checkbox"/>
		Abastecimento	<input type="checkbox"/>
		outros	<input type="checkbox"/>

fb = 77.9

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA		
Recebido em		
Telefone		
Fax		
Contato		Email:
Projeto	Ambiental	

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: 2

Local de coleta: STN SNV PBA

OUTROS:

Data: 04/04/13 Hora: 14:08

Cond. Climática: Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR: Temp. da H₂O:

Odor: Sim Não

Tipo de odor:

OD _____ mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não _____ NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

especificação:

Tipo de amostra: Superficial Caixa d'água Subterrânea Abastecimento outros

obs:

tb = 86.2
c = 46.1
pH = 6.678

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA	
Recebido em	
Telefone	
Fax	
Contato	Email:
Projeto	Ambiental

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:	3
Local de coleta:	<input checked="" type="checkbox"/> STN <input type="checkbox"/> SNV <input type="checkbox"/> PBA
<input type="checkbox"/> OUTROS:	
Data:	04/04/13
Hora:	14:15
Cond. Climática	<input checked="" type="checkbox"/> Temp. bom <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Chuvoso
Temp. do AR	<input type="text"/>
Temp. da H ₂ O	<input type="text"/>
Odor:	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Tipo de odor:	
OD	_____ mgO ₂ /L

DADOS DE POÇOS

Fase livre:	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Volume (purg.)	_____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m
Turbidez aparente:	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não _____ NTU
Preservação:	<input type="checkbox"/> refrigeração <input type="checkbox"/> controle do pH <input type="checkbox"/> outros
especificação:	
Tipo de amostra:	Superficial <input type="checkbox"/>
obs:	Caixa d'água <input type="checkbox"/>
C = 45.2	Subterrânea <input type="checkbox"/>
pH = 6.462	Abastecimento <input type="checkbox"/>
T _b = 81.4	outros <input type="checkbox"/>

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

ANQUIM

Análise Química Industrial, Mineral e Ambiental

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA

Recebido em

Telefone

Fax

Contato

Email:

Projeto

Ambiental

Informações sobre a coleta

Código da Amostra: 4

Local de coleta: STN SNV PBA

OUTROS:

Data: 04/04/13

Hora: 14:28

Cond. Climática Temp. bom Nublado Chuvoso

Temp. do AR

Temp. da H₂O

Odor: Sim

Não

Tipo de odor:

OD _____ mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre: Sim Não

Volume (purg.) _____ Litros NA: _____ m H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente: Sim Não _____ NTU

Preservação: refrigeração controle do pH outros

especificação:

Tipo de amostra:

obs: $T_b = 36.2$
 $C = 45.9$
 $pH = 6.367$

Superficial
Caixa d'água
Subterrânea
Abastecimento
outros

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA

Recebido em

Telefone

Fax

Contato

Email:

Projeto

Ambiental

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:

5

Local de coleta:



STN



SNV



PBA

 OUTROS:

Data:

04/04/13

Hora:

14:31

Cond. Climática



Temp. bom



Nublado



Chuvoso

Temp. do AR

Temp. da H₂O

Odor:



Sim



Não

Tipo de odor:

OD

_____ mgO₂/L**DADOS DE POÇOS**

Fase livre:



Sim



Não

Volume (purg.)

_____ Litros

NA: _____ m

H(T-PM): _____ m

Turbidez aparente:



Sim



Não

_____ NTU

Preservação:



refrigeração



controle do pH



outros

especificação:

Tipo de amostra:

obs:

pH = 6.578

C = 46.0

T_b = 83.3Superficial Caixa d'água Subterrânea Abastecimento outros

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

ANQUIM

Análise Química Industrial, Mineral e Ambiental

Comprovante de recebimento de amostras / Ficha de Coleta

EMPRESA

Recebido em

Telefone

Fax

Contato

Email:

Projeto

Ambiental

Informações sobre a coleta

Código da Amostra:

Local de coleta:

STN

SNV

PBA

OUTROS:

Data:

04/04/13

Hora:

14:37

Cond. Climática

Temp. bom

Nublado

Chuvoso

Temp. do AR

Temp. da H₂O

Odor:

Sim

Não

Tipo de odor:

OD

mgO₂/L

DADOS DE POÇOS

Fase livre:

Sim

Não

Volume (purg.)

Litros

NA:

m

H(T-PM):

m

Turbidez aparente:

Sim

Não

NTU

Preservação:

refrigeração

controle do pH

outros

especificação:

Tipo de amostra:

obs:

pH = 6.757
C = 46.9
tb = 86.2

Superficial

Caixa d'água

Subterrânea

Abastecimento

outros

Ciente (Contratante):

Responsável Técnico:

ANEXO 3

ANÁLISES LABORATORIAIS

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301435

Cliente

Nome: ANGLIO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO Contato: José Carlos de Oliveira Projeto:
Endereço: Av. Santana Nº 420 Área Portuária - Bairro Área Portuária - Santana CEP: 68.925.000 UF: AP - BR

Data	Amostragem
Iniciado: 05/04/2013	Plano: Responsável: Cliente
Recebido: 05/04/2013	Local: Pará
Emitido: 30/04/2013	Matriz: Água Tipo: Simples Amostras: 3

Referência Analítica

Environmental Protection Agency - 8015D, 8260B Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22st (2012) - 5520B

Notas

Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade e carta de controle a pedido do cliente.

Observações

Amostra insuficiente para análise de BTX E TPH.

Legenda

BLK = Branco	I.S = Amostra Insuficiente	N.A = Não Aplicável	O = Objetável	V.A = Virtualmente Ausente
DUP = Duplicata	LNR = Listada não Recebida	N.O = Não Objetável	VMP = Valor Máximo Permitido	V.P = Virtualmente Presente
- = Não analisada				

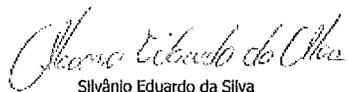
Tercerizado: 0002

CGC: 12.301.267/0001-06 Acreditado: CRL-0525

Resultados Analíticos

Pto 1 Mont. 50M- dia 02.04

Parâmetros MA1301435.0001	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Octano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Eicosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Etilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Fitano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Henicosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	-



Silvano Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301435

Resultados Analíticos

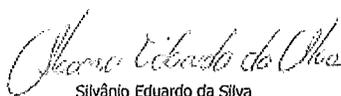
Pto 1 Mont. 50M- dia 02.04

Parâmetros MA1301435.0001	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
m+p-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octano(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octatriacontano(C38)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Ácidos e Graxos Totais	mg/L		5520B	1,00	<1
o-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetraatriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tolueno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Triacontano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Trtriacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Xileno Total	µg/L	0002	8260B	2	I.S.

Resultados Analíticos

Pto 1 Mont. 50M- dia 03.04 -15:15

Parâmetros MA1301435.0002	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Decano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Elcosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Elilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Fitano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Henelcosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	--



Silvano Eduardo da Silva

CRQ II 02405203

Signatário Autorizado

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301435

Resultados Analíticos

Pto 1 Mont. 50M- dia 03.04 -15:15

Parâmetros MA1301435.0002	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
m+p-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octano(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
triacontano(C38)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Óleos e Graxas Totais	mg/L		5520B	1,00	<1
o-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetraatriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tolueno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
triacontano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tritriacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Xileno Total	µg/L	0002	8260B	2	I.S.

Resultados Analíticos

Pto 1 Mont. 50M- 04.04 -14:00

Parâmetros MA1301435.0003	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Decano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Ododecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Eicosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Etilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
filano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heheicosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	--

Silvânio Eduardo da Silva

Silvânio Eduardo da Silva

CRQ II 02405203

Signatário Autorizado

Page 3 of 4

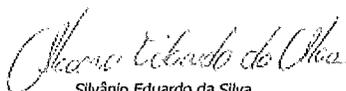
CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301435

Resultados Analíticos

Pto 1 Mont. 50M- 04.04 -14:00

Parâmetros MA1301435.0003	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
m+p-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
no(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
octatriacontano(C38)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Oleos e Graxas Totais	mg/L		5520B	1,00	<1
o-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Penadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetrazcontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetratriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tolueno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Triacotano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tritriacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Xileno Total	µg/L	0002	8260B	2	I.S.



Silvano Eduardo da Silva

CRQ II 02405203

Signatário Autorizado

Relatório No: MA1301435
 Solicitante: ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO - Pr
 Attn: José Carlos de Oliveira
 Ref. Cliente: Pedido 05/04/2013 Pto 01 Org.



Metodo	Unidade	Limites	PONTOS		
			1 Mont. 50M- dia 02/04/2013	Mont. 50M- dia 03.04/2013	Mont. 50M- 04.04 -14:00
		VMP*			
Oleos e Graxas Totais	mg/L	-	<1	<1	<1
Benzeno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Etilbenzeno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
m+p-xileno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
o-xileno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Tolueno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Xileno Total	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Decano(C10)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Docosano(C22)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Dodecano(C12)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Dotriacontano(C32)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Eicosano(C20)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Fitano(C20)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heneicosano(C21)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hentriacontano(C31)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heptacosano(C27)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heptadecano(C17)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heptatriacontano(C37)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hexacosano(C26)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hexadecano(C16)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hexatriacontano(C36)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonacosano(C29)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonadecano(C19)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonano(C9)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonatriacontano(C39)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octacosano(C28)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octadecano(C18)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octano(C8)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octatriacontano(C38)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pentacosano(C25)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pentadecano(C15)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pentatriacontano(C35)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pristano(C19)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetracontano(C40)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetracosano(C24)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetradecano(C14)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetratriacontano(C34)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Triacontano(C30)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tricosano(C23)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tridecano(C13)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tritriacontano(C33)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Undecano(C11)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.

Silvânio Eduardo da Silva
 CRQ II 02405203

LEGENDA

* VMP - Valores máximos permitidos, conforme

Cliente

Nome: ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO **Contato:** José Carlos de Oliveira **Projeto:**
Endereço: Av. Santana Nº 420 Área Portuária - Bairro Área Portuária - Santana CEP: 68.925.000 UF: AP - BR

Data	Amostragem
Iniciado: 09/04/2013	Plano: Responsável: Cliente
Recebido: 09/04/2013	Local: Pará
Emitido: 30/04/2013	Matriz: Água Tipo: Simples Amostras: 3

Referência Analítica

Environmental Protection Agency - 8015D, 8260B Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22st (2012) - 5520B

Notas

Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade e carta de controle a pedido do cliente.

Observações

O frasco para análise de Óleos e Graxas do ponto "Pto 06 Perpend.Pier dia 02.04 - 15:55" veio quebrado.
 Amostra insuficiente para análise de BTX E TPH.

Legenda

BLK = Branco	I.S = Amostra Insuficiente	N.A = Não Aplicável	O = Objetável	V.A = Virtualmente Ausente
DUP = Duplicata	LNR = Listada não Recebida	N.O = Não Objetável	VMP = Valor Máximo Permitido	V.P = Virtualmente Presente
- = Não analisada				

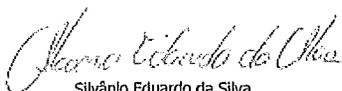
Terceirizado: 0002

CGC: 12.301.267/0001-06 **Acreditado:** CRL-0525

Resultados Analíticos

Pto 06 Perpend.Pier dia 02.04 - 15:55

Parâmetros MA1301472.0001	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite da detecção	Resultado
eno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Decano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Ekosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Etilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Fitano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Henicosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	-



Silvano Eduardo da Silva
 CRQ II 02405203
 Signatário Autorizado

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301472

Resultados Analíticos

Pto 06 Perpend. Pier dia 02.04 - 15:55

Parâmetros MA1301472.0001	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
m+p-Xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octano(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octatriacontano(C38)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
As e Graxas Totais	mg/L		5520B	1,00	I.S.
Xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetratriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tolueno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Triacontano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tritriacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Xileno Total	µg/L	0002	8260B	2	I.S.

Resultados Analíticos

Pto 06 Perpend. Pier dia 03.04 -15:55

Parâmetros MA1301472.0002	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Decano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Eicosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Etilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Fitano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Henicosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	-

Silvânio Eduardo da Silva

Silvânio Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

Page 2 of 4

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301472

Resultados Analíticos

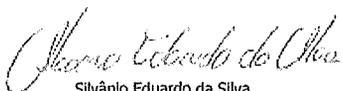
Pto 06 Perpend. Pier dia 03.04 -15:55

Parâmetros MA1301472.0002	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
m+p-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octano(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
triacontano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Ácidos e Graxos Totais	mg/L		5520B	1,00	<1
o-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetraatriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tolueno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
triacontano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Triacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Xileno Total	µg/L	0002	8260B	2	I.S.

Resultados Analíticos

Pto 06 Perpend. Pier dia 04.04 -14:37

Parâmetros MA1301472.0003	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Decano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Eicosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Etilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
filano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Henicosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	-



Silvano Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

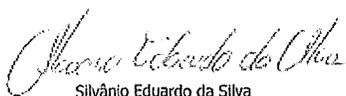
CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301472

Resultados Analíticos

Pto 06 Perpend. Pier dia 04.04 -14:37

Parâmetros MA1301472.0003	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
m+p-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
no(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
octatriacontano(C38)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Óleos e Graxas Totais	mg/L		5520B	1,00	<1
o-xileno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tetratriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tolueno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Triacotano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Trítriacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	--
Xileno Total	µg/L	0002	8260B	2	I.S.



Silvano Eduardo da Silva

CRQ II 02405203

Signatário Autorizado

Page 4 of 4

Relatório No: MA1301472
 Solicitante: ANGLo FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO - Pr
 Attn: José Carlos de Oliveira
 Ref. Cliente: Pedido 05/04/2013 Plo 06 Org.



Metodo	Unidade	Limites VMP*	PONTOS		
			rpnd. Pier dia 02	rpnd. Pier dia 03	rpnd. Pier dia 04.04 -14:37
			02/04/2013	03/04/2013	04/04/2013
Oleos e Graxas Totais	mg/L	-	I.S.	<1	<1
Benzeno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Etilbenzeno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
m+p-xileno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
o-xileno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Tolueno	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Xileno Total	µg/L	-	I.S.	I.S.	I.S.
Decano(C10)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Docosano(C22)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Dodecano(C12)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Dotriacontano(C32)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Eicosano(C20)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Fitano(C20)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heneicosano(C21)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hentriacontano(C31)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heptacosano(C27)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heptadecano(C17)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Heptatriacontano(C37)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hexacosano(C26)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hexadecano(C16)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Hexatriacontano(C36)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonacosano(C29)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonadecano(C19)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonano(C9)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Nonatriacontano(C39)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octacosano(C28)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octadecano(C18)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octano(C8)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Octatriacontano(C38)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pentacosano(C25)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pentadecano(C15)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pentatriacontano(C35)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Pristano(C19)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetracontano(C40)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetracosano(C24)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetradecano(C14)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tetratriacontano(C34)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Triacontano(C30)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tricosano(C23)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Tridecano(C13)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Triatriacontano(C33)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.
Undecano(C11)	µg/L	-	N.A.	N.A.	N.A.

Silvânio Eduardo da Silva
 CRQ II 02405203

LEGENDA

* VMP - Valores máximos permitidos, conforme

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301477

Cliante

Nome: ANGLIO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO Contato: José Carlos de Oliveira Projeto:
Endereço: Av. Santana Nº 420 Área Portuária - Bairro Área Portuária - Santana CEP: 68.925.000 UF: AP - BR

Data	Amostragem
Iniciado: 09/04/2013	Plano: Responsável: Cliente
Recebido: 09/04/2013	Local: Pará
Emitido: 30/04/2013	Matriz: Água Tipo: Simples Amostras: 1

Referência Analítica

Environmental Protection Agency - 8015D, 8260B Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22st (2012) - 5520B

Notas

Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade e carta de controle a pedido do cliente.

Observações

Amostra Insuficiente para análise de BTX E TPH.

Legenda

BLK = Branco	I.S = Amostra Insuficiente	N.A = Não Aplicável	O = Objetável	V.A = Virtualmente Ausente
DUP = Duplicata	LNR = Listada não Recebida	N.O = Não Objetável	VMP = Valor Máximo Permitido	V.P = Virtualmente Presente
- = Não analisada				

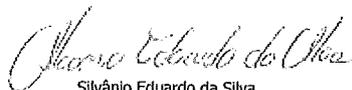
Tercerizado: 0002

CGC: 12.301.267/0001-06 Acreditado: CRL-0525

Resultados Analíticos

AM. Montante 02.04 - 15:00

Parâmetros MA1301477.0001	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
cano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Elcosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Etilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Fitano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Henecosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	-



Silvano Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

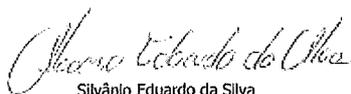
CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301477

Resultados Analíticos

AM. Montante 02.04 - 15:00

Parâmetros MA1301477.0001	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
m+p-xileno	µg/L	0002	02608	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonano(C9)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octacosano(C28)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octadecano(C18)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octano(C8)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Octatriacontano(C38)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Resíduos e Graxas Totais	mg/L		55208	1,00	1,00
o-xileno	µg/L	0002	02608	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Pristano(C19)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tetraatriacontano(C34)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tolueno	µg/L	0002	02608	2	I.S.
Triacontano(C30)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tricosano(C23)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tridecano(C13)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Tritriacontano(C33)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Undecano(C11)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Xileno Total	µg/L	0002	02608	2	I.S.



Sívânio Eduardo da Silva

CRQ II 02405203

Signatário Autorizado

Relatorio No:
Solicitante:
Attn:
Ref. Cliente:

MA1301477
ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO - Pr
José Carlos de Oliveira
Pedido 05/04/2013 AM.Mont. Org.



Metodo	Unidade	Limites	PONTOS
			Montante 02.04 - 15:00
		VMP*	02/04/2013
Oleos e Graxas Totais	mg/L	-	1.00
Benzeno	µg/L	-	I.S.
Etilbenzeno	µg/L	-	I.S.
m+p-xileno	µg/L	-	I.S.
o-xileno	µg/L	-	I.S.
Tolueno	µg/L	-	I.S.
Xileno Total	µg/L	-	I.S.
Decano(C10)	µg/L	-	N.A.
Docosano(C22)	µg/L	-	N.A.
Dodecano(C12)	µg/L	-	N.A.
Dotriacontano(C32)	µg/L	-	N.A.
Eicosano(C20)	µg/L	-	N.A.
Fitano(C20)	µg/L	-	N.A.
Heneicosano(C21)	µg/L	-	N.A.
Hentriacontano(C31)	µg/L	-	N.A.
Heptacosano(C27)	µg/L	-	N.A.
Heptadecano(C17)	µg/L	-	N.A.
Heptatriacontano(C37)	µg/L	-	N.A.
Hexacosano(C26)	µg/L	-	N.A.
Hexadecano(C16)	µg/L	-	N.A.
Hexatriacontano(C36)	µg/L	-	N.A.
Nonacosano(C29)	µg/L	-	N.A.
Nonadecano(C19)	µg/L	-	N.A.
Nonano(C9)	µg/L	-	N.A.
Nonatriacontano(C39)	µg/L	-	N.A.
Octacosano(C28)	µg/L	-	N.A.
Octadecano(C18)	µg/L	-	N.A.
Octano(C8)	µg/L	-	N.A.
Octatriacontano(C38)	µg/L	-	N.A.
Pentacosano(C25)	µg/L	-	N.A.
Pentadecano(C15)	µg/L	-	N.A.
Pentatriacontano(C35)	µg/L	-	N.A.
Pristano(C19)	µg/L	-	N.A.
Tetracontano(C40)	µg/L	-	N.A.
Tetracosano(C24)	µg/L	-	N.A.
Tetradecano(C14)	µg/L	-	N.A.
Tetratriacontano(C34)	µg/L	-	N.A.
Triacotano(C30)	µg/L	-	N.A.
Tricosano(C23)	µg/L	-	N.A.
Tridecano(C13)	µg/L	-	N.A.
Tritriacontano(C33)	µg/L	-	N.A.
Undecano(C11)	µg/L	-	N.A.

Silvânio Eduardo da Silva
CRQ II 02405203

LEGENDA

* VMP - Valores máximos permitidos, conforme

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301479

Cliente

Nome: ANGLIO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO Contato: José Carlos de Oliveira Projeto:
Endereço: Av. Santana Nº 420 Área Portuária - Bairro Área Portuária - Santana CEP: 68.925.000 UF: AP - BR

Data Amostragem
Iniciado: 05/04/2013 Plano: Responsável: Cliente
Recebido: 05/04/2013 Local: Pará
Emitido: 30/04/2013 Matriz: Água Tipo: Simples Amostras: 1

Referência Analítica

Environmental Protection Agency - 8015D, 8260B Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22st (2012) - 5520B

Notas

Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade e carta de controle a pedido do cliente.

Observações

Amostra insuficiente para análise de BTX E TPH.

Legenda

BLK = Branco I.S = Amostra Insuficiente N.A = Não Aplicável O = Objetável V.A = Virtualmente Ausente
DUP = Duplicata LNR = Listada não Recebida N.O = Não Objetável VMP = Valor Máximo Permitido V.P = Virtualmente Presente
- = Não analisada

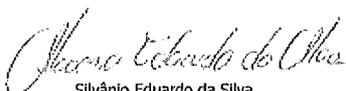
Tercerizado: 0002

CGC: 12.301.267/0001-06 Acreditado: CRL-0525

Resultados Analíticos

AM. Jusante 02.04 - 15:40

Parâmetros MA1301479.0001	Unidade	Tercerizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Benzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
1,1-Dicloroetano(C10)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Docosano(C22)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dodecano(C12)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Dotriacontano(C32)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Eicosano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Elilbenzeno	µg/L	0002	8260B	2	I.S.
Fltano(C20)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Henecosano(C21)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hentriacontano(C31)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptacosano(C27)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptadecano(C17)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Heptatriacontano(C37)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexacosano(C26)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexadecano(C16)	µg/L	0002	8015D	1,0	-
Hexatriacontano(C36)	µg/L	0002	8015D	1,0	-



Silvano Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

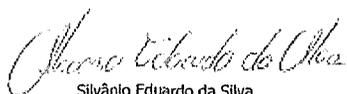
CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301479

Resultados Analíticos

AM. Jusante 02.04 - 15:40

Parâmetros MA1301479.0001	Unidade	Terceirizado	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
m+p-xileno	µg/L	0002	0260B	2	I.S.
Nonacosano(C29)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Nonadecano(C19)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Nonano(C9)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Nonatriacontano(C39)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Octacosano(C28)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Octadecano(C18)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Octano(C8)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Octatriacontano(C38)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
As e Graxas Totais	mg/L		5520B	1,00	<1
o-xileno	µg/L	0002	0260B	2	I.S.
Pentacosano(C25)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Pentadecano(C15)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Pentatriacontano(C35)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Pristano(C19)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tetracontano(C40)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tetracosano(C24)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tetradecano(C14)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tetratriacontano(C34)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tolueno	µg/L	0002	0260B	2	I.S.
Triacontano(C30)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tricosano(C23)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tridecano(C13)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Tritriacontano(C33)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Undecano(C11)	µg/L	0002	0015D	1,0	-
Xileno Total	µg/L	0002	0260B	2	I.S.



Silvano Eduardo da Silva

CRQ II 02405203

Signatário Autorizado

Relatório No: MA1301479
 Solicitante: ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO - Pr
 Attn: José Carlos de Oliveira
 Ref. Cliente: Pedido 05/04/2013 AM.Mont. Org.



Metodo	Unidade	Limites VMP*	PONTOS
			Jusante 02.04 - 15:40 02/04/2013
Oleos e Graxas Totais	mg/L	-	<1
Benzeno	µg/L	-	I.S.
Etilbenzeno	µg/L	-	I.S.
m+p-xileno	µg/L	-	I.S.
o-xileno	µg/L	-	I.S.
Tolueno	µg/L	-	I.S.
Xileno Total	µg/L	-	I.S.
Decano(C10)	µg/L	-	N.A.
Docosano(C22)	µg/L	-	N.A.
Dodecano(C12)	µg/L	-	N.A.
Dotriacontano(C32)	µg/L	-	N.A.
Eicosano(C20)	µg/L	-	N.A.
Fitano(C20)	µg/L	-	N.A.
Heneicosano(C21)	µg/L	-	N.A.
Hentriacontano(C31)	µg/L	-	N.A.
Heptacosano(C27)	µg/L	-	N.A.
Heptadecano(C17)	µg/L	-	N.A.
Heptatriacontano(C37)	µg/L	-	N.A.
Hexacosano(C26)	µg/L	-	N.A.
Hexadecano(C16)	µg/L	-	N.A.
Hexatriacontano(C36)	µg/L	-	N.A.
Nonacosano(C29)	µg/L	-	N.A.
Nonadecano(C19)	µg/L	-	N.A.
Nonano(C9)	µg/L	-	N.A.
Nonatriacontano(C39)	µg/L	-	N.A.
Octacosano(C28)	µg/L	-	N.A.
Octadecano(C18)	µg/L	-	N.A.
Octano(C8)	µg/L	-	N.A.
Octatriacontano(C38)	µg/L	-	N.A.
Pentacosano(C25)	µg/L	-	N.A.
Pentadecano(C15)	µg/L	-	N.A.
Pentatriacontano(C35)	µg/L	-	N.A.
Pristano(C19)	µg/L	-	N.A.
Tetracontano(C40)	µg/L	-	N.A.
Tetracosano(C24)	µg/L	-	N.A.
Tetradecano(C14)	µg/L	-	N.A.
Tetratriacontano(C34)	µg/L	-	N.A.
Triacontano(C30)	µg/L	-	N.A.
Tricosano(C23)	µg/L	-	N.A.
Tridecano(C13)	µg/L	-	N.A.
Tritriacontano(C33)	µg/L	-	N.A.
Undecano(C11)	µg/L	-	N.A.

Silvânio Eduardo da Silva
 CRQ II 02405203

LEGENDA

* VMP - Valores máximos permitidos, conforme

Cliente

Nome: ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO **Contato:** José Carlos de Oliveira **Projeto:**
Endereço: Av. Santana Nº 420 Área Portuária - Bairro Área Portuária - Santana **CEP:** 68.925.000 **UF:** AP - BR

Data

Amostragem

Iniciado: 18/04/2013 **Plano:** Responsável: Cliente
Recebido: 18/04/2013 **Local:** Pará
Emitido: 26/04/2013 **Matriz:** Água **Tipo:** Simples **Amostras:** 6

Referência Analítica

Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22st (2012) - 3030,3120B, 3030,3125B, 5520B

Notas

Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade e carta de controle a pedido do cliente.

Legenda

BLK = Branco **I.S** = Amostra Insuficiente **N.A** = Não Aplicável **O** = Objetável **V.A** = Virtualmente Ausente
DUP = Duplicata **LNR** = Listada não Recebida **N.O** = Não Objetável **VMP** = Valor Máximo Permitido **V.P** = Virtualmente Presente
- = Não analisada

Resultados Analíticos

Ponto 01

Parâmetros MA1301712.0001	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,26
Manganês Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1

Resultados Analíticos

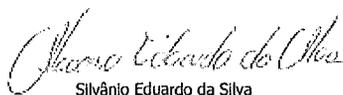
Ponto 02

Parâmetros MA1301712.0002	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,23
Manganês Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1

Resultados Analíticos

Ponto 03

Parâmetros MA1301712.0003	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,26
Manganês Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,05



Silvano Eduardo da Silva
 CRQ II 02405203
 Signatário Autorizado

SGS GEOSOL LABORATÓRIOS LTDA.

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301712

Resultados Analíticos

Ponto 03

Parâmetros MA1301712.0003	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Oleos e Graxas Totais	mg/L	55208	1,00	1,03

Resultados Analíticos

Ponto 04

Parâmetros MA1301712.0004	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,31250	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,31208	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,31208	0,10	0,24
Manganês Total	mg Mn/L	3030,31208	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	55208	1,00	<1

Resultados Analíticos

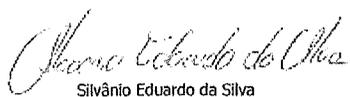
Ponto 05

Parâmetros MA1301712.0005	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,31250	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,31208	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,31208	0,10	0,27
Manganês Total	mg Mn/L	3030,31208	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	55208	1,00	1,07

Resultados Analíticos

Ponto 06

Parâmetros MA1301712.0006	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,31250	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,31208	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,31208	0,10	0,22
Manganês Total	mg Mn/L	3030,31208	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	55208	1,00	<1



Silvano Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

Relatório No:

MA1301712

Solicitante: ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO - Pt

Attn: José Carlos de Oliveira

Ref. Cliente: Pedido 16/04/2013



Metodo	Unidade	Limites	PONTOS					
			Ponto 01 16/04/2013	Ponto 02 16/04/2013	Ponto 03 16/04/2013	Ponto 04 16/04/2013	Ponto 05 16/04/2013	Ponto 06 16/04/2013
Oleos e Graxas Totais	mg/L	-	<1	<1	1.03	<1	1.07	<1
Cromo Total	mg Cr/L	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Manganes Total	mg Mn/L	-	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	-	0.26	0.23	0.26	0.24	0.27	0.22
Arsênio Total	mg As/L	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

LEGENDA

* VMP - Valores máximos permitidos, conforme

Silvânio Eduardo da Silva
CRQ II 02405203



Cliente

Nome: ANGLo FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO Contato: José Carlos de Oliveira Projeto:

Endereço: Av. Santana Nº 420 Area Portuaria - Bairro Area Portuaria - Santana CEP: 68.925.000 UF: AP - BR

Data Amostragem

Iniciado: 22/04/2013 Plano: Responsável: Cliente

Recebido: 22/04/2013 Local: Pará

Emitido: 26/04/2013 Matriz: Agua Tipo: Simples Amostras: 6

Referência Analítica

Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 22st (2012) - 3030,3120B, 3030,3125B, 5520B

Notas

Quando todo processo analítico (coleta e análise) é responsabilidade da SGS Geosol Laboratórios, garante-se que as análises são executadas dentro do prazo analítico de cada parâmetro, seguindo o método referenciado. Quando a coleta é de responsabilidade do cliente, caso haja algum desvio, o cliente é previamente consultado para continuação das análises.

A SGS Geosol Laboratórios fornece certificado de controle de qualidade e carta de controle a pedido do cliente.

Legenda

IS = Amostra Insuficiente N.A = Não Aplicável N.O = Não Objetável O = Objetável VMP = Valor Máximo Permitido V.A = Virtualmente Ausente V.P = Virtualmente Presente - = Não analisada DLP = Duplicata BLK = Branco LMR = Listada não Recebida

Ponto 01

Parâmetros MA1301725.0001

Parâmetros	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Asfalto Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,21
Manganes Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	<0,05
Óleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1

Resultados Analíticos

Ponto 02

Parâmetros MA1301725.0002

Parâmetros	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Asfalto Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,26
Manganes Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,12
Óleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1

Resultados Analíticos

Ponto 03

Parâmetros MA1301725.0003

Parâmetros	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Asfalto Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,23
Manganes Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,08

Silviano Eduardo da Silva
 Silviano Eduardo da Silva
 CRQ II 02405203
 Sinalatório Autorizado

CERTIFICADO DE ANÁLISES

MA1301725

Resultados Analíticos

Ponto 03

Parâmetros MA1301725.0003	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Oleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1

Resultados Analíticos

Ponto 04

Parâmetros MA1301725.0004	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,30
Manganês Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1

Resultados Analíticos

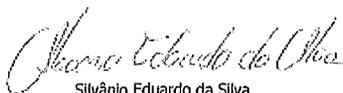
Ponto 05

Parâmetros MA1301725.0005	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,31
Manganês Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	1,00

Resultados Analíticos

Ponto 06

Parâmetros MA1301725.0006	Unidade	Ref. Analítica	Limite de detecção	Resultado
Arsênio Total	mg As/L	3030,3125B	0,01	<0,01
Cromo Total	mg Cr/L	3030,3120B	0,01	<0,01
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	3030,3120B	0,10	0,26
Manganês Total	mg Mn/L	3030,3120B	0,05	<0,05
Oleos e Graxas Totais	mg/L	5520B	1,00	<1



Silvano Eduardo da Silva
CRQ II 02405203
Signatário Autorizado

Relatório No:

MA1301725

Solicitante:

ANGLO FERROUS AMAPÁ MINERAÇÃO - Pr

Attn:

José Carlos de Oliveira

Ref. Cliente:

Pedido 18/04/2013



Metodo	Unidade	Limites	PONTOS					
			Ponto 01 18/04/2013	Ponto 02 18/04/2013	Ponto 03 18/04/2013	Ponto 04 18/04/2013	Ponto 05 18/04/2013	Ponto 06 18/04/2013
Oleos e Graxas Totais	mg/L	-	<1	<1	<1	<1	1.00	<1
Cromo Total	mg Cr/L	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Manganês Total	mg Mn/L	-	<0.05	0.12	0.08	0.06	0.05	<0.05
Ferro Dissolvido	mg Fe/L	-	0.21	0.26	0.23	0.30	0.31	0.26
Arsênio Total	mg As/L	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Silvânio Eduardo da Silva
CRQ II 02405203

LEGENDA

* VMP - Valores máximos permitidos, conforme

RESULTADOS GEOSOL

PONTO 1 - Montante do píer	Unid	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	16-abr-13	18-abr-13
Óleos e Graxas	mg/L	Virt. Ausente	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg/L	0,1	<0,05	<0,05	0,05	0,05	<0,05
Ferro Total	mg/L		0,73	0,69	0,77		
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,29	0,32	0,35	0,26	0,21
Arsênio Total	mg/L	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg/L	0,1	0,21	0,2	0,19		
Prata Dissolvida	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01		
Ferro - Matriz SEDIMENTO ⁽¹⁾	%	N/A ⁽²⁾	-			-	-

PONTO 2 - lado direito do píer	Unid	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	16-abr-13	18-abr-13
Óleos e Graxas	mg/L	Virt. Ausente	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg/L	0,1	<0,05	0,08	0,05	0,05	0,12
Ferro Total	mg/L		0,67	0,71	0,75		
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,41	0,52	0,28	0,23	0,26
Arsênio Total	µg/L	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg/L	0,1	0,2	0,26	0,24		
Prata Dissolvida	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01		

PONTO 3 - lado esquerdo do píer	Unid	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	16-abr-13	18-abr-13
Óleos e Graxas	mg/L	Virt. Ausente	<1	<1	<1	1,03	<1
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg/L	0,1	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,08
Ferro Total	mg/L		0,94	0,67	0,75		
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,33	0,43	0,5	0,26	0,23
Arsênio Total	mg/L	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg/L	0,1	0,24	0,25	0,28		
Prata Dissolvida	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01		

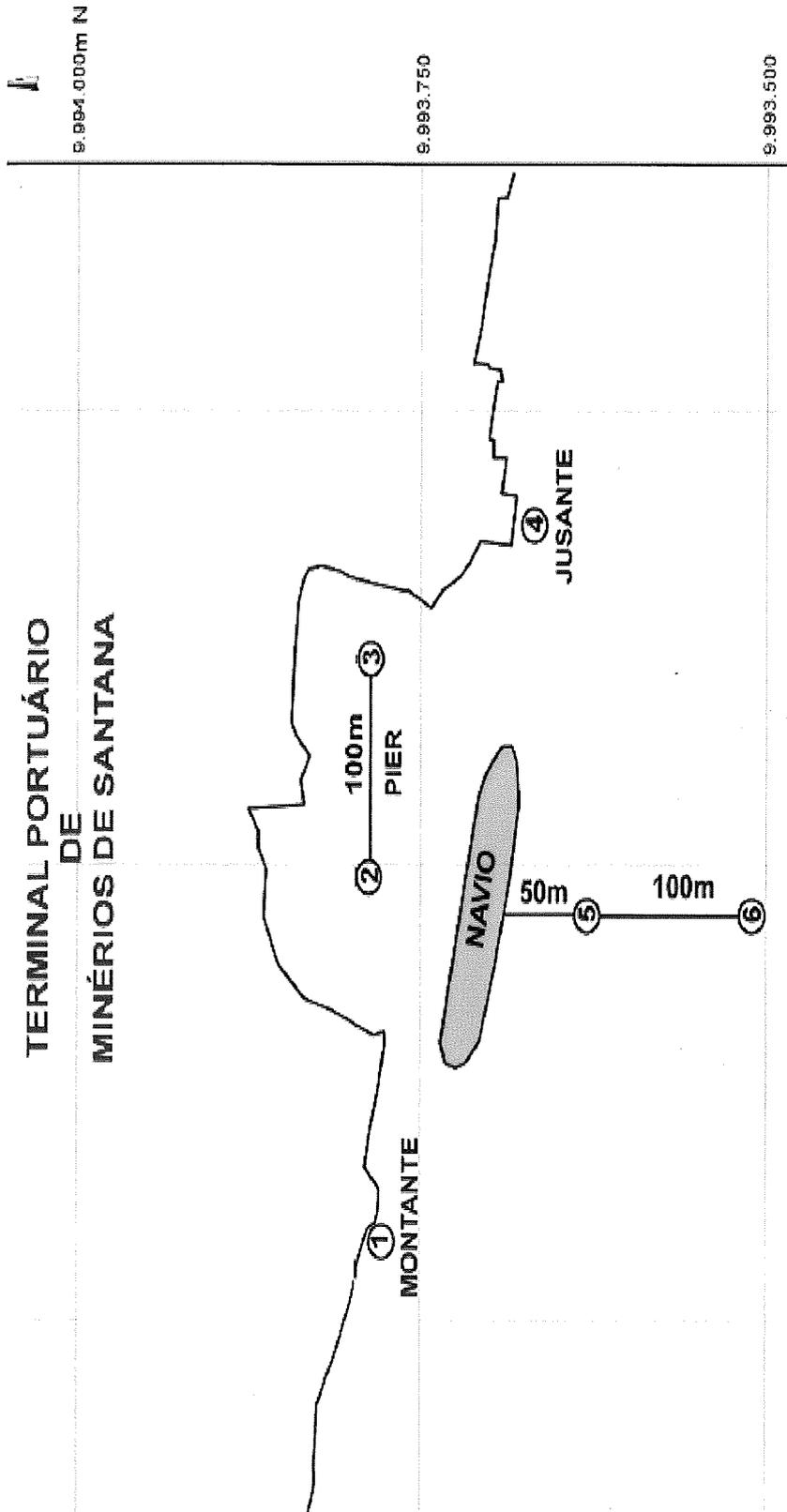
PONTO 4 - Jusante do píer	Unid	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	16-abr-13	18-abr-13
Óleos e Graxas	mg/L	Virt. Ausente	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg/L	0,1	<0,05	<0,05	0,05	0,05	0,06
Ferro Total	mg/L		0,7	0,62	0,76		
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,47	0,35	0,39	0,24	0,30
Arsênio Total	mg/L	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg/L	0,1	0,18	0,15	0,18		
Prata Dissolvida	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01		

PONTO 5 - Frontal ao píer	Unid	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	16-abr-13	18-abr-13
Óleos e Graxas	mg/L	Virt. Ausente	<1	<1	<1	<1	1,00
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg/L	0,1	<0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
Ferro Total	mg/L		0,74	0,81	0,80		
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,51	0,42	0,47	0,24	0,31
Arsênio Total	mg/L	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg/L	0,1	0,18	0,28	0,20		
Prata Dissolvida	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01		

PONTO 6 - Frontal ao píer	Unid	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	16-abr-13	18-abr-13
Óleos e Graxas	mg/L	Virt. Ausente	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Manganês Total	mg/L	0,1	<0,05	0,05	0,05	0,05	<0,05
Ferro Total	mg/L		0,6	0,72	0,75		
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,26	0,43	0,31	0,22	0,26
Arsênio Total	mg/L	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Alumínio Total	mg/L	0,1	0,16	0,26	0,18		
Prata Dissolvida	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01		

Parâmetros	Coliformes Totais - NMP/100mL	Escherichia coli - NMP/100mL	Oleos e Graxas Totais	Alumínio Total	Arsênio Total	Cromo Hexavalente	Cromo Trivalente	Ferro Dissolvido	Ferro Total	Manganês Total	Prata Dissolvido	Silício	Turbidez	Ph	Condutividade	Oxigênio Dissolvido	
CONAMA 357/2005	-	-	20 mg/L	-	0,01 mg/L	0,05 mg/L	0,05 mg/L	0,3 mg/L	-	0,1 mg/L	-	-	100 UNT	6 a 9	-	≥5	
DATA	AMOSTRA																
02/04/2013	1	4330	180	<1	0,21	<0,01	<0,01	<0,01	0,29	0,73	<0,05	<0,01	-	92,9	6,79	49,7	6,64
02/04/2013	2	4080	155	<1	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,41	0,67	<0,05	<0,01	-	98,2	6,75	48	6,67
02/04/2013	3	3850	190	<1	0,24	<0,01	<0,01	<0,01	0,33	0,94	<0,05	<0,01	-	97,8	6,83	43,7	6,62
02/04/2013	4	3435	190	<1	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	0,47	0,70	<0,05	<0,01	-	98,5	6,65	47,5	6,43
02/04/2013	5	3635	170	<1	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	0,51	0,74	<0,05	<0,01	-	99,1	6,75	48,9	6,45
02/04/2013	6	2585	120	<1	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	0,26	0,60	<0,05	<0,01	-	93,2	6,46	44,1	6,78
DATA	AMOSTRA																
03/04/2013	1	8665	640	<1	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,32	0,69	<0,05	<0,01	-	90,8	6,65	44,5	6,71
03/04/2013	2	9930	135	<1	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	0,52	0,71	0,08	<0,01	-	96,3	6,75	46,1	6,48
03/04/2013	3	6015	155	<1	0,25	<0,01	<0,01	<0,01	0,43	0,67	<0,05	<0,01	-	93,8	6,75	49,6	6,53
03/04/2013	4	4900	235	<1	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	0,35	0,62	<0,05	<0,01	-	93,1	6,84	47,4	6,61
03/04/2013	5	4330	250	<1	0,28	<0,01	<0,01	<0,01	0,42	0,81	0,05	<0,01	-	95,8	6,86	47,5	6,62
03/04/2013	6	3850	85	<1	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	0,43	0,72	0,05	<0,01	-	98,2	6,76	48,0	6,67
DATA	AMOSTRA																
04/04/2013	1	4900	340	<1	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	0,35	0,77	0,05	<0,01	-	77,9	6,72	46,8	6,65
04/04/2013	2	3850	105	<1	0,24	<0,01	<0,01	<0,01	0,28	0,75	<0,05	<0,01	-	86,2	6,68	46,1	6,66
04/04/2013	3	3850	185	<1	0,28	<0,01	<0,01	<0,01	0,50	0,75	<0,05	<0,01	-	81,4	6,46	45,2	6,89
04/04/2013	4	3240	140	<1	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	0,39	0,76	<0,05	<0,01	-	86,2	6,37	45,9	6,91
04/04/2013	5	3065	120	<1	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,47	0,80	0,06	<0,01	-	83,3	6,38	46,0	6,92
04/04/2013	6	3065	80	<1	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	0,31	0,75	<0,05	<0,01	-	86,2	6,76	46,9	6,61

TERMINAL PORTUÁRIO DE MINÉRIOS DE SANTANA



PONTO 1 - Montante do pier	Unid.	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	9-abr-13	10-abr-13	11-abr-13	12-abr-13	13-abr-13	14-abr-13	15-abr-13	16-abr-13	17-abr-13	18-abr-13	19-abr-13	22-abr-13	23-abr-13	24-abr-13	25-abr-13	26-abr-13
pH		6 a 9	6,67	6,65	6,62	6,56	6,42	6,14	6,79	6,94	6,77	6,15	6,9	6,15	6,28	6,83	6,75	6,65	6,69	6,50	6,80
Turbidez	NTU	100	94,6	90,8	77,9	87,8	95,8	89,5	94,8	87,3	83,1	83,7	84,8	68,9	78,2	78,2	69,0	73,7	87,8	78,8	81,0
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	6,52	6,71	6,65	6,71	6,44	5,38	6,21	6,55	6,25	6,81	6,44	6,42	6,22	6,17	6,02	6,08	6,02	6,12	6,14
Óleos e Graxas	mg/L	Vir. Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500	17	17	17	17	18	17	16	16	16	17	17	19	16	21	22,6	24,1	24,1	25,2	23,4
Cor Verdadeira	UC	75	62	68	67	48	66	52	63	58	61	47	65	50	67	62	47	50	52	58	60
Arsênio Total	µg/L	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,26	0,3	0,35	0,36	0,312	0,39	0,387	0,371	0,403	0,48	0,42	0,372	0,384	0,403	0,362	0,285	0,284	0,318	0,333
Manganês Total	mg/L	0,1	ND	ND	0,061	0,038	0,036	0,014	0,039	0,032	0,032	0,034	0,031	ND							
Ferro - Matriz SEDIMENTO (1)	%	N/A (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,45	-	-	-	-

PONTO 2 - lado direito do pier	Unid.	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	9-abr-13	10-abr-13	11-abr-13	12-abr-13	13-abr-13	14-abr-13	15-abr-13	16-abr-13	17-abr-13	18-abr-13	19-abr-13	22-abr-13	23-abr-13	24-abr-13	25-abr-13	26-abr-13
pH		6 a 9	6,79	6,75	6,67	6,75	6,71	6,43	6,82	6,97	6,39	6,16	6,9	6,21	6,1	6,85	6,74	6,72	6,77	6,69	6,80
Turbidez	NTU	100	92,9	96,3	86,2	86,6	97,5	99	97,7	91,1	83,2	81,9	83,7	85,1	78,2	89,0	78,3	68,9	88,2	79,4	90,3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	6,64	6,48	6,66	6,48	7,08	6,01	6,64	6,49	6,44	6,82	6,52	6,41	6,04	6,11	6,07	6,01	6,08	6,11	6,07
Óleos e Graxas	mg/L	Vir. Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500	19	17	15	17	16	17	17	18	15	16	16	16	15	23,2	22,5	23,6	23,4	24,5	23,3
Cor Verdadeira	UC	75	60	58	57	50	57	50	66	62	44	40	60	49	70	51	45	37	44	68	51
Arsênio Total	µg/L	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,32	0,5	0,25	0,391	0,218	0,44	0,392	0,391	0,265	0,251	0,322	0,384	0,475	0,289	0,341	0,328	0,296	0,339	0,188
Manganês Total	mg/L	0,1	ND	0,047	0,027	0,054	0,039	0,012	0,041	0,044	0,028	0,032	0,027	ND							

PONTO 3 - lado esquerdo do pier	Unid.	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	9-abr-13	10-abr-13	11-abr-13	12-abr-13	13-abr-13	14-abr-13	15-abr-13	16-abr-13	17-abr-13	18-abr-13	19-abr-13	22-abr-13	23-abr-13	24-abr-13	25-abr-13	26-abr-13
pH		6 a 9	6,83	6,75	6,46	6,81	6,88	6,65	6,65	6,89	6,68	6,42	6,95	6,29	6,31	6,35	6,70	6,72	6,80	6,76	6,79
Turbidez	NTU	100	98,6	93,8	81,4	88,7	97,5	105	99	87,4	87,2	85,1	86,7	84,5	81,9	85,3	78,5	70,3	86,7	88,1	89,9
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	6,48	6,53	6,89	6,75	6,91	5,46	6,27	6,83	6,61	6,38	6,44	6,29	6,15	6,09	6,14	6,11	6,02	6,21	6,08
Óleos e Graxas	mg/L	Vir. Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500	19	19	20	17	19	20	16	16	16	19	16	16	15	15	22,6	24	23,6	24,7	23,2
Cor Verdadeira	UC	75	75	62	65	50	61	54	62	43	60	42	78	41	53	60	53	38	45	62	69
Arsênio Total	µg/L	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,45	0,41	0,55	0,332	0,297	0,368	0,38	0,216	0,397	0,45	0,512	0,486	0,326	0,435	0,394	0,339	0,322	0,370	0,364
Manganês Total	mg/L	0,1	ND	ND	ND	0,041	0,028	ND	0,028	0,038	0,032	0,041	0,022	ND							

PONTO 4 - Jusante do pier	Unid.	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	9-abr-13	10-abr-13	11-abr-13	12-abr-13	13-abr-13	14-abr-13	15-abr-13	16-abr-13	17-abr-13	18-abr-13	19-abr-13	22-abr-13	23-abr-13	24-abr-13	25-abr-13	26-abr-13
pH		6 a 9	6,79	6,84	6,36	6,88	6,86	6,69	6,87	6,87	6,78	6,33	6,71	6,17	6,72	6,79	6,90	6,66	6,77	6,80	6,80
Turbidez	NTU	100	92,9	93,1	86,2	89,8	90	108	106	96,4	83,2	77,9	83,1	89,9	73,5	88,4	74,4	70,0	84,2	83,8	93,3
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	6,64	6,61	6,91	6,68	6,78	5,46	6,49	6,89	6,52	6,73	6,64	6,40	6,28	6,23	6,08	6,08	6,19	6,22	6,06
Óleos e Graxas	mg/L	Vir. Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500	18	19	18	21	17	18	16	18	16	16	15	15	17	23,5	22,9	24,4	24,2	24,3	25,2
Cor Verdadeira	UC	75	72	74	72	51	76	54	52	59	57	32	75	43	67	45	54	38	50	66	40
Arsênio Total	µg/L	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,39	0,32	0,36	0,314	0,441	0,397	0,229	0,347	0,36	0,223	0,418	0,422	0,458	0,435	0,328	0,329	0,384	0,347	0,161
Manganês Total	mg/L	0,1	0,015	ND	ND	0,036	0,033	0,028	0,038	0,046	0,041	0,028	ND								

PONTO 5 - Frontal ao pier - 50 m	Unid.	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	9-abr-13	10-abr-13	11-abr-13	12-abr-13	13-abr-13	14-abr-13	15-abr-13	16-abr-13	17-abr-13	18-abr-13	19-abr-13	22-abr-13	23-abr-13	24-abr-13	25-abr-13	26-abr-13
pH		6 a 9	6,79	6,87	6,37	6,8	6,86	6,81	6,81	6,86	6,78	6,11	6,88	6,35	6,57	6,83	6,80	6,55	6,80	6,64	6,79
Turbidez	NTU	100	92,9	95,8	83,3	92,6	94,3	105	95,4	92,7	86,4	81,2	89,1	88,3	77,0	75,1	72,3	66,1	76,0	79,5	91,4
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	6,64	6,621	6,92	6,31	6,72	5,82	6,22	6,47	6,17	6,34	6,56	6,52	5,89	6,23	6,25	6,11	6,17	6,24	6,19
Óleos e Graxas	mg/L	Vir. Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	500	18	17	17	23	17	17	16	16	16	15	26	15	15	22	23,6	24,1	25,4	24,4	23,9
Cor Verdadeira	UC	75	67	68	68	52	69	56	63	61	53	48	67	44	63	63	52	37	48	56	60
Arsênio Total	µg/L	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo total (VI + III)	mg/L	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,55	0,44	0,43	0,361	0,447	0,37	0,392	0,383	0,31	0,52	0,44	0,451	0,474	0,256	0,322	0,329	0,322	0,418	0,374
Manganês Total	mg/L	0,1	0,021	0,01	0,05	0,043	0,029	0,017	0,04	0,034	0,036	0,032	0,038	0,021	ND						

PONTO 6 - Frontal ao pier - 100 m	Unid.	V. MÁXIMO	2-abr-13	3-abr-13	4-abr-13	9-abr-13	10-abr-13	11-abr-13	12-abr-13	13-abr-13	14-abr-13	15-abr-13	16-abr-13	17-abr-13	18-abr-13	19-abr-13	22-abr-13	23-abr-13	24-abr-13	25-abr-13	26-abr-13
pH		6 a 9	6,79	6,75	6,75	6,86	6,83	6,85	6,92	6,86	6,78	6,23									

ANEXO 4

ASPECTOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

RELATÓRIO SOBRE ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA NO PORTO DA MINERADORA ANGLO AMERICAN, SANTANA-AP

Introdução

O presente relatório tem por objetivo apresentar considerações sobre a qualidade da água na região do porto de escoamento de minério de ferro da Mineradora Anglo American, município de Santana-AP, às margens do Rio Amazonas. A razão deste estudo está associada a acidente ocorrido em 28/03/13, quando houve o desbarrancamento de parte da estrutura portuária, provocando o soterramento de máquinas e a lamentável perda de algumas vidas humanas.

Dentro do escopo deste relatório são avaliados os aspectos mais relevantes da qualidade da água no Rio Amazonas, na região de interesse. Para esta finalidade foram selecionados os dados de monitoramento da qualidade da água referentes, no mínimo, a um ciclo hidrológico completo. Desta forma entende-se que estão convenientemente consideradas as variações sazonais inerentes ao fluxo do rio. Optou-se portanto pela extração de resultados de análises de água que cobrem o período janeiro/12 até o presente momento (última amostragem em fevereiro/13). Os dados de qualidade de água de épocas anteriores a este período cumprem uma relevante função de resgate histórico de resultados, mas não se adequam aos objetivos do presente estudo, já que a própria dinâmica fluvial e as modificações de caráter natural ou antrópico impõem frequentes alterações nas características do ecossistema aquático.

Monitoramento

O atual programa de monitoramento regular conduzido pela Mineradora Anglo American envolve um conjunto de pontos de coleta de águas superficiais e subterrâneas. Face aos objetivos deste estudo optou-se pela seleção dos seguintes pontos para comporem o quadro de avaliação:

PM-15: Águas superficiais no Igarapé Elesbão, a montante do empreendimento. Este ponto serve como *background* para avaliação das condições de qualidade do Rio Amazonas sem a interferência do empreendimento;

PM-11: Águas superficiais no Rio Amazonas a montante da atividade industrial;

PM-10: Águas superficiais no Rio Amazonas a jusante da atividade industrial, logo após a área portuária.

Observa-se que estas estações de coleta cobrem espacialmente a área de interesse e são claramente representativas das condições de qualidade prevalentes a montante e a jusante da atividade industrial (porto).

No âmbito deste programa regular de monitoramento são analisados os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos que apresentam maior relevância em estudos de qualidade da água. A evolução histórica dos resultados mostra que, para determinadas variáveis, como por exemplo os metais traço, praticamente não ocorrem valores detectáveis pelos respectivos métodos analíticos. Desta forma estabeleceu-se, em comum acordo com o órgão ambiental estadual, um conjunto mais consolidado de parâmetros que efetivamente possam representar os aspectos de qualidade da água. Para as finalidades do presente estudo foram considerados os seguintes parâmetros:

Temperatura, pH, turbidez, cor verdadeira, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, ferro solúvel e manganês total.

Constata-se que este rol de variáveis permite o adequado conhecimento da qualidade da água ao longo do período considerado.

Em virtude da ocorrência do mencionado acidente foi criado um **programa emergencial**: de monitoramento para verificação de eventuais impactos que possam ter afetado a qualidade da água do Rio Amazonas na região do sinistro. Desta forma foram coletadas amostras de água, em três dias consecutivos (2, 3 e 4/04/2013) em trechos situados imediatamente a montante e a jusante da área portuária, assim como na região defronte ao porto, onde foram posicionadas duas estações de coleta afastadas entre si cerca de 200 m na horizontal e mais duas em direção à calha fluvial do rio Amazonas, distando aproximadamente 50 e 100 m do ponto específico de posicionamento dos navios. Constata-se portanto que esta rede amostral de emergência abarca, de forma representativa, as regiões que poderiam ter sofrido algum impacto ambiental em decorrência do sinistro. Os parâmetros analisados neste programa especial foram:

Na matriz sólida (minério de ferro): análises de toxicidade aguda e crônica no *concentrado do minério*, no *granulado*, no *pellet feed* e no *sinter feed*.

Na matriz líquida (água do Rio Amazonas): metais totais (ferro, manganês, cromo trivalente e hexavalente, arsênio, sílica e alumínio), metal dissolvido (ferro), compostos orgânicos (óleos e graxas, BTEX – hidrocarbonetos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno, TPH – *Total Petroleum Hydrocarbons*), bacteriologia (coliformes totais e *Escherichia coli*).

Situação de qualidade da água no Rio Amazonas

A qualidade da água no Rio Amazonas, na região de influência da atividade industrial (porto) pode ser considerada como boa, já que poucos resultados

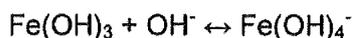
situam-se fora dos limites ou faixas estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/05 para corpos de água de Classe 2. Ao se comparar os trechos a montante e a jusante do empreendimento constata-se que os resultados apresentam aproximadamente a mesma ordem de grandeza, fato este que indica não haver influência relevante do empreendimento sobre o ecossistema hídrico.

Os valores de pH situam-se sempre em torno da faixa neutra, com leve tendência a teores ligeiramente ácidos, como é típico para a maioria dos rios amazônicos. Estes corpos de água estão sujeitos ao recebimento frequente de ácidos húmicos existentes nas áreas de contribuição direta aos cursos de água. A turbidez das águas do Rio Amazonas exhibe variações associadas à influência da sazonalidade, com o registro de valores mais elevados na época de chuvas mais intensas. No período considerado, a faixa de variação da turbidez foi de 12 a 480 UNT (limite da Classe 2: 100 UNT). As concentrações de cor oscilam dentro da amplitude aproximada de 30 a 60 mg/L (limite da Classe 2: 75 mg/L). Os teores de sólidos totais dissolvidos (não existe limite para este parâmetro na Resolução 357/05) são relativamente baixos (faixa de 13 a 57 mg/L), indicando a presença de sais dissolvidos que conferem um grau de mineralização médio às águas do Rio Amazonas. Os teores de oxigênio dissolvido denotam uma razoável capacidade de oxigenação das águas, registrando-se eventualmente alguns poucos valores abaixo do limite da Classe 2 (5 mg/L). As concentrações de manganês total são constantemente inferiores ao limite de classe (0,1 mg/L). Finalmente, com relação ao ferro solúvel, verifica-se que a faixa média nas águas de montante (até 0,34 mg/L) é, no aspecto geral, semelhante àquela encontrada no trecho de jusante (até 0,25 mg/L). Em síntese, pode-se afirmar que os resultados dos monitoramentos regulares não apontam para quaisquer interferências mensuráveis exercidas pela atividade portuária sobre a qualidade da água do Rio Amazonas.

Comportamento do elemento químico ferro em águas naturais

O ferro está presente de forma natural na maioria dos ambientes aquáticos brasileiros, os quais frequentemente drenam regiões com solos ricos em ferro. Em linhas gerais a mobilidade dos metais na água, incluindo-se aqui o ferro, é regida por dois processos: solubilidade do metal e tendência à sua sorção com partículas sólidas e conseqüente precipitação. O grau de adsorção dos metais diminui com o pH, já que este processo aumenta a competição dos íons H_3O^+ por sítios superficiais. Os íons metálicos ligam-se às superfícies de óxidos e da matéria orgânica tanto por atração eletrostática como por complexação química metal-ligante. A influência do pH na solubilidade de metais pode ser descrita mediante a ocorrência dos seguintes processos: a diminuição do pH aumenta a concentração de H_3O^+ e tende a dissolver os compostos metálicos; já o aumento do pH eleva a concentração de OH^- , consome H_3O^+ e precipita os compostos metálicos. Em alguns casos, se o pH for elevado a grandes valores,

os hidróxidos metálicos precipitados poderão se ressolubilizar. Tendo como exemplo o Fe:



$\text{Fe(OH)}_4^- + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{Fe(OH)}_5^{2-}$, que é mais solúvel devido à atração da carga iônica

Por outro lado ocorre também a influência do potencial redox na solubilidade de metais. O potencial redox (E_h) é medido pela diferença de potencial entre o meio líquido e um eletrodo de hidrogênio, exprimindo desta forma a força oxidante ou redutora de uma solução. Ele atua sobre a estrutura dos átomos de metal e, conseqüentemente, sobre a capacidade do metal de reagir com outras substâncias para formar compostos de solubilidade variada. Um aumento na concentração de Oxigênio Dissolvido (acceptor de elétrons) eleva portanto o potencial redox.

O ferro é classificado como um metal sensível ao potencial redox (Luoma, S.N. e Rainbow, P.S. Metal contamination in aquatic environments: science and lateral management. Cambridge University Press. 573 p., 2008). Este elemento sofre mudanças no estado de oxidação sob condições ambientais naturais, as quais ocasionam alterações na solubilidade devido à formação de novos compostos. Sob condições oxidantes e pH acima de 5,5 eles reagem com a água formando óxidos e hidróxidos de baixa solubilidade, como por exemplo Fe(OH)_3 , MnO_2 , Cr(OH)_3 , CuFe_2O_4 .

Face aos teores de pH prevalentes nas águas do Rio Amazonas (em torno da faixa neutra) constata-se que ali não predominam condições químicas favoráveis à solubilização do ferro, o qual permanece, em grande parte, insolúvel e portanto isento de interferências com a qualidade físico-química do ambiente e com a biota aquática.

O elemento químico ferro é considerado um metal essencial à vida de todos os organismos aquáticos, evidenciando ainda uma completa ausência de potencial carcinogênico (ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2010, <http://www.atsdr.cdc.gov>, 2010; IARC (International Agency for Research on Cancer). Agents classified by the IARC: monographs, volume 1-100, 2010, <http://monographs.iarc.fr>; Marmiroli, N. & Maestri, E. Health implications of trace elements in the environment and in the food chain. In: Prasad, M.N.V. (ed) *Trace elements as contaminants and nutrients*. John Wiley and Sons, p. 23-54, 2008)

A determinação analítica das concentrações de ferro na água é feita usualmente considerando-se sua fração solúvel, já que é este componente que compõe os respectivos dispositivos legais:

Resolução CONAMA 357/05: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento; *para águas de Classe 2 (enquadramento do Rio Amazonas) o limite de ferro solúvel é de 0,3 mg/L;*

Resolução CONAMA 430/11: dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes; *limite de lançamento de ferro solúvel: 15 mg/L*

Já a Portaria MS (Ministério da Saúde) 2914/11, que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água, estabelece o *valor máximo de 0,3 mg/L para ferro total.*

Deve ser destacado que os limites apresentados nas legislações acima mencionados **não estão associados a problemas de toxicidade decorrentes da presença de ferro** em águas naturais, mas tão somente a características organolépticas oriundas da solubilidade deste metal na água. No Padrão de Potabilidade o ferro está inserido no Anexo X (Tabela de Padrão Organoléptico de Potabilidade) e não consta no Anexo VII (Tabela de Padrão de Potabilidade para Substâncias que representam Risco à Saúde). Ademais as companhias de saneamento, responsáveis pela distribuição de água tratada à população, seguem o limite preconizado pela legislação (0,3 mg/L) também para evitar problemas estéticos (manchas avermelhadas em roupas e em pias e vasos sanitários).

A inocuidade associada à ingestão de águas com teores muito mais elevados de ferro pode ser constatada pela classificação de águas minerais naturais feita pela CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais –www.cprm.gov.br), na qual são consideradas *águas ferruginosas* aquelas com concentrações de ferro superiores a 5 mg/L, estando perfeitamente aptas a serem consumidas pela população. Resultados de pesquisa publicada na Revista da Associação Médica Brasileira (Rebelo, M.A.P & Araújo, N.C., "Águas minerais de algumas fontes naturais brasileiras", *Rev. Ass. Med. Brasil.*, 45 (3), p. 255-60, 1999) aponta para a existência de diversas águas minerais comercializadas no país com valores de ferro de 1 mg/L. Constata-se, desta forma, que o elemento químico ferro, nas concentrações encontradas nas águas brasileiras, não oferece qualquer agravo à saúde do usuário.

Dentre os dispositivos legais mais reconhecidos e respeitados em escala internacional destacam-se aqueles emitidos pela União Européia, que congrega 27 países submetidos à mesma legislação ambiental. Conforme a diretiva 1272/2008 não há a necessidade de proposição de limites para sais de ferro, já que não são identificados possíveis efeitos ambientais decorrentes de sua presença em águas naturais. Da mesma forma não são conhecidos indícios de toxicidade aguda (altas concentrações, curto período de exposição) ou crônica (baixas concentrações, longos períodos de exposição) para a presença de ferro em ecossistemas hídricos.

Conclui-se portanto que as concentrações de ferro encontradas no Rio Amazonas, tanto antes quanto após a ocorrência do sinistro, não apresentam qualquer potencial de toxicidade à vida aquática nem tampouco constituem-se em riscos de qualquer natureza à saúde dos usuários da água.

Resultados do monitoramento emergencial

As concentrações de **ferro solúvel** situaram-se pouco acima da média histórica evidenciada pelos programas regulares de monitoramento, ocupando a amplitude de 0,28 a 0,52 mg/L, com 17 % dos resultados atendendo ao limite da Classe 2, conforme Resolução CONAMA 357/05 (0,3 mg/L). Pode-se estimar que este incremento tenha sido decorrente do aporte de minério por ocasião do sinistro. Todavia esta suposição não pode ser claramente comprovada, já que não se verifica uma esperada tendência decrescente nos valores de ferro solúvel e de ferro total, principalmente nas estações de amostragem mais próximas ao porto. Constata-se que, para todos os 6 pontos de coleta os teores aumentam e diminuem de forma aleatória ao longo da escala temporal, fato este que dificulta uma interpretação mais clara sobre o comportamento deste parâmetro e sobre a relação de causa e efeito. De qualquer maneira, conforme já destacado, a presença deste elemento químico, de característica inerte, não oferece risco aos usuários da água e à biota aquática, mesmo em concentrações superiores ao limite da Classe 2 (0,3 mg/L).

Com relação ao **ferro total**, que não é analisado nos programas regulares de monitoramento e tampouco consta no dispositivo legal, observou-se o registro de concentrações na faixa de 0,6 a 0,94 mg/L, valores estes compatíveis com a qualidade de rios que drenam solos ricos em ferro.

Para o **manganês** as concentrações obtidas estão em consonância com as médias históricas e situam-se todas abaixo do limite fixado para a Classe 2 (0,1 mg/L). Cerca de 70 % dos resultados são inferiores ao limite de detecção laboratorial (0,05 mg/L).

Todas as concentrações de **cromo trivalente, cromo hexavalente, prata e óleos e graxas** posicionaram-se abaixo dos respectivos limiares de detecção, indicando a virtual ausência destes parâmetros nas águas amostradas. Com relação ao **alumínio**, o limite da Classe 2 (0,1 mg/L) refere-se à sua fração solúvel, sendo que as análises foram feitas para os valores totais. Obteve-se uma faixa de variação de 0,15 a 0,28 mg/L, denotando a presença deste metal em concentrações moderadas.

As densidades de ***Escherichia coli*** (bactéria indicadora de contaminação fecal) situaram-se na amplitude de 80 a 640 NMP/100 mL. Constata-se que cerca de 80 % dos resultados atendem ao critério de balneabilidade (Resolução CONAMA 274/00) na categoria Excelente, com o restante podendo

ser classificado como Muito Bom e apenas um resultado na classe Satisfatório. Desta forma conclui-se por uma boa qualidade bacteriológica da água na região próxima à área portuária industrial.

Na época de finalização deste relatório ainda não se encontravam disponíveis todos os laudos de análises de água referentes ao monitoramento emergencial. Considera-se todavia que os parâmetros mais relevantes estão aqui representados. A inserção dos resultados faltantes será feita por ocasião da emissão de um relatório complementar.

Outras influências

O aporte de material mineral (notadamente argila) em decorrência do acidente na área portuária não acarreta quaisquer preocupações ambientais, tendo em vista sua similaridade com movimentos de terra de ação natural. Destaca-se que o processo de desbarrancamento ocorreu em área praticamente desprovida de vegetação. A incorporação complementar de argila, que constitui-se em material inerte, proporcionará tão somente uma maior magnitude no processo local de transporte de sedimentos, não vislumbrando-se nenhuma alteração prejudicial aos usos da água, conforme a própria conceituação de um fenômeno poluidor.

Com relação a um eventual vazamento de combustível armazenado em tanques das máquinas submersas estima-se que o material orgânico sofra um processo de diluição de elevada magnitude, considerando-se o predomínio de vazões médias no Rio Amazonas da ordem de grandeza de dezenas de milhares de metros cúbicos por segundo. Desta maneira a presença de material combustível nas águas não será viabilizada em concentrações superiores ao limite de detecção analítico. Destaca-se que, por ocasião do monitoramento emergencial, todos os teores de óleos e graxas foram inferiores a 1 mg/L (limite analítico).

Conclusões

O conjunto de informações disponibilizadas neste relatório indica claramente a ausência de contaminantes e a inocuidade das alterações, todas de baixa magnitude, ocorridas durante e após o sinistro, não se constatando destarte a existência de quaisquer danos ambientais ao Rio Amazonas na região portuária e a sua jusante.



Eduardo von Sperling

Engenheiro Civil e Sanitarista, Mestre em Engenharia Sanitária (UFMG) e Doutor em Limnologia (Universidade de Berlim), CREA 13.720/D – MG; Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).

Eduardo von Sperling

Engenheiro Civil (UFMG, 1974)

Especialista em Engenharia Sanitária (UFMG, 1975)

Mestre em Engenharia Sanitária (UFMG, 1976)

Especialista em Proteção Ambiental (Universidade de Dortmund, Alemanha, 1977)

Doutor em Limnologia (Universidade Técnica de Berlim, Alemanha, 1989)

Pós-doutorado na área de Qualidade da Água (École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 2002)

Professor Titular do DESA desde 1994 (Professor Adjunto de 1990 a 1994)

Pesquisador nível IB do CNPq

Área de atuação: Qualidade da Água, Limnologia, Biologia Sanitária e Ambiental

Consultor de instituições públicas e privadas, membro do corpo editorial e revisor de diversas revistas científicas nacionais e internacionais.

Endereço para acessar o currículo completo na Plataforma Lattes:

<http://lattes.cnpq.br/5558654308900981>

Atividades de consultoria:

- Consultor da Siderúrgica Açominas (Ouro Branco - MG) com relação a estudos de recuperação do Lago Soledade; elaboração de plano de monitoramento para avaliação da qualidade de suas águas (1990 - 94).
- Consultor da SUDECAP (Superintendência do Desenvolvimento da Capital, Belo Horizonte) com relação ao programa de recuperação da Represa da Pampulha, elaboração de plano de monitoramento da qualidade das águas, interpretação quinzenal dos resultados obtidos (1990-92).
- Consultor da empresa SEEBLA com relação à avaliação do ecossistema aquático nos seguintes Estudos de Impacto Ambiental:
 - Estação de Tratamento de Esgotos do Arrudas -Belo Horizonte (1992)
 - Estação de Tratamento de Esgotos do Onça - Belo Horizonte (1992)
 - Estação de Tratamento de Esgotos de Lagoa Santa - MG (1991)
 - Estação de Tratamento de Esgotos de Vila Maria - MG (1991)
 - Estação de Tratamento de Esgotos de Ouro Branco - MG (1991)
 - Programa de Proteção Ambiental da Represa de Vargem das Flores (1992)
 - Programa de Proteção e Monitoramento do Rio das Velhas (1992)
 - Usina Hidrelétrica de Cachoeira da Providência - MG (1992)
 - Estação de Tratamento de Esgotos do Bairro Veneza, Ribeirão das Neves - MG (1992)
- Consultor da empresa NATRON com relação ao esgotamento de águas pluviais e resíduos industriais no Terminal Ponta Ubu da Mineração SAMARCO - ES (1991).
- Consultor da empresa ENGEVIX com relação ao estudo limnológico das represas de Bananal, Calhauzinho, Caraíbas, Machado Mineiro, Mosquito, Salinas, Samambaia e Setúbal, localizadas no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais; interpretação trimestral dos resultados das análises hidrobiológicas; elaboração de modelos para estimativa da capacidade assimiladora das represas (1991-93).

- Consultor da empresa CAD com relação ao estudo limnológico da Usina Hidrelétrica de Ituerê/MG (1991).
- Consultor da empresa IESA com relação ao programa de monitoramento limnológico da futura Usina Hidrelétrica de Formoso (1991-1992), avaliação da qualidade da água na Usina Hidrelétrica de Nova Ponte (1995), avaliação da qualidade da água na futura Usina Hidrelétrica de Miranda (1995-96) e na futura Usina Hidrelétrica de Aimorés (1997), todas localizadas no Estado de Minas Gerais.
- Consultor da empresa FIGUEIREDO FERRAZ com relação a impactos ambientais na Lagoa Maimbá, Anchieta/ES (1992).
- Consultor da empresa JAAKKO PÖYRY com relação ao plano de recuperação da Lagoa de Maimbá, Anchieta/ES, incluindo estudo limnológico, medida de dispersão de poluentes e estudo da capacidade assimiladora da lagoa (1995-96).
- Consultor da SAMARCO MINERAÇÃO S/A com relação à qualidade da água na barragem de rejeitos e na Lagoa Maimbá, Anchieta - ES, definição do programa de monitoramento, avaliação dos resultados; avaliação da qualidade da água na Lagoa Ubu, Anchieta/ES, avaliação da qualidade do ambiente hídrico nas minas de Matipó e Germano/MG (1992-94), estudo limnológico da Lagoa de Ubu (1996-97), estudo limnológico da Barragem Norte (1996-97).
- Consultor da empresa LEME com relação aos estudos limnológicos da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte; elaboração de plano de monitoramento e confecção de relatórios periódicos sobre qualidade das águas (1992-94).
- Membro da Comissão Técnica (área de qualidade da água) formada pelo COPAM-MG (Conselho de Política Ambiental) para elaboração de parecer conclusivo sobre deposição de resíduos sólidos industriais da Companhia Mineira de Metais, Três Marias - MG (1992-93).
- Consultor da empresa ESSE com relação à disposição final dos resíduos industriais da Companhia Siderúrgica da Guanabara (COSIGUA), Barão de Cocais - MG (1992-93).
- Consultor da CAESB (Companhia de Água e Esgotos de Brasília) com relação à reavaliação da metodologia de monitoramento limnológico e físico-químico dos mananciais utilizados para abastecimento de água do Distrito Federal e do Lago Paranoá (1992).
- Responsável por estudo de qualidade da água na lagoa do Museu de História Natural (UFMG), Belo Horizonte (1992).
- Responsável por estudo limnológico da Lagoa do Nado, em convênio com a Prefeitura de Belo Horizonte (1992-93).
- Consultor da empresa Arquétipo com relação à disposição dos efluentes líquidos da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, Unidade de Sabará (1993).
- Responsável por estudo sobre aspectos ambientais do futuro complexo turístico da Serra do Cipó (1993).
- Consultor da empresa chilena Geotecnica Consultores com relação ao programa de recuperação da Represa La Luz (Valparaíso - Chile), envolvendo definição e acompanhamento do plano de monitoramento e implementação das técnicas de restauração (1994).
- Consultor da empresa DAM Engenharia com relação a impactos ambientais derivados da implantação de uma barragem de rejeitos na Mina do Andrade (SAMITRI, João Monlevade - MG) (1994).

- Consultor da empresa LIMIAR com relação a estudos sobre a contaminação da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte-MG por esgotos e por atividades recreativas (1995).
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas S/A) para estudos referentes à qualidade da água na cava de mineração de Águas Claras - MG (1995).
- Consultor da empresa ESSE com relação aos aspectos de qualidade da água e impacto da poluição nos corpos receptores, dentro do projeto "Estudo sobre controle da poluição hídrica causada pelas indústrias" do PROSAM (Programa de Saneamento Ambiental das Bacias Arrudas e Onça - Região Metropolitana de Belo Horizonte) (1996) e na segunda fase do programa, englobando toda a Bacia do Rio das Velhas (1997).
- Consultor da empresa RIO NEGRO com relação à avaliação da qualidade da água (monitoramento de um ano) das seguintes represas da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais): Emborcação, Nova Ponte, Machado Mineiro (1996).
- Consultor da empresa ESSE com relação à avaliação da qualidade da água (monitoramento de dois anos) das seguintes represas da CEMIG : Dona Rita, Gafanhoto, Salto Grande (1996-97).
- Consultor da SABESP (Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo) com relação ao processo de aeração artificial na Represa de Guarapiranga-SP (1997).
- Consultor da empresa ESSE com relação aos Estudos Ambientais do Programa de Saneamento da Ilha de São Luis-MA, envolvendo avaliação da qualidade dos recursos hídricos (ríos e lagos), proposição de monitoramento e estudo da capacidade assimiladora, participação na elaboração do EIA/RIMA (1997-98).
- Consultor da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) com relação ao Estudo de Qualidade da Água da Usina Hidrelétrica de Pilar (Consórcio ALCAN-FIAT) (1997).
- Consultor da SUDECAP (Superintendência de Desenvolvimento da Capital, Belo Horizonte) para elaboração do Termo de Referência do Plano de Proteção Ambiental da Bacia da Pampulha (1998).
- Consultor da COPASA-MG (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) para desenvolvimento de pesquisa relativa a Descarga Profunda de Reservatórios (1997-99).
- Consultor da empresa ESSE com relação aos aspectos de qualidade da água das usinas hidrelétricas da Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina, todas no Estado de Minas Gerais: Providência, Nova Sinceridade, Jurumirim, Cachoeira Grande, Cachoeira Escura, Ponte, Palestina, Triunfo (1997-98), Granada, Encoberta (1999-2000)
- Consultor da empresa Mendes Júnior para a elaboração do Plano Simplificado de Meio Ambiente do gasoduto Guamaré(RN) – Fortaleza (CE) (1998)
- Consultor do consórcio Parsons Brinckerhoff International Inc / IATASA. para estudos de eutrofização e medidas de recuperação da Represa de Yacyretá no Rio Paraná (Argentina/Paraguai) (1999)
- Consultor da Companhia Vale do Rio Doce para elaboração do Termo de Referência do Plano Diretor de Reabilitação dos Recursos Hídricos no município de Itabira-MG (1999)
- Consultor da São Bento Mineração (Santa Bárbara-MG) para avaliação da qualidade de água de corpos d'água receptores na área da empresa (1999)
- Consultor da EMBASA (Empresa de Saneamento do Estado da Bahia) para avaliação do impacto de lançamento de esgotos tratados no Rio Joanes e na Barragem Joanes I (2000)
- Consultor da ONG Terra Brasilis para a atividade de fomento á formação de agências de bacia, projeto contratado pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) (2000/01)

- Consultor da Companhia Vale do Rio Doce para elaboração de Relatório referente ao enchimento de cavas de mineração em Itabira – MG (2000)
- Consultor da Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina para elaboração de Relatório referente à qualidade da água da futura UHE Granada – MG (2000,01,02,03)
- Consultor da FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) para avaliação limnológica da Lagoa dos Ingleses como parte do Estudo de Impacto Ambiental do loteamento Alphaville, Nova Lima-MG (2000)
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) para estudos referentes à qualidade da água na futura cava de mineração Capão Xavier – MG (2001)
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) para estudos limnológicos referentes ao enchimento da cava da Mina de Águas Claras- MG (mineração de ferro) (2000/01/02/03/04/05/06/07)
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) para estudos limnológicos referentes à Barragem de Rejeitos da Mina de Águas Claras – MG (2001)
- Consultor da empresa ESSE Engenharia para avaliação da qualidade da água da Usina Hidrelétrica Rio de Pedras – MG (2001)
- Consultor da empresa ESSE Engenharia para elaboração do Diagnóstico Físico dos Estudos de Impacto Ambiental de quatro represas da COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento): Mateus Vieira, Tiúma, Tabocas-Piaça e Duas Serras (2001)
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) para estudos de qualidade da água na barragem de rejeitos da mina de Tamanduá – MG (2001)
- Consultor da empresa DELPHI Projetos e Gestão para elaboração de programas de monitoramento e de estudos de eutrofização das seguintes represas da Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina, todas localizadas no Estado de Minas Gerais: Cachoeira Escura, Granada e Jurumirim (2000/01); Granada e Emboque (2002/03/04)
- Consultor da empresa ESSE Engenharia para avaliação do impacto ambiental na Lagoa de Araruama, como parte do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário de Iguaba Grande – RJ (2001)
- Consultor da empresa MDGEO para estudo de qualidade da água e impacto da presença de manganês proveniente das minas da Minérios Metalúrgicos do Nordeste (Grupo Companhia Vale do Rio Doce) em Licínio de Almeida – BA, no abastecimento de água da região (2001)
- Consultor do CEFET-CE para estudos de qualidade da água e proposta de enquadramento de 9 lagoas da Costa do Sol Poente do Ceará (Almécegas, Banana, Canabrava, Cauípe, Cobras, Mato, Pecém, Talos e Trairi (2001/02)
- Consultor da Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina para estudos de qualidade da água nas futuras hidrelétricas de Granada e Nova Sinceridade (2002)
- Consultor do consórcio internacional HARZA-IATASA-TECMA para o tema qualidade da água no Estudo de Impacto Ambiental da usina hidrelétrica de Corpus Christi no Rio Paraná (Argentina/Paraguai) (2002)
- Consultor da Mineração Serra da Fortaleza (Fortaleza de Minas – MG) para estudos de qualidade da água no enchimento da cava superficial de mineração de níquel (2002/03/04/06)
- Consultor da Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina para emissão de relatórios sobre qualidade da água nas seguintes usinas hidrelétricas, todas no estado de Minas

Gerais: Granada, Emboque, Nova Sinceridade, Jurumirim, Cachoeira Escura, Ervália (2002), idem para Granada (2004-05), Emboque (2004), Nova Sinceridade (2004), Ervália (2004), Jurumirim (2002-2005)

- Consultor da empresa ESSE Engenharia para elaboração do plano de monitoramento da qualidade das águas da usina hidrelétrica de Corumbá-GO (2002)
- Consultor da empresa Brandt Meio Ambiente para avaliação da qualidade da água nos corpos hídricos situados no terreno da Companhia Têxtil Santanense (2002/03/04/05)
- Consultor da Companhia Vale do Rio Doce para estudos de qualidade da água referentes ao enchimento da cava Cauê (mineração de ferro), Itabira-MG (2002/03)
- Consultor da empresa Geoconsultoria para estudos de qualidade da água referentes ao enchimento da cava da mina de Cajati (mineração de fosfato), Cajati-SP (2002)
- Consultor da empresa ESSE Engenharia para avaliação da qualidade da água na Represa de Itutinga-MG (2003)
- Consultor da empresa ESSE Engenharia para elaboração do Plano de Monitoramento da Lagoa dos Ingleses – MG (2003)
- Consultor da SAMARCO Mineração para estudos de qualidade de água na Barragem de Santarém – MG (2003)
- Consultor da International Atomic Energy Association para estudos de recuperação do Rio Choqueyapu (La Paz, Bolívia) e proposição de Índice de Qualidade de Água para o mesmo (2004)
- Consultor da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) para o estudo da hidrodinâmica da Represa de Irapé-MG (2004)
- Consultor da empreiteira Andrade-Gutierrez para o estudo da qualidade da água no lago artificial do Parque Ecológico da Pampulha, Belo Horizonte (2004)
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) para o tópico de Qualidade da Água no Plano de Gestão das Águas na Mina de Capão Xavier – Nova Lima- MG
- Consultor da Hidrobrás Águas Minerais para avaliação da presença de nitritos na água mineral produzida (2005)
- Consultor da empresa VOG-BR para estudos de qualidade da água em mananciais de abastecimento da cidade de Itabira-MG (2006)
- Consultor da empresa Quatro para estudos de qualidade da água da UHE Baguari-MG (2006)
- Consultor da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado da Bahia para estudos de qualidade da água das represas Barroca do Faleiro e Bandeira de Melo, assim como para avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio das Contas (2006)
- Consultor da Votorantim Metais para estudos de qualidade da água nos ribeirões situados no entorno da mina de Niquelândia-GO (2006)
- Consultor da empresa Brandt Meio Ambiente para estudos de qualidade de água nos afluentes à Mina de Germano (Mariana-MG) (2007)
- Consultor da empresa CEPEMAR para a recuperação de 21 lagoas situadas na área industrial da Companhia Vale do Rio Doce, Vitória (2007/08)
- Consultor do Ministério Público do Estado de São Paulo para o processo de flotação no Rio Pinheiros e recuperação das represas Billings e Guarapiranga (2007)
- Consultor da MBR (Minerações Brasileiras Reunidas) para estudo do enchimento da cava do lago de águas Claras (Nova Lima-MG) com rejeitos de mineração (2007)

- Consultor da Mineração SAMARCO para a recuperação da Barragem Norte, Ubu-ES (2007/8)
- Consultor da COPASA-MG (Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais) para estudo da qualidade da água no Rio das Velhas e determinação das possíveis causas de florações de algas (2008)
- Consultor da empresa LIMIAR para estudos de qualidade da água nas PCHs de Quartel I, II e III, Rio Paraúna-MG (2008)
- Consultor da Mineração SAMARCO para avaliação da qualidade da água e estudos de tratabilidade na Barragem Norte, Ubu-ES (2008/9)
- Consultor da empresa NOVELIS para estudos de Avaliação Ambiental Integrada para a sub-bacia do Rio Piranga-MG (usinas hidrelétricas de Baú, Brecha, Brito, Candonga, Jurumirim e Pontal) no tema Qualidade das Águas e Saneamento (2009)
- Consultor da empresa LIMIAR para estudo de critérios de definição de vazões ecológicas em empreendimentos hidrelétricos (2009)
- Consultor da empresa Carmo e Delgado Geólogos para avaliação do potencial de eutrofização das represas de Setúbal (Chapada do Norte-MG) e Peão (S. João do Paraíso-MG) (2009)
- Consultor da empresa POTAMOS para avaliação da qualidade da água nos empreendimentos da mineradora FERROUS localizados na bacia do Rio Paraopeba-MG (2009)
- Consultor do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas-MG para estudos de qualidade de água referentes à implantação de reservatórios no curso do rio (2009)
- Consultor da COPASA-MG (Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais) para estudos de balneabilidade no rio das Velhas-MG e avaliação das metas de recuperação deste rio (2009/10)
- Consultor da empresa NOVELIS para estudos de qualidade da água no âmbito do PCA/RCA da usina hidrelétrica de Brecha-MG (2009/10)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água (hidrografia local, barragem de rejeitos, modelagem no curso de água receptor) no complexo mineral de Salitre-MG (jazida de fosfato) de propriedade da FOSFÉRTIL (2010)
- Consultor da empresa Pimenta de Ávila para estudos de qualidade da água (hidrografia local, barragem de rejeitos, modelagem no curso de água receptor) na mina de Apolo-MG, de propriedade da VALE (2010)
- Consultor da empresa POTAMOS para avaliação da qualidade da água nos empreendimentos da mineradora SAMARCO localizados em Germano-MG e Ubu-ES (2010)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água no município de Paracatu-MG (2010)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água na UHE-Travessão-MG (2010)
- Consultor da empresa ETHICA para estudos sobre a eutrofização da Barragem Norte e da Lagoa de Maimbá-ES (2010)
- Consultor da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte para elaboração e acompanhamento de Termo de Referência para recuperação da Lagoa da Pampulha-Belo Horizonte-MG (2010/11)

- Consultor da empresa LEME para avaliação dos aspectos de qualidade e modelagem da água no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental da AHE Belo Monte-PA (2010/11)
- Consultor da SAMARCO Mineração para emissão de relatórios sobre a qualidade da água e dos sedimentos da Barragem Norte-ES em cumprimento a Termo de Compromisso Ambiental (2010/11)
- Perito da Justiça Federal para avaliação dos impactos sobre a qualidade da água do Rio Jequitinhonha decorrentes da construção da UHE Irapé-MG (2010/11)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água na região de implantação da unidade industrial da Mineração Corumbaense Reunida, Corumbá-MS (2011)
- Consultor da empresa PLANTAR para avaliação da qualidade da água em córregos situados na área industrial, Curvelo-MG (2011)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água na região de implantação da unidade industrial da AMBEV, Itapessuna-PE (2011)
- Consultor da SAMARCO Mineração para avaliação da qualidade da água nas barragens de rejeito de Fundão e Germano e na represa de Santarém, Mariana-MG (2011)
- Consultor da ANA (Agência Nacional das Águas) para atualização de procedimentos de avaliação da qualidade da água no âmbito do procedimento de DRDH (Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica), Brasília (2011)
- Consultor da Votorantim Metais para prognóstico de qualidade da água na cava a ser formada na unidade de exploração de níquel de Fortaleza de Minas – MG (2011)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água no sistema de disposição de rejeitos do Complexo Minerário Serra Azul – MMX (MG) (2012)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de qualidade da água no Complexo Minerário da VALE Fertilizantes, Catalão-GO (2012)
- Consultor da empresa POTAMOS para estudos de Avaliação Ambiental Integrada, tema Qualidade da Água, em corpos de água situados em cinco sub-bacias do Rio Paraíba do Sul (2012)
- Consultor da empresa POTAMOS para atualização de diagnóstico e prognóstico da qualidade das águas da Barragem Norte e Lagoa de Mãe-Bá, no âmbito de confecção de PUA (Plano de Utilização da Água) para a SAMARCO Mineração (2012)
- Consultor da empresa AMPLO para estudos de qualidade da água em duas lagoas (Amendoim e Violão) situadas na área da mineração Serra Sul, Carajás (2013)

ASPECTOS DE QUALIDADE DA ÁGUA RELACIONADOS AO ACIDENTE NO PORTO DE SANTANA – RELATÓRIO COMPLEMENTAR

Introdução

O presente Relatório Complementar foi confeccionado com o objetivo de desenvolver considerações sobre o Laudo Técnico de Vistoria emitido pelo IMAP, particularmente em relação ao **capítulo II-Alterações na qualidade físico/química da água**:

A grande quantidade de material depositado de forma abrupta no leito do Rio Amazonas acarretou no aumento de material particulado em suspensão ocasionando uma maior turbidez do rio e que possivelmente apresentará alterações em sua qualidade físico/química nos seguintes parâmetros: pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos, Ferro Dissolvido e Total, Óleos e Graxas, entre outros.

A avaliação foi feita a partir do início do ano de 2011 até o presente momento, englobando portanto mais de dois ciclos hidrológicos completos. Estima-se que este período de tempo seja suficiente para uma adequada abordagem da evolução dos parâmetros de qualidade de água mais representativos para o presente caso. Entende-se que não seja necessária a apreciação de dados pretéritos (anteriores a 2011), já que eles poderiam refletir uma situação sujeita a influências antrópicas de outras características e origens, não compatíveis com os objetivos do atual estudo.

Foi consultado o banco de dados do monitoramento regular, com frequência mensal de amostragem e coletas feitas alternadamente em pontos selecionados. Para cada estação de amostragem de interesse a frequência era por conseguinte bimestral. A documentação correspondente está disponível para consulta e com livre acesso por parte do órgão ambiental

Os pontos de amostragem considerados neste estudo foram:

- A montante do empreendimento: PM-11 (Rio Amazonas); PM-14 (Rio Amazonas); PM-15 (igarapé Elesbão, ponto de *background*);
- A jusante do empreendimento: PM-10 (Rio Amazonas).

Além do mencionado programa de monitoramento de rotina, foi conduzido um monitoramento emergencial para verificação de eventuais impactos que possam ter afetado a qualidade da água do Rio Amazonas na região do sinistro. Desta forma foram coletadas amostras de água no período de 2 a 26 de abril de 2013 em trechos situados imediatamente a montante e a jusante da área portuária, assim como na região defronte ao porto, onde foram posicionadas duas estações de coleta afastadas entre si cerca de 200 m na horizontal e mais duas em direção à calha fluvial do rio Amazonas, distando

aproximadamente 50 e 100 m do ponto específico de posicionamento dos navios (Figura 1). Constata-se portanto que esta rede amostral de emergência, contando até o momento com 114 resultados para cada parâmetro analisado, abarca, de forma representativa, as regiões que poderiam ter sofrido algum impacto ambiental em decorrência do sinistro.

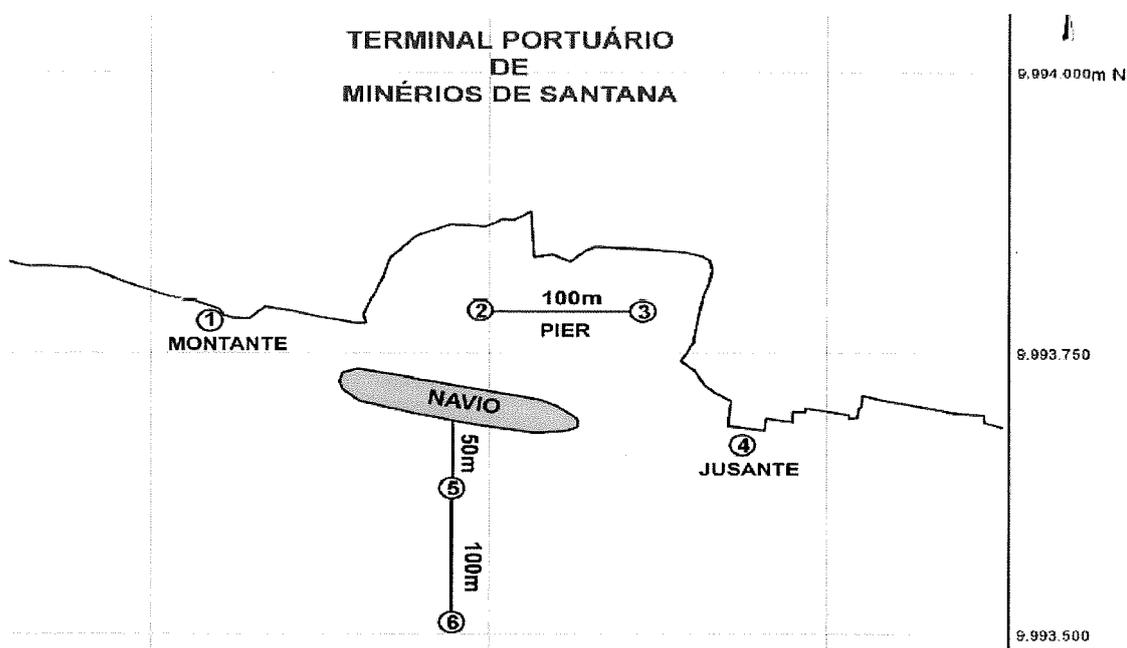


Figura 1: Croquis dos pontos de amostragem no monitoramento emergencial

Considerações sobre os resultados de análises de água

Turbidez

O Laudo Técnico de Vistoria aponta, como consequência do acidente, o *aumento de material particulado em suspensão, ocasionando uma maior turbidez do rio*. É de senso comum a constatação de que um aporte de material sólido/particulado às águas de um rio leva, por via de consequência, a um momentâneo aumento da turbidez das águas, a qual mede (em unidades nefelométricas de turbidez) o teor de partículas suspensas na massa líquida. A questão essencial neste ponto é saber se houve um dano à qualidade das águas e/ou à biota aquática. Deve-se destacar que este aporte brusco de material mineral não ocorreu em um curso de água de pequeno porte, mas no rio de maior vazão média de água no planeta. Como a detecção dos parâmetros de qualidade da água é feita por concentração (massa/volume) ou unidades correlatas, constata-se que, no presente caso, os valores tendem a ser muito reduzidos, assim como o possível efeito que deles possa ser gerado. Os resultados do monitoramento emergencial indicaram valores de turbidez na faixa de 66,1 a 108 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). O limite de

turbidez para a classe 2 (100 UNT), conforme Resolução CONAMA 357/05, foi ultrapassado em apenas 4 % dos resultados, com o registro máximo posicionando-se pouco acima do limiar da classe.

pH

Na série histórica de monitoramentos praticamente todos os teores de pH mantiveram-se dentro da faixa determinada para a Classe 2 (6 a 9). A amplitude de variação dos valores foi de 6,26 (PM-11, fevereiro/12) a 7,22 (PM-10, outubro/12), desconsiderando-se aqui 2 resultados anômalos registrados em fevereiro/11 (8,69 no PM-14 e 8,98 no PM-11). Verifica-se que a faixa de valores nos pontos de montante (6,26 a 7,18) é bastante semelhante à amplitude de jusante (6,45 a 7,22), apontando para a virtual ausência de influência do empreendimento da Anglo nos valores de pH dos ambientes aquáticos amostrados no entorno.

No monitoramento emergencial os resultados obtidos ocuparam a amplitude de 6,1 a 6,97. Constata-se que esta faixa é muito semelhante àquela encontrada na série histórica de amostragens. Desta forma é possível concluir que não existe nenhuma indicação mensurável de que o aporte de terra por ocasião do acidente tenha afetado a magnitude dos valores de pH nas águas do Rio Amazonas.

Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos

Os resultados do monitoramento emergencial com relação à condutividade elétrica apontaram para uma estreita faixa de variação (43,7 a 49,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$). No monitoramento rotineiro a determinação da condutividade foi feita até maio/12. A partir desta data manteve-se apenas a análise dos sólidos totais dissolvidos, que é um parâmetro correlato, já que ambos indicam a quantidade de substâncias dissolvidas na massa líquida. A Figura 2 mostra a relação entre estas duas grandezas para 35 pares de amostragem no período janeiro/11 a maio/12. Observa-se a correlação existente entre os dois parâmetros, com uma linha de tendência de natureza linear.

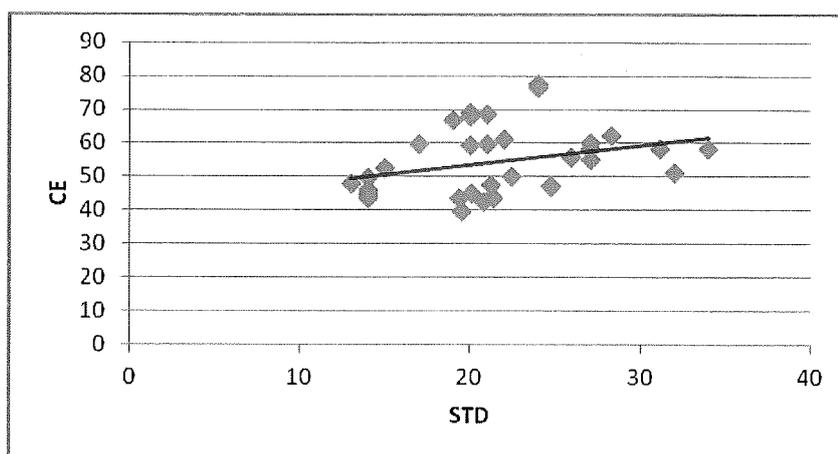


Figura 2: Relação entre CE e STD no monitoramento regular

No presente caso a relação média obtida entre Condutividade Elétrica (CE) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foi de :

$$CE/STD = 2,5$$

Os resultados do monitoramento histórico apresentam valores de CE na faixa de 39,7 $\mu\text{S/cm}$ (PM-15, maio/11) a 77,5 $\mu\text{S/cm}$ (PM-14, dezembro/11). Esta é a amplitude encontrada nos pontos de montante (PM-11, 14 e 15) ao passo que na estação a jusante do empreendimento (PM-10) a CE oscilou de 43,4 $\mu\text{S/cm}$ a 68,5 $\mu\text{S/cm}$. Mais uma vez observa-se uma evidente similaridade entre ambas as faixas de valores, apontando para a inexistência de efeitos mensuráveis da atividade industrial sobre a condutividade elétrica das águas do Rio Amazonas.

No monitoramento emergencial os teores de condutividade situaram-se na estreita faixa de 43,7 a 49,7 $\mu\text{S/cm}$, a qual está integralmente contida na amplitude de valores do monitoramento histórico. Depreende-se portanto que a ocorrência do acidente não provocou efeitos ambientais detectáveis ou alteração sensível de valores de condutividade nas águas amostradas.

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos constata-se, no monitoramento de rotina, o registro de uma amplitude de 10 mg/L (PM-10, julho/12) a 57 mg/L (PM-10, fevereiro/13). Nos pontos de montante a faixa foi de 13 a 44 mg/L, portanto na mesma ordem de grandeza da estação de jusante. Exceção é feita aqui ao registro de dois valores anômalos (420 mg/L e 332 mg/L) obtidos respectivamente em dezembro/12 e janeiro/13.

No monitoramento emergencial as concentrações de sólidos totais dissolvidos situaram-se na faixa de 15 a 31 mg/L. Cabe destacar que todos os valores obtidos situam-se consideravelmente abaixo do limite da Classe 2 (500 mg/L), fato este que indica que o comportamento destes dois parâmetros (STD e CE) não deve suscitar absolutamente nenhuma preocupação relativa ao atendimento ao padrão de classe.

Ferro Dissolvido

No período janeiro/11-fevereiro/13 as concentrações de ferro solúvel apresentaram intensas variações temporais e espaciais. Nos pontos de montante a faixa de valores oscilou de ND (não detectável) em janeiro/12 (PM-15) a 0,75 mg/L (PM-14, abril/11). Dentre os valores detectáveis o menor teor foi de 0,07 mg/L (PM-15, março/12; PM-14, fevereiro/13). No ponto de jusante (PM-10) a amplitude de variação foi de 0,08 mg/L (dezembro/12) a 0,56 mg/L (maio/11). Conforme já relatado para os outros parâmetros, também aqui as faixas de variação são aproximadamente da mesma ordem de grandeza.

Na série histórica de amostragens o limite da Classe 2 (0,3 mg/L) foi ultrapassado 25 vezes nos pontos de monitoramento considerados neste relatório, o que equivale a cerca de 42 % dos valores registrados. Se for

excluído o PM-15, situado no igarapé Elesbão, e adotado como referência de *background*, obtém-se o total de 15 violações.

Os resultados do monitoramento emergencial apontaram concentrações de ferro solúvel na faixa de 0,16 a 0,55 mg/L. Visando uma maior fidedignidade dos resultados destas amostragens complementares, foram contratados dois laboratórios para a realização das análises emergenciais: Anquim e SGS-Geosol. A Figura 3 evidencia os resultados oriundos do primeiro laboratório no período de 02 a 26 de abril de 2013. Constata-se que as concentrações de ferro solúvel nos 6 pontos de amostragem ostentam um comportamento livre de qualquer tendência estatística, seja ela crescente ou decrescente. Em um cenário que assumisse a influência do acidente sobre a evolução dos teores de ferro solúvel, seria de esperar naturalmente uma gradativa redução dos valores, fato este que foi não manifestado.

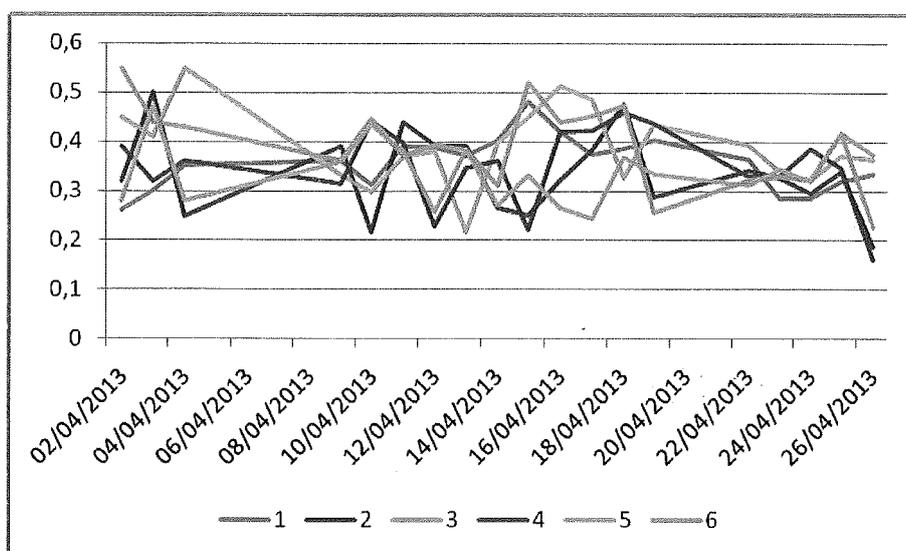


Figura 3: Concentrações de ferro solúvel (mg/L) no monitoramento emergencial (laboratório Anquim)

Os dados provenientes do segundo laboratório também retratam o alinhamento irregular das concentrações de ferro solúvel (Figura 4), descaracterizando-se portanto a existência de uma relação de causa (acidente) e efeito (influência sobre os teores de ferro solúvel).

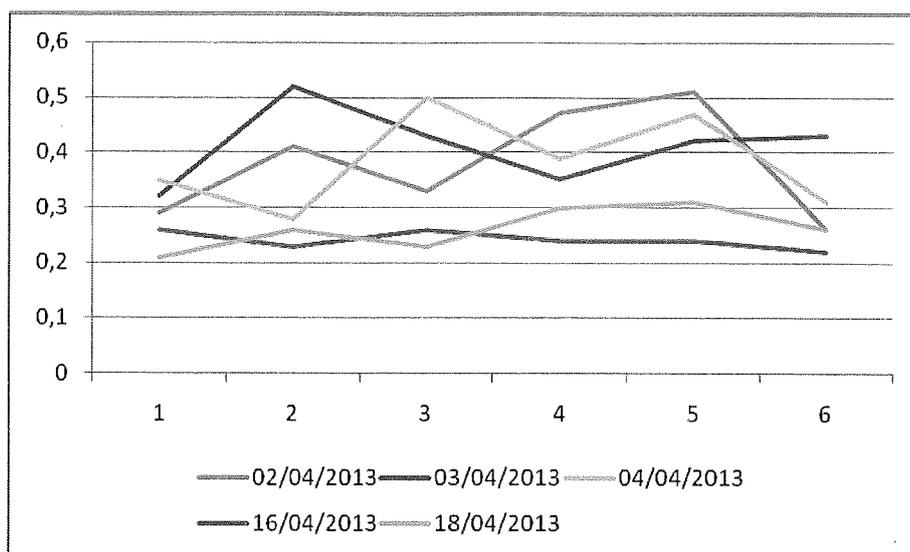


Figura 4: Concentrações de ferro solúvel (mg/L) no monitoramento emergencial (laboratório Geosol)

Destaca-se que, no monitoramento de rotina, 7 valores foram iguais ou superiores ao teor máximo registrado no monitoramento emergencial (0,55 mg/L). Esta consideração indica que, antes do acidente, as águas do Rio Amazonas já apresentavam ocasionalmente valores elevados de ferro. A mera constatação do registro, a montante do empreendimento, de diversas concentrações de ferro solúvel superiores ao valor máximo obtido no monitoramento emergencial, conduzido após a ocorrência do acidente, indica ser inapropriada a associação de altos teores de ferro solúvel nas águas do Rio Amazonas com o fenômeno de deslizamento de terra ocorrido na área portuária. Merece menção o fato de que muitos cursos de água situados no território brasileiro, dentre eles o Rio Amazonas, drenam bacias hidrográficas ricas em ferro, acarretando por conseguinte o frequente registro de concentrações elevadas de ferro solúvel.

Ferro Total

Dispensa-se aqui a emissão de comentários relativos aos teores de ferro total, já que este parâmetro não consta da Resolução CONAMA 357/05 e, conseqüentemente, não interfere com qualquer aspecto legal relacionado ao comportamento da qualidade da água após a ocorrência do acidente.

Manganês Total

Quase todas as amostragens realizadas por ocasião do monitoramento emergencial mostraram concentrações de manganês total inferiores ao limite da Classe 2 (0,1 mg/L). Exceção é feita apenas ao registro de 0,12 mg/L no ponto 2 em 18/04/13.

Cor verdadeira

Todos os resultados do monitoramento emergencial (66 amostragens) evidenciaram teores de cor inferiores ao limite da Classe 2 (75 uC), exceção feita apenas ao registro de 78 uC em coleta efetuada em 16/04/13.

Oxigênio dissolvido

Os resultados do monitoramento emergencial indicaram o atendimento integral das concentrações de oxigênio dissolvido ao limite mínimo da Classe 2 (5 mg/L).

Arsênio Total, Cromo Total e Prata Solúvel

Todos os resultados do monitoramento emergencial apontaram para valores inferiores ao limite analítico de detecção.

Óleos e Graxas

Os resultados do monitoramento emergencial indicaram a virtual ausência de óleos e graxas nas águas amostradas, já que todos os valores situaram-se abaixo do limite de detecção analítico (única exceção: 1,03 mg/L no ponto 3 em 16/04/13..

Conclusões

As evidências apresentadas neste relatório, baseadas na avaliação dos resultados de monitoramentos regulares e de um programa emergencial de amostragem, implementado após a ocorrência do acidente, indicam não serem procedentes as alegações contidas no primeiro parágrafo do capítulo II do Laudo Técnico de Vistoria. Entende-se que a ocorrência de eventuais danos ao ecossistema aquático, em termos de qualidade físico-química da água, deva ser demonstrada utilizando-se o único e plausível recurso de natureza objetiva, qual seja, com base em resultados de análises dos respectivos parâmetros. Dispensa-se desta forma a interpretação subjetiva de "possíveis alterações na qualidade físico-química", buscando-se tão somente o rigor vinculado a constatações fundamentadas em laudos de análise. Conforme demonstrado no presente relatório, não existe qualquer indicação mensurável, e por conseguinte de natureza numérica, de que tenham ocorrido depreciações na qualidade do corpo hídrico, conforme apontado no Laudo Técnico de Vistoria.



Eduardo von Sperling

Engenheiro Civil e Sanitarista, Mestre em Engenharia Sanitária (UFMG) e Doutor em Limnologia (Universidade de Berlim), CREA 13.720/D – MG; Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).

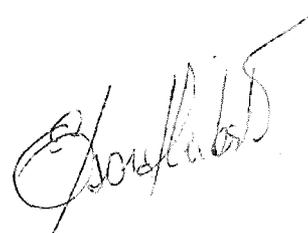
ANEXO 5

LAUDO TÉCNICO DA FORMAÇÃO VEGETAL ATINGIDA

Laudo Técnico do Levantamento da formação vegetal na
área atingida pelo desmoronamento do Porto de Santana.

EDSON HERBST
Engenheiro Florestal
CREA PR-11.963/D
VISTO CREA/AP Nº 2.148

Santana
Abril de 2013.



1. OBJETIVO

Através do presente documento, buscou-se levantar as perdas com a vegetação nativa, a qual sucumbiu com o deslizamento de parte do terreno no entorno do Porto de Santana, de propriedade da Anglo American.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base em imagens aéreas anteriores à ocorrência do sinistro e delimitando nestas, a porção de terra declinada em direção ao leito do Rio Amazonas, obteve-se a área diretamente atingida (Figura 01).



Fig. 01 – área afetada com o deslizamento.

Na seqüência foi identificada a área com cobertura vegetal “arrastada” pela imersão do terreno, mensurando-se duas pequenas porções de formação vegetal com áreas de 0,0920 há (Área 01) e 0,1000 ha (Área 02), somando portanto 0,1920 ha ou seja, 1.920 m² (Figura 02).

Estou/la bsd

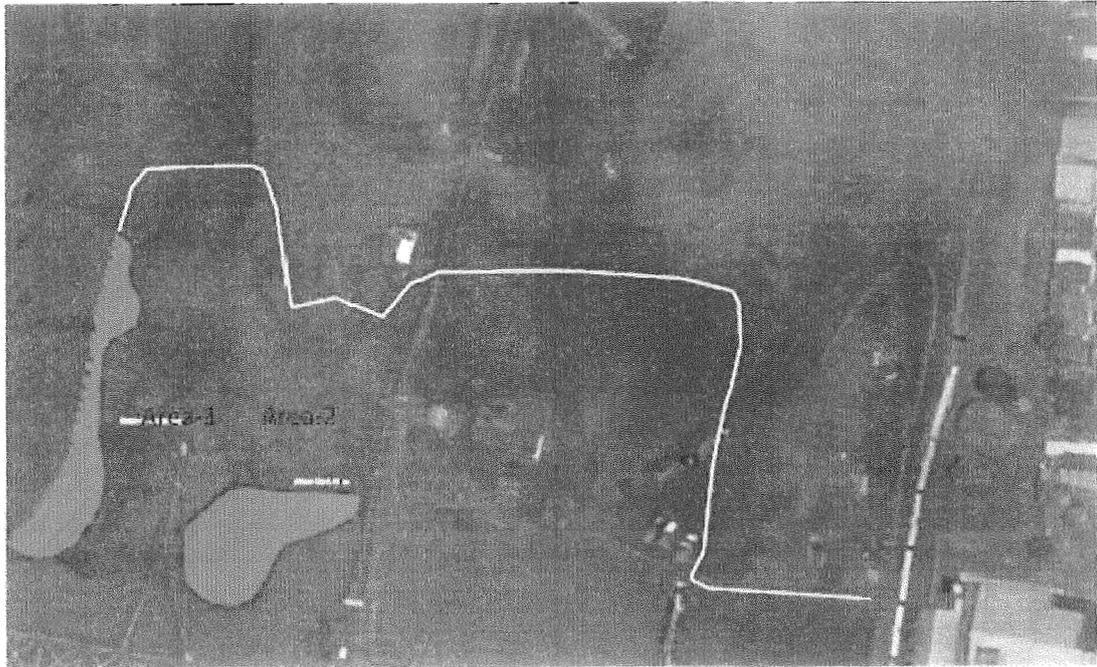


Fig. 02 – Áreas com cobertura vegetal atingidas.

Nos dias 19 e 20 do corrente efetuaram-se expedições ao local, inicialmente por água para verificar a encosta que detinha a vegetação remanescente (Figura 03), e posteriormente o acesso por terra para avaliar o potencial qualiquantitativo da vegetação existente (Figura 04).

Handwritten signature



Fig. 03 – Situação da encosta com a vegetação contígua à porção desagregada.



Fig. 04 – Visão parcial da vegetação remanescente.

Em levantamento mais detalhado procurou-se identificar os espécimes vegetais e sua importância relativa. Foram encontradas as espécies arbóreas comuns de matas ciliares e terrenos alagados, porém com baixa

Epoca 1/8/85

freqüência (poucos indivíduos) de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Mututi (*Pterocarpus draco*), Mamorana (*Paquira aquática* Aubl.), Capitari (*Tabebuia barbata*), Capoteiro (*Sterculia speciosa*), Caxinguba (*Ficus adhatodifolia*) e Açaí (*Euterpe olerácea*), cujos parâmetros dendrométricos encontram-se no Quadro 01.

Entre a vegetação do sub bosque, verificou-se a presença dos cipós Jacitara (*Desmoncus polycanthus*) (figura 05) e Rabo de camaleão (*Acacia multipinnata*) (Figura 06). A gramínea predominante é o Capim-pancuã (*Paspalum distichum*) (Figura 07) e em abundância a Aninga (*Montrichardia linifera*) (Figura 08), característica de terrenos de várzea e brejos.



Fig. 05 – Cipó Jacitara



Fig. 06 – Cipó Rabo de Camaleão



Fig. 07 – Capim Pancuã



Fig. 08 – Aninga

Observa-se também no entorno da área afetada, a formação de gramíneas e mudas implantadas pela empresa dentro do plano de recuperação de áreas degradadas, desenvolvidos através da técnica de hidrossemeadura plantio de mudas nativas (Figura 09).

Epoukub



Fig. 09 – Revegetação conduzida pela empresa, tendo ao fundo a área abordada

ESPÉCIES MADEIRÁVEIS ENCONTRADAS NA ÁREA (amostra de 10 x 20 m)			
NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	CAP (cm)	ALTURA (m)
Mututi	<i>Pterocarpus draco</i>	38,00	11,00
Mamorana	<i>Paquira aquatica</i> Aubl.	42,00	8,00
Capitari	<i>Tabebuia barbata</i>	24,00	7,20
Capoteiro	<i>Sterculia speciosa</i>	36,00	12,50
Caxinguba	<i>Ficus adhatodifolia</i>	40,00	9,60
Breu	ñi	68,00	12,00
PALMÁCEAS ENCONTRADAS NA MESMA AMOSTRA (200 m ²)			
FRUTÍFERAS	NOME CIENTÍFICO	QUANTIDADE	
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>	2	
Açaí	<i>Euterpe olerácea</i>	6	

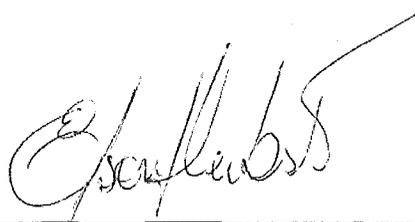
Quadro 01 – Relação das espécies encontradas no espaço amostral de 200 m²

3. CONCLUSÕES

- Na área coberta pela vegetação, contígua à porção de terra desagregada e carregada para o leito do rio, identificamos poucas espécies madeiráveis e ainda os elementos arbóreos encontrados não tem expressivo valor comercial, quer seja pelo seu baixo desenvolvimento ou pela qualidade da madeira.

Boyle

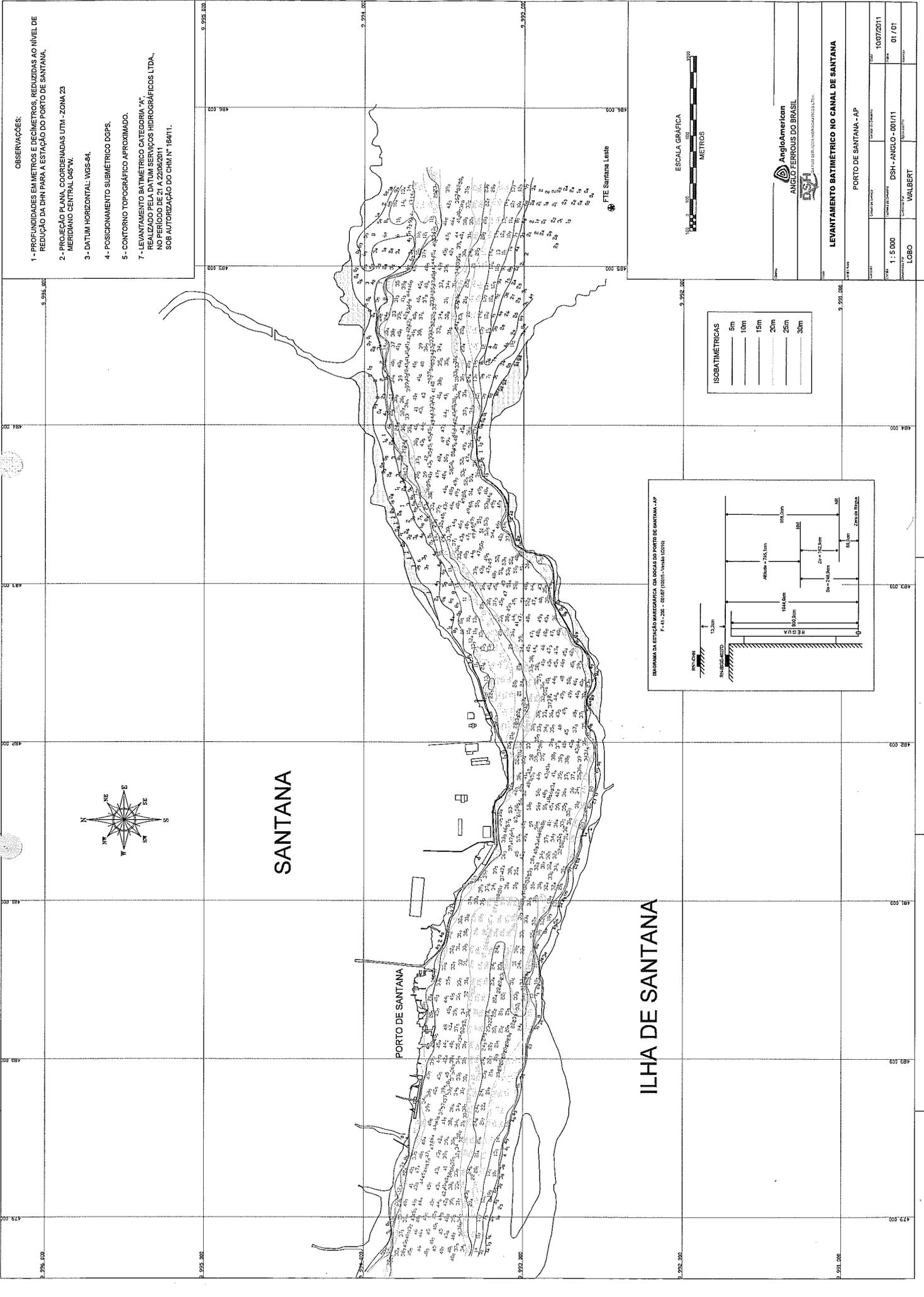
- Constatase também que observando atentamente a imagem aérea, na maior porção da vegetação que foi carregada (aproximadamente 1.000 m²), não transparecem árvores adultas, significando que esta vegetação eliminada revestia-se de gramíneas e plantas arbustivas, portanto imprópria de se estabelecer valores.
- Partindo-se da projeção do número de árvores encontradas (14) em 200 m² (conforme quadro anterior), teríamos para a parte submersa (920 m²) o quantitativo de 64 elementos em idênticas condições, com baixo desenvolvimento e sem valor comercial.
- A vegetação carregada para o rio, fenômeno que é constante nos rios da bacia amazônica, pode ser amplamente repostada através do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas em áreas circunvizinhas e também naturalmente pela germinação espontânea das espécies incidentes nesta área.
- Por fim destacamos que se torna inconsistente tentar valorar uma porção da flora nativa, a qual acidentalmente foi suprimida e que já vem sendo e será compensada pelos contínuos programas de plantio, desenvolvidos pela Anglo American.



EDSON HERBST
Engenheiro Florestal
CREA PR-11.963/D
VISTO CREA/AP Nº 2.148

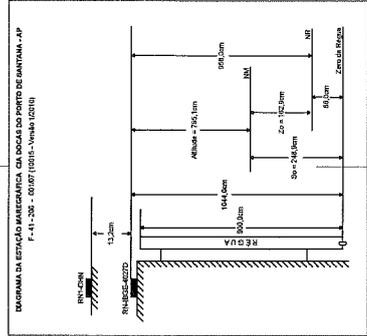
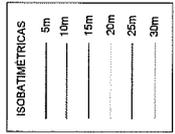
ANEXO 6

BATIMETRIA DO CANAL DE SANTANA



OBSERVAÇÕES:

- 1 - PROFUNDIDADES EM METROS E DECÍMETROS, REDUZIDAS AO NÍVEL DE REDUÇÃO DA DNM PARA A ESTAÇÃO DO PORTO DE SANTANA.
- 2 - PROJEÇÃO PLANA, COORDENADAS UTM - ZONA 23 MERIDIANO CENTRAL DAS YK.
- 3 - DATUM HORIZONTAL: WGS-84.
- 4 - POSICIONAMENTO SUBMÉTRICO DGPS.
- 5 - CONTOURNO TOPOGRÁFICO APROXIMADO.
- 7 - LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO CATEGORIA "A" REALIZADO PELO DATUM SERVIÇOS HIDROGRÁFICOS LTDA., NO PERÍODO DE 21 A 22/08/2011 SOB AUTORIZAÇÃO DO CHM N° 16411.



LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO NO CANAL DE SANTANA	
PORTO DE SANTANA - AP	
DATA DO PROJETO: 10/07/2011	Nº DE PROJETO: 1007/2011
Nº DE PLANOS: 01 / 01	Nº DE FOLHAS: 01 / 01
ELABORADO POR: WALBERT	APROVADO POR:
ESCALA: 1 : 5 000	PROJETO: DSH-ANGLO-001/11
CLIENTE: LOBO	LOCAL:

ANEXO 7

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

RECIBO DO SACADO

BANCO DO BRASIL | 001-9 | 00194.59015 60000.000822 08049.567210 3 57360000010500

Cedente	Agência / Código do Cedente	Espécie	Quantidade	Nosso número
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapa	2825-8 / 00057296-9	R\$		0000008208049567
Número do document	Contrato	CPF/CEI/CNPJ	Vencimento	Valor documento
2603190300XXXX	459016	84408731000160	21/06/2013	105,00

Instruções (Text de responsabilidade do cedente)

601 - ART - Anotacao de Responsabilidade Tecnica - 2013 - 00026031903005010104 - 105,00 (01/01)

NAO RECEBER APOS O VENCIMENTO.

(-) Descont / Abatiment	(-) Outras deduções	(+) Mora / Multa	(+) Outros acréscimos	(=) Valor cobrado
-------------------------	---------------------	------------------	-----------------------	-------------------

Sacado
CIRO TERCENIO RUSSOMANO RICCIARDI

Ficha de Compensação

Autenticação mecânica

Corte na linha pontilhada

BANCO DO BRASIL | 001-9 | 00194.59015 60000.000822 08049.567210 3 57360000010500

Local de pagamento	Vencimento
QUALQUER BANCO ATÉ O VENCIMENTO	21/06/2013

Cedente	Agência/Código cedente
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapa	2825-8 / 00057296-9

Data do document	No. document	Espécie doc.	Aceite	Data process.	Nosso número
11/06/2013	2603190300XXXX			11/06/2013	0000008208049567

Uso do banco	Carteira	Especie	Quantidade	x Valor	(=) Valor documento
	18-027	R\$			105,00

Instruções (Text de responsabilidade do cedente)

601 - ART - Anotacao de Responsabilidade Tecnica - 2013 - 00026031903005010104 - 105,00 (01/01)

NAO RECEBER APOS O VENCIMENTO.

(-) Descont / Abatiment

(-) Outras deduções

(+) Mora / Multa

(+) Outros Acréscimos

(=) Valor cobrado

Sacado
CIRO TERCENIO RUSSOMANO RICCIARDI
ALAMEDA DOS UAPES, 447, - PLANALTO PAULISTA - SÃO PAULO/SP CEP:04067-031

Operador :

Sacador/Avalista

Cód. baixa

Ficha de Compensação

Autenticação mecânica



Corte na linha pontilhada


Bradesco | Net Empresa

**Comprovante de Pagamento
Boleto de Cobrança**

Nome do Banco Cedente: **1 - BANCO DO BRASIL S.A.**
 Boleto Nº: **00194.59015 60000.000822 08049.567210 3 57360000010500**
 Favorecido Informado: **CIRO**
 Debitado da: **Conta Corrente**
 Data: **11/06/2013**
 Valor do Pagamento R\$: **105,00**
 Data do Pagamento: **11/06/2013**
 Data de Vencimento: **21/06/2013**

A cobrança acima foi paga através do Bradesco Net Empresa, dentro das condições especificadas.

O lançamento consta no extrato do(a) cliente PROMINER PROJETOS SC LTDA Agência 420 - Conta Corrente 59062, da data de pagamento, sob o número de protocolo **0000763**.

Nº de Controle: **951845454080950065**

Banco Bradesco S.A.
www.bradesco.com.br

AUTENTICAÇÃO

E4HghBJo K5K6yDai qSszknKa Ou?kP3R# fqh7Gd9M Xs?spLq8 yeur*JlB VHbLATHD
 ?5VmxntG a4ck?9U8 #fN3wVoU Ia*jQHA* 6sfcKSfu 8X?VgNOo GewgMWKN WgSv@7R8
 EEG15ED1 GKybq9vi BBZlGAle T5Dlhp8L eaLpcSoa OlpAEk6* 00193573 60000010

Alô Bradesco
SAC - Serviço de Apoio ao Cliente

Cancelamento, Reclamações e Informações - **0800 704 8383**

Deficiente Auditivo ou de Fala - 0800 722 0099

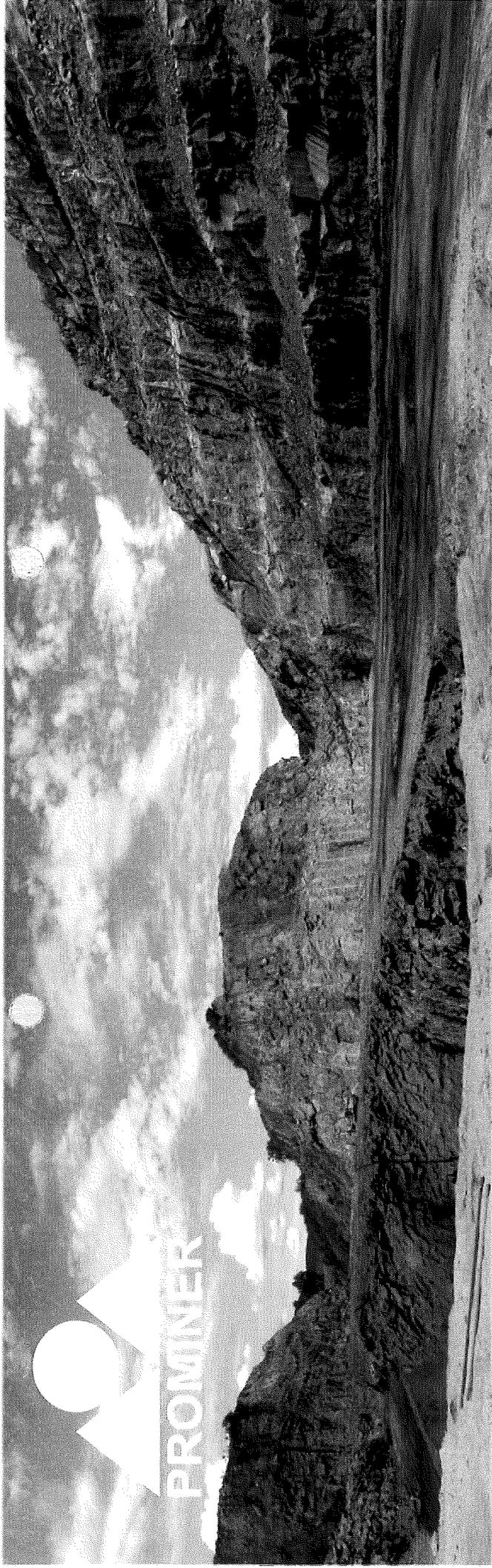
Atendimento 24h, 7 dias por semana

Ouvidoria - 0800 727 9933

Atendimento de segunda a sexta-feira das 8h às 18h, exceto feriados

ANEXO 8

CURRICULA DO COORDENADOR E CONSULTORES



Currículos dos Profissionais

Maio/2013



Ciro Terêncio Russomano Ricciardi

Histórico:

Sócio-diretor da PROMINER responsável pela coordenação técnica dos projetos. Fundou a empresa em 1985, tendo coordenado e liderado inúmeros projetos de viabilidade de implantação de empreendimento e de licenciamento ambiental e mineral em todo o território nacional, com utilização intensiva de tecnologia e know-how.

Formado em Engenharia de Minas pela EPUSP em 1980 e em Direito pelo Mackenzie em 2008, orienta o licenciamento consoante às legislações vigentes, tendo sido responsável por vários projetos de implantação de empreendimentos minerários e industriais. É responsável pelas equipes técnicas dos profissionais e consultores que atuam em projetos e por garantir a qualidade dos estudos conduzidos pelas equipes.

Atuou nas empresas BRASKOTE, THEMAG e CIT ENGENHARIA como engenheiro de minas e de projetos.

Conhecimento Específico:

- Legislação Ambiental
- Legislação Mineral

Segmentos:

- Mineração
- Siderurgia
- Energia
- Loteamentos
- Infraestrutura

Experiência Profissional:

- **Pesquisa Mineral:** Coordenação de pesquisas geológicas com utilização de métodos geofísicos, sondagens rotativas, a percursão e a trado para determinação de reservas, capeamento e topo rochoso, nos empreendimentos destinados a produção de brita, argila, areia e calcário.
- **Assessoria Ambiental:** Assistente técnico de diversas minerações, atuando nas fases de instrução de processos administrativos, em acordos amigáveis prévios junto às promotorias públicas e em ações civis públicas ambientais e na assinatura de Termos de Ajuste de Conduta com elaboração de laudos técnicos para subsidiar a defesa das requeridas
- **Estudos Ambientais e Planejamento de Lavra:** Coordenador de estudos de impacto ambiental e planos de recuperação de áreas degradadas com planejamento das ações de compatibilização das atividades produtivas e de recuperação do meio ambiente para diversos empreendimentos.
- **Monitoramento Ambiental:** Coordenador dos serviços de monitoramento ambiental para cerca de uma centena de empreendimentos.
- **Planejamento de Implantação:** Seleção de áreas e anteprojetos do Programa de Relocação Programada do Parque Produtor de Brita da RMRJ; estudos de viabilidade de implantação e regularização ambiental de pedreiras
- **Outros:** Participação direta nas decisões de diversos clientes que implantaram minerações de areia, argila e brita em todo o Brasil.



Luiz Enrique Sánchez

Histórico:

Consultor da Prominer desde sua fundação em 1985, atuando nas áreas ambientais e minerais.

Formado em Engenharia de Minas pela EPUSP em 1980 e em Geografia em 1984, especialista em técnicas mineiras (Escola de Minas de Nancy, França, 1985); doutor em economia dos recursos naturais (Escola de Minas de Paris, França, 1989).

Principais publicações:

Neri, A.C.; Sánchez, L.E. (2012) – Guia de Boas Práticas de Recuperação Ambiental em pedreiras e minas de calcário. ABGE, São Paulo, 178 p.

Sánchez, L.E. (2006) – Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. Oficina de Textos, São Paulo, 494 p.

Sánchez, L.E. (2001) - Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. EDUSP, São Paulo, 254 p.

Conhecimento Específico:

- Legislação Ambiental
- Legislação Mineral

Segmentos:

- Mineração
- Siderurgia
- Energia
- Loteamentos
- Infraestrutura

Experiência Profissional:

▪ **Estudos de impacto ambiental (coordenação ou supervisão):** "Projeto Anitápolis", mina e usina de beneficiamento de fosfato em Anitápolis/SC (para Indústria de Fosfatados Catarinense S.A.), projetos de minas de calcário e argila do Salobra e do Pindura em Nobres/MT (para Cimento Portland Mato Grosso S.A.), ampliação das minas de calcário de São José da Lapa, Lagoa Santa, Arcos, Pains e Itaú de Minas/MG (para Companhia Cimento Portland Itaú), projeto "Caulim de Manaus", em Manaus/AM (para Mineração Horboy Clays Ltda.), RAP e EIA/RIMA de mina de bauxita da Alcoa Alumínio S.A., Divinolândia/SP, EIA/RIMA de mina de bauxita da Cia. Brasileira de Alumínio S.A., Divinolândia/SP, mina de nefelina-sienito da Unimin, Duque de Caxias/RJ, "Projeto Anitápolis" (nova versão), mina e usina de beneficiamento de fosfato e planta química de ácido sulfúrico e de superfosfato simples em Anitápolis/SC (para Indústria de Fosfatados Catarinense S.A.), e projeto de ampliação da mina de fosfato do Barreiro (para Bunge Fertilizantes S.A.).

▪ **Gestão Ambiental e Assessoria Diversas:** Consultor da CVRD para elaboração do trabalho "Termos de referência para realização de estudos de impacto ambiental de projetos de mineração" - 1989; Assessoria para Eletropaulo S.A. em planejamento e gerenciamento ambiental - 1994-95; Assessoria para Ministério de Ambiente y Recursos Naturales, Nicarágua ("Dirección General del Ambiente") na preparação de normas técnicas ambientais para mineração e procedimentos de análise de estudos de impacto ambiental;

Programa de Cooperação do governo da Dinamarca (Danida), através da empresa Carl Bro (1996); Assessoria para Communauté Eléctrique du Bénin, Togo e Benin, para treinamento em avaliação de impacto ambiental de projetos hidroelétricos: curso de formação de uma semana (1997); Assessoria à Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo na preparação de documentos técnicos relativos a avaliação de impacto ambiental e reassentamentos humanos – Programa BID (1999/2000);

Consultor do Banco Mundial para o Projeto Bolivia Environemnt Industry and Mining (projeto P006186; crédito 2805-BO); principais atividades: avaliação dos resultados do projeto e auxílio na preparação do implementation completion report - ICR (Bolívia, 2003, 2004);



Jairo Viotto Belli

Histórico:

Formado em Engenharia de Minas pela EPUSP em 2004 e Mestrando em Engenharia Mineral pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Atua na supervisão e coordenação de estudos para empreendimentos minerários.

Atuou no IPT como estagiário na área de Tratamento de Minérios, foi Trainee Industrial na Seção de Concentração da BUNGE FERTILIZATES S/A., desde 2006 atua na PROMINER como engenheiro de minas.

Proficiente em Português e Inglês.

Conhecimento Específico: Segmentos:

- | | |
|------------------------|------------------|
| ▪ Legislação Ambiental | ▪ Mineração |
| ▪ Legislação Mineral | ▪ Siderurgia |
| | ▪ Energia |
| | ▪ Loteamentos |
| | ▪ Infraestrutura |

Experiência Profissional:

- **Pesquisa Mineral:** Estudos de Impacto Ambiental (EIA)-Votorantim Cimentos Brasil S/A.: Nova mina de calcário em Nova Campina; Áreas de lavra de argila em Porto Velho e Candeias do Jamari-RO; Alcoa Alumínio S/A: Áreas de disposição de resíduos de bauxita ARB#9 e 9A em Poços de Caldas-MG.
- **Estudos ambientais diversos:** Fosfertil S/A: Relatório e Plano de Controle Ambiental-RCA/PCA para empreendimento minero-industrial de Patrocínio-MG; Pedreira Luman Ltda.: Plano de Recuperação de Áreas Degradadas-PRAD e RCA em São José dos Campos-SP; Companhia Geral de Minas Ltda.: Relatório de Desempenho Ambiental-RADA para a mina de bauxita Córrego do Meio II em Poços de Caldas-MG; Alcoa Alumínio S/A: RCA/PCA para dutos de gás natural; Mineração Jundu Ltda.: Atendimento de condicionantes da Licença Prévia e solicitação de Licença de Instalação; Indústria e Comércio Megaó Ltda. PRAD em Vertentes do Lério-PE.
- **Licenciamento mineral:** A21 Mineração Ltda.: Relatório Final de Pesquisa Integrado e PAE Integrado para a solicitação de Grupamento Mineiro em Seropédica-RJ; Engexplor Desmonte a Explosivos Ltda.: Relatório de Reavaliação de Reservas e Novo PAE em Cajamar-SP; Mineração Jaú do Tocantins Ltda.: PAE com solicitação de Guia de Utilização para minério de zirconita em Jaú do Tocantins-TO; Indústria e Comércio Megaó Ltda.: RFP Integrados e PAE Integrados para Grupamento Mineiro em Vertentes do Lério-PE.
- **Responsabilidades técnicas:** Irmãos Lordello Ltda. em Santos-SP e Sociedade Agrícola Mambu Ltda em Santos-SP.
- **Outros projetos relevantes:** Área de Estocagem de Matérias Primas para Cinco Emmes Indústria e Comércio Ltda. em Mogi Guaçu-SP; Atendimento de exigências (Alteração da Produção) e Projeto de Melhoria de Acesso para Alcoa Alumínio S/A e Companhia Brasileira de Alumínio em Poços de Caldas-MG; Avaliação de oportunidade e proposição de melhorias para projeto de beneficiamento de areia para argamassa em Seropédica-RJ.

ANEXO 9

ARTIGO POTENCIAL POLUIDOR DE RESÍDUO SÓLIDO

POTENCIAL POLUIDOR DE RESÍDUO SÓLIDO DA SAMARCO MINERAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM DE GERMANO¹

José Maurício Machado Pires², Jorge Carvalho de Lena³, Carlos Cardoso Machado⁴ e Reginaldo Sérgio Pereira⁵

RESUMO - Foram estudadas amostras de resíduo sólido da Barragem de Germano, da Samarco Mineração S.A. Tal barragem localiza-se no município de Mariana-MG. Sua principal função é coletar os efluentes do tratamento do minério de ferro processado no Complexo de Germano. Este resíduo foi submetido a testes de classificação, de acordo com as Normas ABNT 10004, 10005, 10006 e 10007. Constatou-se que o resíduo é classe III (inerte) e que os testes mostraram a grande capacidade deste material na retenção de metais pesados e de cromo.

Palavras-chave: Testes de lixiviação, solubilização, classificação e resíduos sólidos industriais.

POLLUTING POTENTIAL OF SAMARCO MINERAÇÃO S.A. SOLID WASTE: A GERMANO DAM CASE STUDY

ABSTRACT - Samples of solid waste from the Germano Dam of Samarco Mineração S.A were studied. This dam is located in the county of Mariana and it is mainly used to retain the waste resulting from the iron ore treatment at the Germano Plant. The waste was classified according to the ABNT Norms 10004, 10005, 10006 and 10007, as class III (inert) which was shown to be capable to retain heavy metals as well as chromium.

Key words: Leaching tests, solubilization, classification and industrial solid wastes.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O Problema e sua Importância

Os termos poluição e contaminação se confundem no sentido comum da linguagem do dia-a-dia. No campo científico eles têm significados distintos. O termo contaminação é usado para designar uma substância química em uma amostra, sem evidência de que ela cause mal. Por outro lado, o termo poluição é usado em casos em que a presença de uma substância é danosa. Poluentes são, portanto, substâncias químicas que causam dano ao meio ambiente. Os tipos de poluição são os mais diversos, variando desde a simples poluição térmica até a inserção de metais pesados no ambiente (Crathorne et al., 1996).

A poluição industrial teve início com a manipulação dos materiais pelo homem primitivo. Talvez a origem dos problemas ambientais, particularmente a geração de resíduos, tenha ocorrido início séculos atrás, quando o homem começou a manusear metais como ferro, cobre e, posteriormente, chumbo. Apesar da vagarosa e incipiente atividade do homem nas diversas esferas, adotou-se sempre a idéia de lançar de imediato qualquer resíduo no meio ambiente, e os receptores finais destes lançamentos acabavam sendo os rios, os lagos, os solos e a atmosfera.

As provas desse comportamento estão sendo estudadas atualmente, e apenas como exemplo pode-se citar que os teores de chumbo, cobre, zinco, estanho e

¹ Recebido para publicação em 17.7.2002..

Aceito para publicação em 12.5.2003.

² Mestre em Geologia pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto-MG, Bolsista da CAPES/FAPEMIG;

³ Professor do Departamento de Química da UFOP. ⁴ Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – UFV, 36571-000 Viçosa-MG; ⁵ Doutorando do Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

mercúrio se encontravam acima do normal para aquela época, conforme se percebeu recentemente em grandes geleiras da Antártida, onde foram encontrados nutrientes derivados da atmosfera pantanosa, como também nos sedimentos aquáticos. Estes teores, que foram posteriormente datados, indicam que tais metais foram gerados e lançados na atmosfera. A História reforça esta descoberta. É sabido que os Romanos utilizavam grandes quantidades de chumbo, particularmente no encanamento para o transporte de água (Nriagu, 1996). Desconfia-se que os malefícios causados por este metal sejam uma das razões para o declínio daquele Império.

A poluição no mundo começou com o manuseio dos materiais pelo homem na Pré-História e se agravou com a Revolução Industrial, no século XVIII. Hoje, um dos grandes responsáveis pela poluição são os despejos industriais, que são originários de resfriamentos, lavagens, descargas, extrações, impregnações, tratamentos químicos, além de outros. No caso específico das mineradoras da região de Ouro Preto-MG, o rejeito é proveniente do tratamento do minério de ferro.

Os despejos que vêm do processamento da mineração são periodicamente tratados por processos que envolvem sedimentação pelos dois tratamentos. Atualmente existem equipamentos muito eficientes nos tratamentos de resíduos e efluentes, alcançando, em determinados casos, 99% de eficiência, como observado em tratamento de gases e ar atmosférico.

No presente trabalho, realizado na região de Ouro Preto-MG, procurou-se avaliar o impacto causado pela ação exploratória de minério e do tratamento efetuado neste material. Um dos objetivos deste estudo foi a classificação deste material quanto à sua periculosidade.

1.2. Processamento do Minério de Ferro Itabirítico

O minério de ferro proveniente da Mina de Germano (Samarco Mineração) sai por meio de correntes transportadoras, alimentando uma usina de britagem e peneiramento. Posteriormente, sofre um processo de flotação, que é um processo em que uma parte do minério se decanta e a outra parte fica suspensa. O processo de flotação utilizado é chamado de catiônica reversa porque utiliza um coletor catiônico (eteraminas ou eterdiaminas) e um depressor (o amido). Tanto o depressor como o coletor são compostos orgânicos que possuem uma cadeia polar ou hidrofílica, apresentando afinidade com a água,

e outra que não possui nenhuma afinidade com este solvente. A eteramina comumente usada como coletor adsorve o quartzo sobre sua superfície, tornando-o hidrofóbico e promovendo sua flotação. Este mineral é considerado a parte inútil do minério tratado, sendo coletado através de bolhas de ar e jogado fora. A flotação é chamada de reversa porque nesse processo, ao usar um coletor, retira-se o constituinte de menor interesse no produto final do processo produtivo.

O processo de depressão ocorre de modo a promover a decantação do mineral de interesse no minério, a hematita. Antes de fazer a depressão do minério, o depressor passa por um processo chamado de gelatinização, que consiste em adicionar uma solução de hidróxido de sódio até a solução atingir pH 10,5, o que é feito para quebrar as ligações entre os carbonos e oxigênios presentes na amilopectina, que é um açúcar presente no amido, constituído de moléculas de glicose. Com esta quebra expõem-se os oxigênios deste açúcar, promovendo a adsorção da goethita em suas paredes superficiais.

Atualmente existe uma grande preocupação por parte das mineradoras que oferecem minério com teores de ferro superiores a 64%. Assim, os níveis de impurezas de ferro fósforo devem ser abaixo de 0,1% (Curi, 1991). Teores superiores a estes valores podem acarretar produção de aço quebradiço e com fraturas, o que torna este produto pouco atraente para sua utilização nas indústrias siderúrgicas. O fósforo pode estar presente no minério de ferro, ligando-se a minerais como goethita e bauxita, formando complexos de baixa solubilidade. Este é o motivo da preocupação com a presença de fósforo no minério a ser exportado ou vendido para as siderúrgicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Determinação da Composição Química

A composição mineralógica do material, discutida anteriormente, indica que o material é formado, em sua maior parte, por goethita (FeOOH), hematita (Fe_2O_3) e quartzo (SiO_2). Foi encontrada também alguma caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$). Estes dados foram utilizados como uma tentativa de determinação quantitativa da composição mineralógica. Dadas às quantidades de cada componente, as determinações de ferro total, SiO_2 e H_2O foram realizadas por métodos clássicos como volumetria de oxirredução e gravimetria, enquanto o alumínio foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

2.2. Determinação de Elementos-Traços

As determinações de elementos-traços presentes no rejeito do processamento da Samarco tiveram a sua escolha baseada na necessidade da verificação de sua presença, conforme exigido pela Norma 10004 da ABNT.

2.3. Classificação do Resíduo de Minério de Ferro

A classificação do resíduo de minério de ferro foi feita de acordo com as Normas ABNT 10005 e 10006. Além da pura e simples classificação, realizou-se a avaliação do potencial poluidor do resíduo, através dos testes de lixiviação e solubilização, que podem ser interpretados como a quantidade de material poluidor que pode ser mobilizado para o sistema hídrico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição Química do Resíduo

O Quadro 1 apresenta a composição química do resíduo proveniente do tratamento do minério de ferro. Nota-se que os teores de ferro estão em torno de 57,2%, em média. Já os teores de SiO₂ estão na casa dos 14%, os de água de constituição em torno de 8% e os de Al, de 1,3%.

Quadro 1 - Teores dos constituintes maiores do resíduo do tratamento do minério da Samarco Mineração S.A.
Table 1 - Contents of the major constituents of the iron ore treatment waste of Samarco Mineração S.A.

Amostra	Fe (%)	SiO ₂ (%)	H ₂ O (%)	Al (%)
PRO 1	56,6	14,2	7,8	1,2
PRO 2	57,6	14,2	7,9	1,3
PRO 3	57,1	14,1	7,7	1,5
PRO 4	57,1	14,1	7,5	1,1
PRO 5	58,3	14,2	7,6	1,3
PRO 6	56,8	14,3	7,8	1,3
Média	57,2	14,1	7,7	1,3

3.2. Resultados dos Testes de Lixiviação e Solubilização

Nos Quadros 3 e 4 estão os teores dos diversos elementos-traços obtidos nos testes de lixiviação (Cr, Cd e Pb) e solubilização (Cr, Cd, Pb, Mn, Fe e Na). A simples inspeção e comparação dos valores obtidos com os valores tabelados na norma indicam que o resíduo pode ser classificado como classe III (inerte) (Rocca et al.,

1993). A classificação do resíduo é uma etapa importante deste trabalho. Nos Quadros 5 e 6 estão os limites máximos permissíveis no extrato obtido no teste de lixiviação e solubilização, segundo a Norma 10004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Quadro 2 - Teores dos elementos-traços (µg/g) no resíduo do tratamento do minério da Samarco Mineração S.A.
Table 2 - Contents of the trace-elements (µg/g) of Samarco Mineração S.A. iron ore treatment waste

Amostra	Cr	Cd	Pb
PRO1	350	<0,2	<2
PRO2	355	<0,2	<2
PRO3	360	<0,2	<2
PRO4	289	<0,2	<2
PRO5	319	<0,2	K2
PRO6	297	<0,2	<2
Média	328	<0,2	<2

Quadro 3 - Teores de Cd, Cr e Pb (µg/ml) encontrados no líquido extrator do teste de lixiviação (Norma ABNT 10005) para o resíduo seco do processamento da Samarco Mineração S.A.

Table 3 - Cd, Cr and Pb (µg/ml) contents found in the extracting liquid of the leaching test (ABNT Norm 10005) for the dry waste in Samarco Mineração S.A. processing

Amostra	Cd	Cr	Pb
PRO 1	<0,003	<0,009	<0,09
PRO 2	<0,003	<0,009	<0,09
PRO 3	<0,003	<0,009	<0,09
PRO 4	<0,003	<0,009	<0,09
PRO 5	<0,003	<0,009	<0,09
PRO 6	<0,003	<0,009	<0,09
Média	<0,003	<0,009	<0,09

Quadro 4 - Teores de Cd, Cr, Pb, Mn, Fe e Na (µg/ml) encontrados no líquido extrator do teste de solubilização (Norma ABNT 10006) para o resíduo seco do processamento da Samarco Mineração S.A.

Table 4 - Cd, Cr and Pb and Na (µg/ml) contents found in the extracting liquid of the solubilization test (ABNT Norm 10006) for the dry waste in Samarco Mineração S.A. processing

Amostra	Cd	Cr	Pb	Mn	Fe	Na
PRO 1	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	107
PRO 2	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	115
PRO 3	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	116
PRO 4	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	119
PRO 5	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	118
PRO 6	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	108
Média	<0,003	<0,05	<0,009	<0,006	0,069	113,8

Quadro 5 - Limites máximos permissíveis no extrato obtido no teste de lixiviação segundo a Norma 10004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Table 5 - Maximum allowable limits in the extract obtained from the leaching test, according to ABNT Norm 10004

Poluente	Limite máximo no lixiviado ($\mu\text{g/ml}$)
Cádmio	0,5
Chumbo	0,5
Cromo Total	5,0

Quadro 6 - Limites máximos permissíveis no extrato obtido no teste de solubilização, segundo a Norma 10004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Table 6 - Maximum allowable limits in the extract obtained from the leaching test, according to ABNT Norm 10004

Poluente	Limite Máximo no Solubilizado ($\mu\text{g/ml}$)
Cádmio	0,005
Chumbo	0,05
Cromo Total	0,05
Ferro	0,3
Manganês	0,1
Sódio	200

Os resultados dos testes de lixiviação e solubilização podem ser analisados em conjunto com os resultados de análises de elementos-traços presentes no resíduo, particularmente os de cromo.

4. CONCLUSÕES

Os resultados das análises de ferro podem ser utilizados para avaliar o teor de hematita no material. Está sendo levado em consideração que a hematita e a goethita são os dois únicos minerais que contêm ferro. No Quadro 1 observa-se que este elemento apresenta um teor médio de 57,2%. Levando em consideração a fórmula mínima da goethita, constata-se que o seu teor de ferro é de 62,9%. Sabendo que este mineral constitui 69,5% do material da empresa (o resíduo), chega-se a um teor de 40,0% de ferro na amostra proveniente da goethita. Assim sendo, pode-se atribuir o restante à hematita, o que leva a um valor de 17,2% de ferro na amostra proveniente deste mineral. Este resultado corresponde a 24,6% de hematita no resíduo. O teor de

quartzo pode também ser avaliado, combinando, agora, o teor de caulinita com os teores de SiO_2 da análise química. Sabe-se que a caulinita tem um teor de 44,6% de SiO_2 . O valor médio deste mineral no resíduo é de 6,7%, o que conduz ao valor de 3,1% de SiO_2 , correspondente à caulinita. O valor médio de SiO_2 na amostra é de 14,1%. A diferença resulta na quantidade de quartzo - 11,0%. Pode-se dizer assim, com alguma margem de segurança, que a composição mineralógica do material é

Goethita	FeOOH	63,6%
Hematita	Fe_2O_3	24,6%
Quartzo	SiO_2	11,0%
Caulinita	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	6,7%

Algumas observações devem ser feitas quanto a esses valores. A sua totalização difere de 100%. O seu desvio-padrão é da ordem de 0,4%, o que representa uma variação de quase 4% no teor de goethita, após os cálculos. Este erro também é propagado para o valor de hematita. Alguns autores (Goni-Elizalde & Garcia-Clavel, 1988; Goss, 1987; Paterson & Swaffield, 1980) já observaram que a goethita pode apresentar teores de água de até 14%, muito maior que aquele previsto por sua fórmula mínima, o que também é uma fonte de variações nos cálculos.

Por outro lado, o teor de alumínio na amostra, calculado de acordo com o valor de caulinita, apresenta grande concordância. A caulinita no valor de 6,7% conduz a um teor de 1,4% em Al. A água de constituição também apresenta boa concordância.

Os resultados dos testes de lixiviação e solubilização podem ser analisados em conjunto com os resultados de análises de elementos-traços presentes no resíduo, particularmente os de cromo. O material beneficiado na usina é o itabirito, que contém um teor médio de cromo de 71 $\mu\text{g/ml}$ (ppm) (Muller, 1991). Este elemento foi introduzido devido ao pH do meio estar acima do ponto de carga zero (PCZ) da goethita, o que faz com que este mineral apresente carga negativa, adsorvendo o Cr^{3+} sobre sua superfície cristalina, preconcentrando este elemento sobre esta e aumentando seu teor no material estudado. Os testes de lixiviação e solubilização do material apresentaram baixa concentração deste elemento no liquor, o que indica, em primeiro lugar, que este elemento não é disponibilizado para soluções aquosas e por extensão da barragem para o sistema hídrico. Alguns dão suporte a esta afirmativa. A água da barragem de Santarém apresenta um teor de Cr em torno de 8 ng/ml (ppb) (Matsumura,

1999), enquanto a fração líquida da lama que é lançada para a barragem do Germano (que verte água para a barragem de Santarém) apresenta um teor de 600 ppb (Matsumura, 1999 a). Esta capacidade de retenção do cromo e de outros metais pesados se deve à presença de goetita no resíduo. A capacidade que este mineral apresenta para adsorver metais pesados tem despertado interesse de alguns autores. Segundo van Geen et al. (1994), a goetita possui grande capacidade de adsorção deste elemento. Tudo isto indica que o resíduo acumulado na Barragem de Germano tem capacidade de retenção de metais pesados e que esta barragem funciona na retenção de metais pesados e diminui a dispersão de poluentes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR –10004. Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 1987. 63 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR –10005. Lixiviação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 1987. 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR –10006. Solubilização de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 1987. 7 p.
- CRATHORNE, B.; DOBBS, A. J.; REES, Y. Chemical pollution of aquatic environment by priority pollutants and its control. In: HARRISON, R. M. (Ed.) **Pollution causes, effects and control**. 3.ed. London: The Royal Society of Chemistry, 1996. Part. 1.
- CURI, A. **Estudos para a redução do teor de fósforo em minérios de ferro**. 1991. 130 f. Tese (Mestrado em Química Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.
- GOÑI-ELIZALDE & GARCIA-CLAVEL, M. E. Thermal behavior in air of iron oxyhydroxides obtained from the method of homogeneous precipitation. Part I Goethite samples of varying crystallinity. **Thermochemica Acta**, v. 124, p. 359-369, 1988.
- GOSS C. J. The kinetics and reaction mechanism of the goethite transformation. **Min. Magazine**, v. 51, n. 1, p. 437-451. 1987.
- MATSUMURA, M. S. Avaliação e estudo das emissões de metais pesados pela Barragem de Santarém (Samarco Mineração S. A.) no sistema hídrico da Região de Ouro Preto e Mariana. Um estudo da qualidade das águas. 1999. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.
- MATSUMURA, M. S. Dados não publicados. 1999a.
- MULLER, G.; ROESER, H. Jazidas de ferro no Brasil – Problemas de sua formação. Bases para o futuro. Brasília: CNPq, 1991. p. 249-259.
- NRIAGU, J. O. A history of global metal pollution. **Science**, v. 272, p. 223-224, 1990.
- PATERSON, E.; SWAFFIELD R. Influence of adsorbed anions on the dehydroxylation of synthetic goethite. **Journal of Thermal Analysis**, v. 18, p. 161-167, 1980.
- ROCCA, A. A. C. et al. Resíduos sólidos industriais CETESB. São Paulo. 2.ed. 233 p. 1993.
- VAN GEEN, A.; ROBERTSON, A. P.; LECKIE, J. O. Completion of carbonate species at the goethite surface: implications for adsorption of metal ions in natural waters. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 58, n. 9, p. 2073-2086, 1994.