

# Complexo Porto Sul Projeto Conceitual Preliminar Ilhéus/ Bahia



## Relatório Extraordinário Relatório Preliminar para Fornecimento de Rocha

Dezembro / 2011

## Sumário

<b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. VOLUMES NECESSÁRIOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3. RECURSOS DA PEDREIRA ANINGA DA CAROBEIRA .....</b>	<b>6</b>
<b>4. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DISPONÍVEIS.....</b>	<b>10</b>
4.1. União.....	12
4.2. Chame.....	15
4.3. Dois Irmãos (ferbrita) .....	18
4.4. Mineração Mirabela .....	21
4.5. São José .....	24
4.6. Serrapilheira.....	28
4.7. Sambaituba .....	31
4.8. Pedreira Iguape.....	35
4.9. Aldeia Velha .....	39
4.10. Fazenda do Mazão:.....	41
4.11. Fazenda do Sobral:.....	44
4.12. Pesque e Pague:.....	44
<b>5. FORNECIMENTO POR ÁREA .....</b>	<b>48</b>
5.1. Cenário 1 – Pedreira Aninga da Carobeira fornece 4.000.000 m3.....	48
5.2. Cenário 2 – Pedreira Aninga da Carobeira fornece 8.000.000 m3.....	49
5.3. Cenário 3 – Pedreira Aninga da Carobeira fornece 12.000.000 m3.....	50
<b>6. UTILIZAÇÃO DOS ACESSOS .....</b>	<b>51</b>
<b>7. CONCLUSÕES:.....</b>	<b>51</b>

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do empreendimento Porto Sul, protocolado junto ao IBAMA em agosto/2011, apresenta, em seu capítulo 5, a Caracterização do Empreendimento objeto de licenciamento ambiental prévio, enquanto a descrição da Pedreira Aninga da Carobeira, principal responsável pelo fornecimento de blocos e britas para a fase de construção do empreendimento, encontra-se apresentada nas páginas 5-77 a 5-94 do referido capítulo.

Com o intuito de se apresentar um maior detalhamento da atividade de fornecimento de blocos para a construção do quebra-mar e de britas em diversas granulometrias para as obras do Porto Sul, em complemento ao texto de Caracterização do Empreendimento supracitado, o empreendedor vem, por meio deste relatório, descrever os novos resultados da pesquisa mineral que vem sendo realizada na área da Pedreira Aninga da Carobeira, especificamente no que tange aos recursos disponíveis e à qualidade dos mesmos.

As demais atividades a serem desenvolvidas na área da Pedreira Aninga da Carobeira – Metodologia para Desenvolvimento e Lavra, Configuração Atual do Maciço, Acessos / Abertura e Manutenção, Decapeamento, Perfuração da Rocha, Plano de Fogo Básico, Carga e Transporte, Beneficiamento, Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental – já foram apresentadas na Caracterização do Empreendimento constante do EIA, não sendo objeto de reapresentação no presente documento.

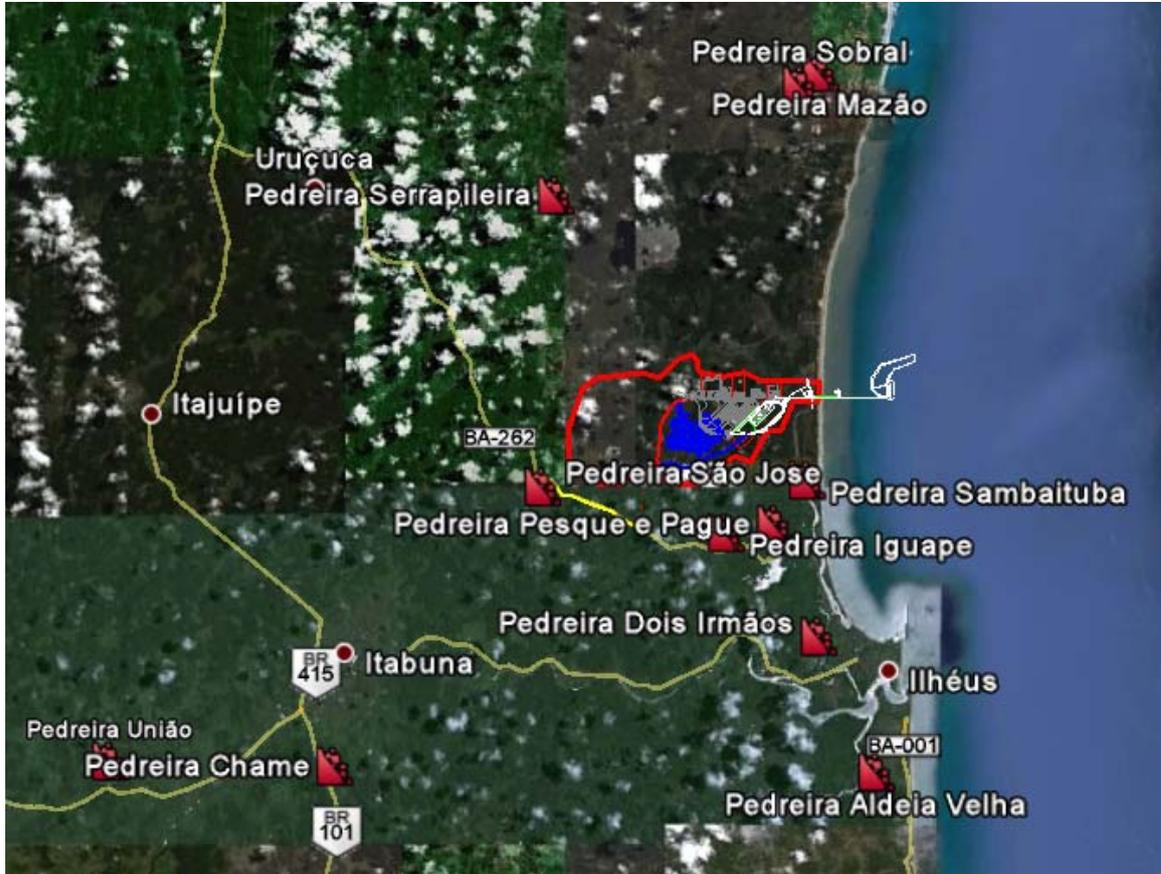
Considerando-se o fato da construção do Porto Sul contar, ainda, com o fornecimento complementar de blocos e britas advindos de outras pedreiras da região, devidamente licenciadas, cuja possibilidade foi apresentada no texto de Caracterização do Empreendimento constante do EIA, o presente documento objetiva ainda apresentar um breve estudo de fontes alternativas de material, o qual foi elaborado a partir de vistorias realizadas nas pedreiras localizadas nas proximidades do empreendimento, em um raio de aproximadamente 30 km.

A verificação da ocorrência mineral de material pétreo como sendo um dos atributos naturais da região vem corroborar com a definição da própria vocação minerária dos municípios ali inseridos.

Com isso, em um primeiro momento, foram identificadas dezenas de prováveis fontes de material e posteriormente selecionadas 12 alternativas de pedreiras existentes na região ou áreas potenciais para a instalação de pedreiras, sendo elas: Pedreira União, Chame, Dois Irmãos (Ferbrita), Mineração Mirabela (depósito de estéril), Fazenda São José, Fazenda Serrapilheira, Sambaituba, Iguape, Aldeia Velha, Fazenda Mazão, Fazenda Sobral e Pesque Pague.

A Figura 01 ilustra 11 alternativas de pedreiras identificadas na região e suas respectivas localizações em relação ao empreendimento Porto Sul. Devido à

escala do mapa apresentado, não está indicada a Mineração Mirabela por estar mais distante (raio de 30 km).



**Figura 01: - Localização de 11 fontes alternativas de material pétreo localizadas na região de Ilhéus**

Os seguintes critérios foram utilizados para classificar as melhores alternativas identificadas:

- Fase operacional em que se encontra a pedreira;
- Presença de rocha aflorante (em caso de não ser uma pedreira em operação);
- Presença de unidade de conservação;
- Distância em relação ao porto sul;
- Logística associada (estradas existentes);
- Fase em que se encontra a pedreira;
- Propriedade do Direito Minerário (DNPM).

Nesta fase dos estudos, ainda não está definido o volume proveniente de cada alternativa, pois, antes desta definição as seguintes atividades, sem se limitar a elas, terão que ser desenvolvidas:

- Negociação com o proprietário ou arrendatário da pedreira;
- Negociação com o superficiário;
- Negociação com o detentor do direito minerário,
- Obtenção, renovação ou ampliação da Licença Ambiental,
- Construção da Conformidade Legal com a legislação ambiental.

As características de cada alternativa são apresentadas no item 4 deste estudo.

## 2. VOLUMES NECESSÁRIOS

**Tabela 01 - Demanda Porto Sul – material rochoso**

BALANÇO DE MASSA DOS PRODUTOS DAS PEDREIRAS			DEMANDA TUP BAMIN	DEMANDA PORTO PÚBLICO
Brita - Concreto e Lastro	9%	1.435.545	333.500	902.000
Pedra de mão	3%	478.515	65.000	175.000
Pedras para Píer Temporário	2%	250.000	250.000	-
Avental - < 0,06t~0,3t	50%	8.028.309		
Núcleo inferior 0,06 t ~0,3 t	12%	1.834.308		
Subcamada fundação quebra-mar -0,3t ~1 t	1%	159.505		
Segunda subcamada - 1t~3t	3%	398.763		
Núcleo 0,3 t ~1 t	17%	2.631.833		
Armadura primária - 8 t ~12 t	3%	414.713		
Armadura posteriorr - 1 t ~7 t	2%	319.010	3.950.000	10.275.000
<b>Total Produção (m<sup>3</sup>)</b>			<b>4.598.500</b>	<b>11.352.000</b>
<b>Total Porto Sul (m<sup>3</sup>)</b>	<b>100%</b>	<b>15.950.500</b>	<b>15.950.500</b>	

### 3. RECURSOS DA PEDREIRA ANINGA DA CAROBEIRA

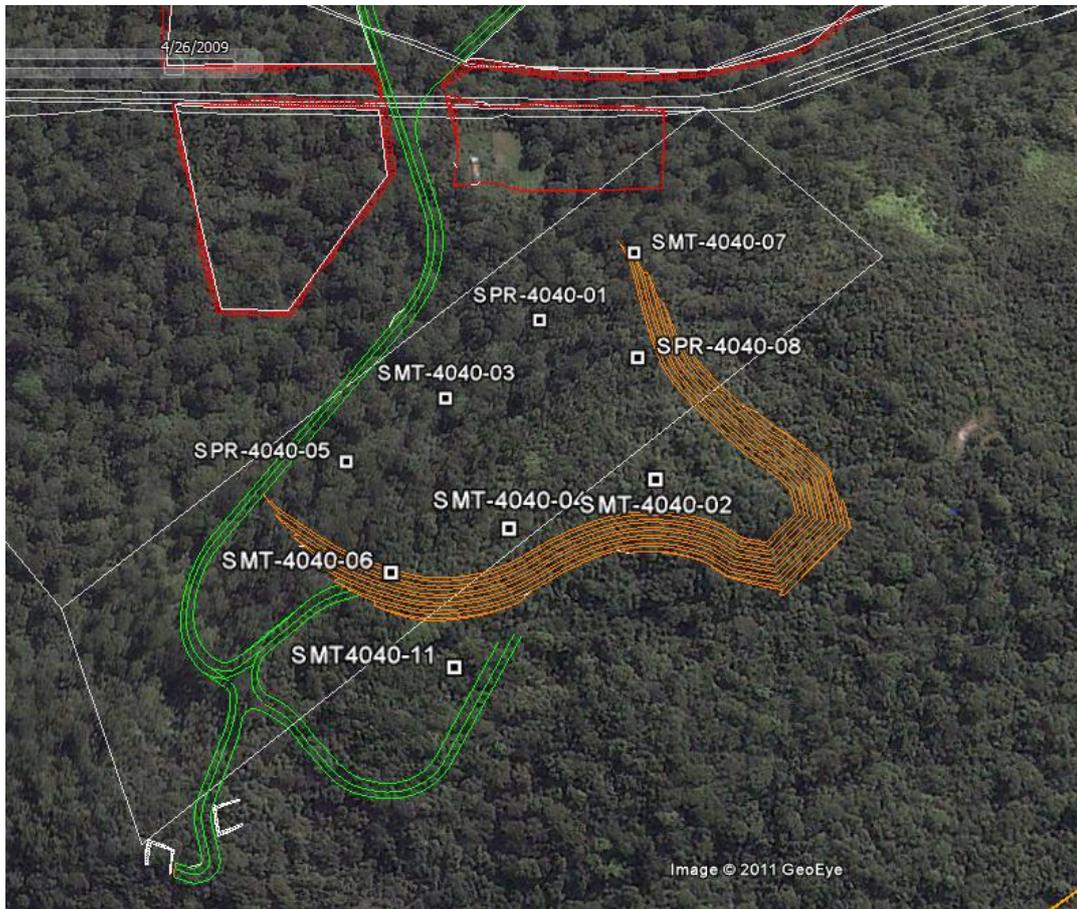
A pedra Aninga da Carobeira, localizada dentro da poligonal de desapropriação do empreendimento, deverá fornecer a maior parte do material necessário à construção do quebra-mar, bem como o volume de brita necessário à construção do TUP BAMIN e do Porto Público. A Figura 02 ilustra a posição da pedra Aninga da Carobeira em relação ao Empreendimento.



**Figura 02 – Posição da Pedreira Aninga da Carobeira em relação ao empreendimento**

A partir do projeto inicial de produção de aproximadamente 4 Mm<sup>3</sup>, foram realizadas sondagens que propiciaram o entendimento da geologia da pedra, do quantitativo de estéril a ser removido e depositado e de sua caracterização mineralógica e tecnológica a partir de dados laboratoriais.

Foram executadas 5 sondagens rotativas a diamante profundas, além de 3 sondagens por lavagem essas com a intenção apenas de determinar a espessura do material estéril. Os perfis de sondagem encontram-se no anexo I. As sondagens rotativas variaram entre 40 e 100m de profundidade, permitindo a compreensão das variações laterais e em profundidade da jazida. De uma maneira geral, as rochas apresentam-se fraturadas, mesmo em profundidade, o que indica que dificilmente será possível extrair blocos de mais de 1t. Assim, toda a produção da pedra Aninga da Carobeira será considerada apta para granulometrias iguais ou inferiores a essa. Por outro lado, esse faturamento também sugere que as necessidades de cominuição do material serão reduzidas, implicando em menor gasto energético e em equipamentos para a produção de brita. A figura 03 apresenta a localização das sondagens realizadas em relação aos limites projetados da lavra para a pedra Aninga da Carobeira.



**Figura 03 – Posicionamento das sondagens realizadas em relação à lavra prevista para a pedreira Aninga da Carobeira (projeto de 4 Mm3)**

A rocha foi identificada a partir da elaboração de lâminas de seção delgada, sendo classificada como um milonito metamórfico, gerado a partir de protólitos de rochas ígneas máficas ou intermediárias. Mais seções estão sendo elaboradas para uma melhor caracterização mineralógica da jazida.

A partir de amostras selecionadas, foram realizados ensaios laboratoriais que permitiram a caracterização tecnológica das rochas dessa pedreira (Anexo 4). Esses resultados apresentaram-se consistentes com os requisitos técnicos para sua utilização em todos os usos previstos.

As sondagens realizadas indicaram uma espessura de estéril média de 11,46 m, superior àquela inicialmente prevista (aproximadamente 4 m). Desse modo, a relação estéril minério deve situar-se em aproximadamente 0,20 ao invés de 0,09 previstos antes das sondagens. As sondagens revelaram que a maior parte do material estéril é de sedimento areno-argiloso, com características de material de primeira categoria, permitindo seu uso nos aterros que serão necessários à construção das estruturas civis do Porto Sul, não havendo a necessidade de aumento de áreas de disposição de material estéril.

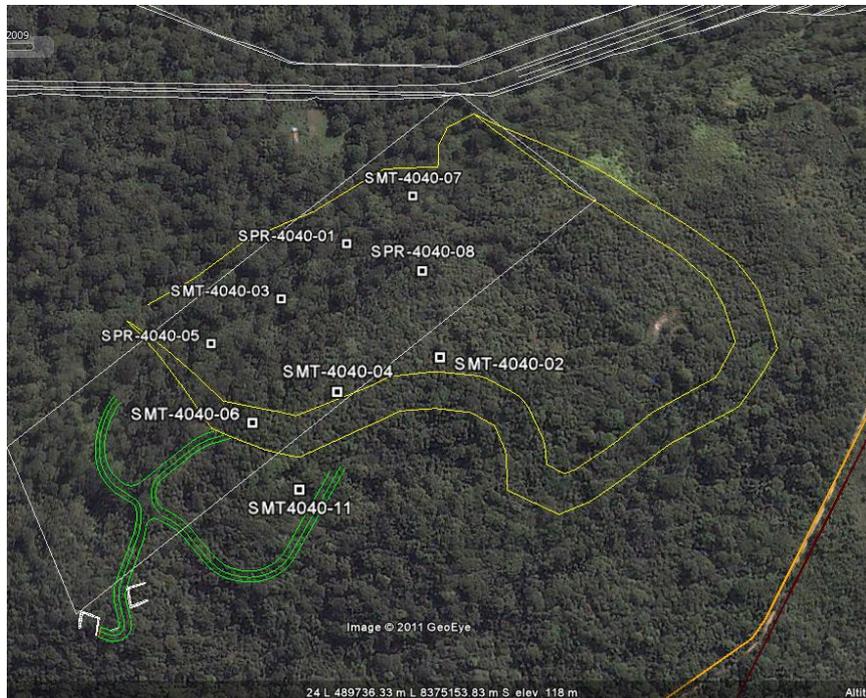
Tendo em vista todos os resultados encontrados pela pesquisa mineral, decidiu-se elaborar novo projeto conceitual para a pedreira Aninga da Carobeira, que maximizasse seu potencial de fornecimento de rochas para o Porto Sul,

minimizando desse modo a necessidade de transporte de rocha externa ao empreendimento. Assim, foi projetada uma cava ampliada que permita a produção de aproximadamente 12 milhões de metros cúbicos de rochas para os diversos usos no empreendimento.

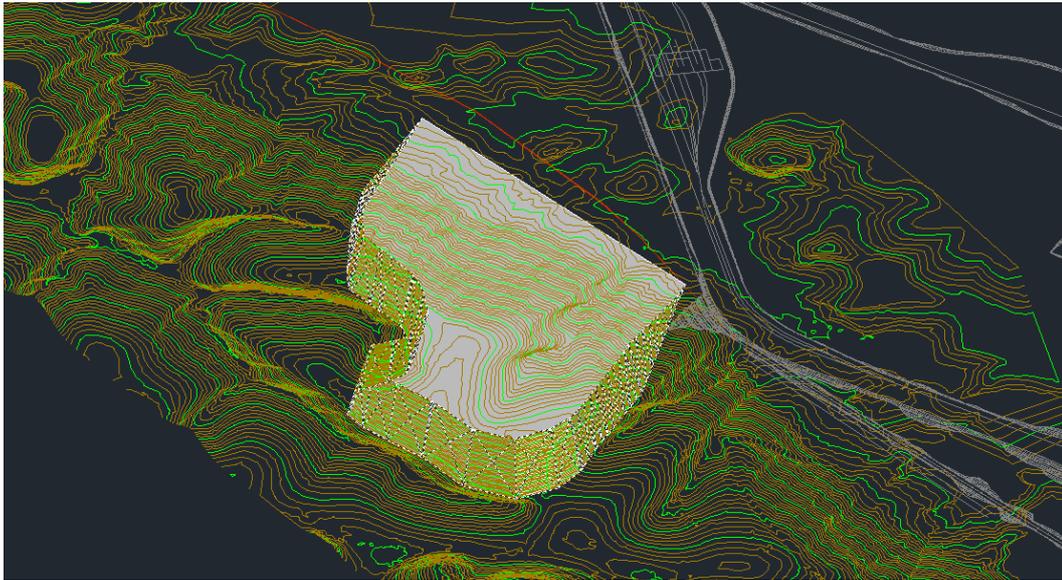
Para a seleção da ampliação da Pedreira Aninga da Carobeira foram considerados:

- Mapeamento geológico de campo nas áreas adjacentes à lavra inicial, no qual foram registrados alguns afloramentos isolados de rocha;
- Manutenção de área de lavra dentro de título de direito minerário da Bamin ou de suas subsidiárias;
- Ampliação em área contígua à inicialmente projetada para aproveitar o conhecimento geológico existente;
- Evitar interferências com floresta ombrófila em estágio médio ou avançado de regeneração;
- Minimizar interferências com floresta ombrófila em estágio inicial de regeneração;
- Manutenção do afastamento de comunidades e residências, para evitar problemas com ruídos e vibrações
- Minimização de interferências com drenagens.

Dessa forma, foi selecionado o projeto que melhor atendesse aos requisitos supracitados e cuja projeção de lavra final podem ser vistas nas Figuras 04 e 05.



**Figura 04 – Limites da lavra da Pedreira Aninga da Carobeira – Projeto de 12 M m3**



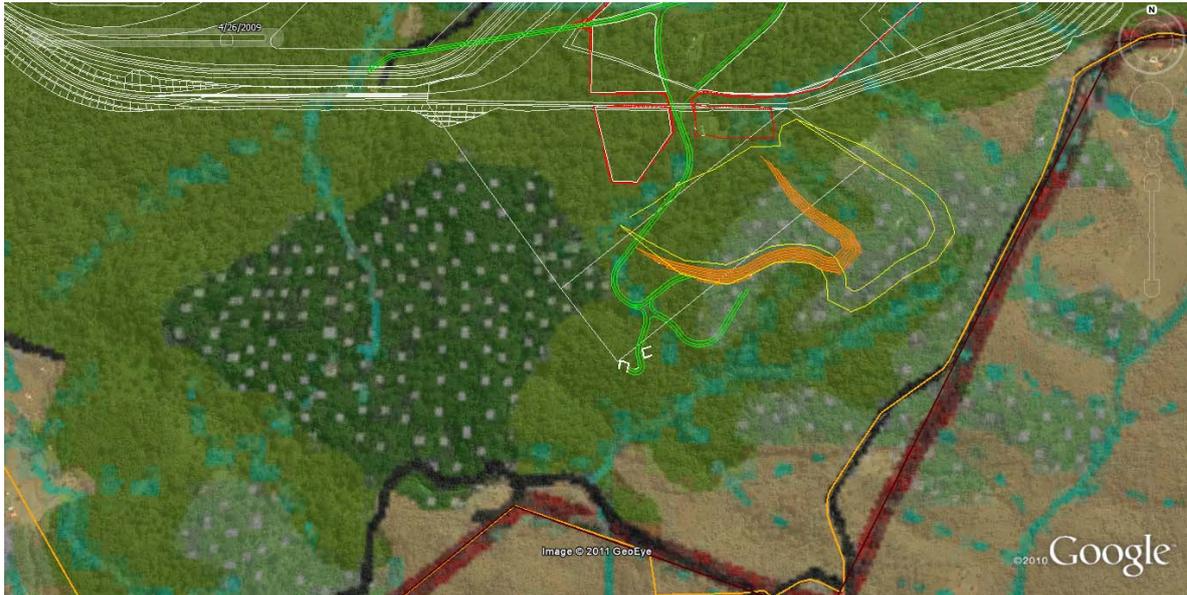
**Figura 05 – Limites da lavra da Pedreira Aninga da Carobeira e sua relação com a topografia da área**

A definição de um volume de lavra de maior implica no aumento da área ocupada e dos volumes de movimentação e de estéril. Para esse projeto as principais dimensões são:

- Volume a ser produzido: 11.752.352,06 m<sup>3</sup>, aproximadamente 11,7 Mm<sup>3</sup>
- Volume de material estéril: 2.734.490,93m<sup>3</sup>, aproximadamente 2,7 Mm<sup>3</sup>
- Volume total a ser movimentado: 14.486.842,99 m<sup>3</sup>, aproximadamente 14,4 Mm<sup>3</sup>
- Área ocupada pela lavra: 238.658,05 m<sup>2</sup>, aproximadamente 23,7 Ha

As demais atividades a serem desenvolvidas na área da Pedreira Aninga da Carobeira – Metodologia para Desenvolvimento e Lavra, Configuração Atual do Maciço, Acessos / Abertura e Manutenção, Decapeamento, Perfuração da Rocha, Plano de Fogo Básico, Carga e Transporte, Beneficiamento, Sistemas de Controle da Qualidade Ambiental – já foram apresentadas na Caracterização do Empreendimento constante do EIA, não sendo objeto de reapresentação no presente documento.

A ampliação do projeto permitiu que se evitasse completamente quaisquer interferências com a mancha de floresta ombrófila em estágio médio de regeneração identificada nos estudos. Tanto na lavra de 4 Mm<sup>3</sup> quanto na de 12 Mm<sup>3</sup> aproximadamente metade da área de intervenção da lavra deverá dar-se em floresta ombrófila em estágio inicial de regeneração e o restante em área de cabruca. A supressão vegetal devido à lavra deverá dar-se em aproximadamente 23,7 Ha, em um incremento de cerca de 12 Ha em relação à cava de 4 Mm<sup>3</sup>. Esse incremento é considerado adequado tendo em vista que o volume a ser produzido é praticamente o triplo daquele previsto anteriormente.



**Figura 06 – Lavra e demais estruturas da pedra Aninga da Carobeira (lavras de 4 e 12 Mm<sup>3</sup>). Floresta ombrófila em estágio médio de regeneração = verde escuro pontilhado. Floresta ombrófila em estágio inicial de regeneração = verde claro pontilhado. Cabruca = verde contínuo. Área antropizada: ocre.**

#### 4. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DISPONÍVEIS

Foram analisadas 12 alternativas de jazidas de rocha no entorno do Empreendimento do Porto Sul, compreendendo pedreiras já instaladas e áreas potenciais para instalação de pedreiras.

Como resultado das consultas realizadas junto aos proprietários, foi obtido cópia das Licenças Ambientais, quando disponíveis, as quais estão apresentadas com anexo a este estudo.

Com os critérios já descritos no item 1.0 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS, essas áreas foram classificadas nos seguintes três grupos:

- PEDREIRAS COM LICENÇA AMBIENTAL:
  - ✓ União
  - ✓ Chame
  - ✓ Dois Irmãos (Ferbrita)
  - ✓ Mineração Mirabela

- PEDREIRAS EM LICENCIAMENTO:
  - ✓ Fazenda São José
  - ✓ Fazenda Serapilheira
  
- PEDREIRAS A LICENCIAR:
  - ✓ Sambaituba
  - ✓ Iguape
  
- PEDREIRAS DESCARTADAS:
  - ✓ Aldeia Velha
  - ✓ Fazenda do Mazão
  - ✓ Fazenda do Sobral
  - ✓ Pesque e Pague

#### **PEDREIRAS COM LICENÇA AMBIENTAL**

Dentre as pedreiras levantadas, três detêm licenças ambientais devidamente aprovadas, que juntas apresentam um volume total licenciado de exploração de 1.600.000 m<sup>3</sup> de rocha.

Além destas, a Mineração Mirabela, empreendimento implantado e em operação no Município de Itagibá – BA, já tem em sua pilha de estéril 30.000.000 m<sup>3</sup> de rocha em granulometria adequada para a construção do Quebra-mar. Este volume poderá ser negociado, se necessário.

A Tabela 02 expressa o volume de exploração anual licenciado e o volume explorável em 48 (quarenta e oito) meses de material rochoso para cada pedreira licenciada levantadas neste relatório técnico.

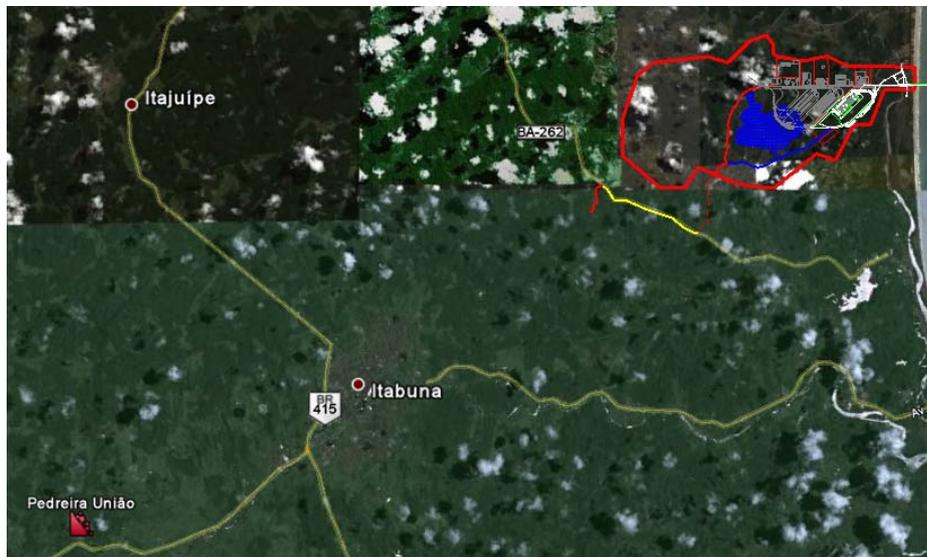
**Tabela 02 – Volumes Licenciados**

PEDREIRA	VOLUME LICENCIADO (m3/ANO)	VOLUME EM 48 MESES (M3)
União	250.000	1.000.000
Chame	75.000	300.000
Dois Irmãos	75.000	300.000
<b>TOTAIS</b>	<b>400.000</b>	<b>1.600.000</b>

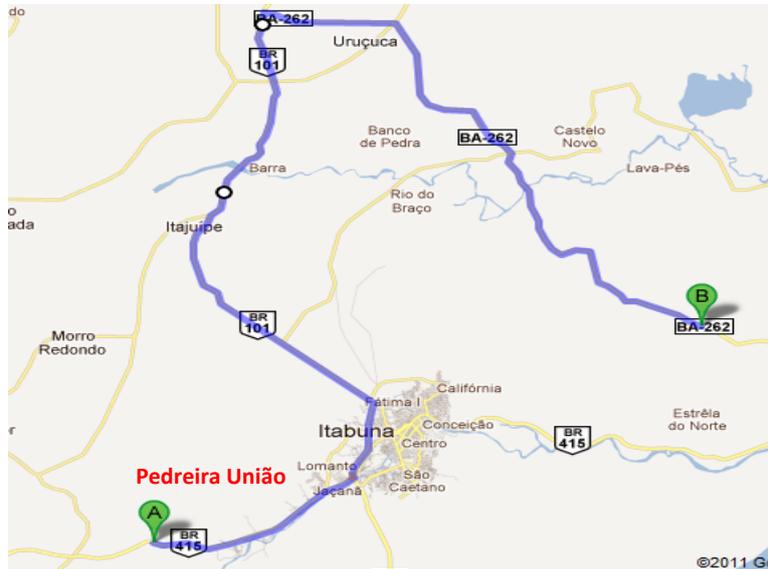
A seguir estão descritas as características de cada área:

#### 4.1. União

- Localização: Rodovia Itabuna – Itapé, BR 415 S/N km 35, Fazenda Bom Jardim, Itabuna – BA (Figura 1 e 2).



**Figura 07 – Localização da pedreira União em relação ao Porto Sul**



**Figura 08 – Acessos da pedra União ao Porto Sul**

- Acessos: BA 415 – 11 km, BA 101 – 33 km, BA 262 – 32 km, Estrada do Itariri – 9 Km. Total de 85 km.
- Licença: Licença Ambiental Simplificada da Prefeitura Municipal de Itabuna Nº 008/2009 com vencimento em 17/06/2012 (Anexo 1).
- DNPM:
  - Processo 871.004/1985
  - Titular: Pedreira União Ltda.
  - Município: Itabuna
  - Área: 50 ha.
  - Substância: Granulito.
  - Fase: Licenciada.
- Características do material: Produz atualmente brita de diversas granulometrias e pode produzir blocos de grandes dimensões (10 t)

- Fotos:



#### 4.2. Chame

- Localização – Rodovia BR 101 km 512, Fazenda Thayla Chame, Itabuna, BA (Figura 3 e 4).



Figura 09 – Localização da pedreira Chame em relação ao Porto Sul

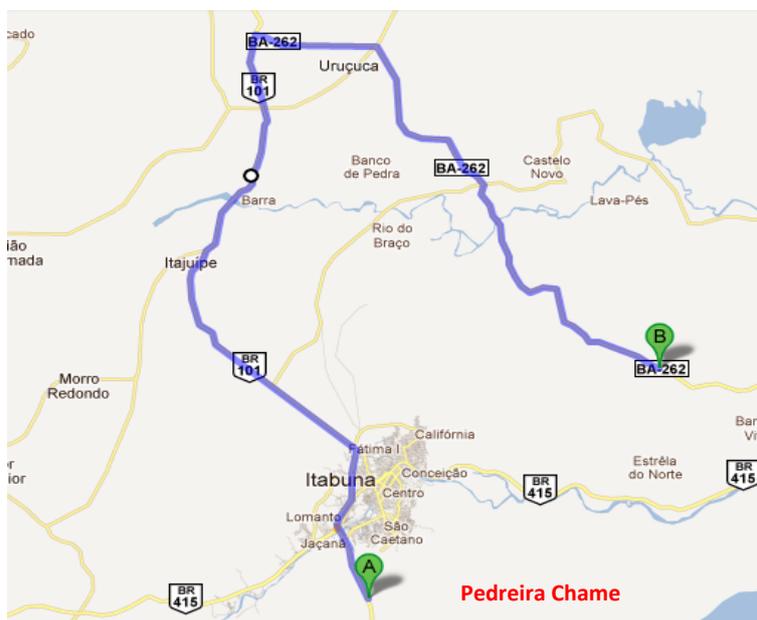


Figura 10 - Acessos da pedreira Chame ao Porto Sul

- Acessos: BA 101 – 37 km, BA 262 – 32 km, Estrada do Itariri – 9 km. Total de 78 km.
- Licença – Licença Ambiental Simplificada da Prefeitura Municipal de Itabuna Nº 010/2008 com vencimento em 17/12/2011(Anexo 2).
- DNPM:
  - Processo 871.034/2008
  - Titular: Chame Pedreira Ltda.
  - Município: Itabuna
  - Área: 15 ha.
  - Substância: Granito.
  - Fase: Licenciada.
- Características do material: Brita e blocos de grandes dimensões.

- Fotos



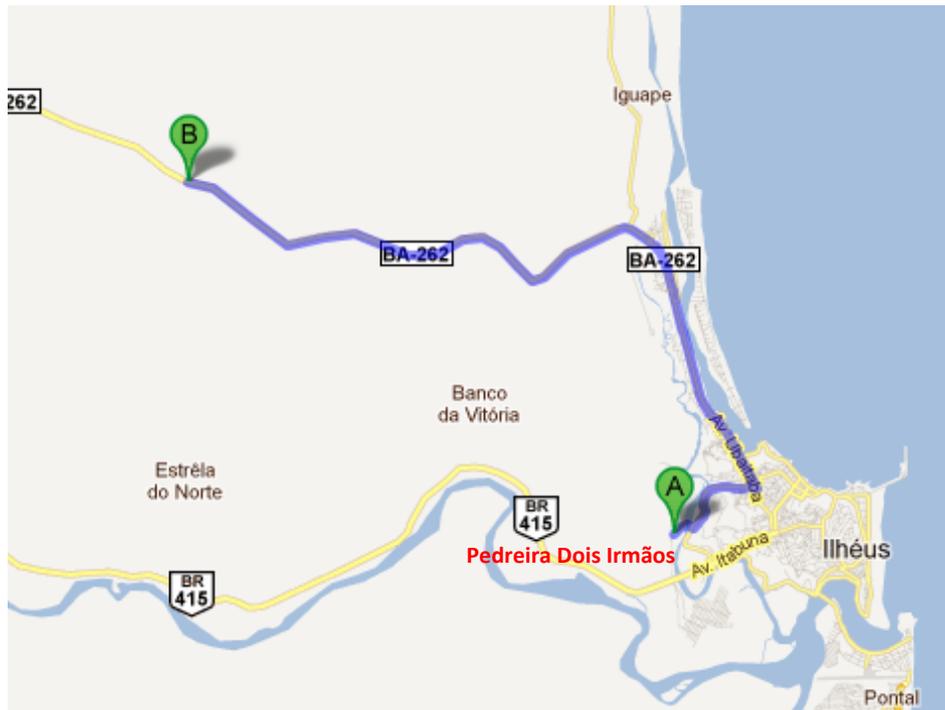
#### 4.3. Dois Irmãos (Ferbrita)

Trata-se da pedreira de maior porte na região de Ilhéus e encontra-se em atividade. A rocha exposta na pedreira é de composição gnáissica, mostrando médio grau de fraturamento. Exibem intensa deformação e migmatização com neossomas /paleossomas ora máficos, ora félsicos.

- Localização – Antiga Rodovia Ilhéus Itabuna, km 5, Ilhéus – BA.



Figura 11 - Localização da pedreira Dois Irmãos em relação ao Porto Sul



**Figura 12 - Acessos da pedra Dois Irmãos ao Porto Sul**

- Acessos: Área Urbana de Ilhéus (Iguape) – 5 km, BA-262 - 11 km Estrada do Itariri - 9 km. Total de 25 km.
- Licença – Licença Ambiental Nº 013/2008 da Prefeitura Municipal de Ilhéus, com vencimento em abril/2011 e renovada até abril/2012. Em 25/11/11, foi realizada Audiência Pública para novo licenciamento da pedra, junto a SEMA e COMDEMA de Ilhéus – BA (Anexo 3).
- DNPM: A Pedreira Dois Irmãos envolve dois processos DNPM cujo titular é Pedreira Dois Irmãos Ltda.
  - Processo 870.575/1979
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 27,23 há.
    - Substância: Gnaise.
    - Fase: Licenciada.
  - Processo 870.125/2000
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 19,17 há.
    - Substância: Gnaise.
    - Fase: Requerimento de Lavra, protocolizado em 28/03/02. Retificação da aprovação do Relatório Final em 10/07/09.
- Características do material: Brita e blocos de grandes dimensões.

- Fotos



#### 4.4. Mineração Mirabela

A Mirabela Mineração do Brasil é uma empresa brasileira, subsidiária da australiana Mirabela Nickel, e o seu produto é o Concentrado de Níquel. O empreendimento compreende a operação de uma mina a céu aberto, uma usina de concentração via flotação (britagem - moagem - flotação - espessamento - filtragem) para o processamento do minério. O minério lavrado na mina, que será utilizado nas operações da Planta de Beneficiamento, é estocado nas áreas destinadas às pilhas de Run of Mine – ROM.

O material estéril (sem valor econômico mineral) oriundo do decapeamento e do processo de abertura da cava é utilizado na formação da pilha de estéril e como brita e blocos para a construção civil.

Este material já foi analisado pelo laboratório do IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica) e demonstrou ser apto para a construção do quebra-mar para o Porto Sul (Anexo 4).

- Localização: Fazenda Santa Rita, s/n Zona Rural, Itagibá/BA, a 8 km de Ipiaú e 140 km de Ilhéus.



Figura 13 - Localização da Mineração Mirabela em relação ao Porto Sul



**Figura 14 - Acessos da Mineração Mirabela ao Porto Sul**

- Acessos: BA-130 – 6 km, BR-330 - 47 km, BR-101 – 53 km, BA-262 - 32 km, Estrada do Itariri – 9 km. Total de 147 km.
- Licença. A Mineração Mirabela obteve a Licença de Operação em 2009. Exporta o Concentrado de Níquel pelo Porto do Malhado em Ilhéus e seu transporte é feito por caminhões em boa parte do acesso descrito acima. Está previsto para janeiro/2012 a obtenção do Adendo da Licença Ambiental junto ao INEMA e do Adendo da Concessão de Lavra junto ao DNPM, para a comercialização do estéril.
- Potencial de produção: Já possui um estoque de 30.000.000 m<sup>3</sup> de material estéril, constituído de rocha em diversas granulometrias, inclusive blocos de grandes dimensões.
- Características do material. Além de finos, toda a granulometria necessária a construção do Quebra-mar do Porto Sul.

- Foto



**PEDREIRAS EM LICENCIAMENTO:**

Entre as pedreiras com condições necessárias a atender as demandas de material rochoso para as obras do Porto Sul, duas se encontram em processo de licenciamento ambiental.

Estas pedreiras apresentam um volume total em licenciamento de 6.000.000 m<sup>3</sup> de rocha. A Tabela 03 expressa o volume anual a ser licenciado e o volume explorável em 48 (quarenta e oito) meses de material rochoso para cada pedreira.

**Tabela 03 – Volumes em Licenciamento**

<b>PEDREIRA</b>	<b>VOLUME A SER LICENCIADO (m<sup>3</sup>/ANO)</b>	<b>VOLUME EM 48 MESES (M<sup>3</sup>)</b>
São José	1.000.000	2.000.000*
Serrapilheira	1.000.000	4.000.000
<b>TOTAIS</b>	<b>2.000.000</b>	<b>6.000.000</b>

\* Volume da total da Jazida

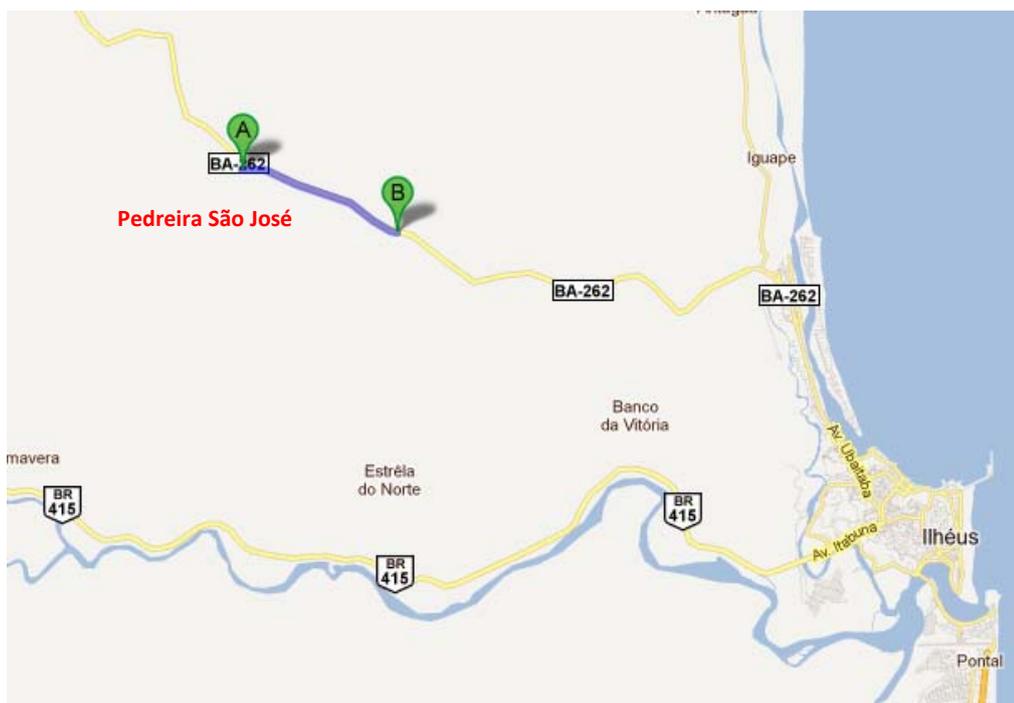
#### 4.5. São José

Trata-se de área com grandes afloramentos de rochas, direito minerário da Bamin (Eire Mineração) sondagens e análises laboratoriais já executadas. Anexo 5.

- Localização: Fazenda São José, a 2 km do km 19 da BA 262 no sentido Ilhéus – Uruçuca



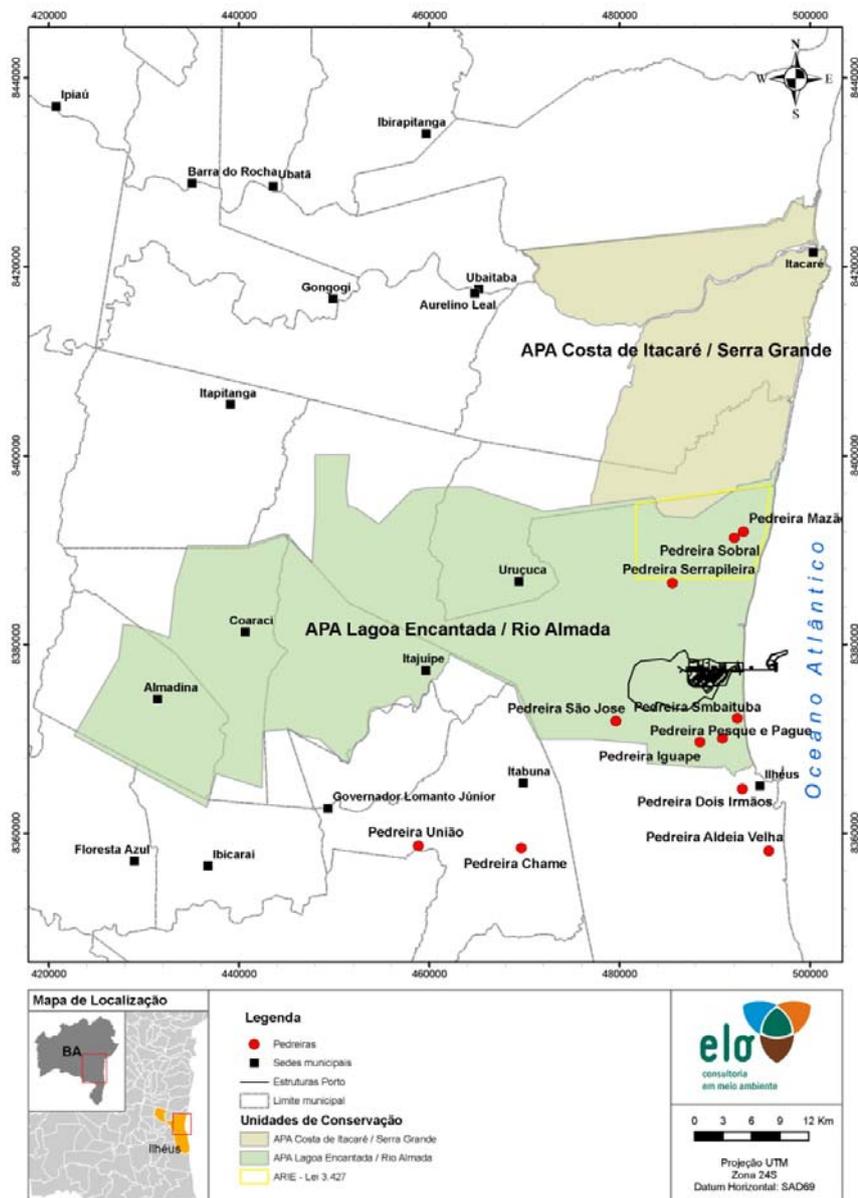
**Figura 15 - Localização da pedreira São José em relação ao Porto Sul**



**Figura 16 - Acessos da Pedreira São José ao Porto Sul**

- Acessos: Acesso em terra - 2 km, BA 262 – 5 Km, Estrada do Itariri – 9 km. Total de 16 km.
- Licença: A licenciar para a produção de 1.000.000 m3/ano
- DNPM
  - Processo: 873164/2008
    - Titular: Eire Mineração Ltda.
    - Município: Ilhéus
    - Área: 50 ha.
    - Substância: Minério de Ferro.
    - Fase: Autorização de Pesquisa/Comunicação de Ocorrência de outra substancia em 17/08/2011.
- Características do material: Brita e blocos de grandes dimensões.
- Unidade de Conservação:

Verificou-se a inserção da Pedreira São José sobre a Área de Preservação Ambiental (APA) da Lagoa Encantada e do Rio Almada, unidade de conservação de uso sustentável, em área cujo Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) ainda não foi estabelecido pelo comitê gestor da referida UC. A *Figura XX* ilustra a delimitação da referida APA e a localização da Pedreira São José.



**Figura 17**

**Localização das Pedreiras em Relação às Unidades de Conservação APA da Lagoa Encantada e do Rio Almada, APA Costa de Itacaré/Serra Grande e ARIE Corredor Ecológico Lagoa Encantada / Serra do Condurú.**

- Fotos



#### 4.6. Serrapilheira

Trata-se de área avaliada com facilidade de desenvolvimento de pedreira de grande porte, devido à ocorrência de rocha aflorante, fisiografia do maciço e da área de entorno.

- Localização: Fazenda Serrapilheira



Figura – 18 – Localização da pedreira Serrapilheira em relação ao Porto Sul



Figura 19 - Acessos da pedreira Serrapilheira ao Porto Sul

- Acessos: Acesso em terra – 20 km, BA-262 – 16 km, Estrada do Itariri – 9 km. Total de 45 km.
- Licença: A licenciar para a produção de 1.000.000 m<sup>3</sup>/ano
- DNPM: Insere-se em 6 processos de titularidade de Newton Leal Bezerra, localizados no Município de Ilhéus. Todos os seis processos têm área de 49,06 ha para a substância diorito e estão em fase de Autorização de Pesquisa. Os seis processos são: - 871.126/2009; 871.127/2009; 871.128/2009; 871.129/2009; 871.130/2009 e 871.131/2009. Esses processos marcaram prioridade para este titular no ano de 2009, quando foram protocolizados os Requerimentos de Pesquisa.
- Características do material: Brita e blocos de grandes dimensões.
- Unidades de Conservação:

A Figura 17 apresentada anteriormente ilustra a inserção da Pedreira Serrapilheira sobre a Área de Preservação Ambiental (APA) da Lagoa Encantada e do Rio Almada, unidade de conservação de uso sustentável, em área cujo Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) ainda não foi estabelecido pelo comitê gestor da referida UC.

- Fotos:



#### **PEDREIRAS A LICENCIAR:**

Entre as pedreiras com condições necessárias a atender as demandas de material rochoso para as obras do Porto Sul, duas ainda serão licenciadas para uma capacidade de produção de 6.000.000 m<sup>3</sup> de rocha. A Tabela 04 expressa o volume anual a ser licenciado e o volume explorável em 48 (quarenta e oito) meses de material rochoso para cada pedreira.

**Tabela 04 – Volumes em Licenciamento**

PEDREIRA	VOLUME A SER LICENCIADO (m <sup>3</sup> /ANO)	VOLUME EM 48 MESES (M <sup>3</sup> )
Sambaituba	1.000.000	2.000.000*
Iguape	1.000.000	4.000.000
<b>TOTAIS</b>	<b>2.000.000</b>	<b>6.000.000</b>

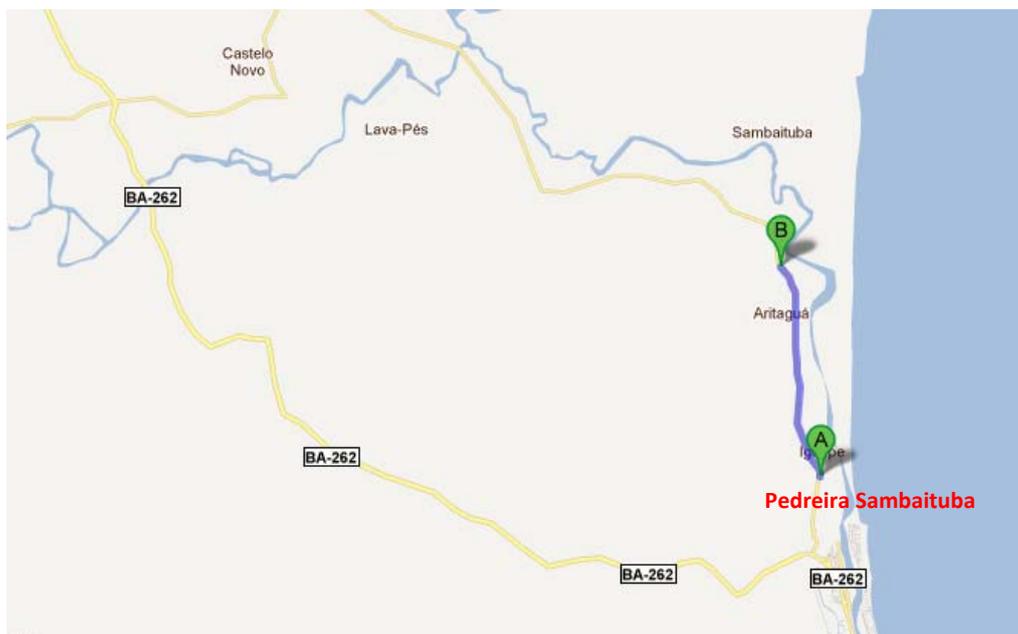
#### 4.7. Sambaituba

A pedreira foi desenvolvida às margens do Rio Almada e exibe paredões de rocha migmatítica.

- Localização: Rodovia Centenária, a 6 km da retroárea.



**Figura – 20 – Localização da pedreira Sambaituba em relação ao Porto Sul**



**Figura 21 - Acessos da Pedreira Sambaituba ao Porto Sul**

- Acessos: Rodovia Centenária – 6 km. Total 6 km.
- Licença: A licenciar para a produção de 1.000.000 m<sup>3</sup>/ano
- DNPM: A Pedreira de Sambaituba envolve três processos DNPM que possuem as seguintes características:
  - Processo 870.581/2003
    - Titular: Pedreira Dois Irmãos Ltda.
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 49,50 ha.
    - Substância: Granulito.
    - Fase: Requerimento de Lavra. O Relatório Final de Pesquisa foi aprovado com redução de área.
  - Processo 870.873/2009
    - Titular: Hereimac Ind. Comércio e Serviços de Resíduos Siderúrgicos Ltda.
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 42,53 ha.
    - Substância: Granulito.
    - Fase: Autorização de Pesquisa com vencimento em 26/08/2011. O Relatório Final de Pesquisa positivo foi apresentado em 26/11/09.

– Processo 870.874/2009

Titular: Hereimac Ind., Comércio e Serviços de Resíduos Siderúrgicos Ltda.

Município: Ilhéus.

Área: 47,49 ha.

Substância: Granulito.

Fase: Autorização de Pesquisa com vencimento em 26/08/2011. O Relatório Final de Pesquisa positivo foi apresentado em 26/11/09.

- Características do material: Brita e blocos de menores dimensões.
- Características do material: Brita e blocos de menores dimensões.
- Unidade de Conservação:

Conforme ilustrado pela Figura 17 apresentada anteriormente, verificou-se a inserção da Pedreira Sambaituba sobre a Área de Preservação Ambiental (APA) da Lagoa Encantada e do Rio Almada, em área cujo Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) ainda não foi estabelecido pelo comitê gestor da referida UC.

- Fotos



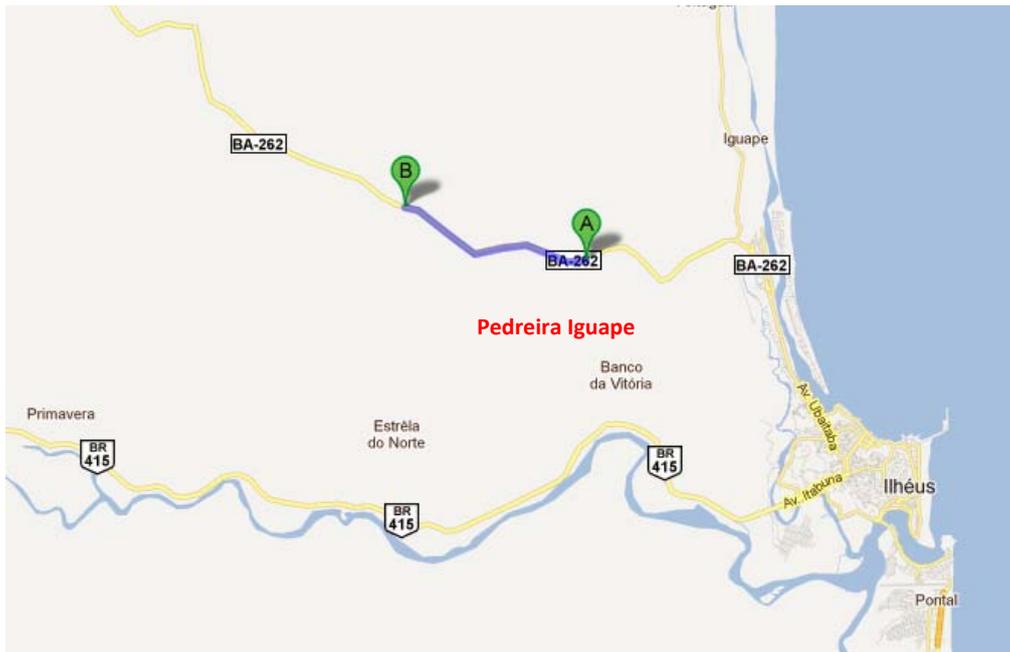
#### 4.8. Pedreira Iguape

A área possui unidade de exploração de rocha para produção de brita e ao seu redor a vegetação da área de exploração (diretamente afetada) é do tipo exótica formada por zonas agroflorestais adensadas para produção de cacau e eucalipto. O corpo hídrico mais próximo encontra-se a aproximadamente 600 metros do local. Nas áreas com disposição de estéril não foi evidenciado pontos com erosão. A área mapeada exhibe diversos afloramentos de rochas com boa qualidade e apresenta bons aspectos fisiográficos (relevo, hidrografia, vegetação, infraestrutura etc.) para o desenvolvimento das atividades de lavra.

- Localização: Fazenda Nova Aurora, km 10 da BA 262 no sentido Ilhéus – Uruçuca.



Figura – 22 – Localização da pedreira Iguape em relação ao Porto Sul



**Figura 23 - Acessos da pedreira Iguape ao Porto Sul**

- Acessos: BA 262 – 5 km Estrada do Itariri – 9 km. Total de 14 km.
- Licença: A licenciar para a produção de 1.000.000 m<sup>3</sup>/ano
- DNPM: A pedreira Iguape se refere ao processo DNPM 870.854/2003, que tem por titular a Pedreira Iguape Ltda. No entanto, devido ao grande porte das atividades requeridas para o fornecimento pleno da matéria prima demandada na construção das instalações do porto, a área de interesse do Porto Sul é mais ampla e envolve, além deste, mais 3 processos DNPM de titularidade de terceiros.
  - Processo 870.854/2003
    - Titular: Pedreira Iguape Ltda.
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 3,01 ha.
    - Substância: Gnaisse.
    - Fase: Disponibilidade.
  - Processo 871.335/2004
    - Titular: Pedreira Dois Irmãos Ltda.
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 25,14 ha.
    - Substância: Gnaisse.
    - Fase: Disponibilidade (publicada em 04/05/2010).
  - Processo 873.601/2005
    - Titular: Pedreira Iguape Ltda.

Município: Ilhéus.  
Área: 3,76 ha.  
Substância: Granito.  
Fase: Disponibilidade

– Processo 301.141/2009

Titular: Não há – trata-se da área remanescente do processo anterior.

Município: Ilhéus.

Área: 470,39 ha.

Substância: Granito.

Fase: Disponibilidade.

- Características do material: Brita e blocos de grandes dimensões.

- Fotos:



**PEDREIRAS DESCARTADAS:**

**4.9. Aldeia Velha**

- Localização: As margens da BR-251, 9 km ao sul de Ilhéus.



**Figura – 24 – Localização da pedreira Aldeia Velha em relação ao Porto Sul**

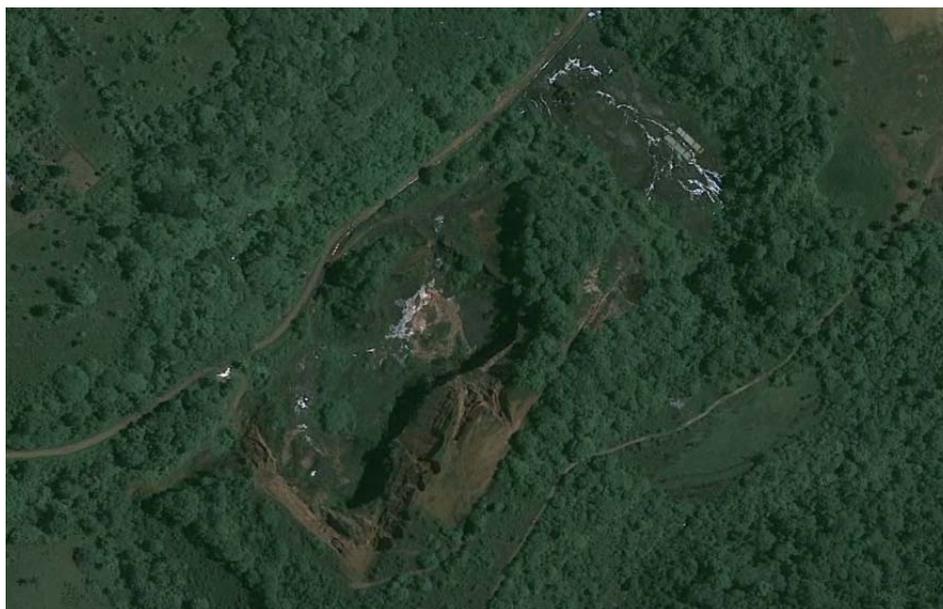


**Figura 25 - Acessos da pedreira Aldeia Velha ao Porto Sul**

- Acessos: BR-251 - 7 km, Área urbana de Ilhéus - 10 km, Estrada Centenária – 8 km. Total 25 km.

Outra opção de acesso é utilizar a BA-001 a partir de Ilhéus e seguir até o PEP. A distância é praticamente a mesma.

- Licença: Não dispõe.
- DNPM: Disponível
- Características do material: Brita e blocos de menores dimensões.
- Fotos:



- Motivo do descarte da alternativa:

Por não ter licença e pelo acesso ao Porto Sul passando pela área urbana de Ilhéus.

#### 4.10. Fazenda do Mazão:

- Localização: A 6 km da BA-001, por estrada de terra e 16 km ao norte da retroárea pela BA-001.



Figura – 26 – Localização da pedreira Mazão em relação ao Porto Sul

- Acessos: Acesso em terra – 6 km, BA-001 – 16 km. Total – 22 km
- Licença: Não Dispõe.
- DNPM: Devido a necessidade de áreas relativamente extensas para disposição de estéreis e infraestrutura da pedreira (edificações, oficinas, refeitório, almoxarifados, pátios, paióis etc.), está considerada uma área que envolve 4 processos DNPM de titularidade da Eire Mineração Ltda., quais sejam:
  - Processo 873181/2008
 

Município:	Ilhéus
Área:	1.932,37 ha
Substância:	Minério de Ferro
Fase:	Autorização de Pesquisa, com data para apresentação do Relatório Final de Pesquisa em 03/10/2011.
Histórico:	Foi comunicada ao DNPM a existência de outra substância mineral (Granulito) em 29/10/2009.

- Processo 873184/2008  
Município: Ilhéus  
Área: 1.994,21 ha  
Substância: Minério de Ferro.  
Fase: Autorização de Pesquisa, com data para apresentação do Relatório Final de Pesquisa em 28/10/2011.  
Histórico: Não foi feito até o momento comunicado da existência de outra substância mineral.
  
- Processo 873.167/2008  
Município: Ilhéus  
Área: 1.043,15 ha  
Substância: Minério de Ferro  
Fase: Autorização de Pesquisa, com data para apresentação do Relatório Final de Pesquisa em 03/10/2011.  
Histórico: Igualmente, não foi feito até o momento comunicado da existência de outra substância mineral de interesse.
  
- Processo 873.177/2008  
Município: Ilhéus  
Área: 1.998,81 ha  
Substância: Minério de Ferro  
Fase: Autorização de Pesquisa, com data para apresentação do Relatório Final de Pesquisa em 03/10/2011.
  
- Características do material: Grande geração de estéril em função da cobertura de solo, podendo produzir brita e blocos de grandes dimensões.

- Fotos:



- Motivo do descarte da alternativa: Área está incluída na Lei 3.427 de 15/09/09 da Prefeitura Municipal de Ilhéus, que criou a Área de Relevante Interesse Ecológico, dentro da qual ficou proibido a supressão vegetal e as atividades de extração mineral.

#### 4.11. Fazenda do Sobral:

- Localização: Distante 1,5 km da Fazenda do Mazão, utilizando-se do mesmo acesso.
- Licença: Não dispõe.
- DNPM: Mesmos processos da Fazenda Mazão.
- Características do material: Grande geração de estéril em função da cobertura de solo, podendo produzir brita e blocos de grandes dimensões.
- Fotos:



- Motivo do descarte da alternativa: Mesmo motivo da Fazenda do Mazão.

#### 4.12. Pesque e Pague:

Trata-se de uma pequena pedreira às margens da BA-262 que se encontra com suas atividades paralisadas. Situa-se em área com maior ocupação do solo em seu entorno, existindo algumas construções civis, áreas de proteção e rodovia estadual, consistindo em limitação física para uma necessária expansão lateral.

A rocha exposta no banco é um migmatito; apresenta porções félsicas e máficas definidas, diferenciadas em processo de fusão parcial da rocha original, que fora submetida a altas pressões e temperaturas.

- Localização:

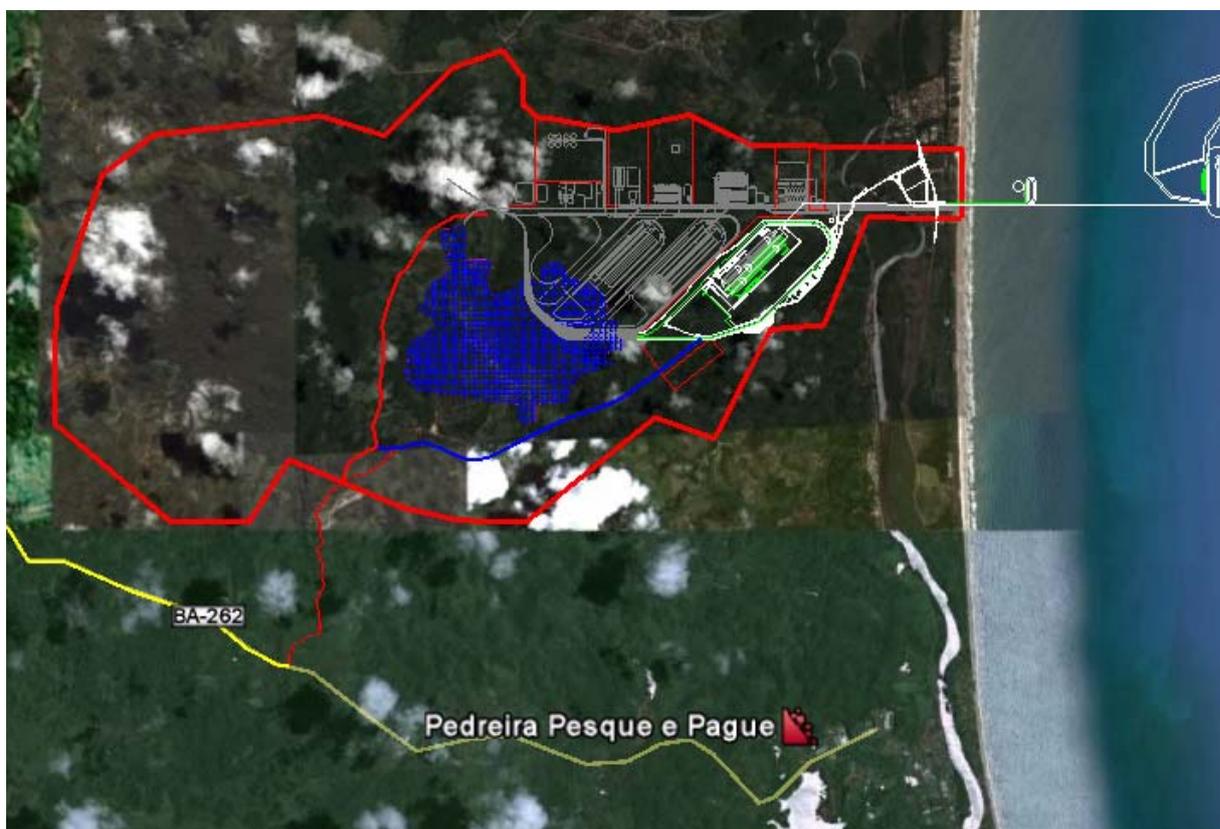


Figura – 27 – Localização da pedreira Pesque e Pague em relação ao Porto Sul



Figura 28 - Acessos da pedreira Pesque e Pague ao Porto Sul

- Acessos: BA-262 – 8 km, Estrada do Itariri – 9 km. Total de 17 km.
- Licença: Não dispõe.
- DNPM:
  - Processo DNPM 871.334/2004,
    - Titular: Brita Bahia Ltda
    - Município: Ilhéus.
    - Área: 50 ha.
    - Substância: Gnaisse.
    - Fase: Requerimento de Lavra protocolizado em 06/01/10. O Processo não apresenta pendências.
- Características do material: Brita e blocos de pequenas dimensões.

- Fotos:



- Motivo do descarte da alternativa: Dificuldade de exploração e licenciamento devido a proximidade com edificações.

## 5. FORNECIMENTO POR ÁREA

### 5.1. Cenário 1 – Pedreira Aninga da Carobeira fornece 4.000.000 m<sup>3</sup>

Considerando um total de 16.000.000 m<sup>3</sup>, conforme tabela do item 2.0 VOLUMES NECESSÁRIOS, será necessário o transporte de 12.000.000 m<sup>3</sup> pelos acessos que ligam as pedreiras ao Porto Sul. Este é o cenário de maior impacto de tráfego nos acessos.

Das oito pedreiras licenciadas, em licenciamento ou a licenciar, sete delas utilizam a BA-262. Em um trecho de 5 km entre Ilhéus e Uruçuca, somam-se o fluxo de caminhões de varias pedreiras, sendo este trecho o de maior intensidade de tráfego. Ver traçado na cor amarelo no mapa abaixo:



**Figura 29 – Trecho da BA-262 com maior densidade de fluxo**

Considerando um cronograma de 43 meses para a reposição de solos e enrocamento de proteção para o Quebra-mar do Porto Sul e TUP Bamin e que se possa iniciar o transporte de rochas 5 meses antes das pedreiras já instaladas, serão 48 meses no total para o transporte de 12.000.000 m3. Ver tabela 5 com a densidade de tráfego em cada trecho.

CENÁRIO ANINGA PRODUZINDO 4.000.000 M3		Frequência de Tráfego (viagens/hora)								
		BA 415	BA 101	BA 262	Estrada do Itariri	Estrada Centenária	Área urbana Ilhéus	BA-130	BR-330	Acessos internos
PEDREIRAS LICENCIADAS	UNIÃO	1,9	1,9	1,9	1,9					
	CHAME		0,6	0,6	0,6					
	DOIS IRMÃOS			0,6	0,6		0,6			
	MIRABELA		0,7	0,7	0,7			0,7	0,7	
PEDREIRAS A LICENCIAR	SÃO JOSÉ			4,8	4,8					4,8
	SERRAPILHEIRA			9,6	9,6					9,6
	SAMBAITUBA					0,9				
	IGUAPE			9,6	9,6					
TOTAL EM TRECHOS COINCIDENTES (VIAGEM/HORA)		1,9	3,2	17,7	27,9	0,9	0,6	0,7	0,7	9,6
1 VIAGEM A CADA X MINUTOS		31,1	18,6	3,4	2,1	67,2	103,7	82,9	82,9	6,2

Nota: Valor em vermelho - Não utiliza o mesmo trecho da estrada - Na soma está considerado trecho com maior frequência

## 5.2. Cenário 2 – Pedreira Aninga da Carobeira fornece 8.000.000 m3

CENÁRIO ANINGA PRODUZINDO 8.000.000 M3		Frequência de Tráfego (viagens/hora)								
		BA 415	BA 101	BA 262	Estrada do Itariri	Estrada Centenária	Área urbana Ilhéus	BA-130	BR-330	Acessos internos
PEDREIRAS LICENCIADAS	UNIÃO	1,9	1,9	1,9	1,9					
	CHAME		0,6	0,6	0,6					
	DOIS IRMÃOS			0,6	0,6		0,6			
	MIRABELA									
PEDREIRAS A LICENCIAR	SÃO JOSÉ			4,8	4,8					4,8
	SERRAPILHEIRA			3,3	3,3					3,3
	SAMBAITUBA									
	IGUAPE			7,9	7,9					
TOTAL EM TRECHOS COINCIDENTES (VIAGEM/HORA)		1,9	2,5	10,6	19,2		0,6			4,8
1 VIAGEM A CADA X MINUTOS		31,1	23,9	5,6	3,1		103,7			12,4

Nota: Valor em vermelho - Não utiliza o mesmo trecho da estrada - Na soma está considerado trecho com maior frequência

### 5.3. Cenário 3 – Pedreira Aninga da Carobeira fornece 12.000.000 m3

CENÁRIO ANINGA PRODUZINDO 12.000.000 M3										
		Frequência de Tráfego (viagens/hora)								
		BA 415	BA 101	BA 262	Estrada do Itariri	Estrada Centenária	Área urbana Ilhéus	BA-130	BR-330	Acessos internos
PEDREIRAS LICENCIADAS	UNIÃO	1,9	1,9	1,9	1,9					
	CHAME		0,6	0,6	0,6					
	DOIS IRMÃOS			0,6	0,6		0,6			
	MIRABELA									
PEDREIRAS A LICENCIAR	SÃO JOSÉ			4,8	4,8					4,8
	SERRAPILHEIRA									
	SAMBAITUBA									
	IGUAPE			1,6	1,6					
TOTAL EM TRECHOS COINCIDENTES (VIAGEM/HORA)		1,9	2,5	7,3	9,5		0,6			
1 VIAGEM A CADA X MINUTOS		31,1	23,9	8,2	6,3		103,7			

*Nota: Valor em vermelho - Não utiliza o mesmo trecho da estrada - Na soma está considerado trecho com maior frequência*

## 6. UTILIZAÇÃO DOS ACESSOS

Para o transporte de rochas das pedreiras mencionadas neste estudo, vários acessos serão utilizados, sendo eles rodovias federais, estaduais, municipais, ruas e avenidas em perímetros urbanos e acessos internos de terra em fazendas. Ver Tabela com os acessos por pedreiras:

		ACESSO UTILIZADO PARA A PEDREIRA (Km)									
		BA 415	BA 101	BA 262	Estrada do Itariri	Estrada Centenária	Área urbana Ilhéus	BA-130	BR-330	Acessos internos	TOTAL
PEDREIRAS LICENCIADAS	UNIÃO	11	33	32	9						85
	CHAME		37	32	9						78
	DOIS IRMÃOS			11	9		5				25
	MIRABELA		53	32	9			6	47		147
PEDREIRAS A LICENCIAR	SÃO JOSÉ			5	9					2	16
	SERRAPILHEIRA			16	9					20	45
	SAMBAITUBA					6					6
	IGUAPE			5	9						14

## 7. CONCLUSÕES:

- ✓ Existe disponibilidade de material rochoso de 43.600.000 m<sup>3</sup> (dos quais 31.600.000 m<sup>3</sup> já licenciados), representando 3,5 vezes a necessidade do pior cenário, que seria Aninga da Carobeira produzindo 4.000.000 m<sup>3</sup>.
- ✓ No pior cenário, o segmento de tráfego mais denso, localizado na BA-262 numa extensão de 5 km, entre Ilhéus e Uruçuca, a densidade de tráfego chegará a 17,7 viagens/h ou 1 viagem a cada 3,4 minutos.
- ✓ Inicialmente o trecho entre a BA-262 e o canteiro de obras, com 9 km de extensão será objeto de melhorias visando adequar rampas, curvas, obras de arte e revestimento primário para suportar a demanda de tráfego.
- ✓ No primeiro ano, aproveitando a iniciativa de criar uma variante para interligar as comunidades de Bom Gosto, Valão e Itariri à BA-262, o tráfego será direcionado temporariamente para este acesso. Desta forma será minimizado a utilização da Estrada Centenária.

**ANEXO 1 – LICENÇA DA PEDREIRA UNIÃO:**

**Prefeitura Municipal de Itabuna**  
**Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente**  
Departamento de Licenciamento e Fiscalização Ambiental



Licença Simplificada nº 0008/2009  
Processo nº 2.501/2009

Certificamos, para os devidos fins, que o (a) Pedreira União Ltda., instalada na Rodovia Itabuna / Itapé, BR 415, S/N, Km 35, Fazenda Boa Jardim, Itabuna – Bahia com a atividade de Extração de Rochas Cristalinas e/ou Metamórficas inscrita no (CIC ou CNPJ) sob o nº 13.102.033/0001-94, está em conformidade com as normas ambientais e urbanísticas deste município.

Licença Simplificada aprovada pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente em 17 de Junho de 2009 e tem validade até 17 de junho de 2012.

Itabuna, 17 de Junho de 2009

Antonio Marcelino de Oliveira Santos  
Secretário de Agricultura e Meio Ambiente

Antônia Fontes de Faria Filho  
Presidente do Conselho Municipal de Meio Ambiente

Condições (vide-verso)

**ANEXO 2 – LICENÇA PEDREIRA CHAME:**



**Prefeitura Municipal de Itabuna**  
Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SEDUMA  
Departamento de Políticas Ambientais

**LICENÇA AMBIENTAL**

Licença Simplificada nº 0010/2008  
Processo nº 3469/2008

Certificamos, para os devidos fins, que o (a) Danilo Pablo Santana da Silva, localizada Rodovia BR 101, Km 512, Fazenda Thayia Chame, Itabuna - Bahia com a atividade de Extração e/ou Britamento de Pedras e de Outros Materiais, inscrita no (CIC ou CNPJ) sob o nº 02.133.256/0001-00, está em conformidade com as normas ambientais e urbanísticas deste município. Licença Simplificada aprovada pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente em 17 de dezembro de 2008 e tem validade até 17 de dezembro de 2011.

Itabuna, 17 de dezembro de 2008.

\_\_\_\_\_  
Marcos Alan Ribeiro de Farias  
Secretário de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente  
SEDUMA

\_\_\_\_\_  
Antonio Fontes de Faria Filho  
Presidente do Conselho Municipal de Meio Ambiente  
COMAM

\_\_\_\_\_  
Licenciamento e Fiscalização de atividades de Impacto Ambiental Local convênio Centro de Recursos Ambientais - CRA/ Prefeitura Municipal de Itabuna - PIJI

**ANEXO 3 – LICENÇA PEDREIRA DOIS IRMÃOS:**

Diário Oficial do  
**MUNICÍPIO**

**Ilhéus**

Terça-feira  
18 de Outubro de 2011  
43 - Ano III - Nº 634



ESTADO DA BAHIA  
MUNICÍPIO DE ILHÉUS  
CONSELHO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE

**RESOLUÇÃO CONDEMA Nº. 028 DE 11 DE OUTUBRO DE 2011.**

*Dispõe sobre a prorrogação da validade da Licença Ambiental nº 0013/2008.*

O CONSELHO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE DO MUNICÍPIO DE ILHÉUS – CONDEMA, através do seu Plenário, no uso de suas atribuições legais, com base no art. 255 da Lei Orgânica do Município de Ilhéus (LOMI), Lei nº 2313, de 03 de agosto de 1989 e Lei n 2853, de 11 de maio de 2000;

**CONSIDERANDO** os problemas que estão ocorrendo com as Licenças Ambientais concedidas para exploração mineral de areia no Município de Ilhéus e o consequente entendimento entre o Município, Estado e União, através das representações legais,

**CONSIDERANDO** o requerimento tempestivo de renovação da licença em epígrafe por parte da empresa Pedreira Dois Irmãos,

**CONSIDERANDO** o protocolo de entrega do Estudo de Impacto Ambiental por parte do requerente perante a Secretaria Municipal do Meio Ambiente,

**CONSIDERANDO** a decisão do Plenário do CONDEMA em 03 de dezembro de 2010,

**RESOLVE:**

**Art. 1º** - Fica prorrogada por 120 (cento e vinte dias) a Licença Ambiental de nº 013, emitida em 08 de Abril de 2008, em favor Pedreira Dois Irmãos, CNPJ 08.049.930/0001-41, com endereço na antiga Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 05, Vila Nazaré, neste município, para extração de pedra.

**Art. 2º** - Permanecem em vigor todas as condicionantes previstas na Licença Ambiental de nº 013, de 13 de Abril de 2008.

**Art. 3º** - A Secretaria Municipal do Meio Ambiente fará a análise do requerimento de renovação e encaminhará ao CONDEMA, através da Câmara Técnica de Licenciamento, para análise e decisão final.

**Art. 3º** - Revogam-se as disposições em contrário.

**Art. 4º** - Esta Resolução entra em vigor na data da sua publicação.

Ilhéus, BA 11 de Outubro de 2011.

**José Nazal Pacheco Soub**  
PRESIDENTE

CERTIFICAÇÃO DIGITAL: HE0IC09HSV7XOC7QXTMPDQ  
Esta edição encontra-se no site: [www.ilheus.ba.io.org.br](http://www.ilheus.ba.io.org.br) em servidor certificado ICP-BRASIL

**CONSÓRCIO**



**transplan**  
planejamento e projetos s.a.



## **ANEXO 4 – ENSAIOS DA ROCHA DE MIRABELA**

Ensaio de caracterização tecnológica

CLIENTE  
Mirabela Mineração do Brasil Ltda

Laboratório de Materiais de Construção Civil  
Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura  
CT-OBRAS

## RESUMO

Este relatório apresenta e discute os resultados de ensaios efetuados na amostra de rocha "Brita de Amostra 01 Banco 130 Cava Norte".

Os dados resultantes dos ensaios executados, quando analisados à luz da normalização existente, indicam que a rocha em questão tem propriedades adequadas para sua utilização na construção civil, excetuando a pavimentação, para a qual o material deverá ser avaliado com outras emulsões e aditivos melhoradores de adesividade.

## PALAVRAS-CHAVE

Agregado; Concreto; Ensaios; Brita



## SUMÁRIO

	P.
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Análise petrográfica .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Abrasão Los Angeles .....</b>	<b>2</b>
<b>2.4 Ensaio de compressão uniaxial .....</b>	<b>2</b>
<b>2.5 Determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas .....</b>	<b>2</b>
<b>2.6 Durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos .....</b>	<b>2</b>
<b>2.7 Determinação da expansão de argamassa pelo método acelerado .....</b>	<b>3</b>
<b>2.8 Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico .....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>3</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>4</b>
<b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
<b>ANEXO A - TABELAS 1 A 3 .....</b>	<b>7</b>
<b>ANEXO B - RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1 021 167-203 .....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO C - RELATÓRIO TÉCNICO N° 121 312-205 .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atendendo solicitação da Mirabela Mineração do Brasil Ltda e conforme aprovação em 31.01.2011 do ORÇAMENTO CT-OBRAS-LMCC-P 007/11 de 17.01.2011, via pedidos de compras nºs 906, 907 e 908, o Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infra-estrutura deste Instituto, efetuou ensaios de caracterização tecnológica em amostra de rocha designada "Amostra 01 Banco 130 Cava Norte" (referência LMCC-P 135/11). A amostra foi fornecida sob a forma de dois blocos de aproximadamente 20 cm x 20 cm x 30cm; a procedência não foi declarada.

### 1.1 Objetivo

Este trabalho objetiva a caracterização tecnológica do agregado gerado da britagem da rocha "Amostra 01 Banco 130 Cava Norte" e a avaliação dos resultados obtidos, visando sua utilização em alguns campos da construção civil.

## 2 MÉTODOS UTILIZADOS

Na caracterização tecnológica da rocha foram utilizados os seguintes métodos de ensaio:

### 2.1 Análise petrográfica

A análise petrográfica foi efetuada em seção delgada da amostra, ao microscópio óptico de luz polarizada transmitida, segundo diretrizes da norma NBR 7389/09 – Parte 2 - "Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto", da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

## **2.2 Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente**

Os índices físicos (massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente) foram determinados de acordo com a norma NBR 7418/2000 - "Lastro-padrão - Determinação da massa específica aparente, da absorção de água e da porosidade aparente do material", da ABNT.

## **2.3 Abrasão Los Angeles**

O ensaio de resistência à abrasão Los Angeles foi efetuado de acordo com a norma ABNT NBR NM 51/2001 - "Agregado graúdo – Ensaio de abrasão *Los Angeles*", da ABNT, e procedimento CT-OBRAS LMCC-P-PE-021.

## **2.4 Ensaio de compressão axial**

O ensaio de compressão axial foi executado em cinco corpos-de-prova de formato cúbico, no estado saturado em água, atendendo à norma NBR 6953/90 - "Lastro-padrão - Determinação da resistência à compressão axial", da ABNT.

## **2.5 Determinação da velocidade de propagação de ondas**

As velocidades de propagação de ondas ultrassônicas foram determinadas segundo o procedimento CT-OBRAS LMCC-P-PE-014, baseado na norma NBR 8802/94 "Concreto Endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica", da ABNT, em todos os corpos-de-prova destinados aos ensaios de compressão axial.

## **2.6 Durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato**

O ensaio para avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos foi executado pela área de concreto do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, de acordo com o procedimento CT-OBRAS LMCC-C-PE-035 e método DNER-ME 89/94 - "Agregados – Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou sulfato de magnésio", do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem-DNER.

## 2.7 Determinação da expansão de argamassa pelo método acelerado

A determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado foi executada pela área de concreto do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, segundo diretrizes do procedimento CT-OBRAS–LMCC-C-PE-34 e da norma NBR15577-4/2008 - "Agregados – Reatividade álcali-agregado – Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado", da ABNT.

## 2.8 Ensaio de adesividade a ligante betuminoso

Ensaio de adesividade foi executado pelo Laboratório de Pavimentos da seção de Geotecnia do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, de acordo com o método DNER-ME 078/94, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER.

## 3 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão assim apresentados:

- Resultados da Análise petrográfica: TABELA 1, ANEXO A;
- Resultados da determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente: TABELA 2, ANEXO A;
- Resultado do ensaio de resistência à abrasão *Los Angeles*: **29%** de perdas, na graduação "A".
- Resultados da resistência à compressão axial e velocidade de propagação de ondas ultrassônicas: TABELA 3, ANEXO A;
- Resultados da durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio: Relatório de Ensaio n° 1 021 167-203, ANEXO B;
- Resultados da determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado: Relatório de Ensaio n° 1 021 167-203, ANEXO B;
- Resultados do ensaio de adesividade: Relatório Técnico n° 121 312-205, ANEXO C; 

#### 4 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios efetuados indicaram que a rocha estudada apresenta as seguintes características, quando comparadas com os valores sugeridos pelas normas:

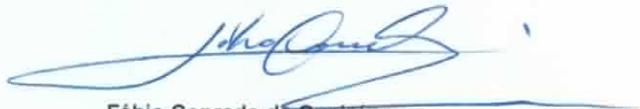
- a) A análise petrográfica indica tratar-se de rocha silicática, com menos de 5 % de quartzo, até 50% de feldspatos e até 50 % de piroxênios (minerais silicáticos ferromagnesianos). A pequena quantidade de quartzo torna a rocha pouco suscetível à reação álcali-agregado. A granulação relativamente fina, o moderado microfissuramento e a pouca alteração dos minerais condicionam uma alta resistência mecânica e baixas porosidade e absorção de água.
- b) baixa porosidade (0,20 %) e baixa absorção de água (0,07 %), considerando o limite superior de 1% especificado pela NBR 5564;
- c) massa específica típica de rochas silicáticas pouco alteradas e ricas em minerais ferromagnesianos ( $2.951 \text{ kg/m}^3$ ), acima do limite mínimo de  $2.400 \text{ kg/m}^3$  especificado pela NBR 5564;
- d) perda por abrasão *Los Angeles* de 29 %, inferior à máxima de 40 % especificada pela NBR 5564 (ABNT, 1991) e de 50 % especificado pela NBR 7211 (ABNT, 1993);
- e) valores elevados de resistência à compressão axial (179,8 MPa), considerando o limite inferior de 100 MPa sugerido na proposta de revisão da NBR 5564;
- f) valores da velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas elevados, conforme esperado devido ao fraco grau de alteração do material e a grande quantidade de minerais ferromagnesianos;
- g) poucas perdas no ensaio de durabilidade, confirmando a baixa porosidade e elevada resistência mecânica;
- h) baixa perda no ensaio de durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio;

- i) expansões abaixo de 0,19% aos 30 dias da moldagem, o que indica reatividade inócua frente aos álcalis no concreto;
- j) embora o ensaio de adesividade tenha apresentado resultado não-satisfatório, outras emulsões asfálticas e aditivos melhoradores de adesividade poderão ser testados.

Portanto, os dados resultantes dos ensaios executados indicam que a rocha em questão possui propriedades adequadas para sua utilização como agregado para concreto, lastro de ferrovia e outras aplicações destinadas a rochas britadas.

São Paulo, 26 de maio de 2011.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Fábio Conrado de Queiróz  
Responsável Técnico  
CREA n° 0682529860 – RE n° 3108

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Quím. Dr. Valdecir Angelo Quarcioni  
Responsável pelo Laboratório  
CRQ n° 04212772 – RE n° 6741

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA



Eng° Dra. Gislaine Coelho de Campos  
Diretora do Centro  
CREA n° 0601948055 - RE n° 8195.0

FCQ/EBQ/PMLM.

## **EQUIPE TÉCNICA**

**Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura**

**Laboratório de Materiais de Construção Civil**

**Responsável Técnico:** Fábio Conrado de Queiróz – Tecnólogo, Mestre

Eduardo Brandau Quitete – Geólogo, Mestre

Mírian Cruxên Barros de Oliveira- Geóloga, Doutora

Rafael Francisco Cardoso dos Santos – Engenheiro Civil

Eli Arruda Toledo – Técnico

Givani Soares de Araujo – Técnico

Nilson de Paula – Técnico

Vandir Correa dos Santos - Técnico

Sidnei Rodrigues de Oliveira – Técnico 

## ANEXO A

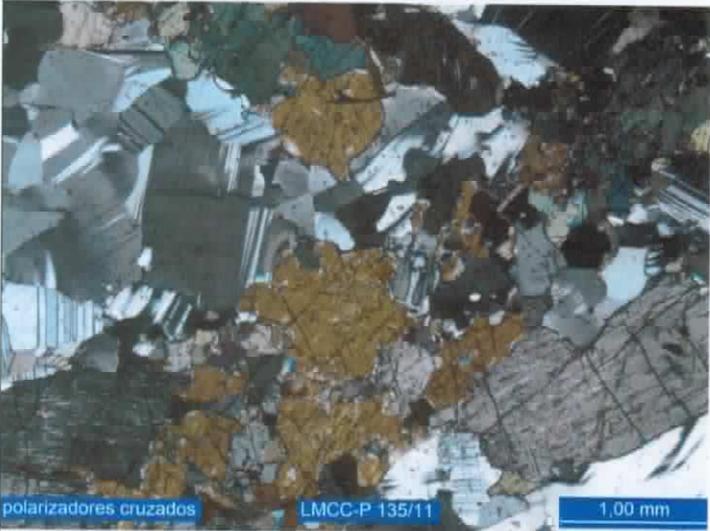
Tabela 1 - Resultados da análise petrográfica.

Tabela 2 - Resultados da determinação da massa específica, aparente, absorção de água e porosidade aparente.

Tabela 3 - Resultados da resistência à compressão axial e determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas.



**Tabela 1** - Resultados da análise petrográfica (ABNT NBR 7 389-2/2009) para "Amostra 01 Banco 130 Cava Norte" (LMCC-P 135/11), finalizada em 11.04.2011.

<b>PROCEDÊNCIA:</b> Não declarada.		<b>TIPO:</b> fragmento de rocha
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS:</b> rocha muito coerente		
<b>DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA</b>		
<b>COR:</b> cinza escuro	<b>ESTRUTURA:</b> maciça	
<b>GRANULAÇÃO:</b> média	<b>ALTERAÇÃO:</b> não perceptível	
<b>DESCONTINUIDADES:</b> não perceptíveis		
<b>DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA - Lâmina IPT n° 11 455</b>		
<b>MINERAIS:</b> (avaliação visual - %)		
Plagioclásio (labradorita)	40	
Augita	20-25	
Hiperstênio	20-25	
Microclínio	5-10	
Quartzo	<5	
Biotita	<5	
Acessórios: zircão, apatita, carbonato, opacos, muscovita	<5	
Secundários: sericita/muscovita, hidróxido de ferro.		
<b>TEXTURA:</b> granular hipidiomórfica a granoblástica		
<b>NATUREZA:</b> ígnea / metamórfica		
<b>GRANULAÇÃO:</b> Fina (<0,5 mm) a média (1,5 mm a 3,0 mm), predominantemente média. Pequena parte dos cristais de feldspato e augita apresentam granulação fina.		
<b>GRAU DE ALTERAÇÃO:</b> Rocha pouco alterada intempericamente. Ocasionalmente, centro e/ou bordas de piroxênios acham-se alterados em hidróxidos de ferro.		
<b>GRAU DE MICROFISSURAMENTO:</b> Moderado, com fraco fraturamento intergranular e fraturamento intragranular intenso nos piroxênios e fraco nos feldspatos. Preenchimento por sericita e muscovita.		
<b>CLASSIFICAÇÃO:</b> Jotunito / Hiperstênio monzogabro 		

**Tabela 2** - Resultados da determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente (NBR 7418/00) para a "Amostra 01 Banco 130 Cava Norte" (LMCC-P 135/11), finalizada em 31.03.2011.

CP N°	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Submerso (g)	M. Esp. Ap. Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porosidade aparente. (%)	Abs. de Água (%)
1	326,39	326,60	216,37	2.960	0,2	0,1
2	387,51	387,76	256,60	2.950	0,2	0,1
3	364,53	364,74	240,84	2.940	0,2	0,1
4	329,14	329,37	217,95	2.950	0,2	0,1
5	312,63	312,86	207,28	2.960	0,2	0,1
6	422,30	422,59	279,84	2.960	0,2	0,1
7	298,99	299,18	197,87	2.950	0,2	0,1
8	309,44	309,66	205,00	2.960	0,2	0,1
9	413,14	413,47	273,13	2.940	0,2	0,1
10	420,71	420,96	277,30	2.930	0,2	0,1
11	318,21	318,42	210,88	2.960	0,2	0,1
12	372,70	372,98	246,80	2.950	0,2	0,1
<b>MÉDIA :</b>				<b>2.951</b>	<b>0,20</b>	<b>0,07</b>
<b>DESVIO PADRÃO :</b>				<b>10</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>
<b>COEF. VARIAÇÃO (%) :</b>				<b>0,34</b>	<b>9,7</b>	<b>9,6</b>



**Tabela 3** - Resultados dos ensaios de compressão axial (NBR 6953/90) e de determinação da velocidade de onda ultrassônica (NBR 6953/90) para a "Amostra 01 Banco 130 Cava Norte" LMCC-P 135/11, finalizados em 30.03.2011.

CORPO- DE- PROVA	ALTURA	DIMENSÕES ARESTAS		ÁREA DE CARGA, A	CARGA DE RUPTURA, P	TENSÃO DE RUPTURA, $\sigma$		VELOC. DE PROPAG.
		A1	A2			(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	
(n°)	(cm)	(cm)		(cm <sup>2</sup> )	(kgf)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	(m/s)
2	7,51	7,51	7,65	57,46	97.000	1.688	165,5	6.367
4	7,51	7,51	7,63	57,37	99.500	1.734	170,1	6.475
1	7,47	7,49	7,65	57,30	104.500	1.824	178,8	6.179
3	7,46	7,47	7,37	55,03	102.000	1.853	181,8	6.483
6	7,50	7,50	7,61	57,05	108.000	1.893	185,7	6.635
5	7,42	7,44	7,61	56,61	113.500	2.005	196,6	6.569
<b>MÉDIA</b>						<b>1.833</b>	<b>179,8</b>	<b>6.451</b>
<b>DESVIO PADRÃO</b>						<b>113</b>	<b>11,1</b>	<b>162</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)</b>						<b>6,2</b>	<b>6,2</b>	<b>2,5</b>

Nota:  $\sigma = P/A$



## ANEXO B

### Relatório de ensaio n° 1 021 167-203

- Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado.
- Durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio. 

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-Obras

## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 021 167-203

**CLIENTE: MIRABELA MINERAÇÃO DO BRASIL LTDA**  
Fazenda Santa Rita – Zona Rural  
CEP 45585-000 – Itagiba – BA

**NATUREZA DO TRABALHO: Ensaio de reatividade potencial**

**REFERÊNCIA: Orçamento CT-OBRAS/LMCC-P-017/11 de 17.01.2011.**

### 1 MATERIAL

#### 1.1 Descrição

Amostra de rocha

#### 1.2 Identificações das amostras declaradas pelo Cliente

Amostra 1 – Banco 130 – Cava Norte

#### 1.3 Data do recebimento

22.03.2011

#### 1.4 Identificação interna

LMCC-P-135/11

### 2 MÉTODOS UTILIZADOS

NBR-15577/2008– Agregados- Reatividade álcali-agregado – Determinação da expansão (Parte 4) em barras de argamassa pelo método acelerado (CT-OBRAS - LMCC-C-PE-034).

DNER-ME 89/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou sulfato de magnésio (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-035)

Os resultados e métodos de ensaios químicos e físico-mecânicos do cimento Portland CP V-ARI, utilizado no ensaio de reatividade álcali-agregado, constam dos Anexos A e B.

*[Handwritten signature]*

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Reatividade álcali-agregado

Os resultados de reatividade álcali-agregado (NBR 15577 parte 4), representados pelos valores médios de expansão de 3 barras de argamassa para cada idade, constam da Tabela 1 e Figura 1.

**Tabela 1: Expansão em barras de argamassa (método acelerado) - NBR 15577-4**

Idade (dias)	Varição Dimensional (%)
	Amostra 1 – Banco 130 – Cava Norte
5	0,00
8	0,01
12	0,01
16	0,01
19	0,02
23	0,02
27	0,02
30	0,02

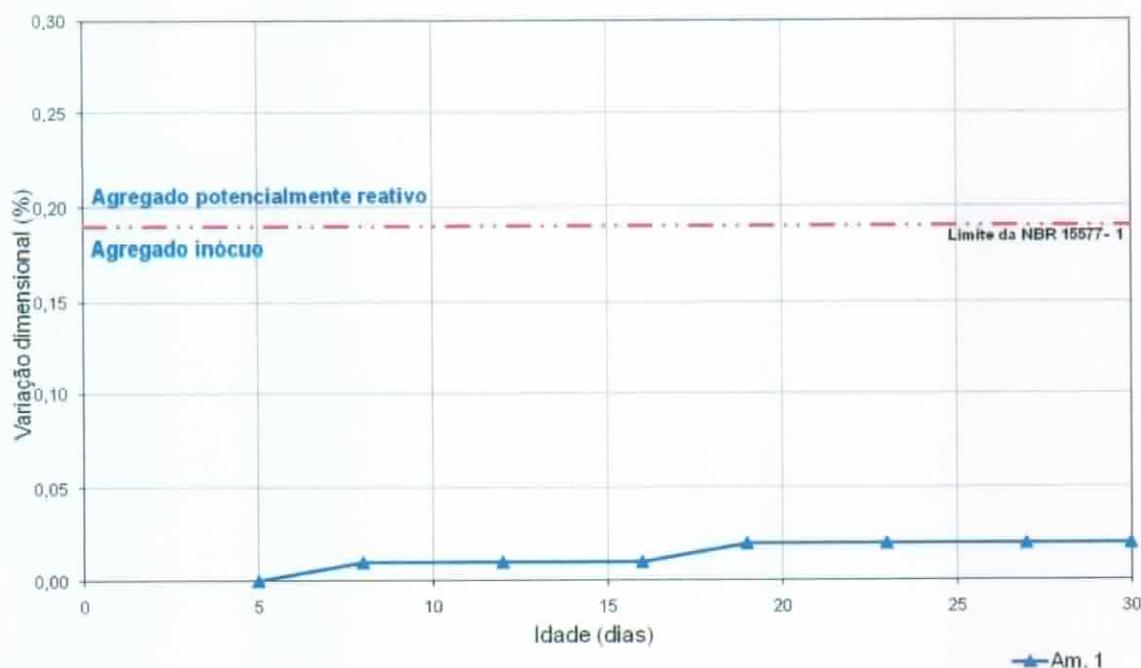


Figura 1 – Representação da variação dimensional (expansão) com a idade (NBR 15577-4)

**Obs:**

- 1) Limites especificados no item 5.3 da NBR 15577 – parte 1:
  - Quando o resultado obtido nesse ensaio indicar expansão menor que 0,19% aos 30 dias, o agregado é considerado potencialmente inócuo para uso em concreto
  - Caso a expansão obtida no ensaio acelerado seja maior ou igual que 0,19% aos 30 dias, o agregado é considerado potencialmente reativo nesse ensaio
- 2) O limite de expansão do cimento em autoclave (NBR-15577- parte 4), cujo resultado é apresentado no Anexo B, deve ser inferior a 0,20%.

**3.2 Durabilidade**

Os resultados do ensaio de durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio (DNER ME 89/94), constam da Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados da durabilidade do agregado – Amostra 1**

Peneiras		Massa das frações antes do ensaio (g)	Perdas	
Passando pela (mm)	Retido na (mm)		Em cada fração (g)	Em cada fração (%)
63,5	38,0	1514,0	<b>1,1</b>	<b>0,07</b>
38,0	19,0	1502,9	<b>2,9</b>	<b>0,19</b>
19,0	9,5	676,7	<b>9,9</b>	<b>1,46</b>

*Obs.: Solução de sulfato de sódio, concentração 350 g/l, densidade 1.170 g/l*

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-Obras

#### 4 ANEXOS

ANEXO A – Resultados e métodos de ensaios químicos e físico-mecânicos do cimento CP V ARI – 4 pág.

ANEXO B – Relatório de Ensaio Nº 66 106 da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. Resultados de expansão em autoclave do cimento CP V ARI - 1 pág

#### EQUIPE TÉCNICA

Técnico Givani Soares de Araújo  
Auxiliar Roberto Ferreira Lima  
Químico Daniel Martins Aleixo  
Técnica Química Wilma F. Collaço de Souza

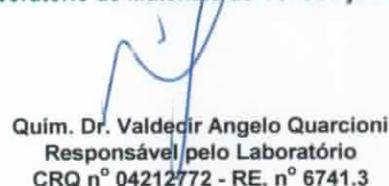
São Paulo, 25 de maio de 2011

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Eng<sup>o</sup> Civil Rafael Francisco Cardoso dos Santos  
Supervisor dos Ensaios  
CREA nº 5.062.564.471 - RE nº 8472.3

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Quím. Dr. Valdecir Angelo Quarcioni  
Responsável pelo Laboratório  
CRQ nº 04212772 - RE. nº 6741.3

## ANEXO A

### MÉTODOS DE ENSAIOS E RESULTADOS DE CIMENTO PORTLAND CP V ARI, UTILIZADO NO ENSAIO DE REATIVIDADE ÁLCALI-AGREGADO

Ⓢ

## MÉTODOS DE ENSAIOS

### I) Análise química do cimento

- Perda ao fogo:  
NBR-NM 18/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo", item 5.1 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-001, Método A).
- Anidrido silícico ( $\text{SiO}_2$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-003, Método B).
- Óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.1 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-005, Método B).
- Óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.2 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-006, Método B).
- Óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.3 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-007, Método B).
- Óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.4 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-008, Método B).
- Anidrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ ):  
NBR-NM 16/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-009).
- Óxido de sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ):  
NBR-NM 17/04 "Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-053 e CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-062).

*[Handwritten signature]*

- Sulfeto ( $S^{2-}$ ):  
NBR-NM 19/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de enxofre na forma de sulfeto" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-012).  
*Nota 1: Ensaio executado nos cimentos Portland CP II-E, CP III e, em caso de presença de sulfeto (detectada através de teste qualitativo), para os demais tipos de cimento.*
- Óxido de cálcio livre (CaO livre):  
NBR-NM 13/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre pelo etilenoglicol" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-010).
- Resíduo Insolúvel:  
NBR-NM 15/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-002, Método B).
- Anidrido carbônico ( $CO_2$ ):  
NBR-NM 20/04 "Cimento Portland e suas matérias primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-011).

## II) Ensaios físicos e mecânicos do cimento

- NBR-11579/91 - Cimento Portland - Determinação da finura na peneira 0,075 mm - (no 200) (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-001).
- NBR-NM-43/03 - Cimento Portland - Determinação da Pasta de Consistência Normal (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-003).
- NBR-NM-65/03 - Cimento Portland - Determinação do Tempo de Pega (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-004).
- NBR-7215/96 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-005).
- NBR-11582/91 - Cimento Portland - Determinação da expansibilidade de Le Chatelier (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-006).
- NBR-NM-23/01 - Cimento Portland - Determinação da massa específica (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-007).
- NBR-NM-76/98 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine) (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-008).
- ASTM-C-151/05 - Autoclave expansion of hydraulic cement – (Determinação da reação expansão do cimento em autoclave)

*Nota 2: Resultados de ensaio apresentados no Relatório de Ensaio Nº 48034 da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP – em anexo.*

*[Assinatura]*

## RESULTADOS DO CIMENTO CP V ARI

### I) Análise química

#### I.1) Componentes maiores

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
Perda ao fogo (PF)	3,51	≤ 4,5
Anidrido silícico (SiO <sub>2</sub> )	19,24	---
Óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,15	---
Óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,49	---
Óxido de cálcio (CaO)	62,99	---
Óxido de magnésio (MgO)	2,34	≤ 6,5
Anidrido sulfúrico (SO <sub>3</sub> )	3,69	≤ 3,5 ou ≤ 4,5 <sup>(Nota 3)</sup>

Nota 3: Para C<sub>3</sub>A ≤ 8,0%, SO<sub>3</sub> ≤ 3,5% - Para C<sub>3</sub>A > 8,0%, SO<sub>3</sub> ≤ 4,5%.

#### I.2) Componentes menores

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
Óxido de sódio (Na <sub>2</sub> O)	0,26	---
Óxido de potássio (K <sub>2</sub> O)	0,95	---
Equivalente alcalino (em Na <sub>2</sub> O)	0,89	---
Sulfeto (S <sup>2-</sup> )	n.d.	---

n.d. – não detectado.

Equivalente alcalino (em Na<sub>2</sub>O) = % Na<sub>2</sub>O + 0,658 x %K<sub>2</sub>O.

#### I.3) Determinações em separado

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
Óxido de cálcio livre (CaO)	1,00	---
Resíduo insolúvel (RI)	0,24	≤ 1,0
Anidrido carbônico (CO <sub>2</sub> )	2,34	≤ 3,0

*[Handwritten signature]*

## II) Ensaio físicos

		Limites da NBR-5733/91 CP V-ARI
Finura (NBR-11579/91) Resíduo na peneira de 0,075 mm (%)	0,4	≤ 6,0 %
Água para pasta normal (NBR-NM-43/03) (% massa do cimento)	29,5	-----
Início de pega (NBR-NM-65/03) (h:min)	03:40	≥ 60 min (01 h)
Fim de pega (NBR-NM-65/03) (h:min)	04:45	≤ 600min (10 h)
Expansibilidade (NBR-11582/91) - Frio (mm)	0,0	≤ 5,0 mm
Expansibilidade (NBR-11582/91) - Quente (5h) (mm)	0,0	≤ 5,0 mm
Massa específica (NBR-NM-23/01) (g/cm <sup>3</sup> )	3,08	-----
Finura - Método de Blaine (NBR-NM-76/98) (cm <sup>2</sup> /g)	4820	-----
Finura - Método de Blaine (m <sup>2</sup> /kg)	482	≥ 300,0 m <sup>2</sup> /kg

## III) Ensaio mecânicos

Resistência à compressão (MPa) - (NBR-7215/96)							
Idades (dias)	Corpo de Prova nº				Média	DRM (%)	Limites da NBR-5733/91 CP V-ARI
	1	2	3	4			
1	31,1	30,9	31,8	31,4	31,3	1,6	≥ 14,0 MPa
3	46,1	44,6	44,5	44,9	45,0	2,4	≥ 24,0 MPa
7	50,4	49,6	52,6	50,5	50,8	3,5	≥ 34,0 MPa

*[Handwritten signature]*

## **ANEXO B**

**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 66 106 DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO  
PORTLAND – ABCP.**

**RESULTADOS DE EXPANSÃO EM AUTOCLAVE DO CIMENTO CPV ARI - 1 pág.**





**Interessado:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas S/A

**Endereço:** Av. Prof. Almeida Prado, 532 - CEP 05508-901 - São Paulo/SP

**Referência:** Solicitação: 013/10 – Carta de 05/11/2010

**Amostra nº:** 139115

**Data de entrada:** 10/11/2010

**Material declarado:** Cimento Portland de alta resistência inicial

**Tipo:** CP V-ARI

**Identificação nº:** 13.638

**Período de realização dos ensaios:** 19/11/2010 a 16/12/2010

**Objetivo:** Ensaio de Expansão em Autoclave

## MÉTODO DE ENSAIO

ASTM C 151-09 Test Method for Autoclave Expansion of Portland Cement

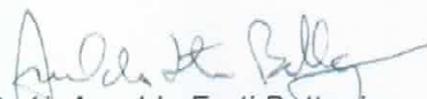
TABELA – Resultados

Água de consistência normal (%)	Expansibilidade (%)		
	1ª determinação	2ª determinação	Média
28,9	-0,02	-0,01	-0,02

São Paulo, 23 de dezembro de 2010.



Engª Gisele Ivaldi Menezes de Jesus  
Assessor Técnico  
CREA 5062134710



Geól. Arnaldo Forti Battagin  
Chefe do Laboratório  
CREA 0600586647

## ANEXO C

Relatório Técnico n° 121 312-205

- Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante  
asfáltico.



Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico

**CLIENTE**

Mirabela Mineração do Brasil Ltda

**UNIDADE RESPONSÁVEL**

Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura - CT-OBRAS

Seção de Geotecnia - SG

## RESUMO

O Relatório Técnico apresenta o resultado do ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico, realizado de acordo com o método de ensaio DNER-ME 078/94 com amostras fornecidas e identificadas pelo cliente.

## Palavras-chave

Adesividade; Agregado graúdo; Ligante asfáltico.

## SUMÁRIO

	P.
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 ENSAIO REALIZADO, MÉTODO UTILIZADO E RESULTADO OBTIDO.....	1
EQUIPE TÉCNICA.....	2
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	3

## 1 INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação da Mirabela Mineração do Brasil Ltda., efetuada por meio da aprovação do orçamento CT-OBRAS LMCC-P nº 007/11, datada de 25 de janeiro de 2011, foi realizado ensaio de adesividade de acordo com o método de ensaio DNER-ME 078/94, com amostras de agregado e ligante asfáltico enviadas e identificadas pelo cliente, as quais foram registradas como segue:

- **SGPAV 13370: "Agregado - Amostra 1 Banco 130 Cava Norte";**
- **SGPAV 13373: "Ligante asfáltico - CAP 50/70".**

## 2 ENSAIO REALIZADO, MÉTODO UTILIZADO E RESULTADO OBTIDO

Para a realização do ensaio de adesividade, foi utilizada uma porção de 500 gramas da amostra de agregado (SGPAV 13370), a qual foi misturada a quantidade de ligante asfáltico (SGPAV 13373), conforme especificado no método de ensaio.

Após efetuada a mistura, o ensaio foi realizado conforme o método de ensaio DNER-ME 078/94.

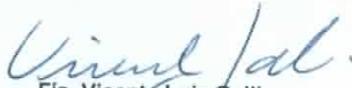
O resultado obtido está apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultado obtido no ensaio de adesividade

ENSAIO	RESULTADO
Adesividade	Não satisfatório

São Paulo, 08 de abril de 2011.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS  
DE INFRAESTRUTURA  
Seção de Geotecnia

  
Fis. Vicente Luiz Galli  
Responsável pela Seção  
RE 6123,4

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS  
DE INFRAESTRUTURA

  
Engª Dra. Gisleine Coelho de Campos  
Diretora do Centro  
CREA 06001948055 – RE 8195.0

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Seção de Geotecnia – Laboratório de Pavimentos**

Elaine Maria Soares – Tecnóloga Civil

Roberto Mariano da Silva - Técnico

### **Apoio Administrativo**

Ludmila Pedrosa Souto Lima – Técnica Administrativa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **ME 078**: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1994.

Ensaio de caracterização tecnológica

CLIENTE  
Mirabela Mineração do Brasil Ltda

Laboratório de Materiais de Construção Civil  
Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura  
CT-OBAS

## RESUMO

Este relatório apresenta e discute os resultados de ensaios efetuados na amostra de rocha "Brita de Amostra 02 Banco 130 Cava Norte".

Os dados resultantes dos ensaios executados, quando analisados à luz da normalização existente, indicam que a rocha em questão tem propriedades adequadas para sua utilização na construção civil, excetuando a pavimentação, para a qual o material deverá ser avaliado com outras emulsões e aditivos melhoradores de adesividade.

## PALAVRAS-CHAVE

Agregado; Concreto; Ensaio; Brita 

## SUMÁRIO

	P.
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Análise petrográfica .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Abrasão Los Angeles .....</b>	<b>2</b>
<b>2.4 Ensaio de compressão uniaxial .....</b>	<b>2</b>
<b>2.5 Determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas .....</b>	<b>2</b>
<b>2.6 Durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos .....</b>	<b>2</b>
<b>2.7 Determinação da expansão de argamassa pelo método acelerado .....</b>	<b>3</b>
<b>2.8 Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico .....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>3</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>4</b>
<b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
<b>ANEXO A - TABELAS 1 A 5 .....</b>	<b>7</b>
<b>ANEXO B - RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1 021 168-205.....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO B - RELATÓRIO TÉCNICO N° 121 313-205.....</b>	<b>23</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Atendendo solicitação da Mirabela Mineração do Brasil Ltda e conforme aprovação em 31.01.2011 do ORÇAMENTO CT-OBRAS-LMCC-P 007/11 de 17.01.2011, via pedidos de compras n<sup>os</sup> 906, 907 e 908, o Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infra-estrutura deste Instituto, efetuou ensaios de caracterização tecnológica em amostra de rocha designada "Amostra 02 Banco 130 Cava Norte" (referência LMCC-P 138/11). A amostra foi fornecida sob a forma de dois blocos de aproximadamente 20 cm x 20 cm x 30cm; a procedência não foi declarada.

### 1.1 Objetivo

Este trabalho objetiva a caracterização tecnológica do agregado gerado da britagem da rocha "Amostra 02 Banco 130 Cava Norte" e a avaliação dos resultados obtidos, visando sua utilização em alguns campos da construção civil.

## 2 MÉTODOS UTILIZADOS

Na caracterização tecnológica da rocha foram utilizados os seguintes métodos de ensaio:

### 2.1 Análise petrográfica

A análise petrográfica foi efetuada em seção delgada da amostra, ao microscópio óptico de luz polarizada transmitida, segundo diretrizes da norma NBR 7389/09 – Parte 2 - "Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto", da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

## **2.2 Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente**

Os índices físicos (massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente) foram determinados de acordo com a norma NBR 7418/2000 - "Lastro-padrão - Determinação da massa específica aparente, da absorção de água e da porosidade aparente do material", da ABNT.

## **2.3 Abrasão Los Angeles**

O ensaio de resistência à abrasão Los Angeles foi efetuado de acordo com a norma ABNT NBR NM 51/2001 - "Agregado graúdo – Ensaio de abrasão *Los Angeles*", da ABNT, e procedimento CT-OBRAS LMCC-P-PE-021.

## **2.4 Ensaio de compressão axial**

O ensaio de compressão axial foi executado em cinco corpos-de-prova de formato cúbico, no estado saturado em água, atendendo à norma NBR 6953/90 - "Lastro-padrão - Determinação da resistência à compressão axial", da ABNT.

## **2.5 Determinação da velocidade de propagação de ondas**

As velocidades de propagação de ondas ultrassônicas foram determinadas segundo o procedimento DIGEO-LPTR-PE-014, baseado na norma NBR 8802/94 "Concreto Endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica", da ABNT, em todos os corpos-de-prova destinados aos ensaios de compressão uniaxial.

## **2.6 Durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos**

O ensaio para avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos foi executado pela área de concreto do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, de acordo com o procedimento CT-OBRAS LMCC-C-PE-035 e método DNER-ME 89/94 - "Agregados – Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou sulfato de magnésio", do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem-DNER. 

## 2.7 Determinação da expansão de argamassa pelo método acelerado

A determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado foi executada pela área de concreto do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, segundo diretrizes do procedimento CT-OBRAS–LMCC-C-PE-34 e da norma NBR15577-4/2008 - “Agregados – Reatividade álcali-agregado – Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado”, da ABNT.

## 2.8 Ensaio de adesividade a ligante betuminoso

Ensaio de adesividade foi executado pelo Laboratório de Pavimentos da seção de Geotecniade do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, de acordo com o método DNER-ME 078/94, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER.

## 3 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão assim apresentados:

- Análise petrográfica: TABELA 1, ANEXO A;
- Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente: TABELA 2, ANEXO A;
- Determinação da resistência à abrasão *Los Angeles*: **33%** de perdas, na graduação “A”.
- Resultados da resistência à compressão axial e velocidade de propagação de ondas ultrassônicas: TABELA 3, ANEXO A;
- Resultados da durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio: Relatório de Ensaio n° 1 021 167-203, ANEXO B;
- Resultados da determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado: Relatório de Ensaio n° 1 021 167-203, ANEXO B;
- Resultados do ensaio de adesividade: Relatório Técnico n° 121 313-205, ANEXO C: 

## 4 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Os resultados dos ensaios efetuados indicaram que a rocha estudada apresenta as seguintes características, quando comparadas com os valores sugeridos pelas normas:

- a) A análise petrográfica indica tratar-se de rocha silicática, com menos de 5 % de quartzo, cerca de 50% de feldspatos e até 50 % de piroxênios (minerais silicáticos ferromagnesianos). A pequena quantidade de quartzo torna a rocha pouco suscetível à reação álcali-agregado. A granulação relativamente fina, a pouca alteração dos minerais condicionam uma alta resistência mecânica e baixa porosidade e absorção de água. Embora o microfissuramento intragranular seja intenso, o preenchimento por sericita e muscovita mantém a alta resistência mecânica e baixas porosidade e absorção de água.
- b) perda por abrasão *Los Angeles* de 33 %, inferior à máxima de 40 % especificada pela NBR 5564 (ABNT, 1991) e de 50 % especificado pela NBR 7211 (ABNT, 1993);
- c) baixa porosidade (0,31 %) e baixa absorção de água (0,10 %), considerando o limite superior de 1% especificado pela NBR 5564;
- d) massa específica típica de rochas silicáticas pouco alteradas e ricas em minerais ferromagnesianos ( $2.980 \text{ kg/m}^3$ ), acima do limite mínimo de  $2.400 \text{ kg/m}^3$  especificado pela NBR 5564;
- e) valores elevados de resistência à compressão axial (156,9 MPa), considerando o limite inferior de 100 MPa sugerido na proposta de revisão da NBR 5564;
- f) valores da velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas elevados, conforme esperado devido ao fraco grau de alteração do material e a grande quantidade de minerais ferromagnesianos;
- g) poucas perdas no ensaio de durabilidade, confirmando a baixa porosidade e elevada resistência mecânica. 

- h) baixa perda no ensaio de durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio;
- i) expansões abaixo de 0,19% aos 30 dias da moldagem, o que indica reatividade inócua frente aos álcalis no concreto;
- j) embora o ensaio de adesividade tenha apresentado resultado não-satisfatório, outras emulsões asfálticas e aditivos melhoradores de adesividade poderão ser testados.

Portanto, os dados resultantes dos ensaios executados indicam que a rocha em questão possui propriedades adequadas para sua utilização como agregado para concreto, lastro de ferrovia e outras aplicações destinadas a rochas britadas.

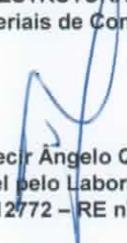
São Paulo, 26 de maio de 2011.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Fábio Conrado de Queiróz  
Responsável Técnico  
CREA n° 0682529860 – RE n° 3108

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Quím. Dr. Valdeciir Ângelo Quarcioni  
Responsável pelo Laboratório  
CRQ n° 04212772 – RE n° 6741

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA



Eng° Dra. Gisleine Coelho de Campos  
Diretora do Centro  
CREA n° 0601948055 - RE n° 8195.0

FCQ/EBQ/PMLM.

## **EQUIPE TÉCNICA**

**Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura**

**Laboratório de Materiais de Construção Civil**

**Responsável Técnico:** Fábio Conrado de Queiróz – Tecnólogo, Mestre

Eduardo Brandau Quitete – Geólogo, Mestre

Mírian Cruxên Barros de Oliveira- Geóloga, Doutora

Rafael Francisco Cardoso dos Santos – Engenheiro Civil

Eli Arruda Toledo – Técnico

Givani Soares de Araujo – Técnico

Nilson de Paula – Técnico

Vandir Correa dos Santos - Técnico

Sidnei Rodrigues de Oliveira – Técnico 

## ANEXO A

Tabela 1 - Resultados da análise petrográfica.

Tabela 2 - Resultados da determinação da massa específica, aparente, absorção de água e porosidade aparente.

Tabela 3 - Resultados da resistência à compressão axial e determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas. 

Tabela 1 - Resultados da análise petrográfica (ABNT NBR 7 389-2/2009) para a "Amostra 02 Banco 130 Cava Norte" (LMCC-P 138/11), finalizada em 18.04.2011.

<b>PROCEDÊNCIA:</b> Não declarada.		<b>TIPO:</b> fragmento de rocha
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS:</b> rocha muito coerente		
<b>DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA</b>		
COR: cinza escuro	ESTRUTURA: orientada	
GRANULAÇÃO: média	ALTERAÇÃO: fraca	
<b>DESCONTINUIDADES:</b> não perceptíveis		
<b>DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA - Lâmina IPT n° 11 456</b>		
<b>MINERAIS:</b> (avaliação visual - %)		
Plagioclásio (labradorita)	50	
Augita	20-25	
Hiperstênio	20-25	
Feldspato alcalino	<5	
Quartzo	<5	
Acessórios: biotita, zircão, apatita, titanita. Secundários: sericita/muscovita, hidróxido de ferro.	tr	
<b>TEXTURA:</b> inequigranular hipidiomórfica a heterogranoblástica		
<b>NATUREZA:</b> ígnea / metamórfica		
<b>GRANULAÇÃO:</b> Fina (<0,5 mm) a média (1,5 mm a 3,0 mm), predominantemente média. Hiperstênio variando entre 1,2 mm e 2,5 mm, feldspatos variando entre 0,6 mm e 2,5 mm (predominantemente) e augita variando entre 0,3 mm e 1,0 mm (predominantemente).		
<b>GRAU DE ALTERAÇÃO:</b> Rocha pouco alterada intempericamente. Presença de hidróxidos de ferro nas bordas de cristais de piroxênio.		
<b>GRAU DE MICROFISSURAMENTO:</b> Moderado a forte, com fraco fraturamento intergranular e transgranular moderados e fraturamento intragranular intenso nos piroxênios e feldspatos. Preenchimento por sericita e muscovita.		
<b>CLASSIFICAÇÃO:</b> Gabronorito		

**Tabela 2** - Resultados da determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente (NBR 7418/00) para a "Amostra 02 Banco 130 Cava Norte" (LMCC-P 138/11), finalizada em 31.03.2011.

CP N°	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Submerso (g)	M. Esp. Ap.Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porosidade aparente. (%)	Abs. de Água (%)
1	367,83	368,15	244,60	2.980	0,3	0,1
2	294,12	294,41	195,73	2.980	0,3	0,1
3	389,10	389,41	259,15	2.990	0,2	0,1
4	315,21	315,50	209,35	2.970	0,3	0,1
5	374,81	375,09	249,63	2.990	0,2	0,1
6	344,45	344,73	229,50	2.990	0,2	0,1
7	289,94	290,51	192,79	2.970	0,6	0,2
8	376,12	376,80	250,01	2.970	0,5	0,2
9	318,66	318,91	212,18	2.990	0,2	0,1
10	359,58	359,87	239,30	2.980	0,2	0,1
11	363,38	363,79	241,66	2.980	0,3	0,1
12	284,81	285,07	189,18	2.970	0,3	0,1
<b>MÉDIA :</b>				<b>2.980</b>	<b>0,31</b>	<b>0,10</b>
<b>DESVIO PADRÃO :</b>				<b>9</b>	<b>0,12</b>	<b>0,04</b>
<b>COEF. VARIAÇÃO (%) :</b>				<b>0,29</b>	<b>38,8</b>	<b>39,1</b>

**Tabela 3** - Resultados dos ensaios de compressão axial (NBR 6953/90) e de determinação da velocidade de onda ultrassônica (NBR 6953/90) para a "Amostra 02 Banco 130 Cava Norte" LMCC-P 138/11, finalizados em 30.03.2011.

CORPO- DE- PROVA	ALTURA	DIMENSÕES ARESTAS		ÁREA DE CARGA, A	CARGA DE RUPTURA, P	TENSÃO DE RUPTURA, $\sigma$		VELOC. DE PROPAG.
		A1	A2			(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	
(nº)	(cm)	(cm)		(cm <sup>2</sup> )	(kgf)	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	(m/s)
4	75,63	7,56	7,63	57,69	86.500	1.499	147,0	6.250
3	75,85	7,62	7,70	58,64	88.000	1.501	147,2	6.428
6	75,23	7,52	7,68	57,73	90.000	1.559	152,9	6.542
2	76,10	7,56	7,71	58,32	92.500	1.586	155,5	6.795
1	75,68	7,57	7,65	57,95	98.000	1.691	165,8	6.524
5	75,42	7,55	7,67	57,88	102.000	1.762	172,8	6.082
<b>MÉDIA</b>						<b>1.600</b>	<b>156,9</b>	<b>6.437</b>
<b>DESVIO PADRÃO</b>						<b>106</b>	<b>10,4</b>	<b>248</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)</b>						<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>3,9</b>

Nota:  $\sigma = P/A$

## ANEXO B

### Relatório de ensaio n° 1 021 168-203

- Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado.
- Durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio. 

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-Obras

## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 021 168-203

**CLIENTE: MIRABELA MINERAÇÃO DO BRASIL LTDA**  
Fazenda Santa Rita – Zona Rural  
CEP 45585-000 – Itagiba – BA

**NATUREZA DO TRABALHO: Ensaio de reatividade potencial**

**REFERÊNCIA: Orçamento CT-OBRAS/LMCC-P-017/11 de 17.01.2011.**

### 1 MATERIAL

#### 1.1 Descrição

Amostra de rocha

#### 1.2 Identificações das amostras declaradas pelo Cliente

Amostra 2 – Banco 130 – Cava Norte

#### 1.3 Data do recebimento

22.03.2011

#### 1.4 Identificação interna

LMCC-P-138/11

### 2 MÉTODOS UTILIZADOS

NBR-15577/2008– Agregados- Reatividade álcali-agregado – Determinação da expansão (Parte 4) em barras de argamassa pelo método acelerado (CT-OBRAS - LMCC-C-PE-034).

DNER-ME 89/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou sulfato de magnésio (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-035)

Os resultados e métodos de ensaios químicos e físico-mecânicos do cimento Portland CP V-ARI, utilizado no ensaio de reatividade álcali-agregado, constam dos Anexos A e B.



### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Reatividade álcali-agregado

Os resultados de reatividade álcali-agregado (NBR 15577 parte 4), representados pelos valores médios de expansão de 3 barras de argamassa para cada idade, constam da Tabela 1 e Figura 1.

**Tabela 1: Expansão em barras de argamassa (método acelerado) - NBR 15577-4**

Idade (dias)	Varição Dimensional (%)
	Amostra 2 – Banco 130 – Cava Norte
5	0,00
8	0,01
12	0,01
16	0,01
19	0,02
23	0,02
27	0,02
30	0,02

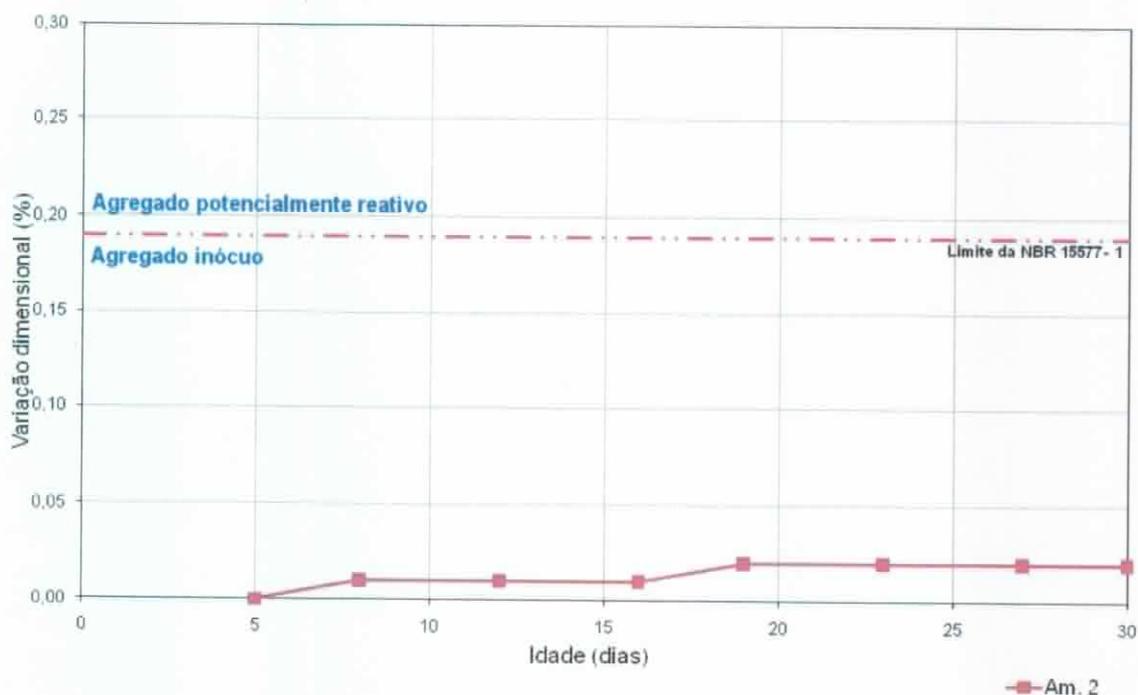


Figura 1 – Representação da variação dimensional (expansão) com a idade (NBR 15577-4)

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

**Obs:**

- 1) Limites especificados no item 5.3 da NBR 15577 – parte 1:
  - Quando o resultado obtido nesse ensaio indicar expansão menor que 0,19% aos 30 dias, o agregado é considerado potencialmente inócuo para uso em concreto
  - Caso a expansão obtida no ensaio acelerado seja maior ou igual que 0,19% aos 30 dias, o agregado é considerado potencialmente reativo nesse ensaio
- 2) O limite de expansão do cimento em autoclave (NBR-15577- parte 4), cujo resultado é apresentado no Anexo B, deve ser inferior a 0,20%.

**3.2 Durabilidade**

Os resultados do ensaio de durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio (DNER ME 89/94), constam da Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados da durabilidade do agregado – Amostra 2**

Peneiras		Massa das frações antes do ensaio (g)	Perdas	
Passando pela (mm)	Retido na (mm)		Em cada fração (g)	Em cada fração (%)
63,5	38,0	1513,7	<b>1,7</b>	<b>0,11</b>
38,0	19,0	1512,8	<b>2,1</b>	<b>0,14</b>
19,0	9,5	674,2	<b>3,4</b>	<b>0,50</b>

∴ Solução de sulfato de sódio, concentração 350 g/l, densidade 1.170 g/l

*J.*

#### 4 ANEXOS

ANEXO A – Resultados e métodos de ensaios químicos e físico-mecânicos do cimento CP V ARI – 4 pág.

ANEXO B – Relatório de Ensaio N° 66 106 da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. Resultados de expansão em autoclave do cimento CP V ARI - 1 pág

#### EQUIPE TÉCNICA

Técnico Givani Soares de Araújo  
Auxiliar Roberto Ferreira Lima  
Químico Daniel Martins Aleixo  
Técnica Química Wilma F. Collaço de Souza

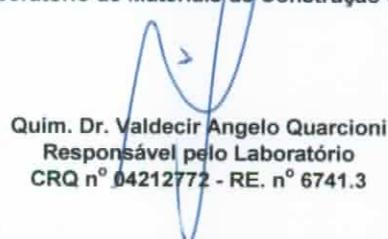
São Paulo, 25 de maio de 2011

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Eng<sup>o</sup> Civil Rafael Francisco Cardoso dos Santos  
Supervisor dos Ensaios  
CREA n° 5.062.564.471 - RE n° 8472.3

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Quím. Dr. Valdecir Angelo Quarcioni  
Responsável pelo Laboratório  
CRQ n° 04212772 - RE. n° 6741.3

## ANEXO A

### MÉTODOS DE ENSAIOS E RESULTADOS DE CIMENTO PORTLAND CP V ARI, UTILIZADO NO ENSAIO DE REATIVIDADE ÁLCALI-AGREGADO

*[Handwritten signature]*

## MÉTODOS DE ENSAIOS

### I) Análise química do cimento

- Perda ao fogo:  
NBR-NM 18/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo", item 5.1 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-001, Método A).
- Anidrido silícico ( $\text{SiO}_2$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-003, Método B).
- Óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.1 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-005, Método B).
- Óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.2 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-006, Método B).
- Óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.3 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-007, Método B).
- Óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.4 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-008, Método B).
- Anidrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ ):  
NBR-NM 16/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-009).
- Óxido de sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ):  
NBR-NM 17/04 "Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-053 e CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-062).

*[Assinatura]*

- Sulfeto ( $S^{2-}$ ):  
NBR-NM 19/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de enxofre na forma de sulfeto" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-012).  
*Nota 1: Ensaio executado nos cimentos Portland CP II-E, CP III e, em caso de presença de sulfeto (detectada através de teste qualitativo), para os demais tipos de cimento.*
- Óxido de cálcio livre (CaO livre):  
NBR-NM 13/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre pelo etilenoglicol" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-010).
- Resíduo Insolúvel:  
NBR-NM 15/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-002, Método B).
- Anidrido carbônico ( $CO_2$ ):  
NBR-NM 20/04 "Cimento Portland e suas matérias primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-011).

## II) Ensaios físicos e mecânicos do cimento

- NBR-11579/91 - Cimento Portland - Determinação da finura na peneira 0,075 mm - (no 200) (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-001).
- NBR-NM-43/03 - Cimento Portland - Determinação da Pasta de Consistência Normal (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-003).
- NBR-NM-65/03 - Cimento Portland - Determinação do Tempo de Pega (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-004).
- NBR-7215/96 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-005).
- NBR-11582/91 - Cimento Portland - Determinação da expansibilidade de Le Chatelier (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-006).
- NBR-NM-23/01 - Cimento Portland - Determinação da massa específica (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-007).
- NBR-NM-76/98 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine) (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-008).
- ASTM-C-151/05 - Autoclave expansion of hydraulic cement – (Determinação da reação expansão do cimento em autoclave)

*Nota 2: Resultados de ensaio apresentados no Relatório de Ensaio Nº 48034 da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP – em anexo.*

*#*

## RESULTADOS DO CIMENTO CP V ARI

### I) Análise química

#### I.1) Componentes maiores

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
. Perda ao fogo (PF)	3,51	≤ 4,5
. Anidrido silícico (SiO <sub>2</sub> )	19,24	---
. Óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,15	---
. Óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,49	---
. Óxido de cálcio (CaO)	62,99	---
. Óxido de magnésio (MgO)	2,34	≤ 6,5
. Anidrido sulfúrico (SO <sub>3</sub> )	3,69	≤ 3,5 ou ≤ 4,5 <sup>(Nota 3)</sup>

Nota 3: Para C<sub>3</sub>A ≤ 8,0%, SO<sub>3</sub> ≤ 3,5% - Para C<sub>3</sub>A > 8,0%, SO<sub>3</sub> ≤ 4,5%.

#### I.2) Componentes menores

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
. Óxido de sódio (Na <sub>2</sub> O)	0,26	---
. Óxido de potássio (K <sub>2</sub> O)	0,95	---
. Equivalente alcalino (em Na <sub>2</sub> O)	0,89	---
. Sulfeto (S <sup>2-</sup> )	n.d.	---

. n.d. – não detectado.

. Equivalente alcalino (em Na<sub>2</sub>O) = % Na<sub>2</sub>O + 0,658 x %K<sub>2</sub>O.

#### I.3) Determinações em separado

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
. Óxido de cálcio livre (CaO)	1,00	---
. Resíduo insolúvel (RI)	0,24	≤ 1,0
. Anidrido carbônico (CO <sub>2</sub> )	2,34	≤ 3,0

P.

## II) Ensaio físicos

		Limites da NBR-5733/91 CP V-ARI
Finura (NBR-11579/91) Resíduo na peneira de 0,075 mm (%)	0,4	≤ 6,0 %
Água para pasta normal (NBR-NM-43/03) (% massa do cimento)	29,5	-----
Início de pega (NBR-NM-65/03) (h:min)	03:40	≥ 60 min (01 h)
Fim de pega (NBR-NM-65/03) (h:min)	04:45	≤ 600min (10 h)
Expansibilidade (NBR-11582/91) - Frio (mm)	0,0	≤ 5,0 mm
Expansibilidade (NBR-11582/91) - Quente (5h) (mm)	0,0	≤ 5,0 mm
Massa específica (NBR-NM-23/01) (g/cm <sup>3</sup> )	3,08	-----
Finura - Método de Blaine (NBR-NM-76/98) (cm <sup>2</sup> /g)	4820	-----
Finura - Método de Blaine (m <sup>2</sup> /kg)	482	≥ 300,0 m <sup>2</sup> /kg

## III) Ensaio mecânicos

Resistência à compressão (MPa) - (NBR-7215/96)							
Idades (dias)	Corpo de Prova nº				Média	DRM (%)	Limites da NBR-5733/91 CP V-ARI
	1	2	3	4			
1	31,1	30,9	31,8	31,4	31,3	1,6	≥ 14,0 MPa
3	46,1	44,6	44,5	44,9	45,0	2,4	≥ 24,0 MPa
7	50,4	49,6	52,6	50,5	50,8	3,5	≥ 34,0 MPa

#

## **ANEXO B**

**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 57 069 DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO  
PORTLAND – ABCP.**

**RESULTADOS DE EXPANSÃO EM AUTOCLAVE DO CIMENTO CPV ARI - 1 pág.**

*A.*



Associação  
Brasileira de  
Cimento Portland

ÁREA DE TECNOLOGIA - LABORATÓRIO

1/1

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 66106

Ensaio  
NBR ISO/IEC  
17025



CLF 0024

**Interessado:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas S/A

**Endereço:** Av. Prof. Almeida Prado, 532 - CEP 05508-901 - São Paulo/SP

**Referência:** Solicitação: 013/10 – Carta de 05/11/2010

**Amostra nº:** 139115

**Data de entrada:** 10/11/2010

**Material declarado:** Cimento Portland de alta resistência inicial

**Tipo:** CP V-ARI

**Identificação nº:** 13.638

**Período de realização dos ensaios:** 19/11/2010 a 16/12/2010

**Objetivo:** Ensaio de Expansão em Autoclave

## MÉTODO DE ENSAIO

ASTM C 151-09 Test Method for Autoclave Expansion of Portland Cement

TABELA – Resultados

Água de consistência normal (%)	Expansibilidade (%)		
	1ª determinação	2ª determinação	Média
28,9	-0,02	-0,01	-0,02

São Paulo, 23 de dezembro de 2010.

Engª Gisele Ivaldi Menezes de Jesus  
Assessor Técnico  
CREA 5062134710

Geól. Arnaldo Forti Battagin  
Chefe do Laboratório  
CREA 0600586647

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.

## ANEXO C

Relatório Técnico n° 121 312-205

- Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico. 

Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico

**CLIENTE**  
Mirabela Mineração do Brasil Ltda

**UNIDADE RESPONSÁVEL**  
Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura - CT-OBRAS  
Seção de Geotecnia - SG

## RESUMO

O Relatório Técnico apresenta o resultado do ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico, realizado de acordo com o método de ensaio DNER-ME 078/94 com amostras fornecidas e identificadas pelo cliente.

## Palavras-chave

Adesividade; Agregado graúdo; Ligante asfáltico.

## SUMÁRIO

	P.
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ENSAIO REALIZADO, MÉTODO UTILIZADO E RESULTADO OBTIDO.....</b>	<b>1</b>
<b>EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>2</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação da Mirabela Mineração do Brasil Ltda, efetuada por meio da aprovação do orçamento CT-OBRAS LMCC-P nº 007/11 datada de 25 de janeiro de 2011, foi realizado ensaio de adesividade de acordo com o método de ensaio DNER-ME 078/94, com amostras de agregado e ligante asfáltico enviadas e identificadas pelo cliente, as quais foram registradas como segue:

- **SGPAV 13371: "Agregado - Amostra 2 Banco 130 Cava Norte";**
- **SGPAV 13373: "CAP 50/70".**

## 2 ENSAIO REALIZADO, MÉTODO UTILIZADO E RESULTADO OBTIDO

Para a realização do ensaio de adesividade, foi utilizada uma porção de 500 gramas da amostra de agregado (SGPAV 13371), a qual foi misturada a quantidade de ligante asfáltico (SGPAV 13373), conforme especificado no método de ensaio.

Após efetuada a mistura, o ensaio foi realizado conforme o método de ensaio DNER-ME 078/94.

O resultado obtido está apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultado obtido no ensaio de adesividade

ENSAIO	RESULTADO
Adesividade	Não satisfatório

São Paulo, 08 de abril de 2011.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS  
DE INFRAESTRUTURA  
Seção de Geotecnia



Fis. Vívian Luiz Galli  
Responsável pela Seção  
RE-6123.4

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS  
DE INFRAESTRUTURA



Eng.ª Dra. Gislejre Coelho de Campos  
Diretora do Centro  
CREA 06001948055 – RE 8195.0

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Seção de Geotecnia – Laboratório de Pavimentos**

Elaine Maria Soares – Tecnóloga Civil

Roberto Mariano da Silva - Técnico

### **Apoio Administrativo**

Ludmila Pedrosa Souto Lima – Técnica Administrativa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **ME 078**: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1994.

Ensaio de caracterização tecnológica

CLIENTE  
Mirabela Mineração do Brasil Ltda

Laboratório de Materiais de Construção Civil  
Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura  
CT-OBRAS

## RESUMO

Este relatório apresenta e discute os resultados de ensaios efetuados na amostra de rocha "Brita de Amostra 03 Banco 150 Cava Sul".

Os dados resultantes dos ensaios executados, quando analisados à luz da normalização existente, indicam que a rocha em questão tem propriedades adequadas para sua utilização na construção civil, excetuando a pavimentação, para a qual o material deverá ser avaliado com outras emulsões e aditivos melhoradores de adesividade.

## PALAVRAS-CHAVE

Agregado; Concreto; Ensaios; Brita 

## SUMÁRIO

	P.
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Análise petrográfica .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Abrasão Los Angeles .....</b>	<b>2</b>
<b>2.4 Ensaio de compressão uniaxial .....</b>	<b>2</b>
<b>2.5 Determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas .....</b>	<b>2</b>
<b>2.6 Durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos .....</b>	<b>2</b>
<b>2.7 Determinação da expansão de argamassa pelo método acelerado .....</b>	<b>3</b>
<b>2.8 Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>3</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>4</b>
<b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
<b>ANEXO A - TABELAS 1 A 3 .....</b>	<b>7</b>
<b>ANEXO B - RELATÓRIO DE ENSAIO N° 1 021 169-203.....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO C - RELATÓRIO TÉCNICO N° 121 314-205 .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atendendo solicitação da Mirabela Mineração do Brasil Ltda e conforme aprovação em 31.01.2011 do ORÇAMENTO CT-OBRAS-LMCC-P 007/11 de 17.01.2011, via pedidos de compras nºs 906, 907 e 908, o Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infra-estrutura deste Instituto, efetuou ensaios de caracterização tecnológica em amostra de rocha designada "Amostra 03 Banco 150 Cava Sul" (referência LMCC-P 139/11). A amostra foi fornecida sob a forma de dois blocos de aproximadamente 20 cm x 20 cm x 30cm; a procedência não foi declarada.

### 1.1 Objetivo

Este trabalho objetiva a caracterização tecnológica do agregado gerado da britagem da rocha "Amostra 03 Banco 150 Cava Sul" e a avaliação dos resultados obtidos, visando sua utilização em alguns campos da construção civil.

## 2 MÉTODOS UTILIZADOS

Na caracterização tecnológica da rocha foram utilizados os seguintes métodos de ensaio:

### 2.1 Análise petrográfica

A análise petrográfica foi efetuada em seção delgada da amostra, ao microscópio óptico de luz polarizada transmitida, segundo diretrizes da norma NBR 7389/09 – Parte 2 - "Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto", da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

## **2.2 Determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente**

Os índices físicos (massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente) foram determinados de acordo com a norma NBR 7418/2000 - "Lastro-padrão - Determinação da massa específica aparente, da absorção de água e da porosidade aparente do material", da ABNT.

## **2.3 Abrasão Los Angeles**

O ensaio de resistência à abrasão Los Angeles foi efetuado de acordo com a norma ABNT NBR NM 51/2001 - "Agregado graúdo – Ensaio de abrasão *Los Angeles*", da ABNT, e procedimento CT-OBRAS LMCC-P-PE-021.

## **2.4 Ensaio de compressão axial**

O ensaio de compressão axial foi executado em cinco corpos-de-prova de formato cúbico, no estado saturado em água, atendendo à norma NBR 6953/90 - "Lastro-padrão - Determinação da resistência à compressão axial", da ABNT.

## **2.5 Determinação da velocidade de propagação de ondas**

As velocidades de propagação de ondas ultrassônicas foram determinadas segundo o procedimento DIGEO-LPTR-PE-014, baseado na norma NBR 8802/94 "Concreto Endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica", da ABNT, em todos os corpos-de-prova destinados aos ensaios de compressão uniaxial.

## **2.6 Durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos**

O ensaio para avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfatos foi executado pela área de concreto do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, de acordo com o procedimento CT-OBRAS LMCC-C-PE-035 e método DNER-ME 89/94 - "Agregados – Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou sulfato de magnésio", do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem-DNER. 

## 2.7 Determinação da expansão de argamassa pelo método acelerado

A determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado foi executada pela área de concreto do Laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, segundo diretrizes do procedimento CT-OBRAS-LMCC-C-PE-34 e da norma NBR15577-4/2008 - "Agregados – Reatividade álcali-agregado – Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado", da ABNT.

## 2.8 Ensaio de adesividade a ligante betuminoso

Ensaio de adesividade foi executado pelo Laboratório de Pavimentos da seção de Geotecniade do Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura do IPT, de acordo com o método DNER-ME 078/94, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER.

## 3 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão assim apresentados:

- Resultados da Análise petrográfica: TABELA 1, ANEXO A;
- Resultados da determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente: TABELA 2, ANEXO A;
- Resultado do ensaio de resistência à abrasão *Los Angeles*: **33%** de perdas, na graduação "A".
- Resultados da resistência à compressão axial e velocidade de propagação de ondas ultrassônicas: TABELA 3, ANEXO A;
- Resultados da durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio: Relatório de Ensaio n° 1 021 169-203, ANEXO B;
- Resultados da determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado: Relatório de Ensaio n° 1 021 167-203, ANEXO B;
- Resultados do ensaio de adesividade: Relatório Técnico n° 121 314-205, ANEXO C; 

## 4 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados dos ensaios efetuados indicaram que a rocha estudada apresenta as seguintes características, quando comparadas com os valores sugeridos pelas normas:

- a) A análise petrográfica indica tratar-se de rocha silicática, com menos de 5 % de quartzo, até 50% de feldspatos e 50 % de piroxênios (minerais silicáticos ferromagnesianos). A pequena quantidade de quartzo torna a rocha pouco suscetível à reação álcali-agregado. A granulação relativamente fina e a moderada alteração dos minerais condicionam uma boa resistência mecânica e razoável porosidade e absorção de água. Embora o microfissuramento intragranular seja intenso, o preenchimento por sericita evita queda significativa da resistência mecânica e elevação da porosidade e da absorção de água.
- b) baixa porosidade (0,57 %) e baixa absorção de água (0,19 %), considerando o limite superior de 1% especificado pela NBR 5564;
- c) massa específica típica de rochas silicáticas pouco alteradas e ricas em minerais ferromagnesianos ( $2.942 \text{ kg/m}^3$ ), acima do limite mínimo de  $2.400 \text{ kg/m}^3$  especificado pela NBR 5564;
- d) perda por abrasão *Los Angeles* de 33 %, inferior à máxima de 40 % especificada pela NBR 5564 (ABNT, 1991) e de 50 % especificado pela NBR 7211 (ABNT, 1993);
- e) valores elevados de resistência à compressão axial (133,8 MPa), considerando o limite inferior de 100 MPa sugerido na proposta de revisão da NBR 5564;
- f) valores da velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas elevados, conforme esperado, devido ao fraco grau de alteração do material e a grande quantidade de minerais ferromagnesianos;
- g) poucas perdas no ensaio de durabilidade, confirmando a baixa porosidade e elevada resistência mecânica;

- h) baixa perda no ensaio de durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio;
- i) expansões abaixo de 0,19% aos 30 dias da moldagem, o que indica reatividade inócua frente aos álcalis no concreto;
- j) embora o ensaio de adesividade tenha apresentado resultado não-satisfatório, outras emulsões asfálticas e aditivos melhoradores de adesividade poderão ser testados.

Portanto, os dados resultantes dos ensaios executados indicam que a rocha em questão possui propriedades adequadas para sua utilização como agregado para concreto, lastro de ferrovia e outras aplicações destinadas a rochas britadas.

São Paulo, 26 de maio de 2011.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Fábio Conrado de Queiróz  
Responsável Técnico  
CREA n° 0682529860 – RE n° 3108

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Quim. Dr. Valdecir Ângelo Quarcioni  
Responsável pelo Laboratório  
CRQ n° 04212772 – RE n° 6741

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA



Eng° Dra. Gisleine Coelho de Campos  
Diretora do Centro  
CREA n° 0601948055 - RE n° 8195.0

FCQ/EBQ/PMLM.

## **EQUIPE TÉCNICA**

**Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura**

**Laboratório de Materiais de Construção Civil**

**Responsável Técnico:** Fábio Conrado de Queiróz – Tecnólogo, Mestre

Eduardo Brandau Quitete – Geólogo, Mestre

Mírian Cruxên Barros de Oliveira- Geóloga, Doutora

Rafael Francisco Cardoso dos Santos – Engenheiro Civil

Eli Arruda Toledo – Técnico

Givani Soares de Araujo – Técnico

Nilson de Paula – Técnico

Vandir Correa dos Santos - Técnico

Sidnei Rodrigues de Oliveira – Técnico 

## ANEXO A

Tabela 1 - Resultados da análise petrográfica.

Tabela 2 - Resultados da determinação da massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente.

Tabela 3 - Resultados da resistência à compressão axial e determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas. 

**Tabela 1** - Resultados da análise petrográfica (ABNT NBR 7 389-2/2009) para a "Amostra 03 Banco 150 Cava Sul" (LMCC-P 139/11), finalizada em 18.04.2011..

**PROCEDÊNCIA:** Não declarada. **TIPO:** fragmento de rocha

**PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS:** rocha muito coerente

**DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA**

**COR:** cinza escuro esverdeado

**ESTRUTURA:** maciça

**GRANULAÇÃO:** média

**ALTERAÇÃO:** fraca

**DESCONTINUIDADES:** fraturas

**DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA - Lâmina IPT n° 11 457**

**MINERAIS:** (avaliação visual -%)

Plagioclásio (labradorita)	40
Augita	25
Hiperstênio	25
Feldspato alcalino	5-10
Quartzo	<5
Acessórios: zircão, apatita, biotita.	tr
Secundários: sericita, hidróxido de ferro.	-



**TEXTURA:** inequigranular hipidiomórfica a granoblástica

**NATUREZA:** ígnea / metamórfica

**GRANULAÇÃO:** Fina (<0,5 mm) a média (1,5 mm a 3,0 mm), predominantemente média.

**GRAU DE ALTERAÇÃO:** Rocha medianamente alterada intempericamente. Presença de hidróxidos de ferro nas bordas e/ou centro dos cristais de piroxênio.

**GRAU DE MICROFISSURAMENTO:** Moderado. Fraturamento intergranular e transgranular fracos e fraturamento intragranular intenso nos piroxênios e feldspatos. Preenchimento por sericita.

**CLASSIFICAÇÃO:** Jotunito / Hiperstênio monzogabro 

**Tabela 2** - Resultados da determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente (NBR 7418/00) para a "Amostra 03 Banco 150 Cava Sul" (LMCC-P 139/11), finalizada em 31.03.2011.

CP N°	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Peso Submerso (g)	M. Esp. Ap. Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Porosidade aparente. (%)	Abs. de Água (%)
1	333,67	334,42	220,58	2.930	0,7	0,2
2	367,07	367,84	243,51	2.950	0,6	0,2
3	367,71	368,58	244,83	2.970	0,7	0,2
4	364,48	365,26	241,74	2.950	0,6	0,2
5	352,60	353,56	233,45	2.940	0,8	0,3
6	359,70	360,33	239,57	2.980	0,5	0,2
7	367,96	368,65	244,54	2.960	0,6	0,2
8	380,96	381,68	243,50	2.760	0,5	0,2
9	359,74	360,36	239,25	2.970	0,5	0,2
10	370,61	371,49	246,75	2.970	0,7	0,2
11	393,06	393,06	261,25	2.980	0,0	0,0
<b>MÉDIA :</b>				<b>2.942</b>	<b>0,57</b>	<b>0,19</b>
<b>DESVIO PADRÃO :</b>				<b>62</b>	<b>0,21</b>	<b>0,07</b>
<b>COEF. VARIAÇÃO (%) :</b>				<b>2,12</b>	<b>36,9</b>	<b>36,7</b>

**Tabela 3** - Resultados dos ensaios de compressão axial (NBR 6953/90) e de determinação da velocidade de onda ultrassônica (NBR 6953/90) para a "Amostra 03 Banco 150 Cava Sul" LMCC-P 139/11, finalizados em 30.03.2011.

CORPO- DE- PROVA	ALTURA	DIMENSÕES ARESTAS		ÁREA DE CARGA, A	CARGA DE RUPTURA, P	TENSÃO DE RUPTURA, $\sigma$		VELOC. DE PROPAG.
		A1	A2			(kgf/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	
(n°)	(cm)	(cm)		(cm <sup>2</sup> )	(kgf)			(m/s)
3	75,14	7,52	7,68	57,73	69.500	1.204	118,1	5.525
5	74,87	7,49	7,65	57,28	77.500	1.353	132,7	5.546
2	75,17	7,52	7,66	57,62	79.500	1.380	135,3	5.568
4	75,45	7,55	7,68	57,94	80.500	1.389	136,2	5.673
1	75,37	7,54	7,60	57,35	80.500	1.404	137,7	5.542
6	74,97	7,46	7,59	56,60	82.500	1.458	143,0	5.135
<b>MÉDIA</b>						<b>1.365</b>	<b>133,8</b>	<b>5.498</b>
<b>DESVIO PADRÃO</b>						<b>86</b>	<b>8,4</b>	<b>186</b>
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)</b>						<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>3,4</b>

Nota:  $\sigma = P/A$  

## ANEXO B

### Relatório de ensaio n° 1 021 169-203

- Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado.
- Durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio. 

Laboratório de Materiais de Construção Civil/CT-Obras

## RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 021 169-203

**CLIENTE: MIRABELA MINERAÇÃO DO BRASIL LTDA**  
Fazenda Santa Rita – Zona Rural  
CEP 45585-000 – Itagiba – BA

**NATUREZA DO TRABALHO: Ensaio de reatividade potencial**

**REFERÊNCIA: Orçamento CT-OBRAS/LMCC-P-007/11 de 17.01.2011.**

### 1 MATERIAL

#### 1.1 Descrição

Amostra de rocha

#### 1.2 Identificações das amostras declaradas pelo Cliente

Amostra 3 – Banco 150 – Cava Sul

#### 1.3 Data do recebimento

22.03.2011

#### 1.4 Identificação interna

LMCC-P-139/11

### 2 MÉTODOS UTILIZADOS

NBR-15577/2008– Agregados- Reatividade álcali-agregado – Determinação da expansão (Parte 4) em barras de argamassa pelo método acelerado (CT-OBRAS - LMCC-C-PE-034).

DNER-ME 89/94 – Agregados – Avaliação da durabilidade de agregados pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou sulfato de magnésio (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-035)

Os resultados e métodos de ensaios químicos e físico-mecânicos do cimento Portland CP V-ARI, utilizado no ensaio de reatividade álcali-agregado, constam dos Anexos A e B.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Reatividade álcali-agregado

Os resultados de reatividade álcali-agregado (NBR 15577 parte 4), representados pelos valores médios de expansão de 3 barras de argamassa para cada idade, constam da Tabela 1 e Figura 1.

**Tabela 1: Expansão em barras de argamassa (método acelerado) - NBR 15577-4**

Idade (dias)	Varição Dimensional (%)
	Amostra 3 – Banco 150 – Cava Sul
5	0,00
8	0,01
12	0,02
16	0,02
19	0,02
23	0,01
27	0,01
30	0,02

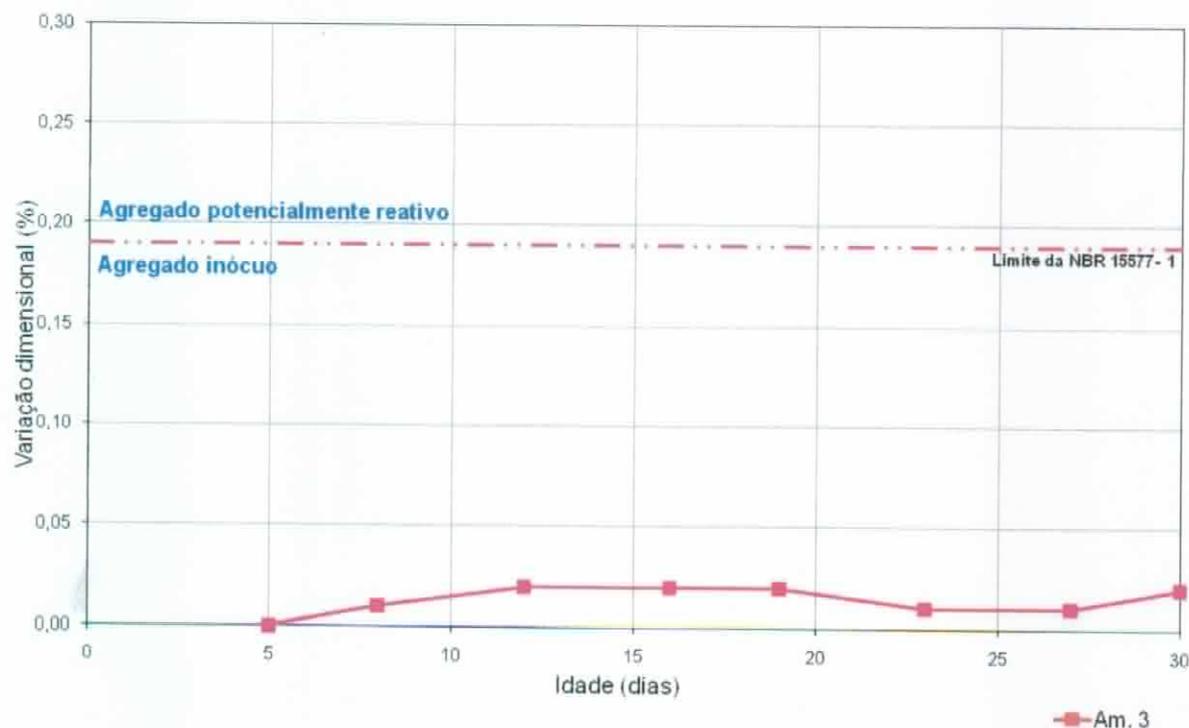


Figura 1 – Representação da variação dimensional (expansão) com a idade (NBR 15577-4)

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

**Obs:**

- 1) Limites especificados no item 5.3 da NBR 15577 – parte 1:
  - Quando o resultado obtido nesse ensaio indicar expansão menor que 0,19% aos 30 dias, o agregado é considerado potencialmente inócuo para uso em concreto
  - Caso a expansão obtida no ensaio acelerado seja maior ou igual que 0,19% aos 30 dias, o agregado é considerado potencialmente reativo nesse ensaio
- 2) O limite de expansão do cimento em autoclave (NBR-15577- parte 4), cujo resultado é apresentado no Anexo B, deve ser inferior a 0,20%.

### 3.2 Durabilidade

Os resultados do ensaio de durabilidade do agregado pelo emprego de solução de sulfato de sódio (DNER ME 89/94), constam da Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados da durabilidade do agregado – Amostra 3**

Peneiras		Massa das frações antes do ensaio (g)	Perdas	
Passando pela (mm)	Retido na (mm)		Em cada fração (g)	Em cada fração (%)
63,5	38,0	1526,4	<b>2,4</b>	<b>0,16</b>
38,0	19,0	1503,4	<b>4,0</b>	<b>0,26</b>
19,0	9,5	675,4	<b>22,7</b>	<b>3,36</b>

*Obs.: Solução de sulfato de sódio, concentração 350 g/l, densidade 1.170 g/l*

*8.*

#### 4 ANEXOS

ANEXO A – Resultados e métodos de ensaios químicos e físico-mecânicos do cimento CP V ARI – 4 pág.

ANEXO B – Relatório de Ensaio Nº 66 106 da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. Resultados de expansão em autoclave do cimento CP V ARI - 1 pág

#### EQUIPE TÉCNICA

Técnico Givani Soares de Araújo  
Auxiliar Roberto Ferreira Lima  
Químico Daniel Martins Aleixo  
Técnica Química Wilma F. Collaço de Souza

São Paulo, 25 de maio de 2011

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Engº Civil Rafael Francisco Cardoso dos Santos  
Supervisor dos Ensaios  
CREA nº 5.062.564.471 - RE nº 8472.3

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS DE  
INFRAESTRUTURA  
Laboratório de Materiais de Construção Civil



Quim. Dr. Valdecir Angelo Quarcioni  
Responsável pelo Laboratório  
CRQ nº 04212772 - RE. nº 6741.3

## **ANEXO A**

### **MÉTODOS DE ENSAIOS E RESULTADOS DE CIMENTO PORTLAND CP V ARI, UTILIZADO NO ENSAIO DE REATIVIDADE ÁLCALI-AGREGADO**

*P.*

Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

## MÉTODOS DE ENSAIOS

### I) Análise química do cimento

- Perda ao fogo:  
NBR-NM 18/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo", item 5.1 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-001, Método A).
- Anidrido silícico ( $\text{SiO}_2$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-003, Método B).
- Óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.1 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-005, Método B).
- Óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.2 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-006, Método B).
- Óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.3 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-007, Método B).
- Óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ):  
NBR-NM 11-2/04 "Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT", item 5.2.4 (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-008, Método B).
- Anidrido sulfúrico ( $\text{SO}_3$ ):  
NBR-NM 16/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-009).
- Óxido de sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e óxido de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ):  
NBR-NM 17/04 "Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-053 e CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-062).



- Sulfeto ( $S^{2-}$ ):  
NBR-NM 19/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de enxofre na forma de sulfeto" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-012).  
*Nota 1: Ensaio executado nos cimentos Portland CP II-E, CP III e, em caso de presença de sulfeto (detectada através de teste qualitativo), para os demais tipos de cimento.*
- Óxido de cálcio livre (CaO livre):  
NBR-NM 13/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre pelo etilenoglicol" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-010).
- Resíduo Insolúvel:  
NBR-NM 15/04 "Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-002, Método B).
- Anidrido carbônico ( $CO_2$ ):  
NBR-NM 20/04 "Cimento Portland e suas matérias primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria" (CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-011).

## II) Ensaios físicos e mecânicos do cimento

- NBR-11579/91 - Cimento Portland - Determinação da finura na peneira 0,075 mm - (no 200) (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-001).
- NBR-NM-43/03 - Cimento Portland - Determinação da Pasta de Consistência Normal (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-003).
- NBR-NM-65/03 - Cimento Portland - Determinação do Tempo de Pega (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-004).
- NBR-7215/96 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-005).
- NBR-11582/91 - Cimento Portland - Determinação da expansibilidade de Le Chatelier (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-006).
- NBR-NM-23/01 - Cimento Portland - Determinação da massa específica (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-007).
- NBR-NM-76/98 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine) (CT-OBRAS-LMCC-C-PE-008).
- ASTM-C-151/05 - Autoclave expansion of hydraulic cement – (Determinação da reação expansão do cimento em autoclave)

*Nota 2: Resultados de ensaio apresentados no Relatório de Ensaio Nº 48034 da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP – em anexo.*



## RESULTADOS DO CIMENTO CP V ARI

### I) Análise química

#### I.1) Componentes maiores

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
Perda ao fogo (PF)	3,51	≤ 4,5
Anidrido silícico (SiO <sub>2</sub> )	19,24	---
Óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,15	---
Óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,49	---
Óxido de cálcio (CaO)	62,99	---
Óxido de magnésio (MgO)	2,34	≤ 6,5
Anidrido sulfúrico (SO <sub>3</sub> )	3,69	≤ 3,5 ou ≤ 4,5 <sup>(Nota 3)</sup>

Nota 3: Para C<sub>3</sub>A ≤ 8,0%, SO<sub>3</sub> ≤ 3,5% - Para C<sub>3</sub>A > 8,0%, SO<sub>3</sub> ≤ 4,5%.

#### I.2) Componentes menores

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
Óxido de sódio (Na <sub>2</sub> O)	0,26	---
Óxido de potássio (K <sub>2</sub> O)	0,95	---
Equivalente alcalino (em Na <sub>2</sub> O)	0,89	---
Sulfeto (S <sup>2-</sup> )	n.d.	---

n.d. – não detectado.

Equivalente alcalino (em Na<sub>2</sub>O) = % Na<sub>2</sub>O + 0,658 x %K<sub>2</sub>O.

#### I.3) Determinações em separado

	Resultados, em %	Limites especificados pela NBR 5733/91, em %
Óxido de cálcio livre (CaO)	1,00	---
Resíduo insolúvel (RI)	0,24	≤ 1,0
Anidrido carbônico (CO <sub>2</sub> )	2,34	≤ 3,0

## II) Ensaaios físicos

		Limites da NBR-5733/91 CP V-ARI
Finura (NBR-11579/91) Resíduo na peneira de 0,075 mm (%)	0,4	≤ 6,0 %
Água para pasta normal (NBR-NM-43/03) (% massa do cimento)	29,5	-----
Início de pega (NBR-NM-65/03) (h:min)	03:40	≥ 60 min (01 h)
Fim de pega (NBR-NM-65/03) (h:min)	04:45	≤ 600min (10 h)
Expansibilidade (NBR-11582/91) - Frio (mm)	0,0	≤ 5,0 mm
Expansibilidade (NBR-11582/91) - Quente (5h) (mm)	0,0	≤ 5,0 mm
Massa específica (NBR-NM-23/01) (g/cm <sup>3</sup> )	3,08	-----
Finura - Método de Blaine (NBR-NM-76/98) (cm <sup>2</sup> /g)	4820	-----
Finura - Método de Blaine (m <sup>2</sup> /kg)	482	≥ 300,0 m <sup>2</sup> /kg

## III) Ensaaios mecânicos

Resistência à compressão (MPa) - (NBR-7215/96)							
Idades (dias)	Corpo de Prova nº				Média	DRM (%)	Limites da NBR-5733/91 CP V-ARI
	1	2	3	4			
1	31,1	30,9	31,8	31,4	31,3	1,6	≥ 14,0 MPa
3	46,1	44,6	44,5	44,9	45,0	2,4	≥ 24,0 MPa
7	50,4	49,6	52,6	50,5	50,8	3,5	≥ 34,0 MPa

*J.*

## **ANEXO B**

**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 66 106 DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO  
PORTLAND – ABCP.**

**RESULTADOS DE EXPANSÃO EM AUTOCLAVE DO CIMENTO CPV ARI - 1 pág.**



Os resultados apresentados neste documento se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado.  
Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização.  
A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.



Associação  
Brasileira de  
Cimento Portland

ÁREA DE TECNOLOGIA - LABORATÓRIO  
RELATÓRIO DE ENSAIO N<sup>o</sup> 66106

1/1

Ensaio  
NBR ISO/IEC  
17025



CLF 0024

**Interessado:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas S/A

**Endereço:** Av. Prof. Almeida Prado, 532 - CEP 05508-901 - São Paulo/SP

**Referência:** Solicitação: 013/10 – Carta de 05/11/2010

**Amostra n<sup>o</sup>:** 139115

**Data de entrada:** 10/11/2010

**Material declarado:** Cimento Portland de alta resistência inicial

**Tipo:** CP V-ARI

**Identificação n<sup>o</sup>:** 13.638

**Período de realização dos ensaios:** 19/11/2010 a 16/12/2010

**Objetivo:** Ensaio de Expansão em Autoclave

## MÉTODO DE ENSAIO

ASTM C 151-09 Test Method for Autoclave Expansion of Portland Cement

TABELA – Resultados

Água de consistência normal (%)	Expansibilidade (%)		
	1ª determinação	2ª determinação	Média
28,9	-0,02	-0,01	-0,02

São Paulo, 23 de dezembro de 2010.

Engª Gisele Ivaldi Menezes de Jesus  
Assessor Técnico  
CREA 5062134710

Geól. Arnaldo Forti Battagin  
Chefe do Laboratório  
CREA 0600586647

Este documento tem significação restrita e diz respeito tão somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Sua reprodução só poderá ser total e depende da aprovação formal deste Laboratório.

Av. Torres de Oliveira, 76 - CEP 05347-902 - São Paulo/SP - Fone (11) 3760-5300 - Fax (11) 3760-5340 - e-mail: laboratorio@abcp.org.br  
Laboratório de Ensaio Acreditado pela Cgcre/Inmetro de acordo com a NBR ISO/IEC 17025 sob n<sup>o</sup> CLF 0024

Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico

**CLIENTE**  
Mirabela Mineração do Brasil Ltda

**UNIDADE RESPONSÁVEL**  
Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura - CT-OBRAS  
Seção de Geotecnia - SG

## ANEXO C

Relatório Técnico n° 121 314-205

- Ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico. 

## RESUMO

O Relatório Técnico apresenta o resultado do ensaio de adesividade de agregado graúdo a ligante asfáltico, realizado de acordo com o método de ensaio DNER-ME 078/94 com amostras fornecidas e identificadas pelo cliente.

## PALAVRAS-CHAVE

Adesividade; Agregado graúdo; Ligante asfáltico.

## SUMÁRIO

	P.
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 ENSAIO REALIZADO, MÉTODO UTILIZADO E RESULTADO OBTIDO .....	1
EQUIPE TÉCNICA.....	2
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	3

## 1 INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação da Mirabela Mineração do Brasil Ltda, efetuada por meio da aprovação do orçamento CT-OBRAS LMCC-P nº 007/11 datada de 25 de janeiro de 2011, foi realizado ensaio de adesividade de acordo com o método de ensaio DNER ME 078/94, com amostras de agregado e ligante asfáltico enviadas e identificadas pelo cliente, as quais foram registradas como segue:

- **SGPAV 13372: "Amostra 3 Banco 150 Cava Sul";**
- **SGPAV 13373: "CAP 50/70".**

## 2 ENSAIO REALIZADO, MÉTODO UTILIZADO E RESULTADO OBTIDO

Para a realização do ensaio de adesividade, foi utilizada uma fração de 500 gramas da amostra de agregado (SGPAV 13372), a qual foi misturada a quantidade de ligante asfáltico (SGPAV 13373), conforme especificado no método de ensaio.

Após efetuada a mistura, o ensaio foi realizado conforme o método de ensaio DNER-ME 078/94.

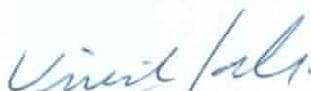
O resultado obtido está apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultado obtido no ensaio de adesividade

ENSAIO	RESULTADO
Adesividade	Não satisfatório

São Paulo, 08 de abril de 2011.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS  
DE INFRAESTRUTURA  
Seção de Geotecnia

  
Fis. Vicente Luiz Galli  
Responsável pela Seção  
RE-6123.4

CENTRO DE TECNOLOGIA DE OBRAS  
DE INFRAESTRUTURA

  
Engª Dra. Gisleine Coelho de Campos  
Diretora do Centro  
CREA 06001948055 – RE 8195.0

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Seção de Geotecnia – Laboratório de Pavimentos**

Elaine Maria Soares – Tecnóloga Civil

Roberto Mariano da Silva - Técnico

### **Apoio Administrativo**

Ludmila Pedrosa Souto Lima – Técnica Administrativa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **ME 078**: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1994.

**CONSÓRCIO**



**transplan**  
planejamento e projetos s.a.

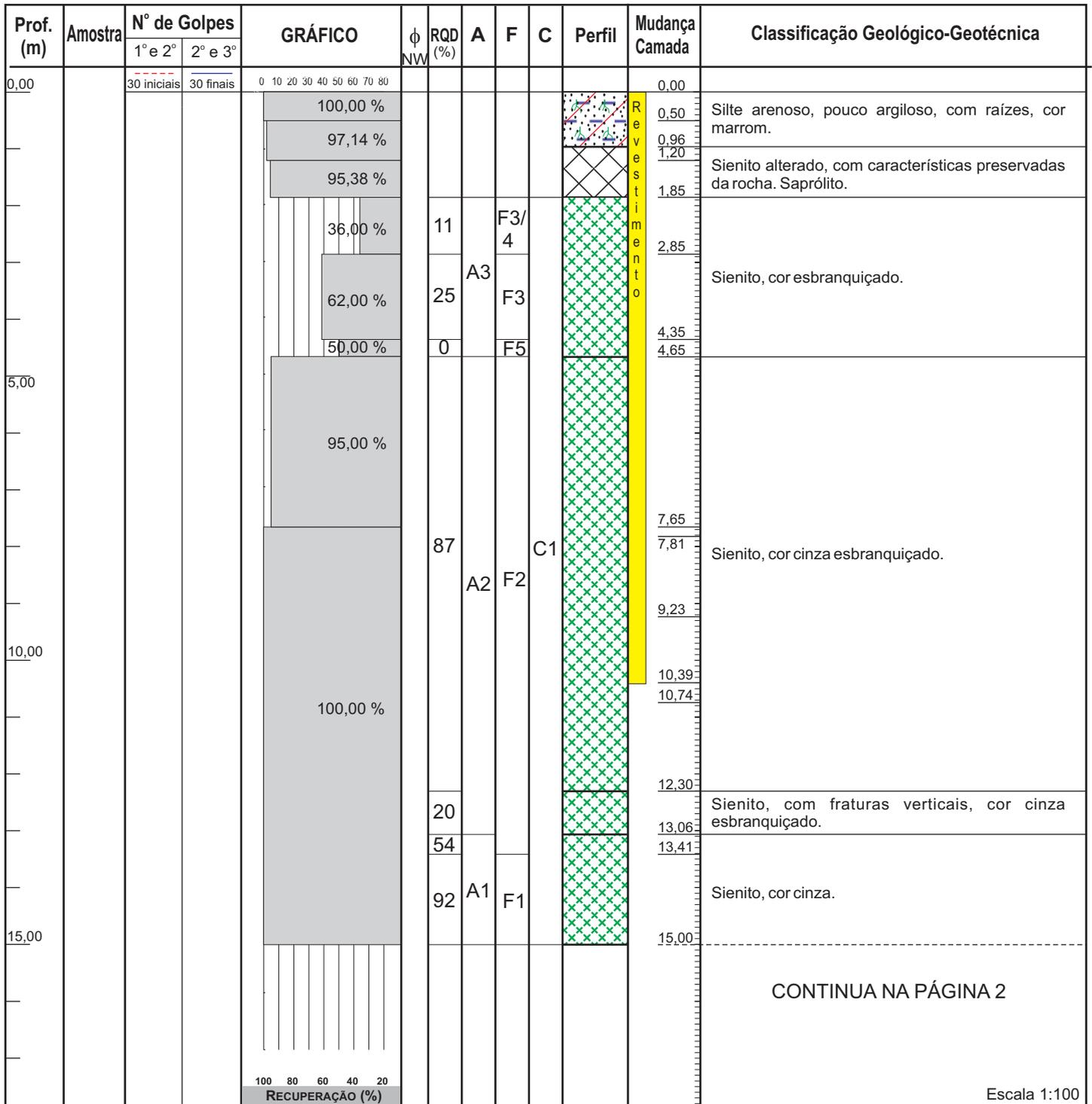


**ANEXO 5 – PERFIS DE SONDAGENS E ANÁLISE DE LABORATÓRIO DA ROCHA  
DA PEDREIRA DE SÃO JOSÉ.**

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 02

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	10,41m	Coordenadas:	N: 8.371.971,69 E: 479.683,25
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	108,73
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				21/07/2011	05/08/2011



Escala 1:100

Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
21/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
23/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
26/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
							A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
01/08	seco	-	Obs: ○ - amostra não recuperada.				Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6 Fiscalização:		
03/08	seco	-							
06/08	-	seco							

**GEODRILL**  
Engenharia Ltda  
(21) 2427-6939

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 02

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	10,41m	Coordenadas:	N: 8.371.971,69 E: 479.683,25
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	108,73
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				21/07/2011	05/08/2011

Prof. (m)	Amostra	N° de Golpes		GRÁFICO	$\phi$ NW	RQD (%)	A	F	C	Perfil	Mudança Camada	Classificação Geológico-Geotécnica
		1° e 2°	2° e 3°									
15,00		30 iniciais	30 finais	0 10 20 30 40 50 60 70 80							15,00	
				100,00 %		92	A1	F1			15,84	Sienito, cor cinza.
				16,67 %		0	A3	F5	C1		17,34	
				85,45 %		84	A2	F2			18,86	Sienito, cor cinza esbranquiçado.
20,00						0	A3	F5	C2		20,09	
						58		F3			20,86	
						100	A1	F2			22,41	Sienito, cor cinza.
				100,00 %		6	A3	F5			23,17	
25,00						100	A2	F1	C1		25,22	
						100	A2	F1			25,50	Sienito, cor cinza esbranquiçado.
				93,91 %							26,98	
				76,00 %		0	A3	F5			27,22	
				100,00 %							28,13	
30,00											29,13	
											30,00	
CONTINUA NA PÁGINA 3												

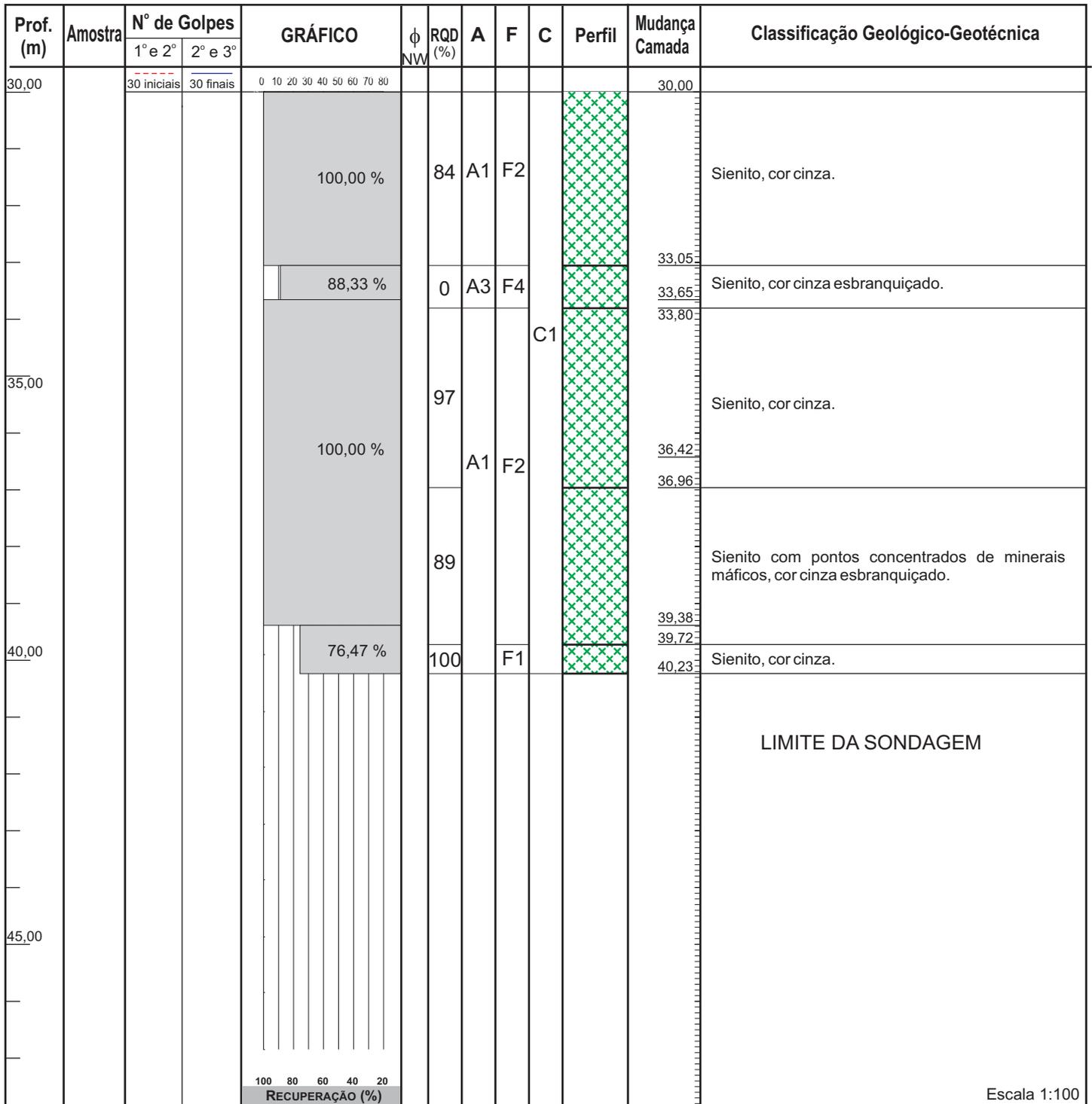
Escala 1:100

Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)	A1 - rocha sã A2 - medianam. alterada A3 - muito alterada A4 - totalmente alterada	F1 - praticam. sem fraturas F2 - pouco fraturada F3 - medianamente fraturada F4 - muito fraturada F5 - em fragmentos	C1 - coerente C2 - medianam. coerente C3 - pouco coerente C4 - incoerente
21/07	seco	-	-	-	-	10			
23/07	seco	-	-	-	-	10			
26/07	seco	-	-	-	-	10			
01/08	seco	-	Obs:			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			
03/08	seco	-	- amostra não recuperada.			Fiscalização:			
06/08	-	seco							

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 02

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	10,41m	Coordenadas:	N: 8.371.971,69 E: 479.683,25
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	108,73
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				21/07/2011	05/08/2011

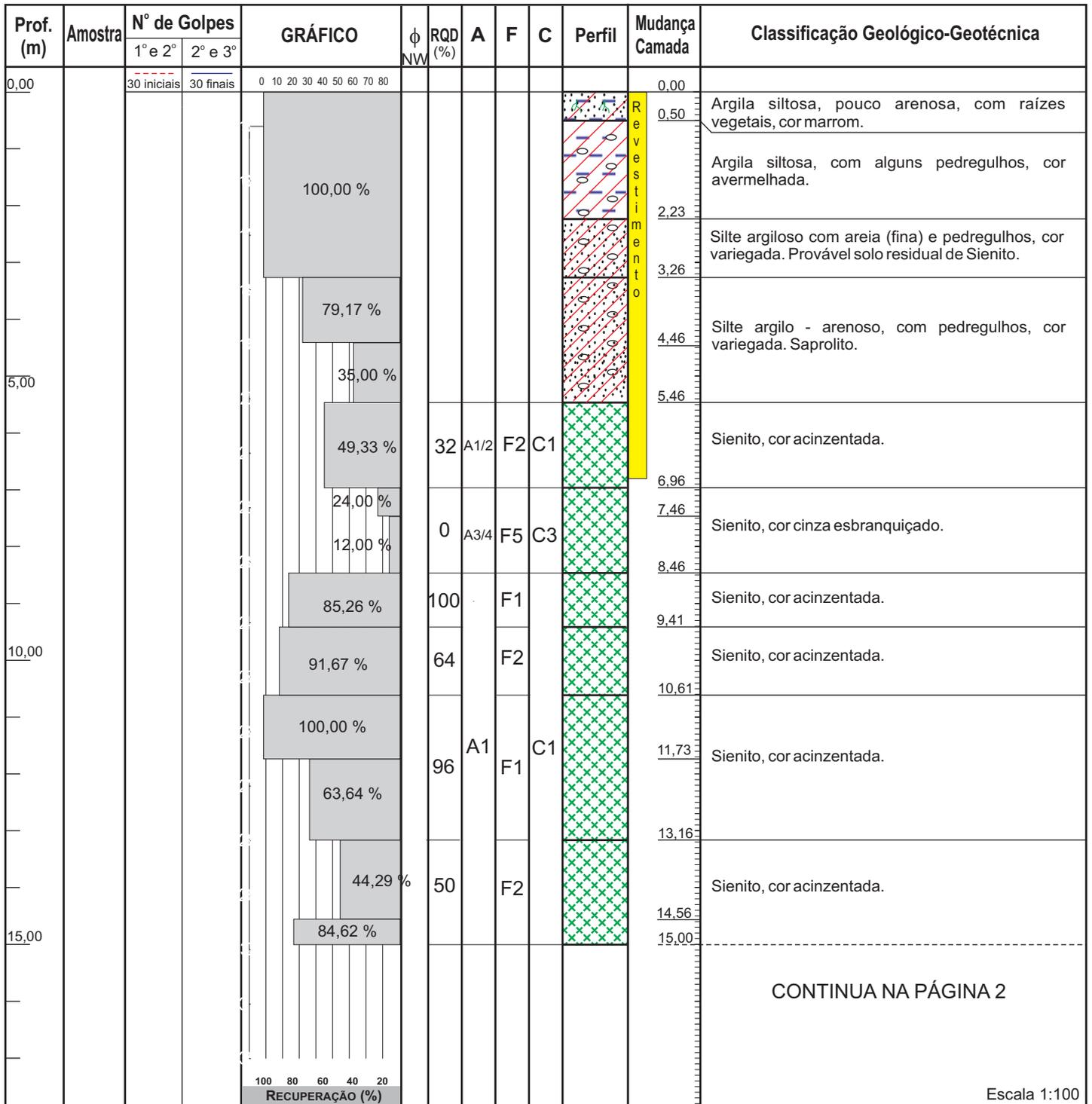


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
21/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
23/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
26/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
							A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
01/08	seco	-	Obs:			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			
03/08	seco	-	- amostra não recuperada.			Fiscalização:			
06/08	-	seco							

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 03

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	6,80m	Coordenadas:	N: 8.371.910,39 E: 479.632,14
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	115,37
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				02/08/2011	16/08/2011

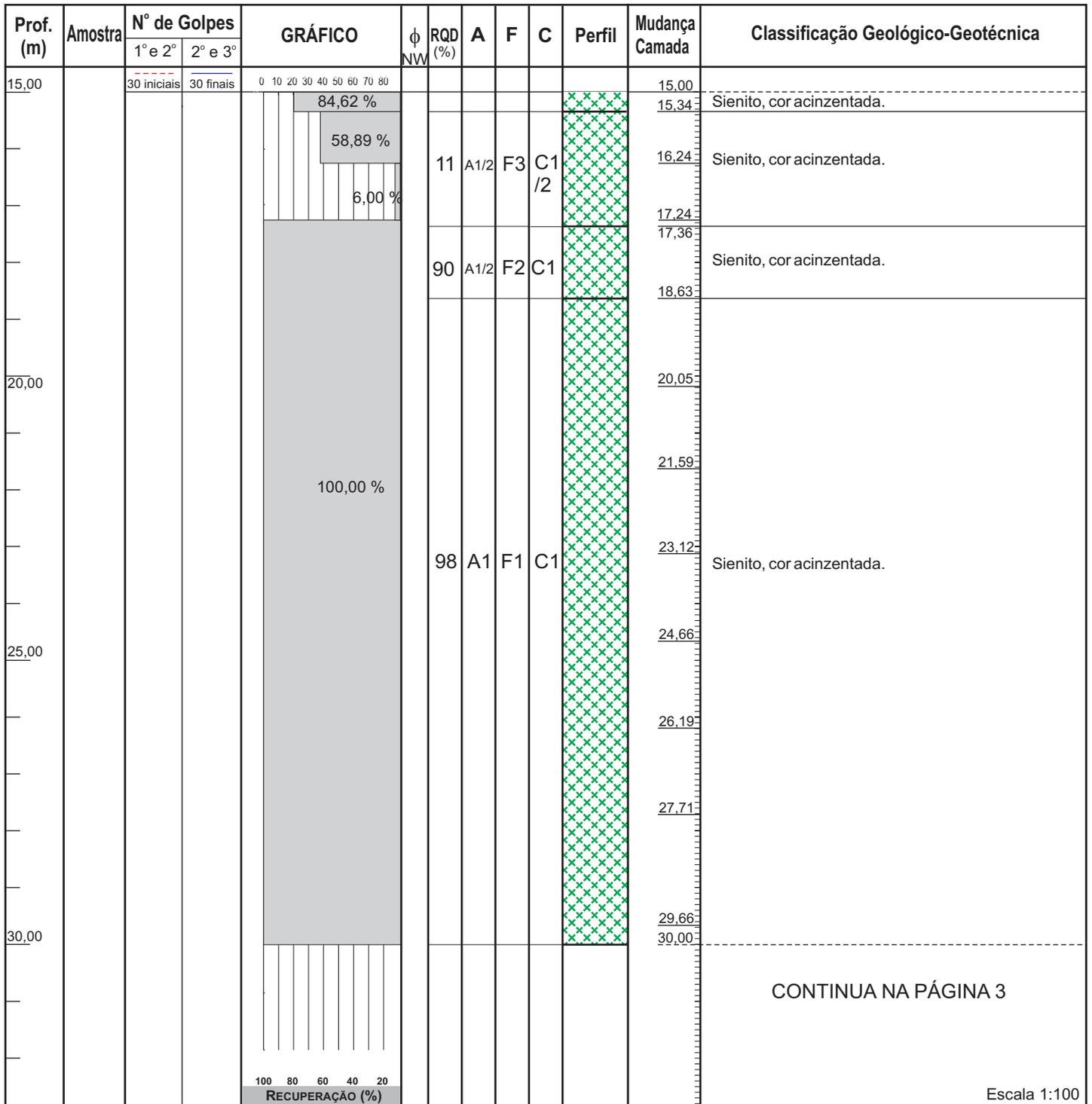


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração		F - Fraturamento		C - Coerência	
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente			
02/08	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente			
03/08	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente			
04/08	seco	-	-	-	-	10	A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente			
05/08	seco	-	Obs: - amostra não recuperada.				Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6					
17/08	-	seco	Fiscalização:									
-	-	-										

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 03

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	6,80m	Coordenadas:	N: 8.371.910,39 E: 479.632,14
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	115,37
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				02/08/2011	16/08/2011

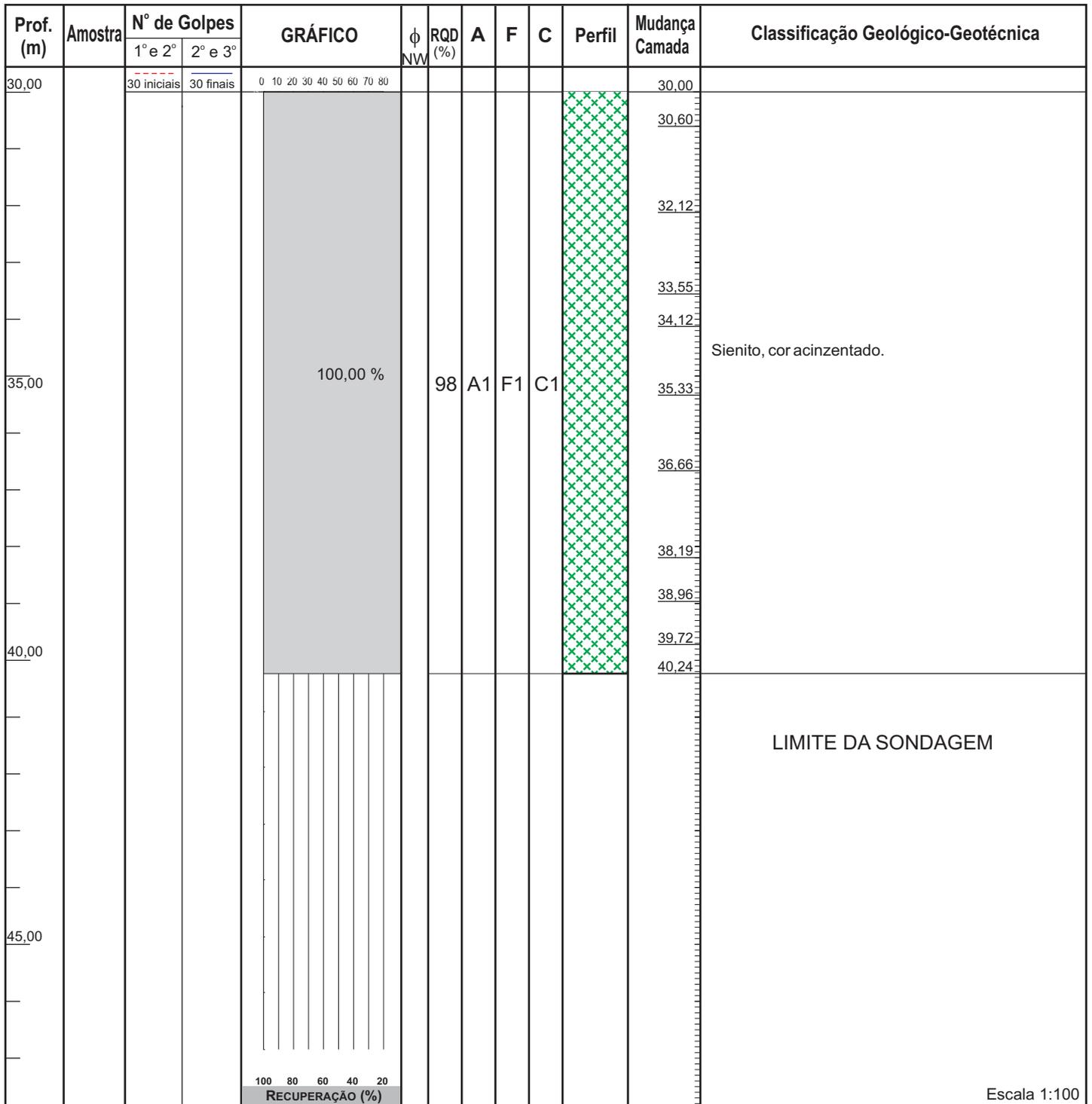


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
02/08	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
03/08	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
04/08	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
05/08	seco	-	-	-	-	10	A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
17/08	-	seco	Obs:  - amostra não recuperada.				Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939
-	-	-					Fiscalização:		

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 03

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	6,80m	Coordenadas:	N: 8.371.910,39 E: 479.632,14
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	115,37
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				02/08/2011	16/08/2011

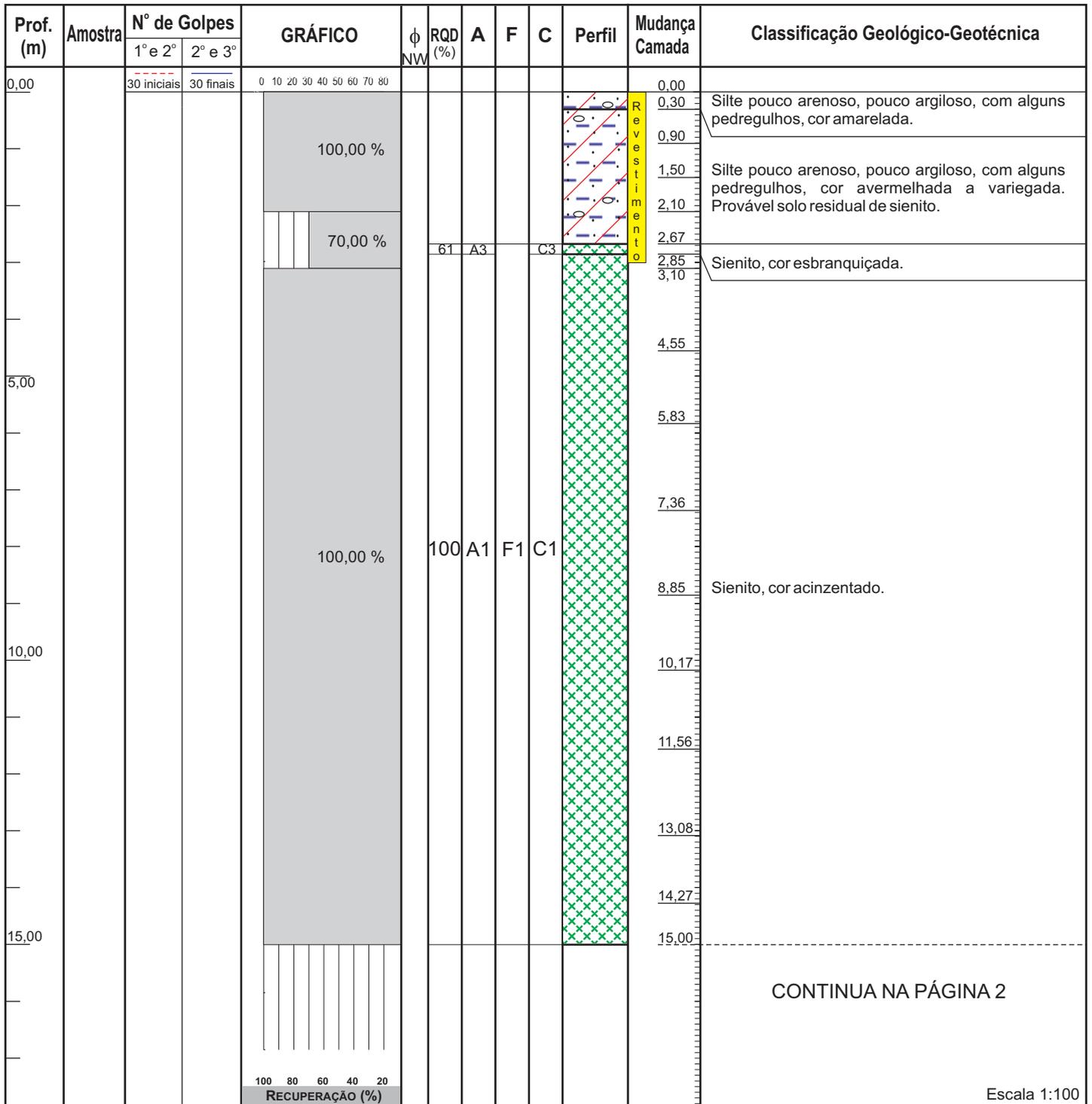


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
02/08	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
03/08	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
04/08	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
05/08	seco	-	-	-	-	10	A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
17/08	-	seco	Obs:  - amostra não recuperada.				Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939
-	-	-					Fiscalização:		

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 04

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	3,00m	Coordenadas:	N: 8.371.796,00 E: 479.609,10
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,05
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				09/07/2011	15/07/2011



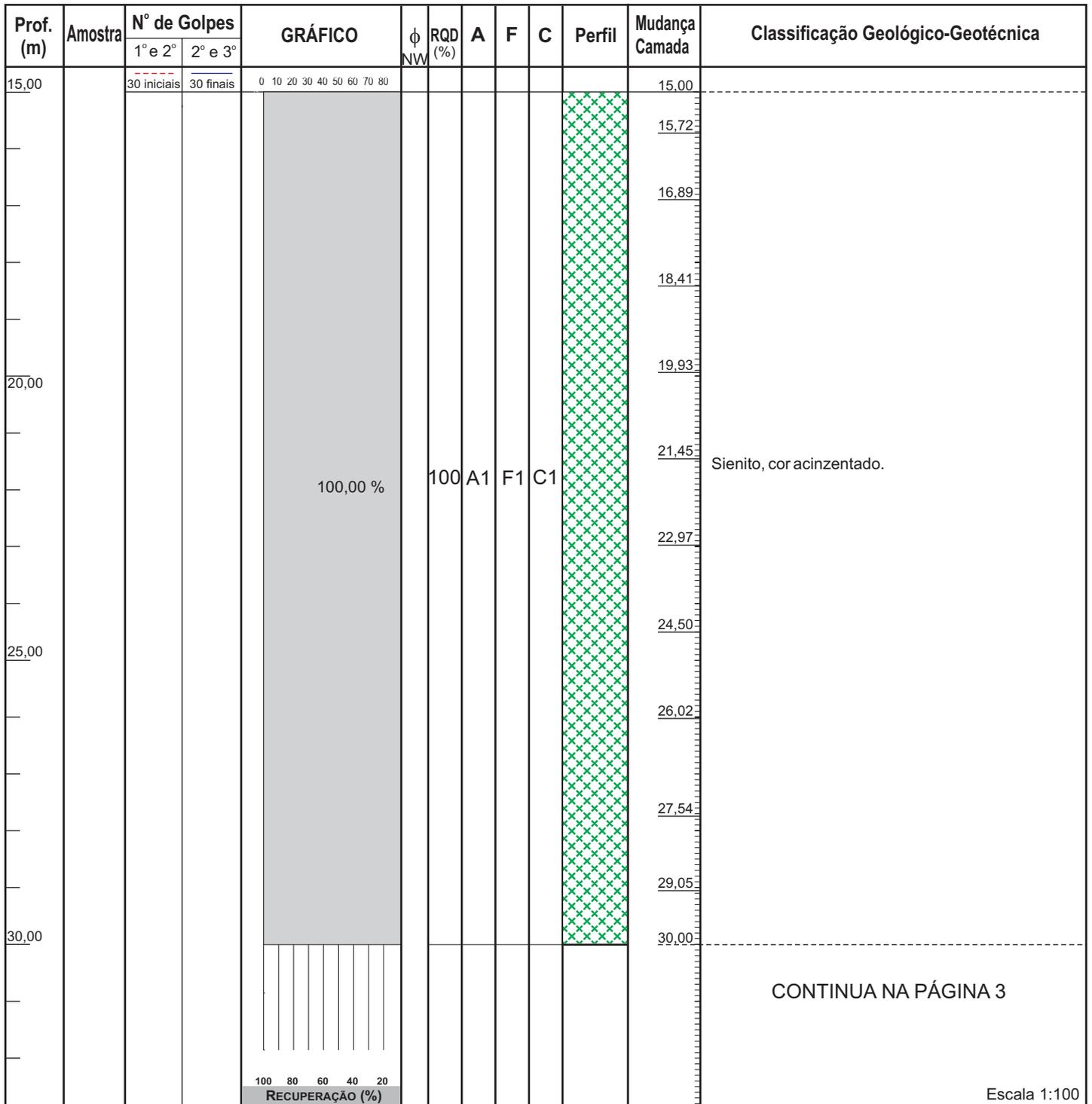
Escala 1:100

Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)	A1 - rocha sã A2 - medianam. alterada A3 - muito alterada A4 - totalmente alterada	F1 - praticam. sem fraturas F2 - pouco fraturada F3 - medianamente fraturada F4 - muito fraturada F5 - em fragmentos	C1 - coerente C2 - medianam. coerente C3 - pouco coerente C4 - incoerente
09/07	seco	-	-	-	-	10			
11/07	seco	-	-	-	-	10			
13/07	seco	-	-	-	-	10			
14/07	seco	-	Obs:			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			
15/07	seco	-	- amostra não recuperada.			Fiscalização:			
16/07		30,90							

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 04

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	3,00m	Coordenadas:	N: 8.371.796,00 E: 479.609,10
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,05
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				09/07/2011	15/07/2011

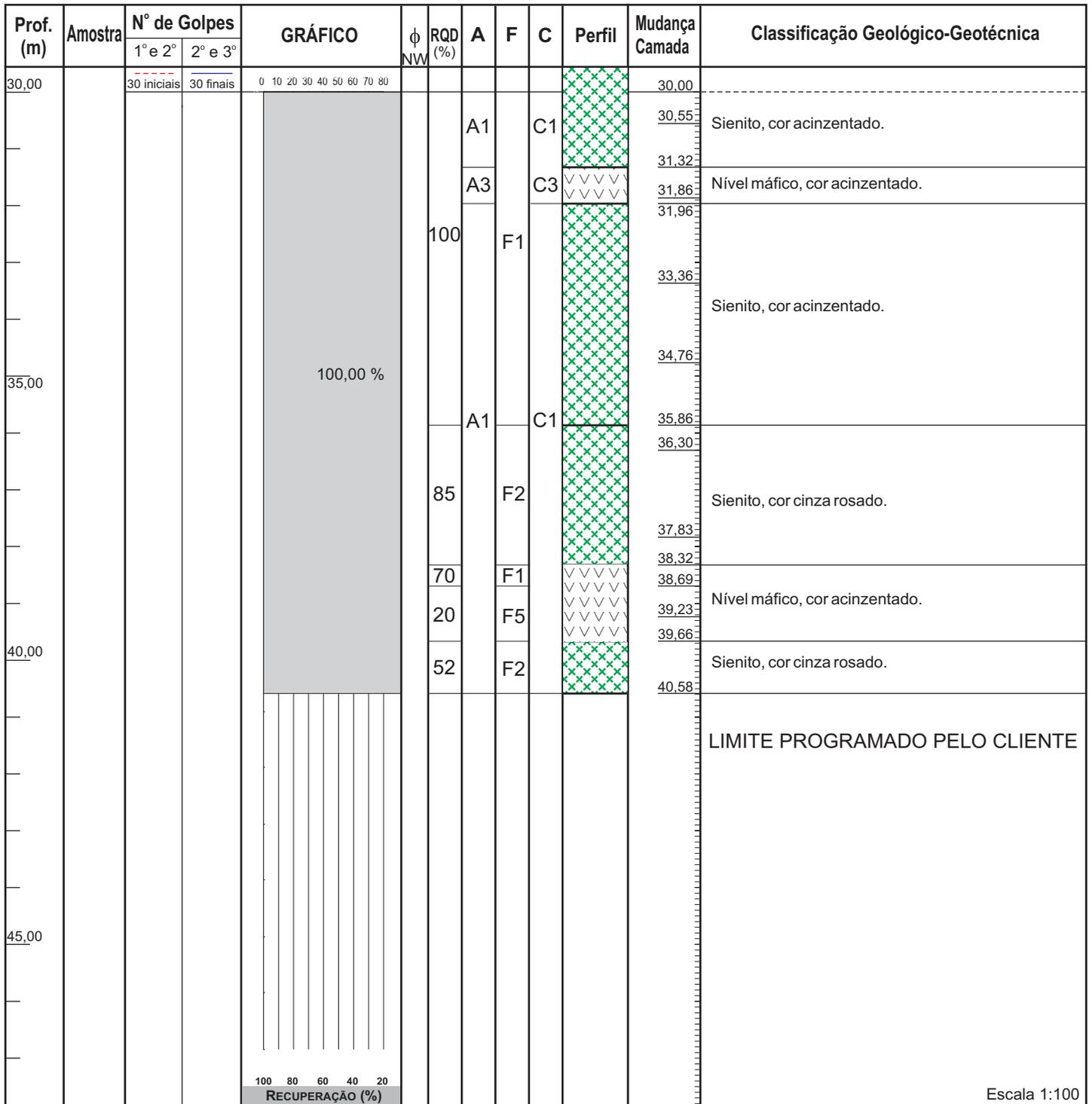


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
09/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
11/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
13/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
							A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
14/07	seco	-	Obs:			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			
15/07	seco	-	- amostra não recuperada.			Fiscalização:			
16/07		30,90							

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 04

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	3,00m	Coordenadas:	N: 8.371.796,00 E: 479.609,10
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,05
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				09/07/2011	15/07/2011

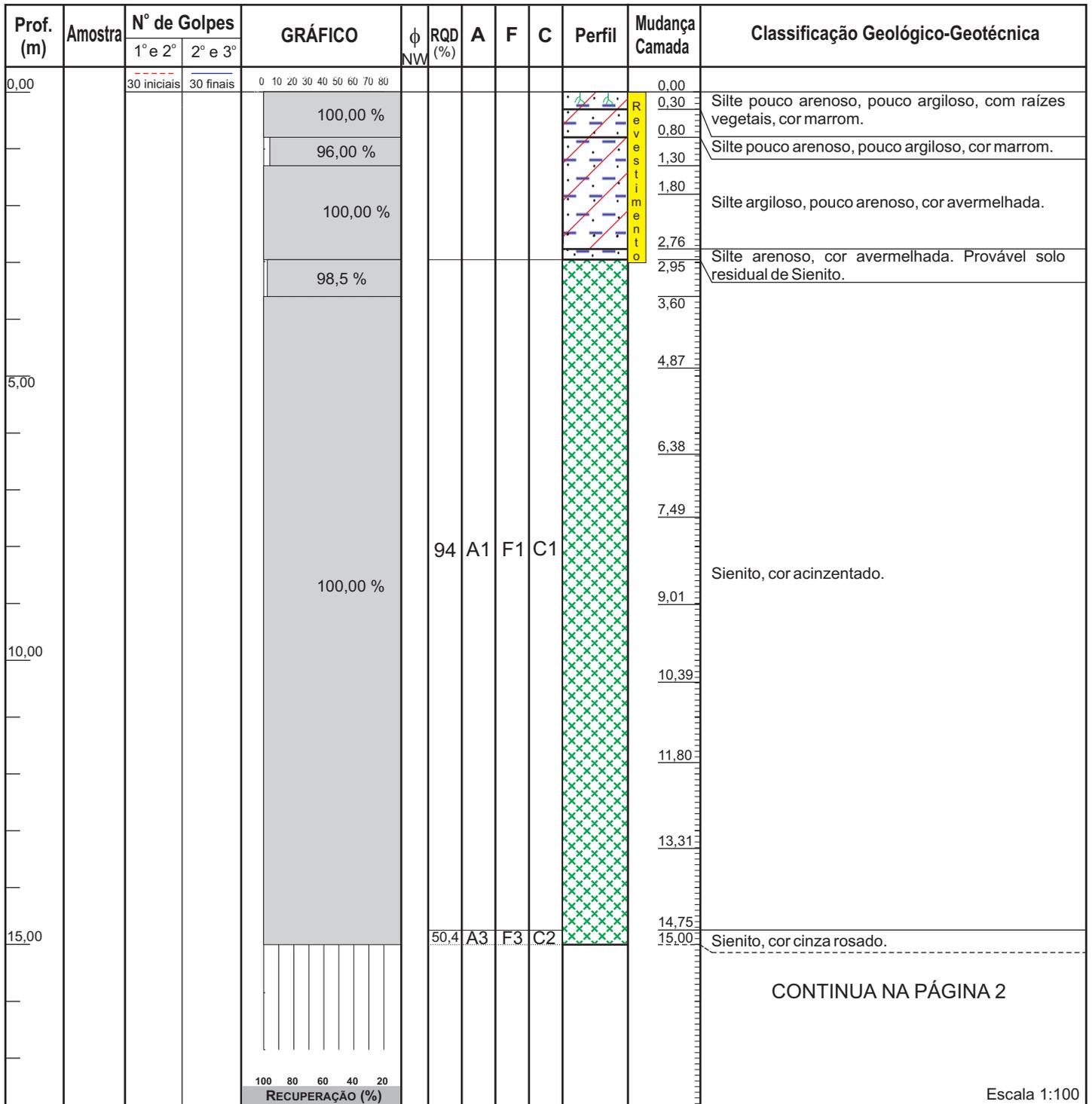


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
09/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
11/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
13/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
14/07	seco	-					A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
15/07	seco	-	Obs:  - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939	
16/07	-	30,90				Fiscalização:			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 05

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	3,00m	Coordenadas:	N: 8.371.725,70 E: 479.645,80
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,44
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				16/07/2011	23/07/2011

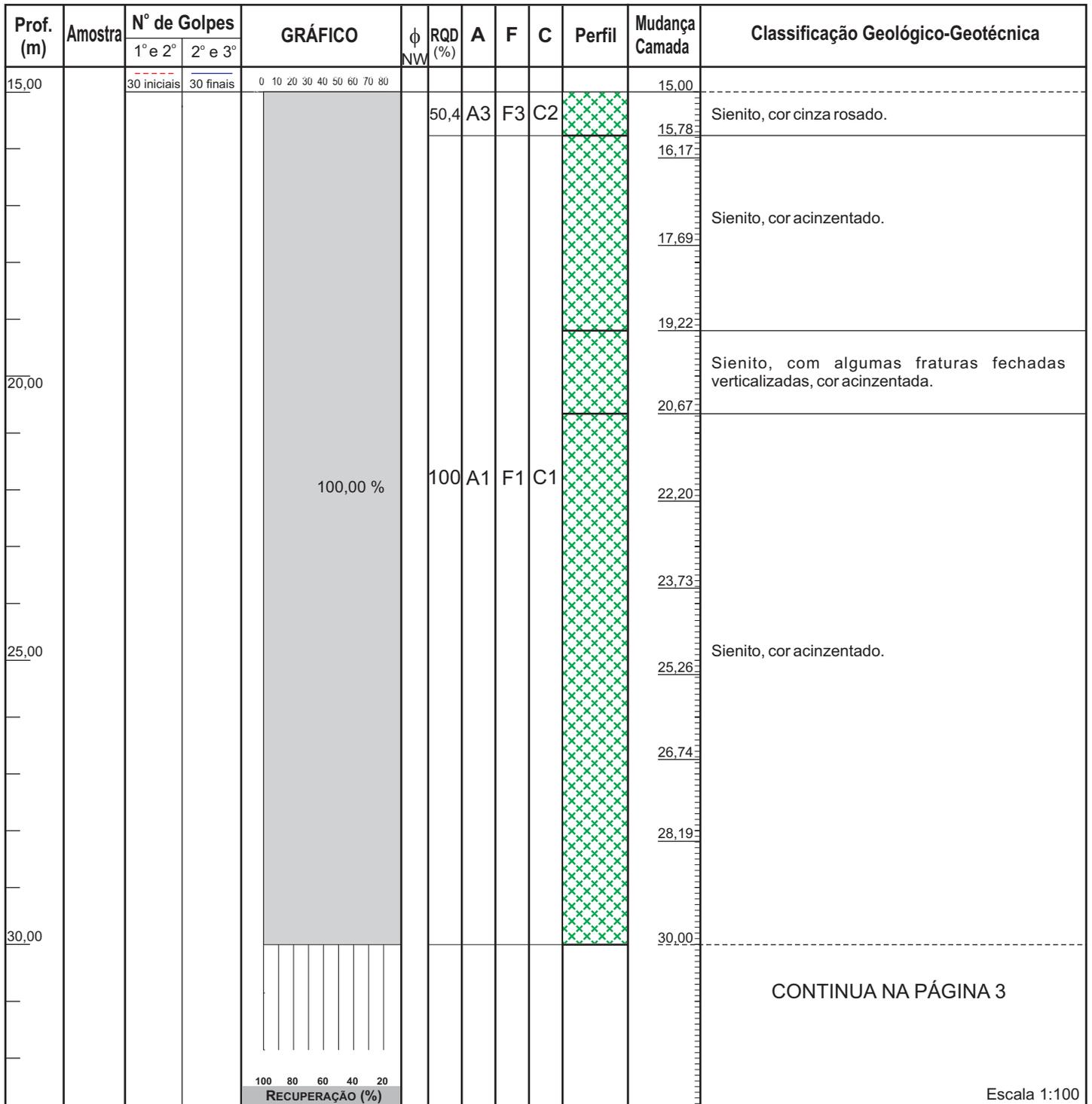


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
16/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
19/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
21/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
22/07	seco	-					A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
23/07	seco	-	Obs:  - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			 <b>GEODRILL</b> Engenharia Ltda (21) 2427-6939
25/07	-	seco				Fiscalização:			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 05

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	3,00m	Coordenadas:	N: 8.371.725,70 E: 479.645,80
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,44
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				16/07/2011	23/07/2011



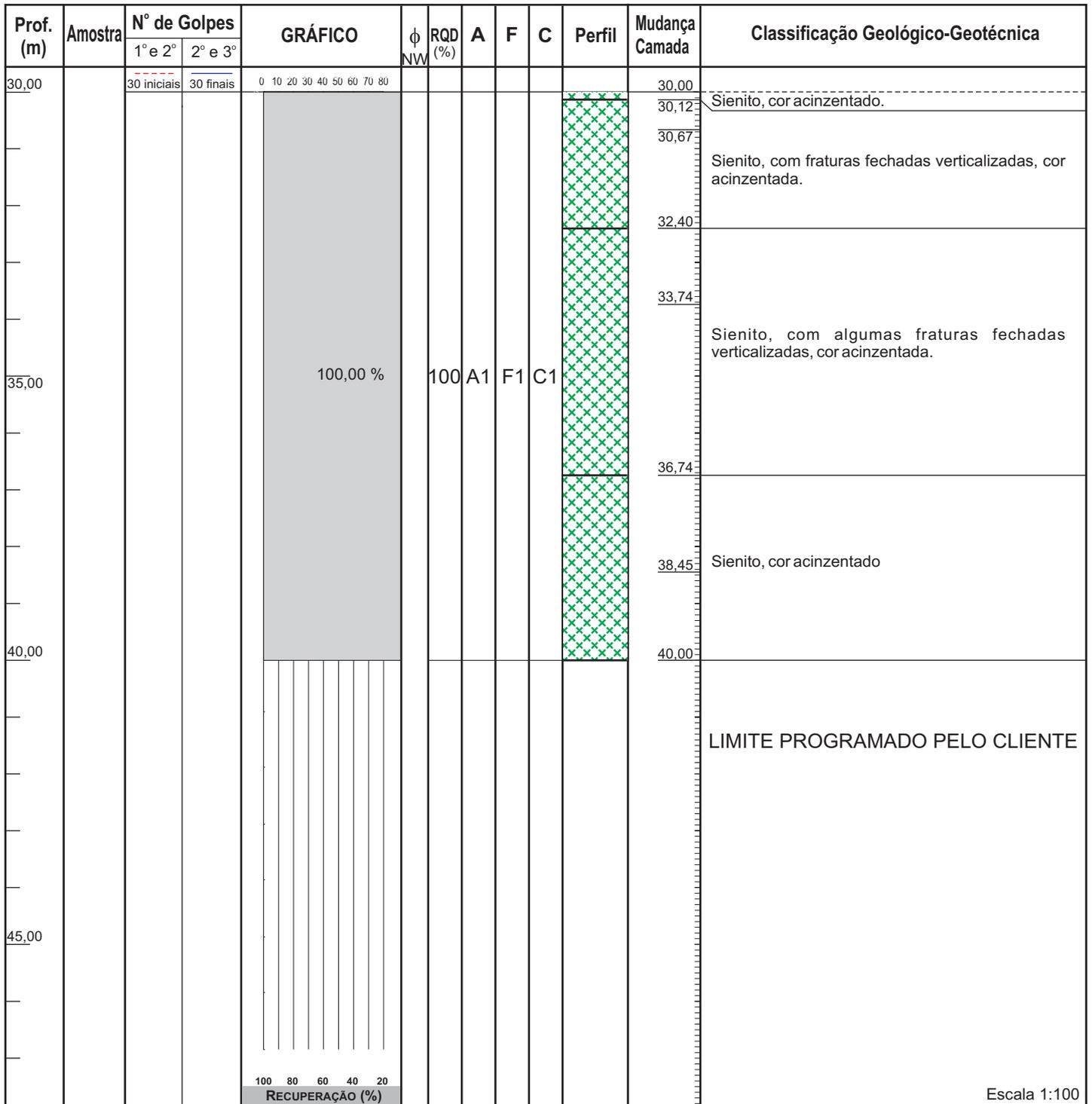
Escala 1:100

Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
16/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
19/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
21/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
							A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
22/07	seco	-	Obs: ○ - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939	
23/07	seco	-				Fiscalização:			
25/07	-	seco							

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 05

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	3,00m	Coordenadas:	N: 8.371.725,70 E: 479.645,80
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,44
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				16/07/2011	23/07/2011

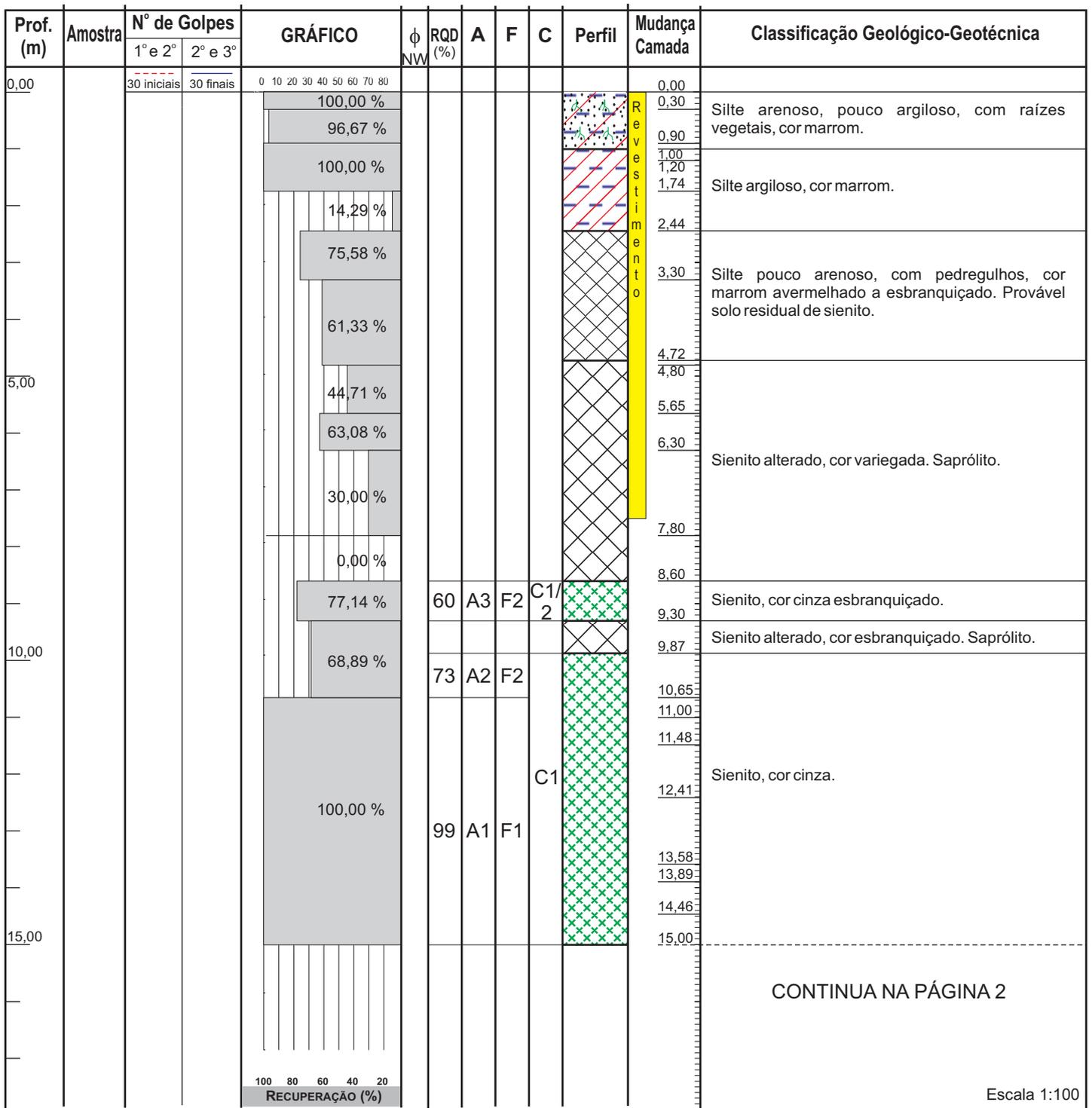


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
16/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
19/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
21/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
22/07	seco	-					A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
23/07	seco	-	Obs:  - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939	
25/07	-	seco				Fiscalização:			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 06

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	7,50m	Coordenadas:	N: 8.371.699,70 E: 479.586,30
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	130,12
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				19/07/2011	28/07/2011

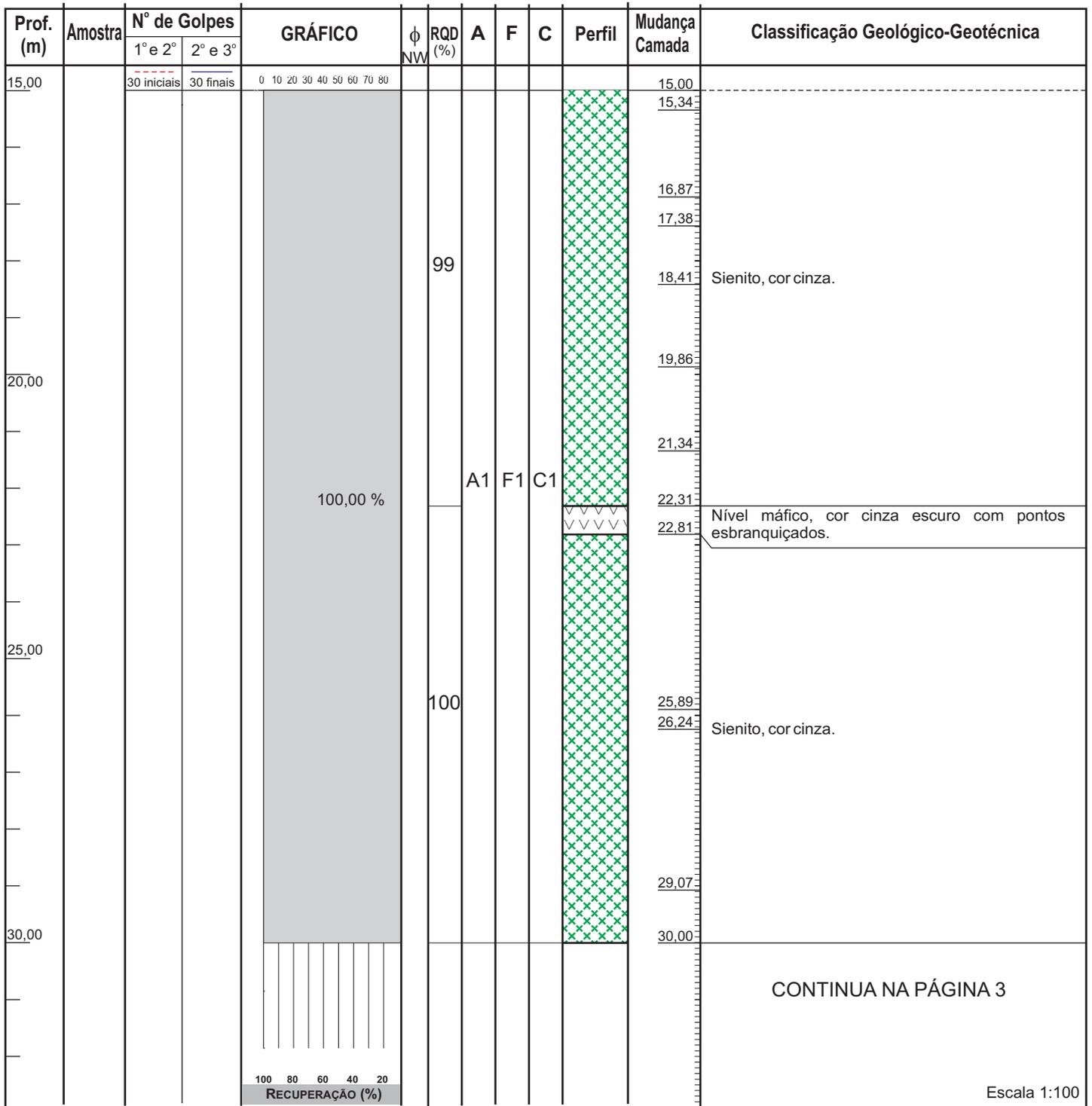


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)	A1 - rocha sã A2 - medianam. alterada A3 - muito alterada A4 - totalmente alterada	F1 - praticam. sem fraturas F2 - pouco fraturada F3 - medianamente fraturada F4 - muito fraturada F5 - em fragmentos	C1 - coerente C2 - medianam. coerente C3 - pouco coerente C4 - incoerente
19/07	seco	-	-	-	-	10			
21/07	seco	-	-	-	-	10			
25/07	seco	-	-	-	-	10			
26/07	seco	-	Obs:			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			
27/07	seco	-	○ - amostra não recuperada.			Fiscalização:			
29/07	-	seco				 <b>GEODRILL</b> Engenharia Ltda (21) 2427-6939			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 06

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	7,50m	Coordenadas:	N: 8.371.699,70 E: 479.586,30
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	130,12
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				19/07/2011	28/07/2011

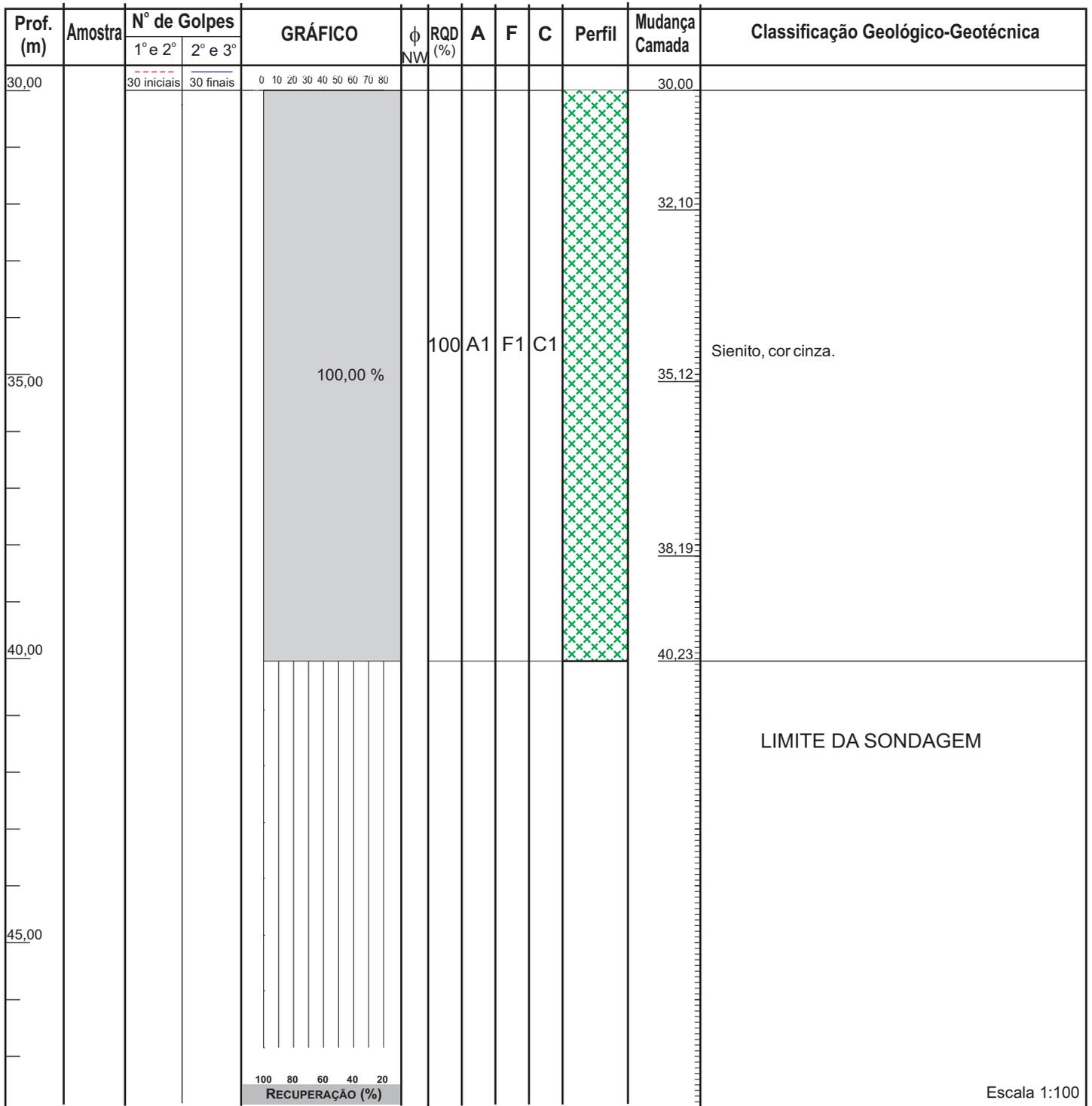


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
19/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
21/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
25/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
26/07	seco	-	-	-	-	10	A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
27/07	seco	-	Obs:  - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939	
29/07	-	seco				Fiscalização:			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 06

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	7,50m	Coordenadas:	N: 8.371.699,70 E: 479.586,30
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	130,12
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				19/07/2011	28/07/2011

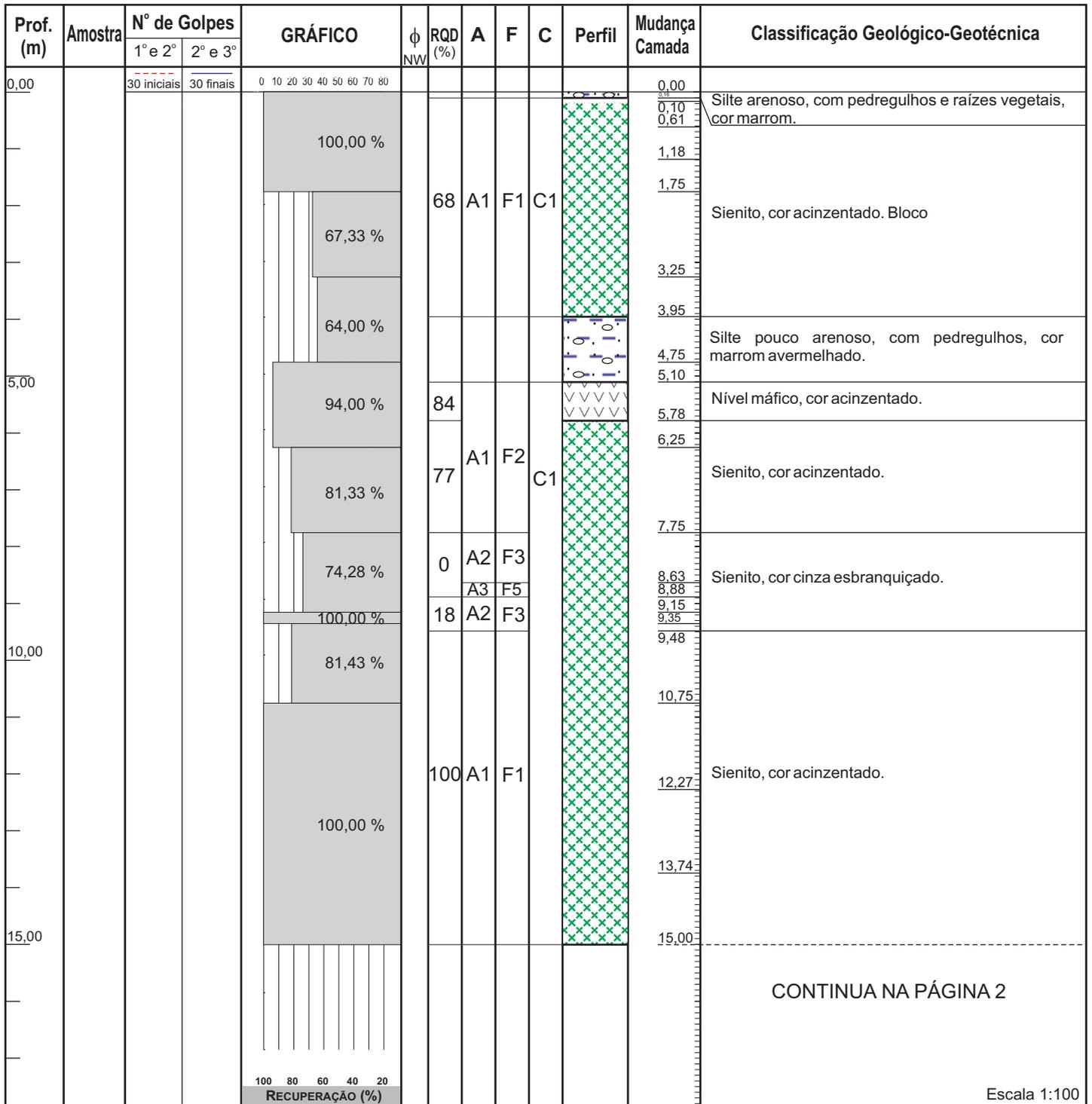


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
19/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
21/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
25/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
26/07	seco	-	-	-	-	10	A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
27/07	seco	-	Obs:  - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939	
29/07	-	seco				Fiscalização:			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 07

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	-	Coordenadas:	N: 8.371.682,00 E: 479.627,10
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,18
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				09/07/2011	19/07/2011

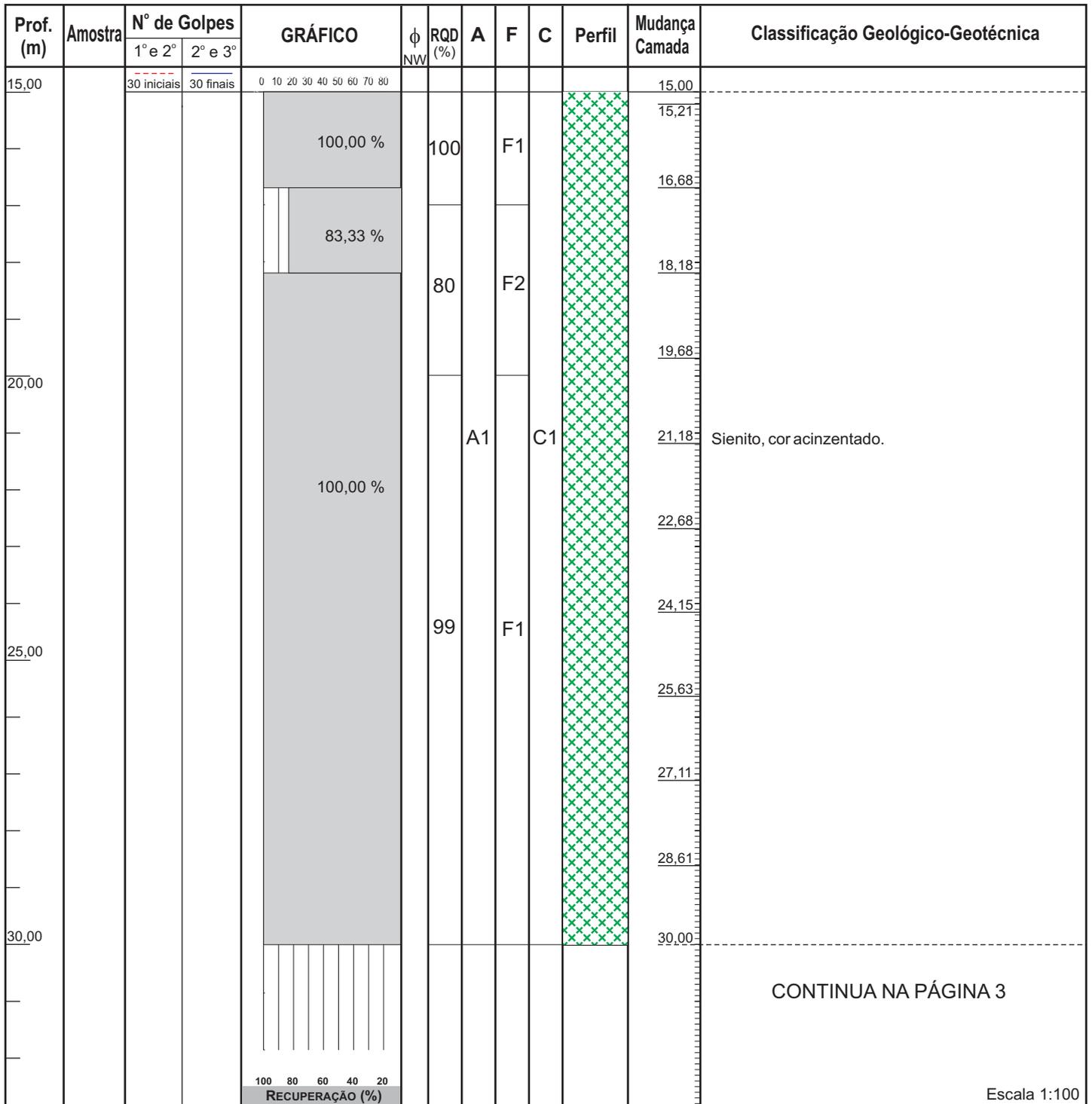


Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)	A1 - rocha sã A2 - medianam. alterada A3 - muito alterada A4 - totalmente alterada	F1 - praticam. sem fraturas F2 - pouco fraturada F3 - medianamente fraturada F4 - muito fraturada F5 - em fragmentos	C1 - coerente C2 - medianam. coerente C3 - pouco coerente C4 - incoerente
09/07	seco	-	-	-	-	10			
11/07	seco	-	-	-	-	10			
13/07	seco	-	-	-	-	10			
15/07	seco	-	Obs:			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6			
19/07	seco	-	○ - amostra não recuperada.			Fiscalização:			
20/07	-	seco				 (21) 2427-6939			

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 07

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	-	Coordenadas:	N: 8.371.682,00 E: 479.627,10
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,18
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				09/07/2011	19/07/2011



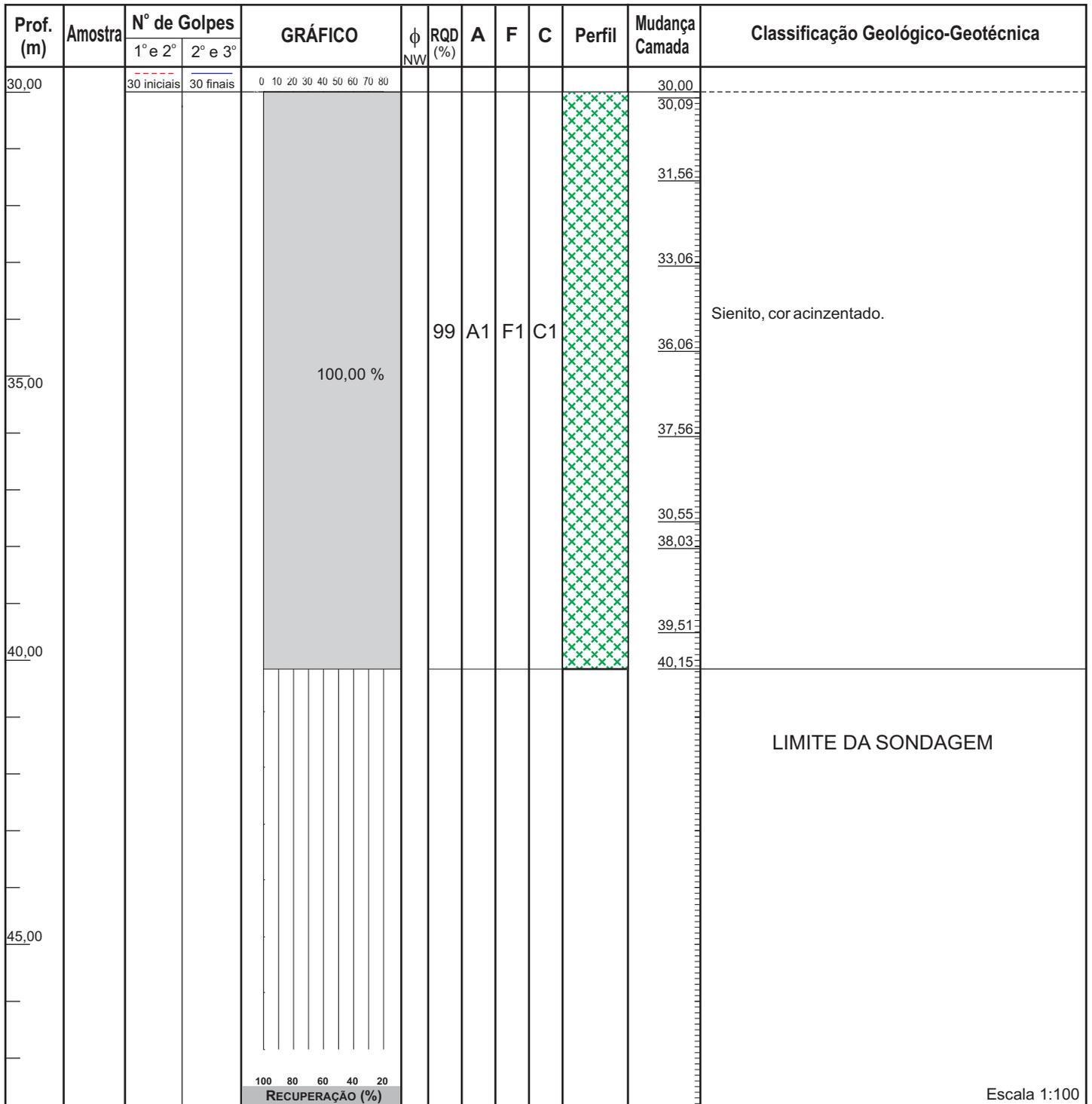
Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)			
09/07	seco	-	-	-	-	10	A1 - rocha sã	F1 - praticam. sem fraturas	C1 - coerente
11/07	seco	-	-	-	-	10	A2 - medianam. alterada	F2 - pouco fraturada	C2 - medianam. coerente
13/07	seco	-	-	-	-	10	A3 - muito alterada	F3 - medianamente fraturada	C3 - pouco coerente
							A4 - totalmente alterada	F4 - muito fraturada	C4 - incoerente
15/07	seco	-	Obs: ○ - amostra não recuperada.				Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6 Fiscalização:		
19/07	seco	-							
20/07	-	seco							

**GEODRILL**  
Engenharia Ltda  
(21) 2427-6939

# Perfil Individual de Sondagem Rotativa

Furo: SMT - 4050 - 07

Cliente:	<b>BAHIA MINERAÇÃO</b>	Revestimento:	-	Coordenadas:	N: 8.371.682,00 E: 479.627,10
Obra/I.G.:	<b>SONDAGEM GEOTÉCNICA IG.: 1029/11</b>	Inclin. c/ vertical:	0,00	Cota (m):	123,18
Local:	<b>PEDREIRA SÃO JOSÉ - ILHÉUS - BA</b>	Classificação:	Geól. Manoel	Data de Início:	Data de Término:
Revestimento: $\phi$ NW, amostrador: $\phi$ int. 34,90mm $\phi$ ext. 50,80 mm, peso de 65 kg c/ altura de queda de 75 cm				09/07/2011	19/07/2011



Nível d'água (N.A.)			Lavagem por Tempo				A - Alteração	F - Fraturamento	C - Coerência
Data	Inicial	Final	Inicial (m)	Final (m)	Diferença (cm)	Tempo (min)	A1 - rocha sã A2 - medianam. alterada A3 - muito alterada A4 - totalmente alterada	F1 - praticam. sem fraturas F2 - pouco fraturada F3 - medianamente fraturada F4 - muito fraturada F5 - em fragmentos	C1 - coerente C2 - medianam. coerente C3 - pouco coerente C4 - incoerente
09/07	seco	-	-	-	-	10			
11/07	seco	-	-	-	-	10			
13/07	seco	-	-	-	-	10			
15/07	seco	-	Obs:  - amostra não recuperada.			Geraldo de Oliveira Almeida CREA - 86 - 1 - 05312 - 6		 Engenharia Ltda (21) 2427-6939	
19/07	seco	-	Fiscalização:						
20/07	-	seco							