



RELATÓRIO DE CONFORMIDADE COM O PROJETO DE EXECUÇÃO DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL – CÉLULA I DO ATERRO E AMPLIAÇÃO/BENEFICIAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS LIXIVIANTES

Anexos XI ao XIII
MARÇO 2016



PROFICO AMBIENTE E ORDENAMENTO, LDA.

Morada: Rua Alfredo da Silva 11-B 1300-040 Lisboa

E-mail: ambiente@profico.pt

Tel.: (+351) 21 361 93 60

Fax: (+351) 21 361 93 69

www: www.proficoambiente.pt





PROFICO AMBIENTE E ORDENAMENTO, LDA.

Morada: Rua Alfredo da Silva 11-B 1300-040 Lisboa

E-mail: ambiente@profico.pt

Tel.: (+351) 21 361 93 60

Fax: (+351) 21 361 93 69

Capital social: 30 000,00 €

Contribuinte N.º: 505 198 290

COM O AMBIENTE NA LIDERANÇA

Estudos de Impacte Ambiental

Avaliação Ambiental Estratégica

Auditorias Ambientais

Gestão / Desempenho Ambiental

Acompanhamento de Obras - Ambiente e Segurança

Planos e Relatórios Ambientais de Sustentabilidade

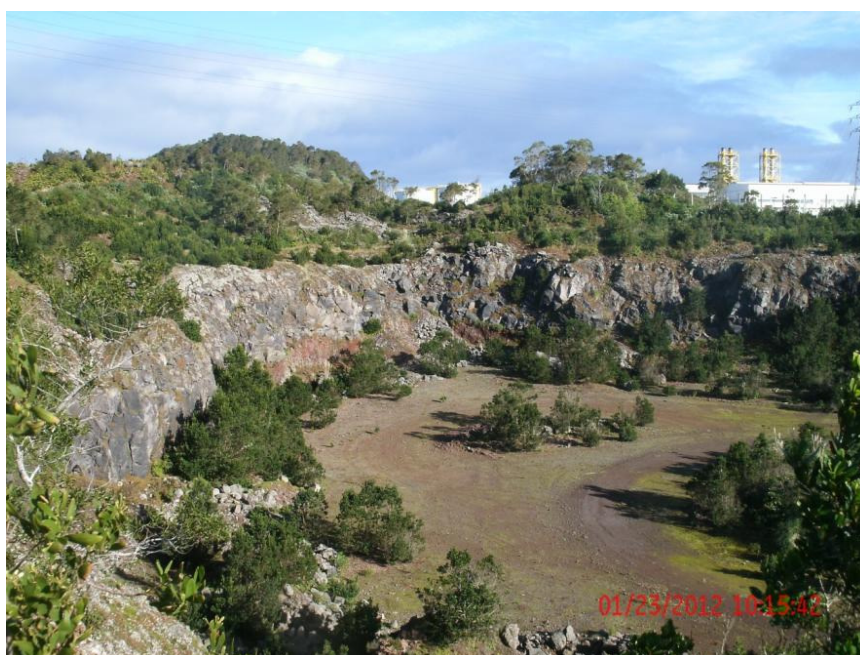


ANEXO XI – Estudo Geológico- Geotécnico da Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos (ETRS) da Ilha de S. Miguel (abril 2012)

Central de Valorização Energética
Ecoparque – MUSAMI – Ilha de São Miguel – Açores
Bases e Condições Gerais de Projecto
ANEXO I – Estudo Geológico da ETRS

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA ILHA DE S. MIGUEL

ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO



Lisboa, Abril de 2012

ÍNDICE DE TEXTO

1. Introdução	1
2. Enquadramento geral do empreendimento	1
2.1 Localização	1
2.2 Unidades que integram o empreendimento	2
3. Enquadramento geológico	2
3.1 Geomorfologia	2
3.2 Litoestratigrafia	2
3.3 Hidrogeologia	3
3.4 Sismicidade	3
4. Informação geológico-geotécnica disponível	4
4.1 Plano de prospecção inicial	4
4.2 Alterações introduzidas ao plano inicial	6
4.3 Trabalhos de prospecção realizados	7
4.3.1 Sondagens	7
4.3.2 Ensaios SPT	8
4.3.3 Colheita de amostras “intactas” de materiais “tipo solo”	8
4.3.4 Ensaios de permeabilidade tipo Lugeon	8
4.3.5 Instalação de piezómetros	8
4.3.6 Perfis de refração sísmica	9
4.3.7 Abertura de poços	9
4.3.8 Ensaios de laboratório sobre amostras “intactas” de materiais “tipo solo” ...	9
4.3.9 Ensaios de laboratório de amostras remexidas de materiais “tipo solo”	9
4.3.10 Ensaios de laboratório sobre amostras de materiais rochosos	10
5. Perfis geológico-geotécnicos interpretativos	10
5.1 Tipos de materiais identificados	10
5.2 Perfis interpretativos	12

6.	Características geotécnicas dos materiais tipo solo	12
6.1	Considerações iniciais.....	12
6.2	Metodologia adoptada para a definição dos valores dos parâmetros de cálculo.....	13
6.3	Valores dos parâmetros geotécnicos definidos para cada material	14
6.4	Fundamentação dos valores para os depósitos piroclásticos “BG1”	14
6.4.1	<i>Ensaio de identificação.....</i>	<i>14</i>
6.4.2	<i>Ensaio de compactação</i>	<i>15</i>
6.4.3	<i>Ensaio SPT.....</i>	<i>16</i>
6.4.4	<i>Ensaio de compressão triaxial.....</i>	<i>19</i>
6.4.5	<i>Ensaio de permeabilidade.....</i>	<i>22</i>
6.4.6	<i>Ensaio de refração sísmica</i>	<i>23</i>
6.5	Fundamentação dos valores para os depósitos piroclásticos “BG2”	23
6.5.1	<i>Ensaio SPT.....</i>	<i>24</i>
6.5.2	<i>Ensaio de refração sísmica</i>	<i>26</i>
7.	Características geotécnicas dos materiais tipo rocha	27
7.1	Considerações iniciais.....	27
7.2	Metodologia adoptada para a caracterização	27
7.2.1	<i>Resistência</i>	<i>28</i>
7.2.2	<i>Deformabilidade “estática”</i>	<i>30</i>
7.2.3	<i>Deformabilidade “dinâmica”</i>	<i>31</i>
7.2.4	<i>RMR e GSI.....</i>	<i>33</i>
7.3	Valores dos parâmetros geotécnicos definidos para cada material	37
7.4	Fundamentação dos valores para os basaltos vesiculares e escórias basálticas “Bv”	38
7.4.1	<i>Ensaio de compressão uniaxial.....</i>	<i>38</i>
7.4.2	<i>Perfis de refração sísmica</i>	<i>39</i>
7.4.3	<i>Análise integrada dos resultados</i>	<i>39</i>
7.5	Fundamentação dos valores para os basaltos compactos “Bc”	41
7.5.1	<i>Ensaio de compressão uniaxial.....</i>	<i>41</i>
7.5.2	<i>Perfis de refração sísmica</i>	<i>43</i>

7.5.3	<i>Análise integrada dos resultados</i>	43
7.6	Resultados dos ensaios de permeabilidade tipo Lugeon	45
8.	Conclusões	46
	Bibliografia	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Vista aérea (Google Earth) da zona do empreendimento (Geocontrole, 2012).....	54
Figura 2 – Zonamento sísmico no Arquipélago dos Açores (NP EN 1998-1, 2010).....	55
Figura 3 – Materiais BG1 – Curvas granulométricas.....	56
Figura 4 – Materiais BG1 – Curvas de compactação correspondentes ao ensaio Proctor pesado.....	57
Figura 5 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios SPT	58
Figura 6 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios SPT.....	59
Figura 7 – Materiais BG1 – Valores do ângulo de resistência ao corte, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT	60
Figura 8 – Materiais BG1 – Valores do módulo de deformabilidade E_{25} , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT.....	61
Figura 9 – Materiais BG1 – Valores do módulo de distorção inicial G_0 , , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT.....	62
Figura 10 – Materiais BG1 – Valores da velocidade das ondas S, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT	63
Figura 11 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões efectivas.....	64
Figura 12 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões totais	65
Figura 13 – Materiais BG1 – Resultados do ensaio de compressão triaxial, realizado para uma tensão de confinamento de 200kPa.	66
Figura 14 – Materiais BG1 compactados– Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões efectivas	67
Figura 15 – Materiais BG1 compactados – Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões totais.....	68
Figura 16 – Materiais BG1 – Resultados dos perfis de refração sísmicas	69

Figura 17 – Materiais BG1 – Valores da velocidade das ondas P, obtidos a partir dos resultados dos perfis de refração sísmica	70
Figura 18 – Materiais BG2 – Resultados dos ensaios SPT.....	71
Figura 19 – Materiais BG2 – Resultados dos ensaios SPT.....	72
Figura 20 – Materiais BG2 – Valores do ângulo de resistência ao corte, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT	73
Figura 21 – Materiais BG2 – Valores do módulo de deformabilidade E_{25} , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT.....	74
Figura 22 – Materiais BG2 – Valores do módulo de distorção inicial G_0 , , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT.....	75
Figura 23 – Materiais BG2 – Valores da velocidade das ondas S, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT	76
Figura 24 – Materiais BG2 – Resultados dos perfis de refração sísmicas	77
Figura 25 – Materiais BG2 – Valores da velocidade das ondas P, obtidos a partir dos resultados dos perfis de refração sísmica	78
Figura 26 – Relação empírica entre a rigidez dinâmica, E_d , e a rigidez estática, E_s , para solos e rochas, definida por Alpan (1970, referido em PLAXIS, 2009)	79
Figura 27 – Determinação do módulo de deformabilidade “dinâmico”, E_{din} , a partir do módulo de deformabilidade “estático”, E , com base nos resultados dos ensaios de caracterização dinâmica entre furos (“crosshole seismic test”) e aplicando uma extensão da solução definida por Alpan (1970, referido em PLAXIS, 2009).....	80
Figura 28 – Valores do coeficiente de Poisson “dinâmico” obtidos com base em resultados de ensaios de caracterização dinâmica entre furos (“crosshole seismic test”) realizados em diferentes tipos de maciços rochosos.....	81
Figura 29 – Definição do índice RMR_{89} - Peso associado à resistência do material rochoso intacto.....	82
Figura 30 – Definição do índice RMR_{89} - Peso associado ao RQD	83
Figura 31 – Relação entre o espaçamento das descontinuidades e o estado de fracturação	84

Figura 32 – Relação entre o peso associado ao espaçamento das descontinuidades e o espaçamento dessas descontinuidades	85
Figura 33 – Definição do índice RMR_{89} - Peso associado ao espaçamento das descontinuidades	86
Figura 34 – Peso associado às condições das descontinuidades, para a definição do índice RMR_{89} , de acordo com Bieniawski (1989).....	87
Figura 35 – Definição do índice RMR_{89} - Peso associado às condições das descontinuidades	88
Figura 36 – Materiais Bv – Relação entre a resistência à compressão uniaxial e o estado de alteração do maciço.....	89
Figura 37 – Materiais Bv – Resultados dos perfis de refração sísmicas	90
Figura 38 – Materiais Bv - Valores do índice GSI.....	91
Figura 39 – Materiais Bv - Valores da resistência à compressão uniaxial.....	92
Figura 40 – Materiais Bv – Envolvente de rotura.....	93
Figura 41 – Materiais Bv - Valores do módulo de deformabilidade “estático”	94
Figura 42 – Materiais Bc – Relação entre a resistência à compressão uniaxial e o estado de alteração do maciço.....	95
Figura 43 – Materiais Bc – Resultados dos perfis de refração sísmicas	96
Figura 44 – Materiais Bc - Valores do índice GSI.....	97
Figura 45 – Materiais Bc - Valores da resistência à compressão uniaxial.....	98
Figura 46 – Materiais Bc – Envolvente de rotura	99
Figura 47 – Materiais Bc - Valores do módulo de deformabilidade “estático”	100

1. Introdução

Visando a construção da Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos da Ilha de S. Miguel, a Associação de Municípios da Ilha de São Miguel (AMISM) decidiu levar a cabo uma campanha de prospecção geológico-geotécnica no local previsto para a sua implantação.

Com esse objectivo, foi apresentado pela AMISM um programa de trabalhos de campo e de ensaios em laboratório, com indicação de quantidades de trabalho e especificações, cuja execução foi cometida à Empresa GEOCONTROLE. Simultaneamente, foi solicitado à NORMA AÇORES o acompanhamento dos trabalhos e a interpretação dos resultados obtidos.

No presente relatório dá-se conta da forma como se processou o desenvolvimento do estudo de caracterização geológico-geotécnica do local, tendo por base os elementos recolhidos na campanha de prospecção levada a cabo pela GEOCONTROLE. Nele são apresentados os resultados obtidos e a respectiva interpretação, e, no final, fazem-se algumas considerações gerais de interesse para os futuros estudos do projecto em causa.

2. Enquadramento geral do empreendimento

2.1 Localização

O Ecoparque da Ilha de S. Miguel consiste num Sistema Integrado de Gestão de Resíduos, que se pretende construir na freguesia de S. Roque, no concelho de Ponta Delgada, num terreno com uma área de cerca de 27ha (ver Figura 1).

2.2 Unidades que integram o empreendimento

O empreendimento engloba as seguintes unidades:

- central de vaporização energética;
- estação de triagem;
- estação de vaporização orgânica;
- aterro sanitário de apoio, compreendendo 3 células.

3. Enquadramento geológico

3.1 Geomorfologia

A zona prevista para a implantação do empreendimento corresponde, aproximadamente, a uma faixa de terreno com um comprimento de cerca de 800m, orientada aproximadamente segundo a direcção Noroeste/Sudeste. A zona mais a Norte, na qual está prevista a instalação dos edifícios que integram o complexo, situa-se a cotas da ordem de pouco mais de 200m, enquanto que, a zona mais a Sul, na qual se localizará o aterro sanitário, as cotas são da ordem de 175m. Esta diferença de cotas sabe-se ter parcialmente origem em escavações associadas à exploração de materiais rochosos numa antiga pedreira nesta última zona.

3.2 Litoestratigrafia

As formações que ocorrem no local correspondem à deposição de materiais de origem vulcânica - piroclastos e escoadas lávicas basálticas.

Os depósitos piroclásticos, vulgarmente designados por bagacinas, são constituídos por materiais de coloração avermelhada e/ou cinzento escuro a preto (Amaral e Malheiro, data desconhecida). No caso em questão, compreendem fundamentalmente areia com algumas percentagens de cascalho e siltes basálticos.

As escoadas lávicas basálticas são caracterizadas por uma superfície irregular de rocha maciça, apresentando vesículas irregulares e intercalações de níveis de clinker.

Dada a natureza e a forma errática da génese destes materiais, não é fácil estabelecer uma sequência estratigráfica única, observando-se, com frequência, a alternância dos diferentes tipos de materiais.

3.3 Hidrogeologia

O comportamento hidrológico do local está intimamente associado à natureza das formações geológicas aí ocorrentes. Assim, quer a permeabilidade global das formações piroclásticas, quer o fácil escoamento através das fracturas das formações rochosas das escoadas basálticas, não permitem a retenção da água, antes facilitando a sua rápida infiltração em profundidade.

3.4 Sismicidade

De acordo com o definido na NP EN 1998-1 (2010), incluindo o anexo nacional, o local do empreendimento situa-se na zona sísmica 2.1, relativamente às acções sísmicas do Tipo 2 (ver Figura 2).

Tendo em conta que no local ocorre predominantemente um maciço rochoso, o terreno de fundação será, de acordo com a NP EN 1998-1 (2010), do Tipo A (ver Quadro 1), embora nas zonas em que ocorram superficialmente depósitos piroclásticos de grande espessura, ele possa ser considerado do Tipo B.

Quadro 1 – Tipos de terreno (NP EN 1998-1, 2010)

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (panc./30cm)	c_u (kPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	>800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das suas propriedades mecânicas com a profundidade	360 - 800	> 50	>250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 - 360	15 - 50	70 – 250
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v_s do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato rígido com $v_s > 800$ m/s			
S_1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade ($PI > 40$) e um elevado teor em água	< 100 (indicativo)	-	10 – 20
S_2	Depósitos de solos com potencial de liquefacção, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S_1			

4. Informação geológico-geotécnica disponível

4.1 Plano de prospecção inicial

Para a caracterização das condições geológico-geotécnicas do local, foi elaborado inicialmente um plano de prospecção, o qual foi fornecido à NORMA AÇORES para o acompanhamento da sua execução e interpretação dos respectivos resultados (documento com autor e data desconhecido). Segundo informações transmitidas pela AMISM, este plano de prospecção foi elaborado com o objectivo de fornecer indicações gerais, de carácter

geológico-geotécnico, da área de implantação do empreendimento que se pretende construir, e não a obtenção de informações pormenorizadas para os estudos de projecto de cada um dos elementos que integram o complexo em questão. Considerou-se, assim, que, em fase de estudos de Projecto de Execução será realizada uma campanha de prospecção complementar para definição pormenorizada das condições de fundação de cada uma dessas estruturas.

De acordo com o estabelecido no documento de apresentação do programa, os objectivos a atingir eram os seguintes:

- *“identificação das características geológico-geotécnicas dos depósitos superficiais, designadamente a sua composição litológica e espessura, bem como a avaliação das suas propriedades físicas, hidráulicas e mecânicas”;*
- *“identificação das características geológico-geotécnicas dos terrenos que constituem o substrato rochoso subjacente aos depósitos superficiais, tais como, a litologia, a estrutura, o grau de alteração e a fracturação, assim como a avaliação das suas propriedades hidráulicas e, caso se justifique, mecânicas”;*
- *“caracterização das condições hidrogeológicas da área de estudo, nomeadamente, a identificação do nível piezométrico e o sentido de percolação das águas subterrâneas”;*
- *“caracterização das condições de execução das terraplenagens, designadamente, espessuras de decapagem e de saneamento, ripabilidade das formações interessadas, geometria dos taludes de escavação, condições de fundação das instalações e infra-estruturas e avaliação da adequabilidade dos materiais escavados para a construção das camadas minerais dos sistemas de protecção ambiental passivo e de selagem final do aterro de resíduos e/ou na cobertura diária dos resíduos colocados no aterro”.*

Este plano de prospecção fornecido à NORMA AÇORES, para além da definição dos tipos e quantidades dos trabalhos a executar, indicavam a localização de alguns deles (sondagens mecânicas e perfis sísmicos), não apresentando, contudo, qualquer referência sobre a localização das diferentes estruturas que integrarão o complexo. Os trabalhos

previstos neste plano de prospecção incluíam perfis de refração sísmica, poços, sondagens mecânicas à rotação, ensaios SPT, instalação de piezómetros, ensaios de permeabilidade “in situ” e ensaios de laboratório.

4.2 Alterações introduzidas ao plano inicial

Confrontando os objectivos previamente identificados para o estudo com o programa de prospecção então definido, facilmente se concluiu que existiam alguns aspectos claramente incompatíveis, a par de outros para os quais o desenvolvimento dos trabalhos poderia, eventualmente, evidenciar dificuldades em os atingir (Consulgeo, 2012a).

Dentre as incompatibilidades detectadas são de referir as que seguidamente se indicam:

- desconhecendo-se as condições geológicas do local, e tendo em conta o comprimento inicialmente previsto para as sondagens (10m), não era garantida a definição das espessuras dos materiais tipo solo nos locais de todas as sondagens;
- no que diz respeito ao maciço rochoso, embora se refira como objectivo a caracterização das suas propriedades mecânicas, não foram previstos ensaios de compressão uniaxial cujos resultados são fundamentais para esse objectivo;
- apontando-se como objectivo a atingir a definição do “*sentido de percolação subterrânea*”, não foram incluídos no programa de prospecção determinações experimentais que possam conduzir a essa definição;
- não foram previstas determinações experimentais susceptíveis duma adequada caracterização do comportamento dinâmico dos solos e das rochas.

Estes aspectos levaram a que, com o acordo da AMISM, fossem introduzidas algumas alterações a esse programa de trabalhos inicial, procurando-se, no entanto, que o horizonte financeiro então estabelecido não fosse ultrapassado. Já na posse de informações sobre a

localização prevista para os diferentes componentes do empreendimento, a NORMA AÇORES procedeu então a um certo ajustamento da localização, tipos e quantidades de trabalhos inicialmente previstos, de forma a otimizar a informação a obter. Já em plena fase de desenvolvimento dos trabalhos de campo, e associados às informações que iam sendo obtidas, foi necessário introduzir novos ajustamentos ao novo plano de prospeção (Consulgeo, 2012b), mas novamente procurando não ultrapassar o orçamento previamente estabelecido (este facto constituiu um importante condicionamento, obrigando a eliminar ou a reduzir algumas quantidades de trabalho em benefício de outras).

4.3 Trabalhos de prospeção realizados

Elementos pormenorizados sobre os trabalhos realizados constam do relatório da GEOCONTROLE (Geocontrole, 2012), que se anexa. Seguidamente referem-se de forma sucinta esses trabalhos. Em anexo ao presente relatório, fornece-se um Desenho, reproduzido relatório da GEOCONTROLE, onde se encontra a localização dos trabalhos de campo realizados.

4.3.1 Sondagens

O programa de prospeção executado incluiu 9 sondagens, designadas por S1, S2, S3, S5, S6, S7, S9, S10 e S11 (ver Desenho anexo), com comprimentos variáveis entre cerca de 10 e 25m. Essas sondagens foram distribuídas por duas áreas particulares do futuro empreendimento, a saber: 6 na zona prevista para a implantação dos edifícios e 3 interessando a zona de localização das células de confinamento técnico.

4.3.2 Ensaaios SPT

Ao longo da realização das sondagens, sempre que a natureza dos materiais atravessados o permitia, foram realizados ensaios de penetração tipo SPT, espaçados de 1.5m.

4.3.3 Colheita de amostras “intactas” de materiais “tipo solo”

Apesar de, face à natureza dos materiais em causa, se anteverem grandes dificuldades na obtenção de amostras “intactas” das formações “tipo solo”, foi levada a cabo a tentativa de colheita de algumas, visando a caracterização dos depósitos piroclásticos “in situ”. Admitiu-se assim a possibilidade, ainda que remota, de se poder vir a dispor de informações de características mecânicas e de permeabilidade obtidas através de ensaios de compressão triaxial e de permeabilidade sobre essas amostras. Dentro desta perspectiva foram colhidas 3 amostras no curso de furação da sondagem S7, às profundidades de 6.0m, 7.5m e 9.0m.

4.3.4 Ensaaios de permeabilidade tipo Lugeon

Para a caracterização das condições de permeabilidade das formações rochosas ocorrentes na zona do empreendimento, realizaram-se ensaios tipo Lugeon, em 3 das sondagens (S9, S10 e S11), a profundidades compreendidas entre cerca de 3 e 10m.

4.3.5 Instalação de piezómetros

Em três das sondagens (S9, S10 e S11) foram instalados piezómetros do tipo aberto, com comprimentos da ordem de grandeza de 10m.

4.3.6 Perfis de refração sísmica

Os trabalhos de campo incluíram a realização de 7 perfis de refração sísmica de 60m de comprimento, com as designações de PS1 a PS7, obtidos através de 12 geofones espaçados de 5m, considerando três pontos de impacto, um em cada extremo e outro no ponto intermédio (ver Desenho anexo).

4.3.7 Abertura de poços

Com o objectivo de procurar identificar a existência de eventuais locais de empréstimo de materiais “tipo solo” para a utilização em aterros, procedeu-se à abertura de 6 poços de reconhecimento (ver Desenho anexo). Desses poços foram colhidas amostras remexidas destinadas a avaliar a sua adequabilidade para esse fim.

4.3.8 Ensaios de laboratório sobre amostras “intactas” de materiais “tipo solo”

Conforme já anteriormente referido, ao longo da sondagem S7 foram colhidas 3 amostras intactas para ensaios em laboratório. Após a abertura dessas três amostras, verificou-se que apenas foi possível obter um provete para montagem em câmara de ensaio triaxial. A essa amostra foi aplicada uma tensão de confinamento de 200kPa, após o que se procedeu à determinação da respectiva permeabilidade e, posteriormente, ao seu ensaio em compressão triaxial.

4.3.9 Ensaios de laboratório de amostras remexidas de materiais “tipo solo”

Sobre materiais recolhidos nos poços procedeu-se à realização de ensaios visando a avaliação da sua adequabilidade para a construção de aterros. Estes incluíram ensaios de identificação (apenas a determinação da composição granulométrica, uma vez que se tratava de materiais predominantemente incoerentes), ensaios de compactação, ensaios de compressão triaxial e ensaios de permeabilidade após compactação.

4.3.10 Ensaios de laboratório sobre amostras de materiais rochosos

Dos tarolos de materiais rochosos recolhidos nas sondagens foram seleccionados alguns provetes para ensaios de compressão uniaxial, visando a determinação dos valores das respectivas tensões de rotura.

5. Perfis geológico-geotécnicos interpretativos

5.1 Tipos de materiais identificados

Genericamente, as sondagens detectaram fundamentalmente dois tipos de materiais: depósitos piroclásticos e escoadas basálticas.

A presença dos depósitos piroclásticos foi particularmente detectada na zona mais a Norte, a que corresponde à da implantação dos edifícios, com espessuras de cerca de 17, 12 e 23.5m nas sondagens S2, S5 e S7, respectivamente, e superiores a 12m nas restantes três (S1, S3 e S6), para as quais os seus comprimentos não foram suficientes para se atingir as formações basálticas. Nas sondagens realizadas na zona das células, a zona Sul da área do empreendimento, os depósitos piroclásticos não ultrapassaram a espessura de 2m, sendo praticamente inexistente no caso da sondagem S10.

Segundo informações locais, a zona prevista para a implantação das células de confinamento técnico foi em tempos objecto de exploração de materiais tipo rochoso, o que poderá explicar a significativa diferença de cotas actualmente existente entre a zona dos edifícios (a Norte) e a das células (a Sul). Este facto leva a admitir a hipótese de as elevadas espessuras de depósitos piroclásticos na zona de cotas mais elevadas serem constituídos, pelo menos parcialmente, por depósitos de materiais superficiais de limpeza da zona de exploração da pedreira, que para aí tenham sido transportados e depositados.

O cruzamento das informações obtidas através das sondagens mecânicas, dos poços e dos perfis de refração sísmica, permitiu o estabelecimento da diferenciação dos depósitos piroclásticos – bagacinas - em dois tipos, sendo os mais superficiais de menor compacidade (aqui designados por “BG1”) e os mais profundos de maior compacidade (aqui designados por “BG2”). Admite-se que estes últimos possam corresponder a materiais “in situ”, enquanto que os mais superficiais poderão corresponder a materiais depositados na sequência da exploração da zona como pedreira.

No que diz respeito às formações rochosas, as classificações atribuídas nos diagramas das sondagens aos materiais atravessados variam entre “*basaltos compactos*”, “*basaltos vesiculares*” e “*escórias basálticas*”. No presente estudo, tendo em conta as diferenças de comportamento, consideraram-se apenas dois tipos de materiais: basaltos vesiculares e escórias basálticas (aqui designados por “Bv”) e basaltos compactos (aqui designados por “Bc”).

Em resumo, foram identificados no estudo os seguintes materiais:

- BG1 – depósitos piroclásticos (bagacinas) de menor compacidade;
- BG2 – depósitos piroclásticos (bagacinas) de maior compacidade;
- Bv – basaltos vesiculares e escórias basálticas;
- Bc – basaltos compactos.

Para facilitar a apresentação dos resultados nos capítulos que se seguem, associou-se a cada material uma cor distinta: amarelo para o “BG1”, laranja para o “BG2”, rosa para o “Bv” e castanho para o “Bc”.

Tendo em conta os 4 materiais anteriormente definidos, apresenta-se no Anexo A a interpretação dos perfis de refração sísmica, identificando os materiais interceptados em cada perfil. Em cada figura são apresentadas 4 curvas, correspondentes aos 4 tiros associados à execução de cada perfil. Estes perfis serão adiante analisados com maior profundidade, quando da caracterização geotécnica de cada material.

5.2 Perfis interpretativos

No Anexo B apresentam-se os perfis geotécnicos que se obtiveram da interpretação global da informação disponível, a qual será apresentada nos capítulos seguintes. Estes perfis, designados por P1 a P6, têm a mesma localização dos 6 perfis incluídos no relatório de reconhecimento geotécnico (Geocontrolo, 2012), estando apresentados numa vertente claramente mais geológica. Estes perfis estão também representados na planta geral do Desenho, em anexo.

6. Características geotécnicas dos materiais tipo solo

6.1 Considerações iniciais

O dimensionamento de estruturas geotécnicas deve incluir a verificação da sua segurança aos Estados Limites Últimos e aos Estados Limites de Serviço. Em regra, para a primeira situação é necessário conhecer o valor das cargas limite, enquanto que, na segunda é necessária a definição dos deslocamentos expectáveis para as cargas de serviço.

Por forma a dar resposta a ambas as situações, procura-se apresentar nos capítulos seguintes os valores característicos para os principais parâmetros geotécnicos. Desconhecendo-se, nesta fase dos estudos, quais as metodologias de cálculo que serão adoptadas em fase de Projecto, não será calibrado nenhum tipo de modelo constitutivo

específico, procurando-se antes identificar os valores mais adequados para os parâmetros geotécnicos tradicionais.

6.2 Metodologia adoptada para a definição dos valores dos parâmetros de cálculo

Para a definição do valor característico para cada parâmetro geotécnico, e para cada um dos materiais identificados na zona, foram analisadas, pormenorizadamente, todas as determinações experimentais realizadas “in situ” e em laboratório. Para cada material, esta análise procurou a definição dum único valor que fosse coerente com todas as determinações experimentais associadas a esse material, e que, no caso de existir uma significativa heterogeneidade, revelasse o comportamento da fracção condicionante do seu comportamento mecânico. Por outro lado, procurou-se sempre garantir a conhecida interdependência entre os vários parâmetros do comportamento mecânico dum material.

Para aumentar a confiança em cada valor definido, procurou-se que ele fosse obtido por mais do que uma metodologia de análise ou por mais do que um tipo de ensaio. Como metodologias de análise para a definição dos valores dos parâmetros de cálculo adoptaram-se as três seguintes:

- definição dos valores directamente a partir das determinações experimentais realizadas (exemplo: resistência ao corte definida com base nos resultados dos ensaios de compressão triaxial);
- definição dos valores a partir de correlações mais ou menos empíricas com as determinações experimentais (exemplo: resistência ao corte definida com base nos resultados dos ensaios SPT);
- definição dos valores a partir da modelação numérica de ensaios realizados (exemplo: deformabilidade definida com base na modelação numérica do ensaio triaxial).

Sempre que possível, as três metodologias foram aplicadas.

6.3 Valores dos parâmetros geotécnicos definidos para cada material

Para simplificar a fundamentação de cada conjunto de valores associados ao comportamento de cada material, optou-se por apresentar à partida esses valores, mostrando-se em seguida de que forma cada um dos tipos de ensaios realizados contribuiu para a sua definição.

Deste modo, apresenta-se, no Quadro 2, o conjunto de valores dos parâmetros de cálculo que caracterizam o comportamento mecânico característico de cada material do tipo solo ocorrente no local da obra.

Quadro 2 - Valores dos parâmetros geotécnicos de cálculo definidos para os materiais tipo solo

Parâmetros	BG1	BG2	BG compactado
Peso volúmico, γ (kN/m ³)	16	18	20
Módulo de deform. “estático”, E_{25}^{ref} (MPa)	19	30	
Ângulo de resistência ao corte efectivo, ϕ' (°)	33	35	48
Coesão efectiva, c' (kPa)	0	0	0
Coeficiente de impulso em repouso, K_0	0.46	0.43	
Tipo de comportamento	Drenado	Drenado	Drenado
Módulo de distorção inicial, G_0^{ref} (MPa)	85	100	
Coef. de Poisson para acções dinâmicas, ν_{din}	0.40	0.48	

6.4 Fundamentação dos valores para os depósitos piroclásticos “BG1”

6.4.1 Ensaios de identificação

Genericamente, trata-se de materiais constituídos por uma matriz predominantemente arenosa, com baixas percentagens de finos, no interior da qual ocorrem frequentemente elementos da dimensão “seixo” e mesmo “blocos”, de rocha basáltica. As curvas granulométricas das amostras colhidas nestes materiais são apresentadas na Figura 3. Dessa figura conclui-se que os materiais são, efectivamente, predominantemente arenosos, apresentando uma percentagem de finos (passado no peneiro N°200 ASTM) inferior a 10%. A percentagem de cascalho (material retido no peneiro N°4 ASTM) é variável, situando-se, em regra, entre 40 a 60%.

Em termos de plasticidade, os materiais são designados como não plásticos.

Tendo em conta as características anteriormente referidas, considera-se que a estes materiais deve ser atribuído um comportamento do tipo drenado.

Relativamente ao peso volúmico, dispõe-se de uma única determinação experimental (associada à amostra colhida na sondagem S7 utilizada no ensaio triaxial), para a qual se obteve um valor de 16kN/m^3 .

6.4.2 Ensaios de compactação

No programa de prospecção procurou-se ajuizar, para além das características dos materiais quando “in situ”, também as suas características quando compactados, para a eventualidade de poderem ser utilizados como materiais para aterro. Foram, assim, realizados ensaios de compactação pesada tipo “Proctor pesado” sobre as 5 amostras, colhidas nos poços P1, P2, P3 e P5.

Estes ensaios conduziram aos resultados que se apresentam na Figura 4. Nesta figura estão representadas as curvas correspondentes a 100% e a 80% de saturação, correspondendo esta última aproximadamente à linha associada aos máximos das curvas.

Da análise da figura foram obtidos os resultados que se apresentam no Quadro 3.

Quadro 3 – Materiais BG1 – resultados dos ensaios de compactação

Poço	Prof. (m)	$\gamma_d, \text{máx}$ (kN/m ³)	W_{opt} (%)
P1	0.00 / 1.70	16.5	18.8
	2.20 / 3.00	16.8	17.2
P2	1.30 / 1.70	(*)	(*)
P3	1.70 / 2.80	17.0	16.3
P5	1.90 / 2.10	19.2	12.6

(*) – ensaio considerado como não representativo

Da análise destes resultados verifica-se que o peso volúmico dos materiais após compactação é significativamente mais elevado que no seu estado “in situ”, o que revela um importante aumento da sua compacidade na sequência desta acção mecânica.

6.4.3 Ensaios SPT

Na Figura 5 apresentam-se os resultados dos ensaios SPT realizados nestes materiais. Na análise desses resultados importa ter em conta que os valores mais elevados poderão estar afectados pela existência dos elementos mais grosseiros que entram na sua constituição, motivo pelo qual, o comportamento da matriz mais fina, aquela que fundamentalmente caracterizará o comportamento global da formação, deverá ser associado aos valores mais baixos. Considerando um comportamento drenado, os mesmos resultados podem ser corrigidos do efeito da profundidade, de acordo com (Liao e Whitman, 1986):

$$N_{\text{SPT},c} = C_N N_{\text{SPT}} = \left(\frac{95.76}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5} N_{\text{SPT}}$$

onde N_{SPT} é o resultado do ensaio SPT e σ'_{v0} é a tensão vertical efectiva à profundidade do ensaio. Pode, assim, definir-se uma lei de evolução do valor do N_{SPT} com a tensão vertical efectiva, dada por:

$$N_{SPT} = N_{SPT,c} \times \left(\frac{\sigma'_{v0}}{95.76} \right)^{0.5}$$

Na Figura 6 os valores do SPT são apresentados em função da tensão vertical efectiva estimada à profundidade a que foi realizado cada ensaio. Nessa figura apresenta-se ainda o modelo adoptado para a evolução do valor do SPT com a referida tensão.

Na Figura 7 apresentam-se os valores do ângulo de resistência ao corte obtidos com base nos resultados do ensaio SPT, de acordo com a seguinte correlação:

- $D_r = \left(\frac{N_{SPT}}{0.28 \times \sigma'_{v0} + 27} \right)^{1/2}$ com σ'_{v0} em kN/m² (Skempton, 1986);
- $(1.49 - D_r) \tan \phi' = 0.712$ (de Mello, 1971)

Da análise da figura verifica-se que o valor adoptado para estes materiais (e indicado no Quadro 2)

$$\phi' = 33^\circ$$

está perfeitamente enquadrado com os resultados da aplicação da correlação.

Tendo por base os resultados destes ensaios SPT, procurou-se avaliar as características de deformabilidade dos materiais. Para o efeito começou-se por estimar o módulo de deformabilidade, E, tradicionalmente obtido por correlação com os resultados dos ensaios SPT, fazendo:

$$E = N_{SPT} (0.84 + 0.036 N_{SPT}) \text{ [MPa]}$$

Considera-se que este módulo corresponde, na prática, a um módulo E_{35} , isto é, está associado a 35% da tensão deviatória máxima. A conversão deste módulo noutra associado a um nível de tensão deviatória diferente pode ser feita recorrendo a (Mayne e Schneider, 2001):

$$\frac{E}{E_0} = 1 - \left(\frac{q}{q_{ult}} \right)^a$$

onde E_0 é o módulo de deformabilidade inicial, q_{ult} é a tensão deviatórica na rotura, E o módulo de deformabilidade associado a uma tensão deviatórica q e a uma constante com valor variável entre 0.15 e 0.35, dependendo do tipo de material.

Considerando como referência para a deformabilidade o módulo E_{25} , (correspondente a 25% da tensão deviatórica máxima), e tomando para a constante a um valor intermédio de 0.25, tem-se:

$$E_{25} = 1.3 \times E_{35}$$

Na Figura 8 apresentam-se os valores obtidos por esta via para E_{25} . Nessa figura apresenta-se ainda a lei de evolução considerada para o referido módulo com a tensão vertical efectiva (ver Quadro 2), no qual se admite uma variação desse módulo com o estado de tensão:

$$E_{25} = E_{25}^{ref} \left(\frac{p'}{p_{ref}} \right)^m$$

onde E_{25}^{ref} é o valor do módulo para uma pressão de referência p_{ref} , m um expoente que toma, em regra, valores entre 0.5 (areias) e 1 (para solos argilosos moles) e

$$p' = \frac{\sigma'_{v0} + 2 \times \sigma'_{h0}}{3}$$

Nesta lei é considerado um valor de m igual a 0.5, tal como indicado no modelo (Quadro 2), o qual se justifica por se tratar dum material predominantemente arenoso. Foi ainda considerado que o coeficiente de impulso em repouso, K_0 , destes materiais pode ser obtido fazendo (Jaky, 1948):

$$K_0 = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin(33) = 0.46$$

A lei indicada na Figura 8 corresponde a um valor de E_{25}^{ref} igual a 19MPa. Como se pode observar, o ajuste conseguido é razoável.

Finalmente, estes resultados dos ensaios SPT foram utilizados para estimar o módulo de distorção inicial, G_0 , e a velocidade de propagação das ondas de corte, v_s . Para a definição do valor do referido módulo G_0 considerou-se a proposta de Ohsaki e Iwasaki (1973):

$$G_0 = 12 \times (N_{SPT})^{0.8} \text{ [MPa]}$$

Os valores assim obtidos são apresentados na Figura 9, juntamente com a lei de evolução com a tensão vertical efectiva considerada. Também neste caso foi adoptada uma lei de evolução semelhante à definida para o módulo E_{25} (neste caso também para uma tensão de 100kPa), tendo-se considerado o valor de referência de:

$$G_0^{\text{ref}} = 85 \text{ MPa}$$

Da Figura 9 pode observar-se um bom ajuste entre o modelo de evolução adoptado (apresentado no Quadro 2) e os resultados obtidos pela correlação referida.

Os valores da velocidade de propagação das ondas de corte, v_s , podem, então, ser obtidos da Teoria da Elasticidade fazendo:

$$v_s = \sqrt{G_0 \frac{g}{\gamma}}$$

sendo γ o peso volúmico do material e g a aceleração da gravidade. Os resultados assim obtidos estão apresentados na Figura 10, mostrando também aqui um bom ajuste de valores estimados e modelo.

6.4.4 Ensaios de compressão triaxial

Conforme anteriormente referido, a caracterização do comportamento mecânico dos materiais BG1 “in situ” através de ensaios de compressão triaxial ficou comprometida pelo facto de não ter sido possível obter amostras para ensaio com adequada qualidade. Das 3

amostras colhidas, apenas foi possível obter um único provete com qualidade. Mesmo assim, optou-se por ensaiar este único provete, por forma a obter resultados que, cruzados com outras determinações experimentais (por exemplo, os ensaios SPT), pudessem permitir a caracterização da resistência e deformabilidade dos materiais.

De notar que, tratando de um solo predominantemente arenoso, à envolvente de rotura deverá estar associada uma coesão nula, pelo que o ângulo de resistência ao corte poderá ser sempre estimado apenas com um provete, com as naturais reservas de apenas ficar associado aos resultados de apenas um ensaio.

O ensaio realizado foi do tipo consolidado não drenado (CU), tendo sido aplicada uma tensão de confinamento de 200kPa. Os resultados obtidos para este provete são apresentados nas Figuras 11 e 12, respectivamente para tensões efectivas e totais.

Da análise das figuras verifica-se que as duas envolventes são idênticas, o que está de acordo com o comportamento drenado identificado para o material. A essa envolvente de rotura está associado um valor do ângulo de resistência ao corte de 34°, valor que está de acordo com a ordem de grandeza dos valores obtidos por correlação com os resultados dos ensaios SPT (o valor do ângulo de resistência então estimado foi de 33°). O facto de só ter sido analisado um provete em compressão triaxial levou a que tivesse sido privilegiado o valor do ângulo de resistência ao corte estimado a partir destes ensaios SPT.

Os resultados do ensaio deste único provete foram ainda explorados no sentido de validar as características de deformabilidade já definidas para os materiais a partir dos ensaios SPT. Assim, recorrendo à modelação numérica do ensaio, procurou-se avaliar em que medida o modelo já definido para os materiais poderia reproduzir a curva deformação axial-tensão deviatórica que se representa na Figura 13, obtida do único ensaio realizado. Para o efeito recorreu-se ao programa PLAXIS, tendo-se considerado o “Hardening Soil Model” como modelo de comportamento para o material. A descrição do modelo pode ser encontrada em PLAXIS (2009). Trata-se dum modelo avançado de comportamento de solo do tipo elástico não linear, perfeitamente plástico, baseado numa relação hiperbólica entre a deformação vertical e a tensão deviatórica, a qual deriva, não da consideração explícita duma lei hiperbólica tradicional, mas sim da adopção duma lei de endurecimento plástico que reproduz

a referida relação. De entre as principais características, são ainda de destacar o facto da rigidez do solo ser dependente do estado de tensão e da trajectória de tensão, o facto de ter em consideração a dilatação do solo e o facto de adoptar o critério de rotura de Mohr-Coulomb. Em termos de deformabilidade, o modelo recorre ao módulo E_{50} , isto é, ao módulo correspondente a 50% da tensão deviatórica máxima. O valor deste módulo pode ser relacionado com o módulo E_{25} , já definido, recorrendo à metodologia anteriormente descrita:

$$E_{50} = \frac{E_{25}}{1.8}$$

Na mesma Figura 13 está representada a curva obtida através da modelação numérica do ensaio. Considera-se que o ajuste entre curva de ensaio e a curva da modelação numérica é bastante bom, pelo que se considera validado o modelo definido. De referir que, com o bom ajuste conseguido, não ficaram apenas validadas as características de deformabilidade mas todo o modelo, incluindo, nomeadamente, as características de resistência. Considera-se que com este tipo de metodologia de validação do modelo definido, se aumenta significativamente o grau de confiança nos valores apresentados para os vários parâmetros de cálculo.

Com os materiais recolhidos nos poços P1 (duas amostras), P2 e P3 (duas amostras), foram preparados em laboratório provetes destinados à caracterização, em ensaio de compressão triaxial, do comportamento dos materiais após compactação. Esses provetes foram obtidos por compactação com energias correspondentes à do ensaio Proctor pesado e com teores de humidade próximos dos respectivos valores óptimos.

Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 14 e 15, respectivamente para tensões efectivas e totais. As envolventes de rotura voltam a mostrar comportamentos drenados e estão associadas a um valor do ângulo de resistência ao corte de:

$$\phi' = 48^\circ$$

Verifica-se, assim, que o comportamento mecânico destes materiais melhora consideravelmente com a compactação, sendo de concluir que estes depósitos piroclásticos apresentam características adequadas para a construção de aterros.

6.4.5 Ensaio de permeabilidade

Sobre a única amostra intacta submetida a ensaio de compressão triaxial procedeu-se à determinação da permeabilidade do material “in situ”, tendo-se obtido o valor de

$$k = 1.6 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

Com os provetes compactados em laboratório (com energias correspondentes à do ensaio Proctor pesado e com teores de humidade próxima dos respectivos valores óptimos) utilizados nos ensaios triaxiais procedeu-se, durante a fase de saturação, à determinação dos valores dos respectivos coeficientes de permeabilidade, tendo-se obtido os resultados que se apresentam no Quadro 4.

Quadro 4 – Materiais BG1 – resultados dos ensaios de permeabilidade obtidos nos provetes compactados

Poço	Prof. (m)	k (cm/s)
P1	0.00 / 1.70	1.2×10^{-5}
	2.20 / 3.00	3.8×10^{-4}
P2	1.30 / 1.70	2.6×10^{-4}
P3	1.70 / 2.80	-
P5	1.90/2.10	-

6.4.6 Ensaios de refração sísmica

Tal como referido, o plano de prospecção incluiu a realização de 7 perfis de refração sísmica, sendo apresentados no Anexo A os diagramas com os resultados da sua interpretação. Nesses diagramas procurou-se, fundamentalmente, identificar o tipo de materiais que terão sido envolvidos em cada um dos perfis, cruzando os valores obtidos para as velocidades das ondas de P com os materiais atravessados nas sondagens realizadas nas suas proximidades.

Apresenta-se, agora, na Figura 16 a sobreposição dos registos obtidos nos vários perfis de refração para os materiais BG1. Como se pode observar, os vários registos exibem um modelo de propagação das ondas muito semelhante nos diferentes locais, facto que permite concluir que a matriz destes materiais apresenta um comportamento razoavelmente homogéneo na área envolvida pelos diferentes perfis.

Na mesma Figura 16 apresenta-se o modelo que se identificou como representativo das velocidades de propagação das ondas, o qual é também representado na Figura 17, em função da tensão vertical efectiva “in situ”.

Considerando em simultâneo os modelos já definidos para as velocidades de propagação das ondas S (Figura 10) e as velocidades de propagação das ondas P (Figura 17) verifica-se que o coeficiente de Poisson ν_0 terá um valor da ordem de

$$\nu_0 = 0.4$$

A eventual realização, numa fase mais avançada do Projecto, de outro tipo de ensaios, nomeadamente de caracterização dinâmica entre furos - “crosshole seismic test” -, poderá permitir a validação destes valores.

6.5 Fundamentação dos valores para os depósitos piroclásticos “BG2”

No relatório do reconhecimento geotécnico levado a cabo no local (Geocontrolo, 2012) não é feita qualquer distinção entre os depósitos piroclásticos anteriormente analisados - “BG1” – e os agora em estudo – “BG2”. De facto, os dois materiais parecem ser, do ponto de vista geológico e granulométrico, muito semelhantes. As diferenças entre ambos só foram detectadas quando da análise integrada dos resultados dos ensaios SPT e dos perfis de refração sísmica. Verificou-se, então, que estes depósitos “BG2” exibem um melhor comportamento mecânico que aqueles que lhes estão sobrejacentes (os “BG1”). Pelo facto de, só em fase de interpretação de resultados, se ter detectado esta diferenciação de comportamentos, não foi possível proceder a amostragens que permitissem a realização de ensaios para avaliação as diferenças entre valores de parâmetros correspondentes. Assim, para a caracterização do seu comportamento serão apenas analisados resultados de ensaios SPT e de perfis de refração sísmica.

6.5.1 Ensaios SPT

Na Figura 18 apresentam-se os resultados dos ensaios SPT realizados nestes materiais. Considerando igualmente um comportamento drenado, na Figura 19 os valores do SPT são apresentados em função da tensão vertical efectiva estimada à profundidade a que foi realizado cada ensaio, representando-se, ainda, o modelo adoptado para a evolução desses valores. De referir que, na falta de determinações experimentais, se adoptou para estes materiais um peso volúmico de 18kN/m^3 , por forma a fazer reflectir a sua maior compacidade face aos materiais sobrejacentes.

Na Figura 20, e seguindo uma metodologia semelhante à anteriormente definida, apresentam-se os valores do ângulo de resistência ao corte obtidos com base nos resultados dos ensaios SPT. Dessa figura pode identificar-se para estes materiais um valor do referido ângulo de resistência ao corte de

$$\phi' = 35^\circ$$

Importa notar que este valor não suporta a existência, no local da obra, de taludes com inclinações, por vezes próximas da vertical. A explicação que se admite possa existir para este facto é a de que, após um prolongado período de repouso que se seguiu à sua deposição, se tenham desenvolvido processos de natureza física e/ou química que deram origem ao aparecimento de ligações entre as partículas constituintes do material. No desenvolvimento deste tipo de processo, poderá ter desempenhado um significativo contributo a presença das fracções finas, as quais, embora, em quantidades pouco significativas, têm particular relevância no desencadear de processos de ligações de natureza eléctrica entre as partículas dos solos. Em solos predominantemente finos, este tipo de processo pode ter um grau de desenvolvimento muito marcado (dependendo do tipo de minerais argilosos em causa) com profundos reflexos na sua resistência ao corte. Em materiais de composição granulométrica predominantemente grosseira, como é o caso agora em questão, esse tipo de ligação tem um carácter relativamente precário, sendo fácil a quebra das ligações estabelecidas quando da realização de ensaios como o SPT. É natural, assim, que os resultados destes ensaios não reflitam a resistência ao corte associada à existência das referidas ligações.

Para efeitos de Projecto, considera-se que, face a acções físicas, mesmo que pouco relevantes, como, por exemplo, as que possam resultar de pequenas deformações ou vibrações associadas aos próprios trabalhos de construção das estruturas, as referidas ligações possam ser igualmente quebradas. Deste modo, e numa posição conservativa, o valor indicado para o ângulo de resistência ao corte poderá ser considerado adequado para efeitos de cálculo.

Tendo ainda por base os resultados destes ensaios SPT, procurou-se também avaliar as características de deformabilidade destes materiais “BG2”. Seguindo uma metodologia semelhante à anteriormente descrita, apresentam-se na Figura 21 os valores obtidos para o módulo E_{25} (correspondente 25% da tensão deviatórica máxima). Nessa figura apresenta-se ainda a lei de evolução considerada para o referido módulo com a tensão vertical efectiva, do tipo:

$$E_{25} = E_{25}^{\text{ref}} \left(\frac{p'}{p_{\text{ref}}} \right)^m$$

onde

$$p' = \frac{\sigma'_{v0} + 2 \times \sigma'_{h0}}{3}$$

sendo (Jaky, 1948):

$$K_0 = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin(35) = 0.43$$

e

$$m = 0.5$$

$$E_{25}^{\text{ref}} = 30 \text{ MPa}$$

Finalmente, os resultados dos ensaios SPT foram utilizados para estimar o módulo de distorção inicial, G_0 , e a velocidade de propagação das ondas de corte, v_s , seguindo as metodologias já definidas. Os primeiros são apresentados na Figura 22, tendo-se considerado o valor de referência de:

$$G_0^{\text{ref}} = 100 \text{ MPa}$$

Os valores da velocidade de propagação das ondas de corte, v_s , obtidos a partir dos valores de G_0 , conduziram aos resultados que se apresentam na Figura 23. Globalmente considera-se que existe sempre um bom ajuste entre resultados dos ensaios e modelo adoptado.

6.5.2 Ensaios de refração sísmica

À semelhança do que foi apresentado para os depósitos “BG1”, também neste caso se representam, na Figura 24 a sobreposição dos registos obtidos nos vários perfis de refração para os materiais “BG2”. Como se pode observar, os vários registos exibem um modelo de propagação das ondas muito semelhante nos diferentes locais, facto que permite uma vez mais concluir que a matriz destes materiais apresenta um comportamento razoavelmente

homogéneo na área envolvida pelos diferentes perfis. De notar que a ordem de grandeza das velocidades registadas nestes materiais é claramente superior à identificada para os depósitos sobrejacentes (“BG1”).

Na mesma Figura 24 apresenta-se o modelo que se identificou como representativo das velocidades de propagação das ondas, o qual é também representado na Figura 25, em função da tensão vertical efectiva “in situ”.

Uma vez mais, considerando em simultâneo os modelos já definidos para as velocidades de propagação das ondas S (Figura 23) e as velocidades de propagação das ondas P (Figura 25) verifica-se que o coeficiente de Poisson ν_0 terá um valor da ordem de

$$\nu_0 = 0.48$$

Uma vez mais, a eventual realização, numa fase mais avançada do Projecto, de outro tipo de ensaios, nomeadamente de caracterização dinâmica entre furos - “crosshole seismic test” -, poderá permitir a validação destes valores.

7. Características geotécnicas dos materiais tipo rocha

7.1 Considerações iniciais

O maciço rochoso ocorrente no local da obra é de natureza basáltica, sendo, por vezes classificado como “basalto compacto”, outras como “basalto vesicular” e outars ainda como “escórias basálticas”. Dum modo geral apresenta-se pouco alterado (W1 a W3) e relativamente fracturado (F2 a F4).

7.2 Metodologia adoptada para a caracterização

Em termos de modelação do comportamento mecânico destes materiais rochosos, considera-se adequada a adopção de um modelo do tipo elástico linear, perfeitamente plástico.

Descreve-se, em seguida, a metodologia adoptada para a caracterização do comportamento destes materiais.

7.2.1 Resistência

A definição das características mecânicas de maciços rochosos, nomeadamente no que respeita à sua resistência, pode ser feita recorrendo ao critério de rotura de Hoek Brown (Hoek, 1994; Hoek e Brown, 1997).

Este critério de rotura é definido por:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_c \left(m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

onde

- “ m_b ”, “ s ” e “ a ” são constantes que dependem das características do maciço rochoso;
- “ σ_c ” é a resistência à compressão uniaxial da rocha;
- “ σ'_1 ” e “ σ'_3 ” são as tensões efectivas axial e de confinamento, respectivamente.

Os valores das constantes anteriormente definidas podem ser obtidas com base no valor de GSI (Geological Strength Index), o qual varia entre 10, para maciços rochosos extremamente pobres, e 100, para rocha intacta.

As relações entre o GSI e as referidas constantes são apresentadas seguidamente (Hoek, 1994; Hoek e Brown, 1997):

- para os valores de m_b tem-se

$$\frac{m_b}{m_i} = \exp\left(\frac{GSI - 100}{28}\right)$$

sendo os valores m_i fornecidos, de forma tabelada, em função do tipo de rocha;

- para os valores de “s” e “a” tem-se:

$$\text{GSI} > 25 \quad - \quad s = \exp\left(\frac{\text{GSI} - 100}{9}\right) ; \quad a = 0.5$$

$$\text{GSI} < 25 \quad - \quad s = 0 ; \quad a = 0.65 - \frac{\text{GSI}}{200}$$

Tendo em conta que a maioria dos modelos de cálculo considera uma envolvente de rotura do tipo de Mohr-Coulomb, é importante que seja possível estimar valores equivalentes para uma coesão e um ângulo de resistência ao corte. Tal pode ser conseguido a partir dos pares de valores (σ_n, τ) , os quais podem ser obtidos de:

$$\sigma_n = \sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\partial\sigma_1/\partial\sigma_3 + 1} \quad e \quad \tau = (\sigma_n - \sigma_3) \sqrt{\partial\sigma_1/\partial\sigma_3}$$

onde

- para $\text{GSI} > 25$ se tem $\partial\sigma_1/\partial\sigma_3 = 1 + \frac{m_b \sigma_c}{2(\sigma_1 - \sigma_3)}$
- para $\text{GSI} < 25$ se tem $\partial\sigma_1/\partial\sigma_3 = 1 + a \times (m_b)^a \times \left(\frac{\sigma_3}{\sigma_c}\right)^{a-1}$

Como se pode observar, toda a metodologia anteriormente exposta assenta no conhecimento do valor do GSI para os materiais em causa. Este índice é usualmente obtido por correlação com um outro, o RMR (Rock Mass Rating), definido por Bieniawski:

$$\text{GSI} = \text{RMR}_{89} - 5$$

sendo RMR_{89} o valor de RMR definido com base na metodologia apresentada por Bieniawski (1989) (a utilização do índice 89 permite diferenciar este parâmetro daqueles que podiam ser definidos com base nas metodologias apresentadas pelo mesmo autor em anos anteriores, como por exemplo, 1976). A correlação apresentada apenas deve ser considerada para valores

de RMR_{89} superiores a 23; para valores inferiores, o valor de GSI deverá ser obtido por correlação com outros índices alternativos.

O valor de RMR_{89} é obtido pela soma 5 pesos atribuídos a outras tantas características do maciço rochoso, tais como:

- Resistência do material rochoso intacto - o peso varia de 0 a 15, estando o limite inferior associado a materiais com resistência à compressão uniaxial inferior a 1MPa e o limite superior a materiais com uma resistência à compressão uniaxial superior a 250MPa;
- RQD – o peso varia de 3 a 20, sendo o limite inferior para $RQD < 25\%$ e o superior para RQD de 90% a 100%;
- Espaçamento das descontinuidades – o peso varia de 0 a 20, estando o valor inferior associado a espaçamentos inferiores a 60mm e o limite superior a espaçamentos superiores a 2m;
- Condição das descontinuidades – o peso varia entre 0 e 30, estando associado ao limite inferior um enchimento mole espesso e o limite superior a superfícies muito rugosas, não contínuas, sem separação e de rocha inalterada;
- Águas subterrâneas – para efeitos de estimativa do GSI, este peso deve ser sempre considerado igual a 15, correspondente à situação de completamente seco.

7.2.2 Deformabilidade “estática”

No que respeita à deformabilidade, o mesmo índice GSI pode ser utilizado para obter por correlação o valor do módulo de deformabilidade “estático”, E. De acordo com Hoek (1994), tem-se que:

$$E \text{ [MPa]} = 1000 \times 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)}$$

Posteriormente, Hoek e Brown (1997) propuseram que, para maciços com uma resistência à compressão uniaxial da rocha, σ_c , inferior a 100MPa, se considere:

$$E \text{ [MPa]} = 1000 \times \sqrt{\frac{\sigma_c}{100}} \times 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)} \text{ com } \sigma_c \text{ em MPa}$$

mantendo-se a expressão inicial válida para os casos em que a resistência à compressão uniaxial da rocha, σ_c , seja superior a 100MPa.

7.2.3 Deformabilidade “dinâmica”

Ainda no que respeita à deformabilidade, importa também definir o módulo de deformabilidade “dinâmico”. Para o efeito recorreu-se a uma metodologia baseada na relação empírica estabelecida por Alpan (1970, referido em PLAXIS, 2009) entre o módulo estático e o módulo dinâmico, reproduzida na Figura 26. Tendo em conta que a gama de valores associados aos módulos de deformabilidade estáticos do maciço rochoso que ocorre no local da obra em estudo é superior àquela indicada na referida figura, foi necessário desenvolver uma extensão dessa solução.

Para o efeito recolheram-se resultados obtidos em ensaios de caracterização dinâmica entre furos (“crosshole seismic test”) realizados em diferentes obras em Portugal Continental, envolvendo diferentes tipos de maciços rochosos. Nestes ensaios foram medidas as velocidades de propagação das ondas de compressão, v_p , e das ondas de corte, v_s . Com base nestes resultados é possível obter o valor do módulo de distorção inicial, G_0 , considerando:

$$G_0 = v_s^2 \frac{\gamma}{g}$$

sendo γ o peso volúmico do material e g a aceleração da gravidade.

A partir deste valor é possível definir o módulo de deformabilidade “dinâmico”, E_{din} , fazendo:

$$E_{\text{din}} = 2 \times G_0 \times (1 + \nu)$$

sendo ν o coeficiente de Poisson.

Para cada uma das situações analisadas, para as quais foi possível identificar os valores de E_{din} , foram de seguida determinados os valores de E (módulo de deformabilidade “estático”) correspondentes, seguindo a metodologia que foi descrita anteriormente. Foi assim possível sobrepor às curvas definidas por Alpan (1970) (Figura 26) novos resultados. Esses são apresentados na Figura 27, juntamente com a extensão que se propõe para as curvas definidas por Alpan (1970). Na extensão das referidas curvas foi considerado, para além do andamento inicial proposto por esse autor, o facto de as curvas deverem tender para uma relação de E_{din}/E igual a 1.

Como se pode observar, os resultados obtidos encaixam-se bastante bem entre as curvas, o que permite fundamentar, de forma adequada, uma metodologia para a determinação do módulo “dinâmico” a partir do módulo “estático”. Nesse sentido, definiu-se a curva média da banda apresentada, a qual está representada a vermelho na Figura 26. Tem-se, assim, que:

$$\log(E_{\text{din}}) = \log(E) + \frac{2.95}{E^{\log(E) \times 0.068}}$$

Finalmente procurou-se, ainda definir o valor do coeficiente de Poisson a considerar no caso de actuação duma acção dinâmica. Uma vez mais recorreu-se aos resultados obtidos nos ensaios de caracterização dinâmica entre furos (“crosshole seismic test”) realizados em Portugal Continental, envolvendo diferentes tipos de maciços rochosos. Assim, e partindo dos valores das velocidades de propagação das ondas de compressão, v_p , e das ondas de corte, v_s , pode obter-se o referido coeficiente de Poisson “dinâmico”, ν_{din} , fazendo:

$$\nu_{\text{din}} = \frac{1}{2} \frac{(v_p / v_s)^2 - 2}{(v_p / v_s)^2 - 1}$$

Na Figura 28 apresentam-se os valores obtidos para este coeficiente de Poisson “dinâmico” para diferentes tipos de maciços rochosos. Embora nenhum deles corresponda a um maciço basáltico, será com base nestes valores que, na falta de resultados específicos para a zona em estudo, serão definidos os valores representativos para cada caso.

7.2.4 RMR e GSI

Para a definição dos valores representativos dos parâmetros do modelo para os diferentes tipos de materiais (em função do seu tipo litológico, do estado de alteração, estado de fracturação, etc) começou-se por fazer um zonamento geotécnico, fundamentalmente baseado na definição do índice GSI.

Assim, para cada sondagem foi feita uma discretização da informação nela contida em função da profundidade, com o objectivo de associar aos diferentes tipos de materiais ocorrentes a diferentes profundidades o correspondente valor do RMR_{89} . Foram deste modo identificados para todas as sondagens os valores associados a:

- RQD;
- percentagem de recuperação;
- estado de fracturação;
- estado de alteração.

A estes parâmetros foram ainda adicionados os resultados obtidos dos ensaios laboratoriais de compressão uniaxial e as informações colhidas da observação directa de todas as caixas das amostras de todas as sondagens, nomeadamente, as relativas às condições das descontinuidades (tipo de enchimento, tipo de superfície, abertura, etc).

Para a definição de cada um dos pesos associados à determinação do índice RMR_{89} para cada tipo de material identificado a uma dada profundidade numa dada sondagem seguiu-se a metodologia que seguidamente se descreve.

Resistência do material rochoso intacto

O peso associado à determinação do índice RMR_{89} para a resistência do material rochoso é obtido tendo em conta a seguinte função, apresentada na Figura 29:

$$P = 15 \quad \text{para } \sigma_c \geq 250 \text{ MPa}$$

$$P = 0.315 \times (\sigma_c)^{0.7} \quad \text{para } \sigma_c < 250 \text{ MPa}$$

onde σ_c representa a resistência à compressão da rocha, em MPa.

Na prática, esta função procura traduzir uma evolução contínua do referido peso, respeitando os valores definidos por Bieniawski (1989) para cada um dos 7 grandes grupos associados a diferentes intervalos de valores da resistência do material rochoso.

RQD

Para cada profundidade de cada sondagem, o valor do RQD é obtido directamente do diagrama dessa sondagem. Relativamente à definição do peso a ele associado no RMR_{89} , seguiu-se a função apresentada na Figura 30. Também neste caso se procurou que essa função traduza uma evolução contínua do referido peso, respeitando os valores definidos por Bieniawski (1989) para cada um dos 5 grandes grupos associados a diferentes intervalos de valores do RQD.

Espaçamento das descontinuidades

No que respeita ao espaçamento das descontinuidades, e uma vez mais procurando identificar uma função que permitisse sistematizar a definição do respectivo peso para o cálculo do RMR_{89} , começou-se por encontrar uma função que relacionasse o referido espaçamento, Esp., com o estado de fracturação (tal como definido no âmbito da ISRM), tendo-se obtido (Figura 31):

$$\text{Esp. [cm]} = 0.49 \times (6 - F)^4 \quad \text{para } F > 1.5$$

$$\text{Esp. [cm]} = 200 \quad \text{para } F \leq 1.5$$

onde F toma o valor do número indicado em índice na representação do estado de fracturação (por exemplo F=3 para um estado de fracturação F₃).

Em seguida, procurou-se uma nova função que permitisse determinar, de forma contínua, o peso associado ao espaçamento das descontinuidades (tal como definido por Bieniawski, 1989), tendo em conta esse espaçamento. Essa função é apresentada na Figura 32 e é dada por:

$$P = 20 \quad \text{para } \text{Esp. [cm]} \geq 200$$

$$P = 4 + 0.965 \times \text{Esp.}^{0.53} \quad \text{para } \text{Esp. [cm]} < 200$$

onde P é o referido peso do espaçamento das descontinuidades.

Conjugando as duas funções tem-se que este peso do espaçamento das descontinuidades pode ser obtido a partir do estado de fracturação fazendo (Figura 33):

$$P = 20 \quad \text{para } F \leq 1.5$$

$$P = 4 + 0.66 \times (6 - F)^{2.12} \quad \text{para } F > 1.5$$

onde uma vez mais F toma o valor do número indicado em índice na representação do estado de fracturação (por exemplo F=3 para um estado de fracturação F₃).

Condição das descontinuidades

As condições das descontinuidades foram avaliadas através da observação directa das caixas de todas as sondagens. Na definição do peso a associar a essas descontinuidades foram considerados os critérios definidos por Bieniawski (1989), e reproduzidos na Figura 34.

Uma vez mais, e no sentido de sistematizar a definição do referido peso, optou-se por considerar uma evolução contínua do seu valor (e não por patamares). Para o efeito, da

observação directa das amostras das sondagens definiram-se, segundo os critérios de Bieniawski (1989), os dois valores mais representativos do peso a atribuir a cada troço de sondagem (ou a cada sondagem). Designando esses valores por “a” e “b”, o peso real a atribuir em cada caso foi então definido de acordo com o gráfico que se apresenta na Figura 35, onde esse peso é determinado tendo em conta o estado de alteração do maciço. Evita-se, deste modo, variações muito bruscas do valor do índice RMR_{89} , e consequentemente, do índice GSI. Este aspecto é particularmente relevante quando se procura avaliar as características mecânicas de maciços rochosos em zonas relativamente superficiais, onde o estado de alteração e fracturação são frequentemente significativos.

Águas subterrâneas

Tal como já foi referido, para efeitos de estimativa do GSI o peso associado às águas subterrâneas deve ser sempre considerado igual a 15, correspondente à situação de maciço completamente seco.

Finalmente, o valor do índice RMR_{89} é obtido pela soma dos valores dos 5 pesos anteriormente definidos. O valor do índice GSI é então obtido por correlação com o RMR_{89} fazendo:

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

Para cada profundidade de cada sondagem este índice GSI será determinado tendo em conta os pesos definidos especificamente para cada local, de acordo com a metodologia que acaba de ser referida.

A partir destes valores de GSI são então determinados os valores dos parâmetros de cálculo seguindo a metodologia apresentada por Hoek (1994) e Hoek e Brown (1997), já anteriormente descrita.

Em resumo, para a definição completa do modelo é necessário conhecer:

- peso volúmico, γ ;
- índice RMR;
- índice GSI;
- resistência à compressão uniaxial, σ_c ;
- módulo de deformabilidade estático, E ;
- coeficiente de Poisson, ν ;
- módulo de deformabilidade dinâmico, E_{din} ;
- coeficiente de Poisson para acções dinâmicas, ν_{din} ;
- ângulo de resistência ao corte efectivo, ϕ' ;
- coesão efectiva, c' .

7.3 Valores dos parâmetros geotécnicos definidos para cada material

Tal como para os materiais do tipo solo, também aqui para os maciços rochosos se optou por apresentar à partida os valores dos principais parâmetros de cálculo, mostrando-se em seguida de que forma cada um deles foi obtido.

Deste modo, apresenta-se, no Quadro 5, o conjunto de valores dos parâmetros de cálculo que caracterizam o comportamento mecânico característico de cada material ocorrente no local da obra.

Quadro 5 - Valores dos parâmetros geotécnicos de cálculo definidos para os maciços rochosos

Parâmetros	Bv	Bc
Peso volúmico, γ (kN/m ³)	23	28
Índice RMR	45	65
Índice GSI	40	60
Resistência à comp. uniaxial, σ_c (MPa)	30	100
Módulo de deform. “estático”, E (MPa)	3100	17800

Coeficiente de Poisson, ν	0.25	0.25
Módulo de deform. “dinâmico”, E_{din} (MPa)	8500	26600
Coef. de Poisson para acções dinâmicas, ν_{din}	0.40	0.40
Ângulo de resistência ao corte, ϕ' (°)	56	70
Coesão efectiva, c' (kPa)	200	400

7.4 Fundamentação dos valores para os basaltos vesiculares e escórias basálticas “Bv”

7.4.1 Ensaios de compressão uniaxial

Visando a definição das características mecânicas do maciço, realizaram-se ensaios de compressão uniaxial sobre provetes colhidos em algumas das sondagens. No Quadro 6 apresentam-se os resultados obtidos nesses ensaios, bem como as respectivas classificações, em termos de graus de alteração e de fracturação atribuídas ao maciço nas zonas de colheita dos provetes, e os valores dos pesos volúmicos.

Quadro 6 – Materiais “Bv” – Resultados dos ensaios de compressão uniaxial

Proвете		Estado alteração	Estado fracturação	Peso volúmico (kN/m ³)	Tensão rotura (MPa)
Sond.	Prof. (m)				
S2	17.80-18.00	W3	F3	21.3	28.9
S5	12.40-12.65	W2	F4	25.3	72.3
S10	0.90-1.20	W1	F3	21.8	32.8

Relativamente ao peso volúmico, considera-se ser de adoptar um valor médio da ordem de 23kN/m³.

No que respeita à resistência do basalto vesicular intacto, ela foi avaliada tendo em conta os resultados dos ensaios de compressão uniaxial e o estado de alteração do material rochoso associado às amostras ensaiadas. Procurou-se, deste modo, definir uma função geral que, para o tipo de maciço rochoso ocorrente no local, permitisse definir o valor da resistência

à compressão uniaxial directamente a partir do estado de alteração do maciço. Essa função é reproduzida, com os resultados que a suportam, na Figura 36, tem a seguinte expressão:

$$\sigma_c \text{ [MPa]} = 70 - 40 \times \ln(W)$$

onde W toma o valor do número indicado em índice na representação do estado de alteração (por exemplo $W=3$ para um estado de alteração de W_3). Como se pode observar da Figura 36, o modelo de evolução da resistência do maciço com o estado de alteração ajusta-se, de forma razoável, aos resultados disponíveis, correspondendo a uma posição que se considera conservativa.

Com a adopção duma metodologia do tipo da descrita (baseada na definição duma função de evolução da resistência do maciço com o seu estado de alteração) procurou-se sistematizar o cálculo da resistência do material rochoso.

7.4.2 *Perfis de refacção sísmica*

Nos perfis de refacção sísmica apresentados no Anexo A estão indicadas zonas onde foi detectada a presença de basaltos do tipo “Bv”. Os vários troços das curvas dos referidos diagramas estão agora reunidos no diagrama da Figura 37, onde se pode observar que todos eles apresentam a mesma ordem de grandeza da velocidade de propagação das ondas P: 500m/s. Trata-se de um valor bastante baixo para um maciço rochoso, que deverá reflectir a presença das vesículas no seio da massa rochosa.

7.4.3 *Análise integrada dos resultados*

Com a definição da resistência do material rochoso intacto e com os elementos que podem ser recolhidos dos diagramas das sondagens e da observação das caixas das amostras, apresentam-se, no Anexo C, os quadros gerais, para cada sondagem e para cada profundidade,

com os valores dos pesos associados à determinação do índice RMR_{89} e o valor do respectivo índice GSI.

Os valores de GSI identificados para este material “Bv” estão representados na Figura 38. Da análise desta figura considera-se que deve ser tomado para esta material um valor representativo do índice GSI de:

$$GSI = 40$$

Por outro lado, seguindo a metodologia já apresentada para a definição da resistência à compressão uniaxial com base no estado de alteração do maciço, chega-se aos resultados que se apresentam na Figura 39. Desta figura considera-se ser de adoptar um valor representativo dessa resistência para os basaltos “Bv” de:

$$\sigma_c = 30 \text{ MPa}$$

Deste modo, e tomando para um maciço rochoso do tipo do que se encontra no local um valor de (Hoek e Brown, 1997)

$$m_i = 25$$

chega-se à envolvente de rotura que se representa na Figura 40, à qual correspondem:

$$c' = 200 \text{ kPa} \quad \phi' = 56^\circ$$

Em termos de deformabilidade tem-se como valor representativo para o módulo “estático”:

$$E = 1000 \times \sqrt{\frac{30}{100}} \times 10^{\left(\frac{40-10}{40}\right)} = 3080 \text{ MPa}$$

Na Figura 41 apresenta-se, para estes materiais, uma distribuição dos valores que se podem obter para este módulo considerando o valor de GSI e da resistência à compressão uniaxial definidos para cada profundidade de cada sondagem.

Para o módulo de deformabilidade “dinâmico” tem-se:

$$\log(E_{\text{din}}) = \log(3080) + \frac{2.95}{3080^{\log(3080) \times 0.068}} \quad \text{ou seja,} \quad E_{\text{din}} = 8460 \text{ MPa}$$

No que respeita ao coeficiente de Poisson “dinâmico”, e embora na Figura 28 não se disponha de determinações experimentais para o tipo de maciço rochoso em causa, considera-se ser de adoptar um valor da ordem de

$$\nu_{\text{din}} = 0.40$$

Resumindo, considera-se ser de adoptar para os materiais basálticos “Bv” os seguintes valores para os principais parâmetros geotécnicos de cálculo (Quadro 5):

- peso volúmico, $\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$;
- índice RMR, $\text{RMR} = 45$;
- índice GSI, $\text{GSI} = 40$;
- resistência à compressão uniaxial, $\sigma_c = 30 \text{ MPa}$;
- módulo de deformabilidade estático, $E = 3100 \text{ MPa}$;
- coeficiente de Poisson, $\nu = 0.25$;
- módulo de deformabilidade “dinâmico”, $E_{\text{din}} = 8500 \text{ MPa}$;
- coeficiente de Poisson para acções dinâmicas, $\nu_{\text{din}} = 0.40$;
- ângulo de resistência ao corte efectivo, $\phi' = 56^\circ$;
- coesão efectiva, $c' = 200 \text{ kPa}$.

7.5 Fundamentação dos valores para os basaltos compactos “Bc”

7.5.1 Ensaios de compressão uniaxial

Tal como anteriormente, também neste caso foram realizados ensaios de compressão uniaxial sobre provetes colhidos em algumas das sondagens. No Quadro 7 apresentam-se os resultados obtidos nesses ensaios, bem como as respectivas classificações, em termos de

graus de alteração e de fracturação atribuídas ao maciço nas zonas de colheita dos provetes, e os valores dos pesos volúmicos.

Quadro 7 – Materiais “Bc” – Resultados dos ensaios de compressão uniaxial

Proвете		Estado alteração	Estado fracturação	Peso volúmico (kN/m ³)	Tensão rotura (MPa)
Sond.	Prof. (m)				
S2	18.70-19.00	W1	F2	28.3	183.8
	19.00-19.50	W1	F2	29.0	188.7
S9	2.60-2.80	W2	F4	27.1	72.0
	3.20-3.60	W2-1	F3	28.7	153.0
	8.30-8.60	W2	F3	28.0	110.8
S10	4.20-4.60	W1	F3-2	26.2	89.6
	6.70-7.40	W1	F2	28.0	119.0
S11	3.45-3.75	W3-2	F4-3	26.8	117.5
	5.80-6.30	W1	F3-2	27.7	124.9
	8.10-8.60	W2-1	F2	27.6	121.8

Relativamente ao peso volúmico, considera-se ser de adoptar um valor médio da ordem de 23kN/m³.

No que respeita à resistência do basalto compacto intacto, ela foi avaliada adoptando uma metodologia semelhante à já apresentada para os basaltos vesiculares, também baseada nos resultados dos ensaios de compressão uniaxial e no estado de alteração do material rochoso associado às amostras ensaiadas.

A função de evolução da resistência destes basaltos compactos com o estado de alteração é reproduzida, com os resultados que a suportam, na Figura 42, e tem a seguinte expressão:

$$\sigma_c \text{ [MPa]} = 140 - 80 \times \ln(W)$$

onde W toma o valor do número indicado em índice na representação do estado de alteração (por exemplo $W=3$ para um estado de alteração de W_3). Como se pode observar desta Figura 42, o modelo de evolução da resistência do maciço com o estado de alteração ajusta-se bastante bem aos resultados disponíveis.

7.5.2 *Perfis de refração sísmica*

Nos perfis de refração sísmica apresentados no Anexo A foram também identificadas zonas de presença de basaltos do tipo “Bc”. Os vários troços das curvas dos referidos diagramas estão agora reunidos no diagrama da Figura 43. Da análise dessa figura pode verificar-se que as velocidades de propagação das ondas P registadas variam entre cerca de 750 e 1500m/s. Admite-se que esta variabilidade, bem como alguns dos baixos valores obtidos, estejam ligados à fracturação que foi possível observar nas amostras colhidas nas sondagens.

7.5.3 *Análise integrada dos resultados*

À semelhança do que foi feito para os basaltos “Bv”, também neste caso se apresentam, no Anexo C, os quadros gerais, para cada sondagem e para cada profundidade, com os valores dos pesos associados à determinação do índice RMR_{89} e o valor do respectivo índice GSI.

Os valores de GSI identificados para este material “Bc” estão representados na Figura 44. Da análise desta figura considera-se que deve ser tomado para esta material um valor representativo do índice GSI de:

$$GSI = 60$$

No que respeita à resistência à compressão uniaxial, definida com base no estado de alteração do maciço, chega-se aos resultados que se apresentam na Figura 45. Desta figura considera-se ser de adoptar um valor representativo dessa resistência para os basaltos “Bc” de:

$$\sigma_c = 100 \text{ MPa}$$

Deste modo, e tomando para um maciço rochoso do tipo basáltico um valor de (Hoek e Brown, 1997)

$$m_i = 25$$

chega-se à envolvente de rotura que se representa na Figura 46, à qual correspondem:

$$c' = 400 \text{ kPa} \quad \phi' = 70^\circ$$

Em termos de deformabilidade tem-se para o módulo “estático” que:

$$E = 1000 \times 10^{\left(\frac{60-10}{40}\right)} = 17780 \text{ MPa}$$

Na Figura 47 apresenta-se, para estes basaltos “Bc”, uma distribuição dos valores que se podem obter para este módulo considerando o valor de GSI e da resistência à compressão uniaxial definidos para cada profundidade de cada sondagem.

Para o módulo de deformabilidade “dinâmico” tem-se:

$$\log(E_{\text{din}}) = \log(17780) + \frac{2.95}{17780^{\log(17780) \times 0.068}} \quad \text{ou seja, } E_{\text{din}} = 26570 \text{ MPa}$$

No que respeita ao coeficiente de Poisson “dinâmico”, e embora na Figura 28 não se disponha de determinações experimentais para o tipo de maciço rochoso em causa, considera-se ser de adoptar um valor da ordem de

$$v_{\text{din}} = 0.40$$

Resumindo, considera-se ser de adoptar para os materiais basálticos “Bv” os seguintes valores para os principais parâmetros geotécnicos de cálculo (Quadro 5):

- peso volúmico, $\gamma = 28 \text{ kN/m}^3$;
- índice RMR, $\text{RMR} = 65$;
- índice GSI, $\text{GSI} = 60$;
- resistência à compressão uniaxial, $\sigma_c = 100 \text{ MPa}$;
- módulo de deformabilidade estático, $E = 17800 \text{ MPa}$;
- coeficiente de Poisson, $\nu = 0.25$;
- módulo de deformabilidade “dinâmico”, $E_{\text{din}} = 26600 \text{ MPa}$;
- coeficiente de Poisson para acções dinâmicas, $\nu_{\text{din}} = 0.40$;
- ângulo de resistência ao corte efectivo, $\phi' = 70^\circ$;
- coesão efectiva, $c' = 400 \text{ kPa}$.

7.6 Resultados dos ensaios de permeabilidade tipo Lugeon

Para caracterização da permeabilidade do maciço rochoso foram executados ensaios do tipo Lugeon. Os resultados obtidos nos 9 ensaios realizados conduziram a valores dentro duma gama muito alargada. Com efeito, enquanto que em 7 deles se registaram absorções totais, sem se conseguir estabelecer pressão, num (sondagem S11 entre 3 e 6m de profundidade) obteve-se um valor da permeabilidade de 4.7 unidades Lugeon, enquanto que, noutro, realizado na mesma sondagem, entre 8.6 e 10.6m de profundidade, a absorção foi praticamente nula.

Os resultados obtidos revelam uma significativa discrepância de valores, o que está certamente associado às características físicas do maciço e ao grau de fracturação que o caracteriza. Assim, ensaios de permeabilidade interessando exclusivamente zonas de rocha pouco alterada conduzem necessariamente a valores de permeabilidade muito baixos, reflectindo apenas a permeabilidade da rocha na zona do ensaio e não o comportamento do maciço. Quando os ensaios interessam zonas de fracturação, o facto de o maciço exhibir graus de alteração modestos, portanto sem a presença de quantidades de finos significativos, a circulação da água processa-se através da rede de fracturas limpas, o que conduz a valores da permeabilidade muito elevados. Nestas condições, em termos de permeabilidade, o maciço deverá ser considerado como tendo globalmente uma elevada permeabilidade, facto que é comprovado pela circunstância de, em nenhuma das sondagens realizadas, mesmo as executadas a cotas mais baixas, não ter sido detectada a presença de água. Por outro lado, os piezómetros instalados em 3 das sondagens, com cerca de 10m de comprimento, quando da sua instalação não acusaram a presença de água.

8. Conclusões

Com a campanha de prospecção realizada procurou-se obter uma definição genérica das condições geológico-geotécnicas do local da implantação do Ecoparque em causa, e obter informações que pudessem contribuir para o esclarecimento de diversos aspectos tidos como importantes quando do lançamento do estudo. A interpretação do conjunto de informações recolhidas com a campanha de prospecção realizada, ainda que reduzido, permitiu atingir, de forma significativa, esses objectivos, sendo de destacar os aspectos que, sucintamente, seguidamente se referem.

Importa, contudo, salientar que o estudo agora realizado não tem o desenvolvimento adequado à elaboração do Projecto de Execução do empreendimento, pelo que se considera indispensável, em fase posterior, complementá-lo através uma campanha de prospecção pormenorizada, programada com base nos conhecimentos já existentes e ajustada às

localizações e características dos diferentes componentes do empreendimento. Esta é, aliás, a posição que a AMISM desde início tem referido.

Seguidamente resumem-se as principais conclusões do estudo agora realizado.

- No local ocorrem fundamentalmente dois tipos de materiais: depósitos piroclásticos e escoadas de basalto.
- Os depósitos piroclásticos são constituídos por uma matriz predominantemente arenosa, com baixas percentagens de finos, no interior da qual ocorrem, frequentemente, elementos da dimensão “seixo” e mesmo “blocos” de rocha basáltica.
- Embora o tipo de material que constitui a generalidade dos depósitos piroclásticos seja semelhante, a análise pormenorizada dos resultados das sondagens e dos ensaios SPT, conjugada com a obtida através dos resultados dos perfis de refração sísmica, permitiu o estabelecimento dum certo zonamento, com a definição de dois horizontes, designados neste estudo por “BG1” e “BG2”. Tendo em conta o historial associado ao local (em particular o facto de ter existido em tempos uma exploração de pedreira) admite-se que os materiais designados por “BG2” correspondam a materiais “in situ” (portanto com as características correspondentes à deposição geológica) e que os materiais designados por “BG1” correspondam aos mesmos materiais “BG2” mas posteriormente removidos e depositados, eventualmente associados à exploração da referida pedreira.
- A análise e interpretação dos resultados das determinações realizadas nos depósitos piroclásticos - “BG1” e “BG2” - permitiram a definição do conjunto de valores de parâmetros de cálculo que se indicam no Quadro 2.
- Conforme referido no documento, os valores indicados para os parâmetros de resistência ao corte dos depósitos piroclásticos não suportam a existência, no local, de

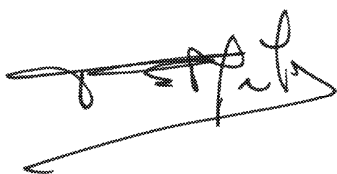
taludes com acentuadas inclinações, por vezes próximas da vertical. A explicação que se admite possa existir para este facto é a de que, após um prolongado período de repouso que se seguiu à sua deposição geológica, se tenham desenvolvido processos de natureza física e/ou química que deram origem ao aparecimento de ligações entre as partículas constituintes do material. Em materiais de composição granulométrica predominantemente grosseira, com é o caso agora em questão, esse tipo de ligação tem um carácter relativamente precário, sendo fácil a quebra das ligações estabelecidas face a acções físicas, mesmo que pouco relevantes, como, por exemplo, as que possam resultar de pequenas deformações ou de vibrações, mesmo que de pequena amplitude. Daí que, para fins de Projecto, se considere que os valores indicados devam ser os recomendados, uma vez que se admite que a própria execução das estruturas poderá provocar a quebra das referidas ligações.

- Tendo em vista a eventual utilização dos depósitos piroclásticos na construção de aterros, realizaram-se ensaios que permitissem ajuizar dessa possibilidade. Dada a localização dos materiais tipo “BG2”, em termos de profundidade de ocorrência, a colheita de amostras para a realização desses ensaios interessaram exclusivamente os materiais tipo “BG1”. De referir que, pela sua localização mais superficial, estes serão os de maior interesse em caso de exploração para aterros. Dada a semelhança entre os dois tipos de materiais (“BG1” e “BG2”), admite-se que as condições e os resultados das suas aplicações em aterro sejam previsivelmente idênticas.
- Os ensaios de compactação realizados sobre amostras dos materiais tipo “BG1” mostram que eles possuem características adequadas à sua utilização na construção de aterros. Ensaio de compressão triaxial realizados sobre provetes preparados em laboratório mediante compactação pesada e com teores de água da ordem de grandeza do valor óptimo, conduziram aos valores dos parâmetros que também se indicam no Quadro 2.

- As formações rochosas ocorrentes na zona são constituídas por escoadas de basalto classificadas como “basaltos vesiculares” ou “escórias basálticas” (aqui designados por “Bv”) ou “basaltos compactos” (aqui designados por “Bc”), geralmente pouco a medianamente alterados e bastante fracturados. A definição de zonamentos de ocorrência destes tipos de materiais é impossível de realizar, pelo menos com base no reduzido número de sondagens disponível.
- Existe um marcado contraste entre as características físicas e mecânicas dos dois tipos de formações, traduzido por valores bem mais elevados dos pesos volúnicos e da resistência à compressão uniaxial dos basaltos compactos (“Bc”). A análise dos vários dos elementos disponíveis para os materiais rochosos permitiu a definição do conjunto de valores de parâmetros de cálculo que se indicam no Quadro 5.
- No que diz respeito à permeabilidade do maciço rochoso, ela está, naturalmente, associada ao seu estado de fracturação na zona onde se realizam os ensaios. Uma vez que a sua própria natureza determinou uma distribuição aleatória da sua fracturação, é praticamente impossível o estabelecimento de qualquer tipo de zonamento em termos de permeabilidade. Assim, é de prever a coexistência de zonas delimitadas de baixas permeabilidades (correspondentes a rocha sã), a par de outras de muito elevada permeabilidade por efeito da fracturação. Em termos práticos, o comportamento global do maciço corresponde a grande facilidade de circulação, fundamentalmente determinada pela percolação através das fracturas. Tal facto é confirmado por não ter sido detectado qualquer nível freático, nem durante a execução das sondagens, nem nos piezómetros instalados.
- No que se refere às condições de execução de eventuais trabalhos de terraplenagem na zona, o estudo realizado permite adiantar as conclusões que seguidamente se referem:

- as espessuras de decapagem e de saneamento deverão ser muito reduzidas, da ordem de grandeza geralmente inferior a 0.20m;
- a movimentação dos materiais dos depósitos piroclásticos não oferecerá qualquer problema à utilização de equipamentos mecânicos correntes de escavação e transporte;
- quanto ao desmonte do maciço rochoso, os elevados valores da resistência mecânica dos materiais, em particular dos “basaltos compactos”, fundamenta a ideia de que será necessário o recurso a exploração com explosivos; contudo, a marcada fracturação existente poderá simplificar significativamente as operações de desmonte, e permitir, pelo menos parcialmente, a utilização de apenas meios mecânicos.

Lisboa, Abril de 2012



F. Guedes de Melo
(Eng. Civil Geotécnico)



P. Guedes de Melo
(Eng. Civil Geotécnico)

Bibliografia

Alpan, I. (1970). The geotechnical properties of soils. *Earth Science Reviews*, 6, pp. 5-49.

Amaral, P., Malheiro, A. (data desconhecida). Unidades geológico-geotécnicas de depósitos vulcânicos.

Autor desconhecido (data desconhecida). Programa para uma prospecção geológico-geotécnica.

Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications*. Wiley, New York.

Consulgeo (2012a). Considerações sobre o plano de prospecção. Ecoparque dos Açores. Janeiro.

Consulgeo (2012b). Ajustes ao plano de prospecção em curso. Ecoparque dos Açores. Fevereiro.

Geocontrole (2012). Reconhecimento geotécnico. Relatório descritivo. Construção de uma estrutura na Ilha de S. Miguel – Açores. Abril.

Hoek, E. (1994). Strength of rock and rock masses. *News Journal of the International Society for Rock Mechanics*. Volume 2, Number 2.

Hoek, E.; Brown, E.T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*. 34 (8), pp. 1165-1186.

Jaky, J. (1948). Pressure in soils. 2nd ICSMFE, London, Vol. 1, pp 103-107.

Liao, S.S.; Whitman, R.V. (1986). Overburden correction factors for sand. Journal of the Geotechnical Engineering Division, Vol. 112, no3, March, pp.373-377.

Mayne, P.W. and Schneider, J.A (2001). Evaluating axial drilled shaft response by seismic cone. Foundations & Ground Improvement, GSP 113, (GeoOdyssey 2001), ASCE, Reston/VA, 655-669.

NP EN1998-1 (2010). Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios.

Ohsaki, Y; Iwasaki, R. (1973). On dynamic shear moduli and Poisson's ratio of soil deposits. Soils and Foundations, JSSMFE, v. 13, N.4, Dec., pp. 59-73.

PLAXIS (2009). "PLAXIS 2D – Version 9.0".

Skempton, A. W. (1986). Standard Penetration Test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. Géotechnique, 36, 3, pp. 425-447.



Consultores de Geotecnia, Lda



FIGURAS

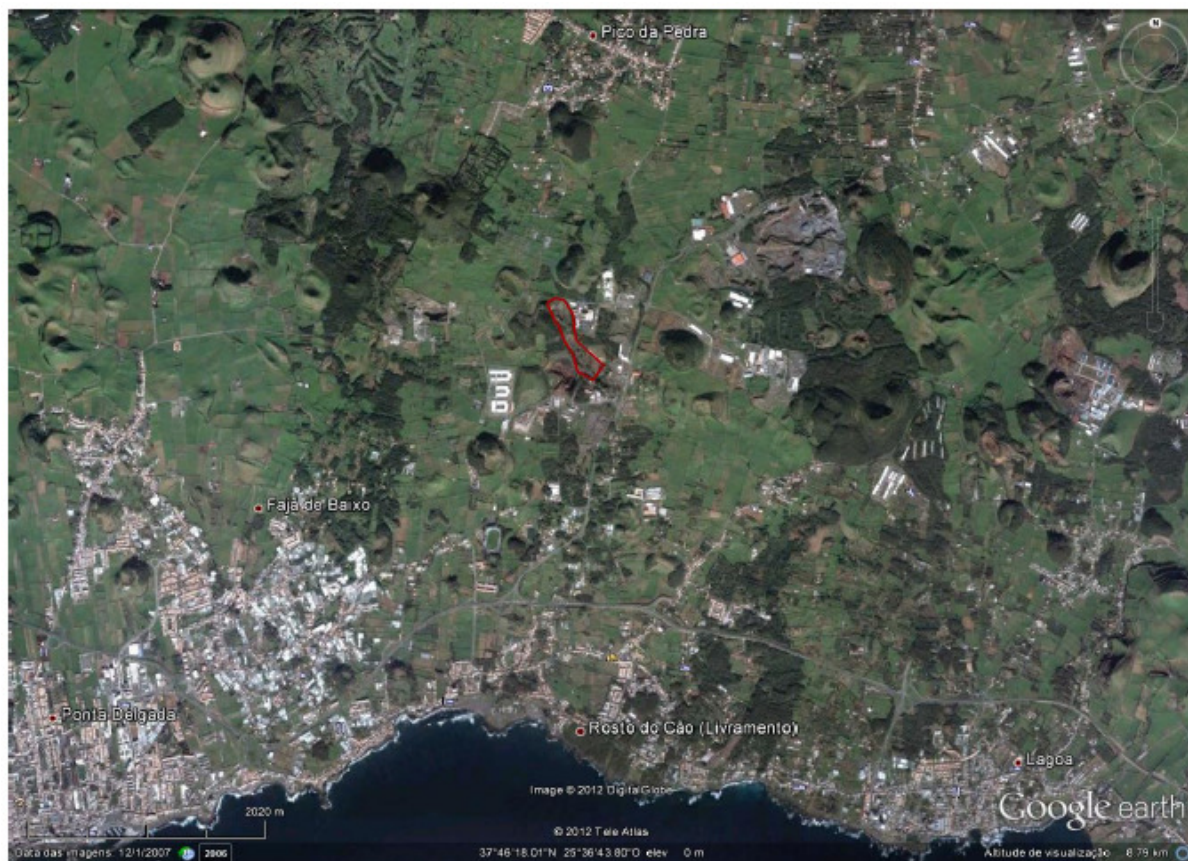


Figura 1 – Vista aérea (Google Earth) da zona do empreendimento (Geocontrolo, 2012)

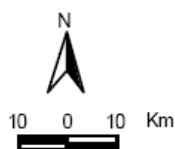
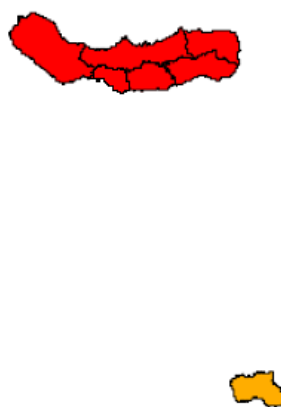
Grupo Ocidental



Grupo Central



Grupo Oriental



Zonas	
	2.1
	2.2
	2.3
	2.4
	2.5

Figura 2 – Zonamento sísmico no Arquipélago dos Açores (NP EN 1998-1, 2010)

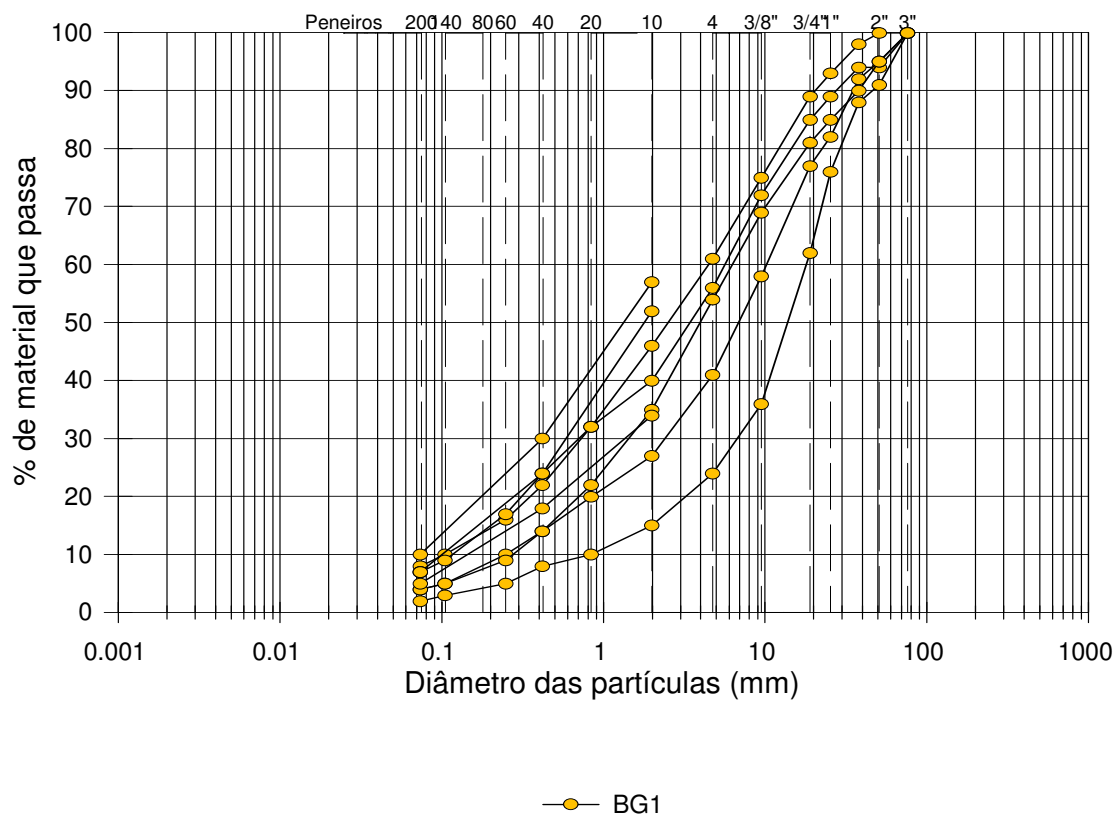


Figura 3 – Materiais BG1 – Curvas granulométricas

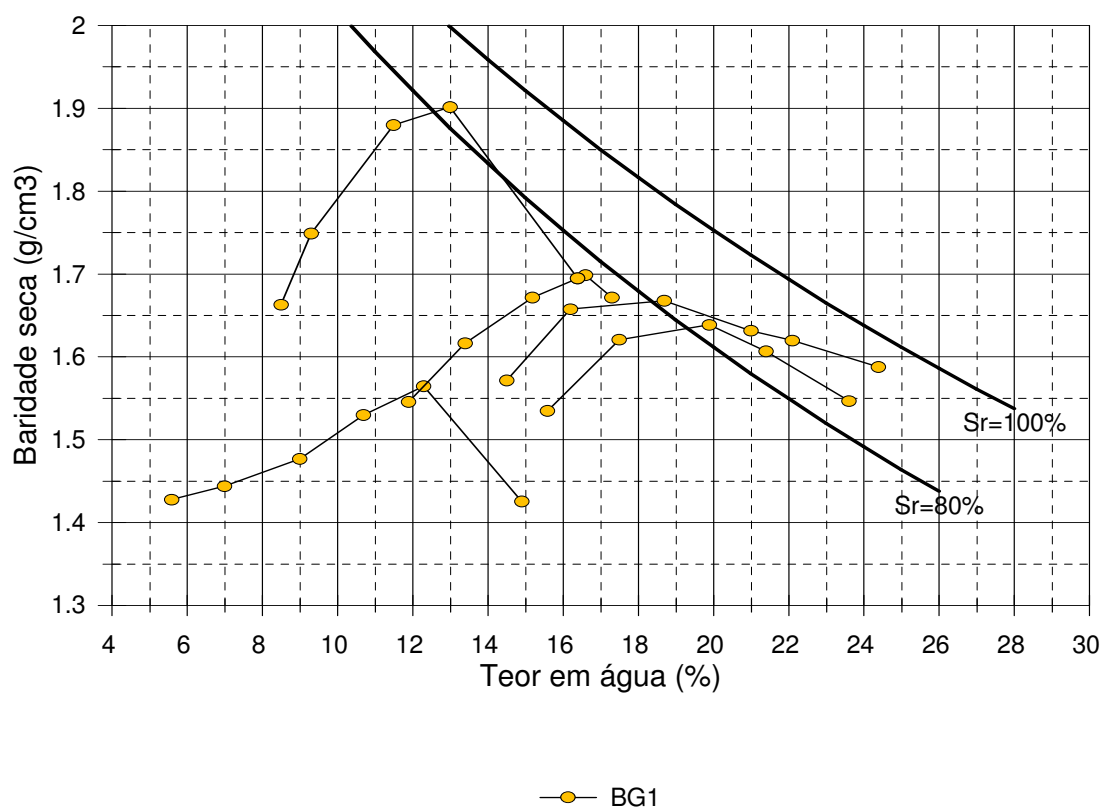
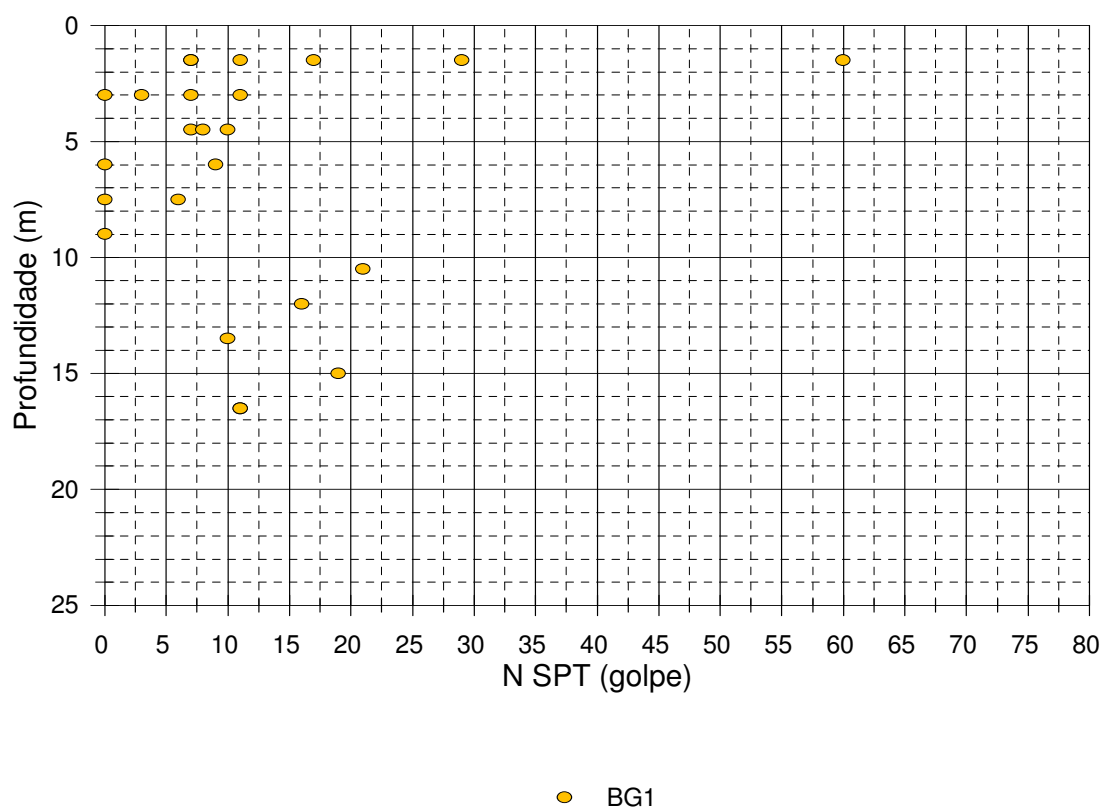


Figura 4 – Materiais BG1 – Curvas de compactação correspondentes ao ensaio Proctor pesado



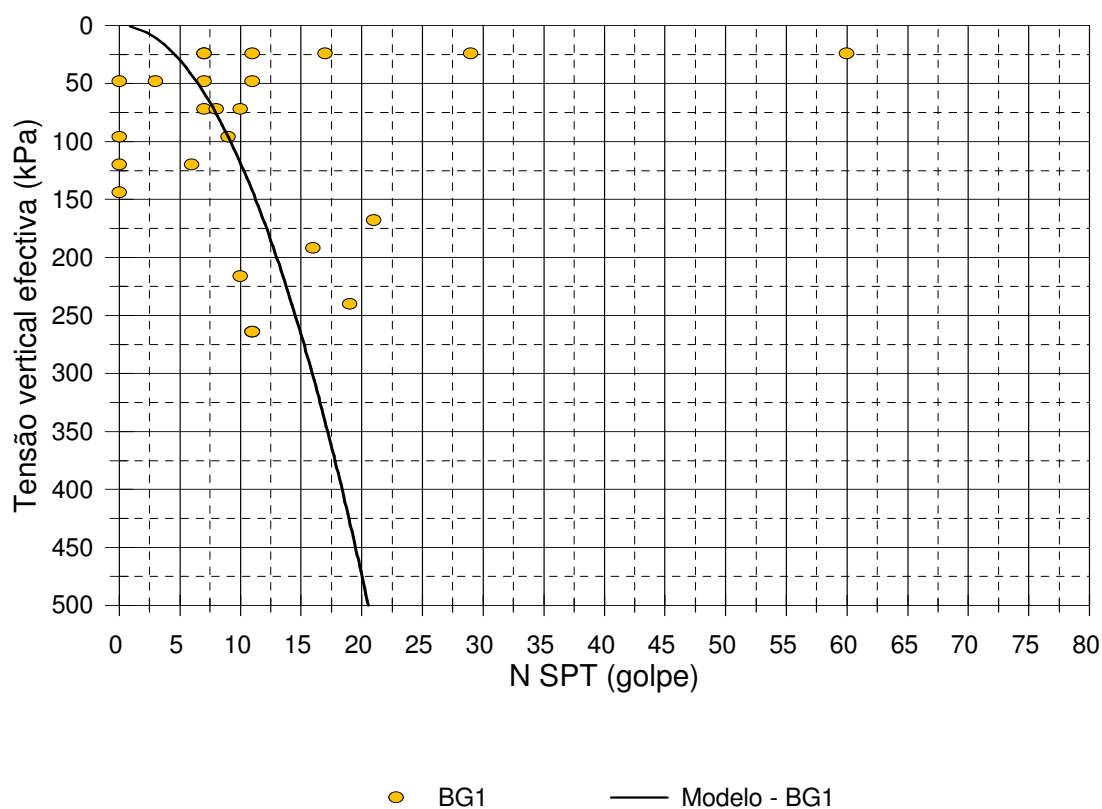


Figura 6 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios SPT

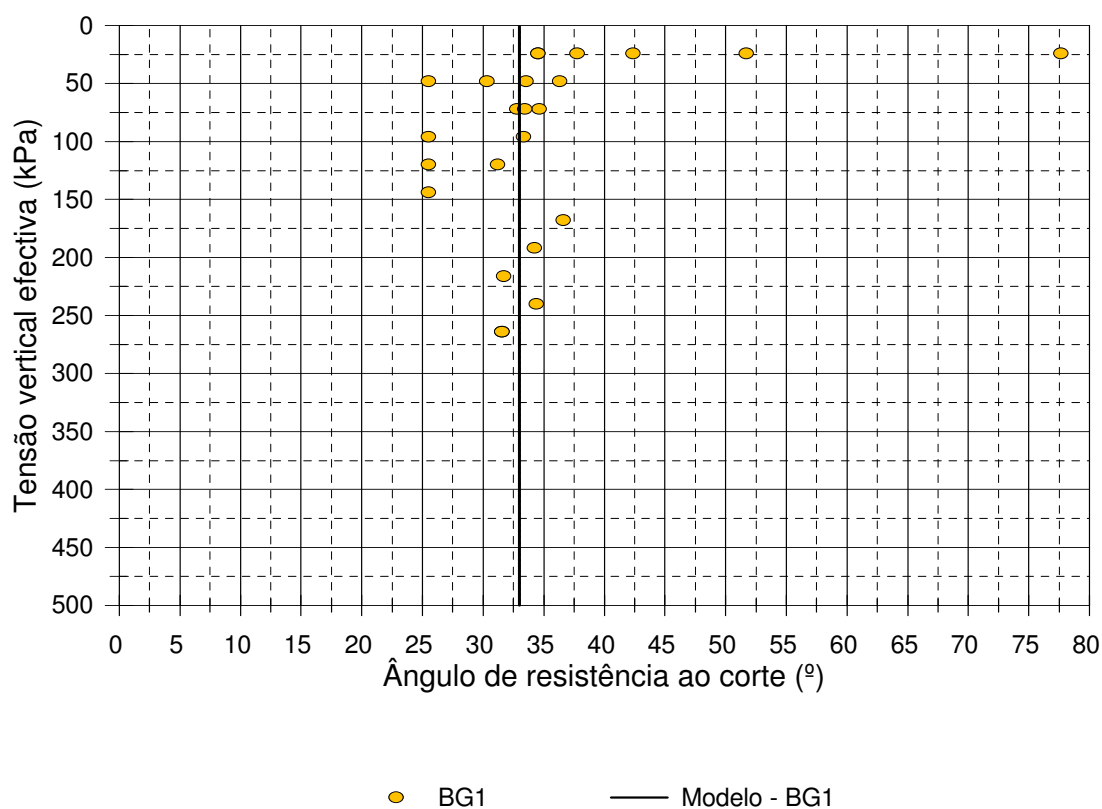


Figura 7 – Materiais BG1 – Valores do ângulo de resistência ao corte, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

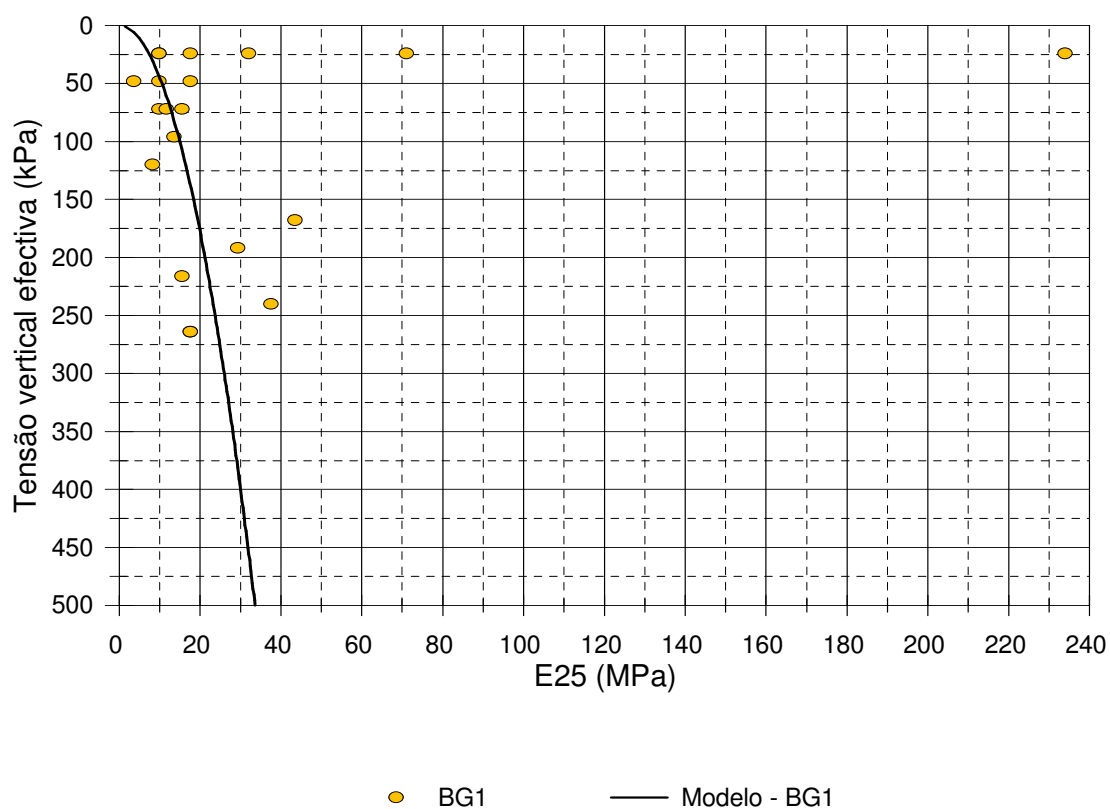


Figura 8 – Materiais BG1 – Valores do módulo de deformabilidade E_{25} , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

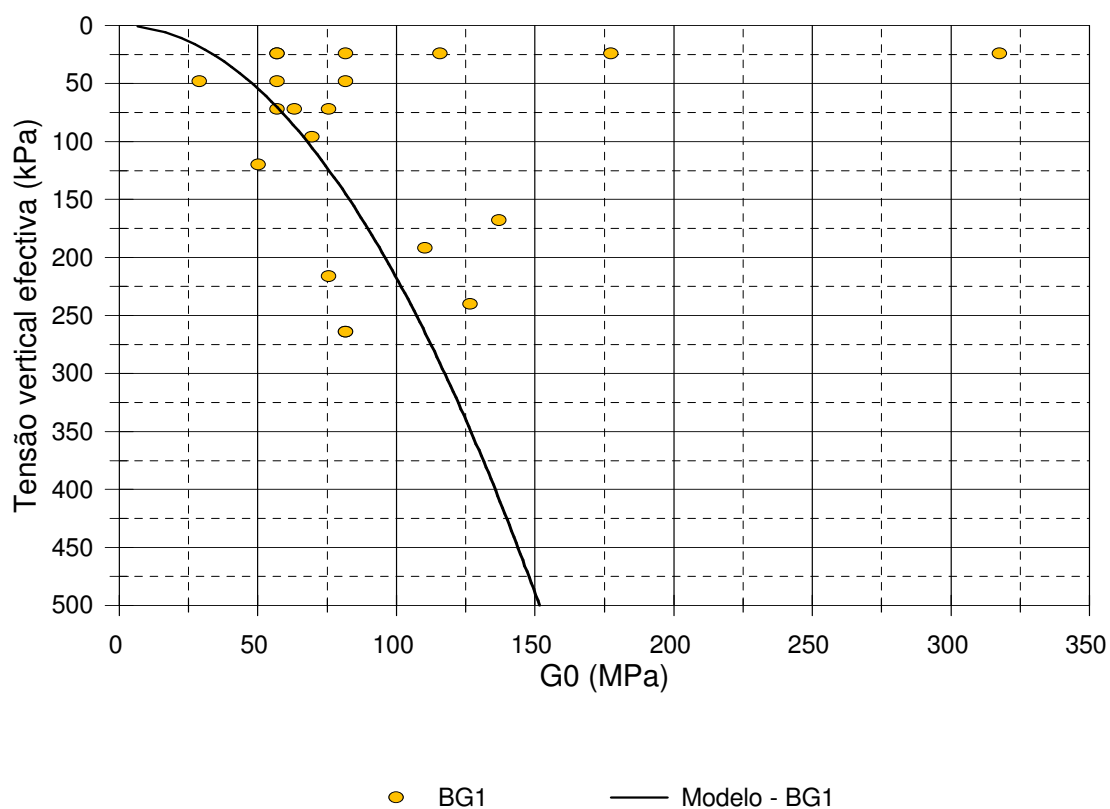


Figura 9 – Materiais BG1 – Valores do módulo de distorção inicial G_0 , , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

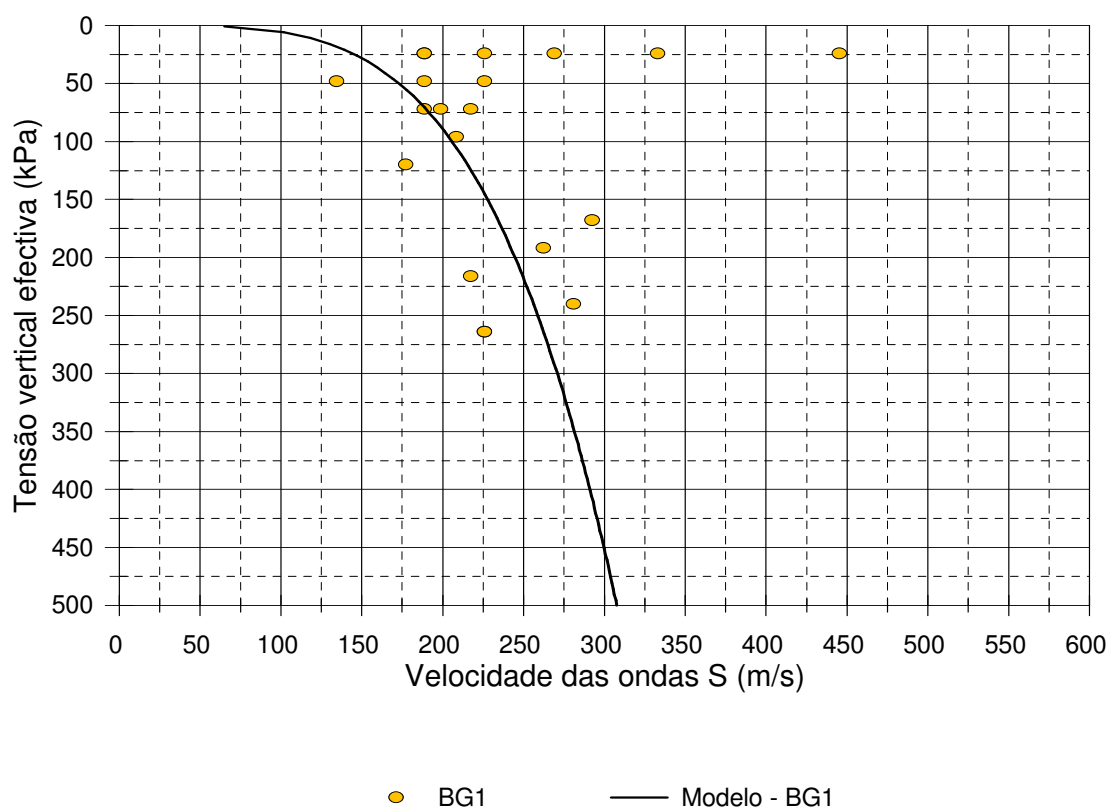


Figura 10 – Materiais BG1 – Valores da velocidade das ondas S, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

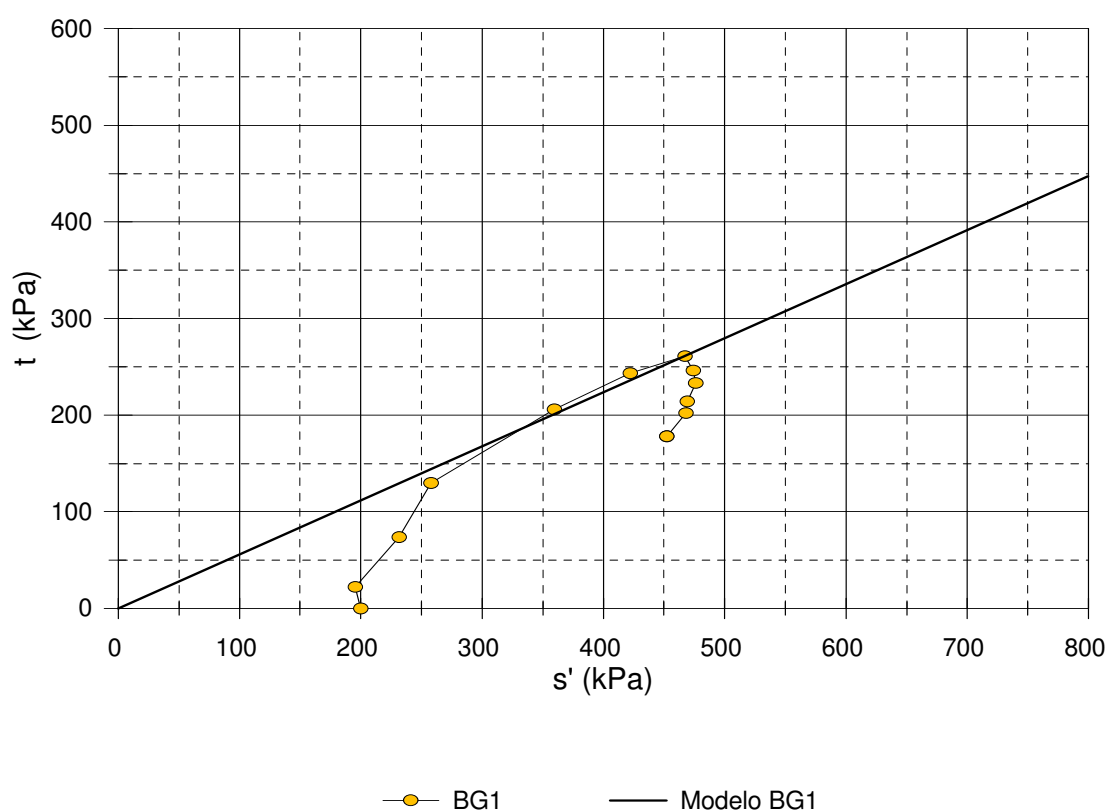


Figura 11 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões efectivas

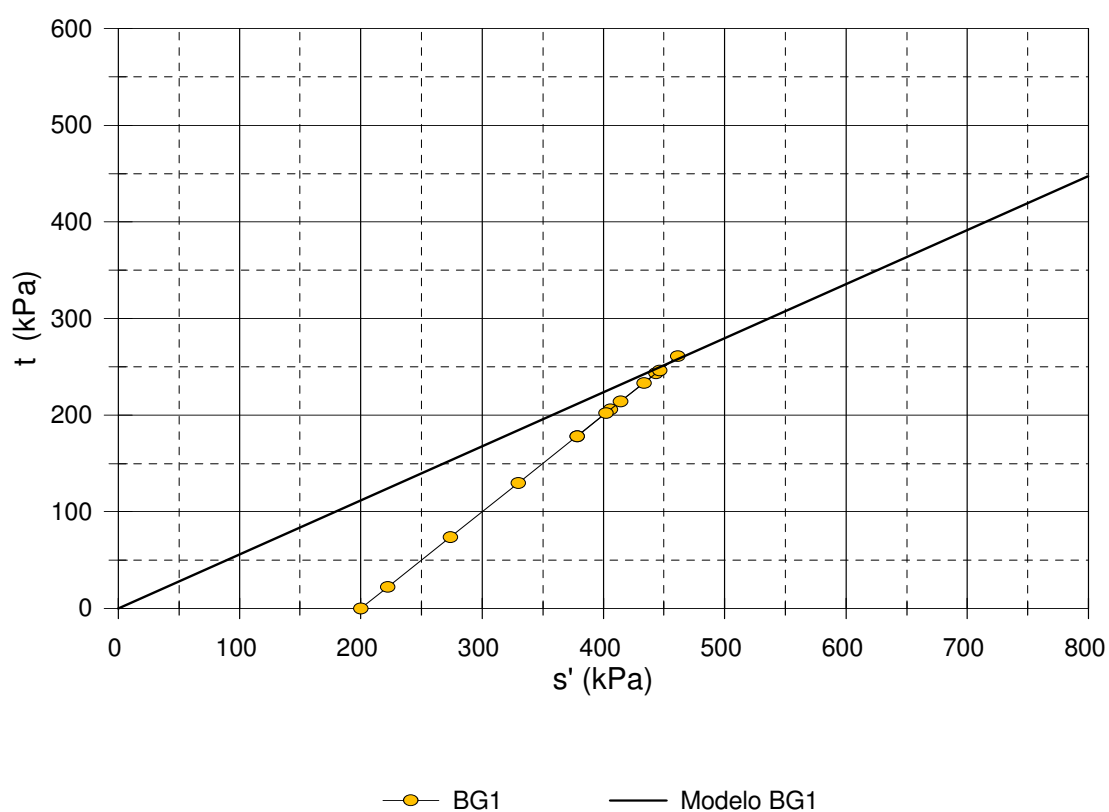


Figura 12 – Materiais BG1 – Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões totais

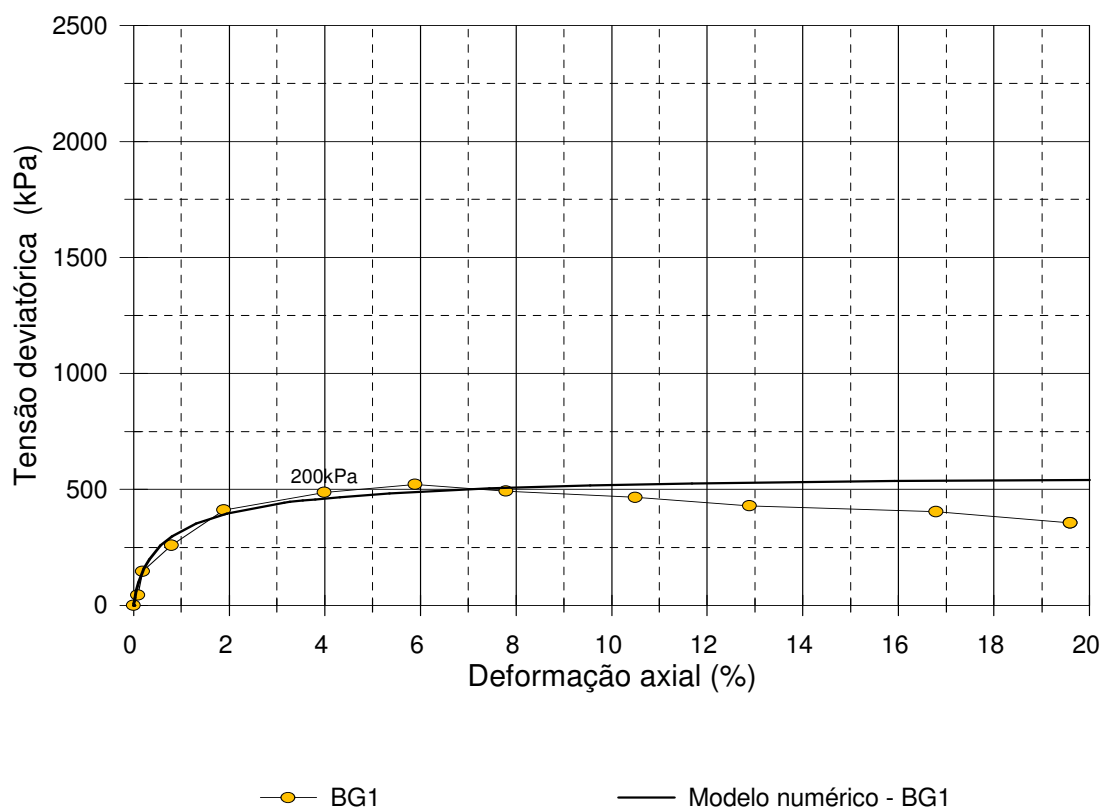


Figura 13 – Materiais BG1 – Resultados do ensaio de compressão triaxial, realizado para uma tensão de confinamento de 200kPa.

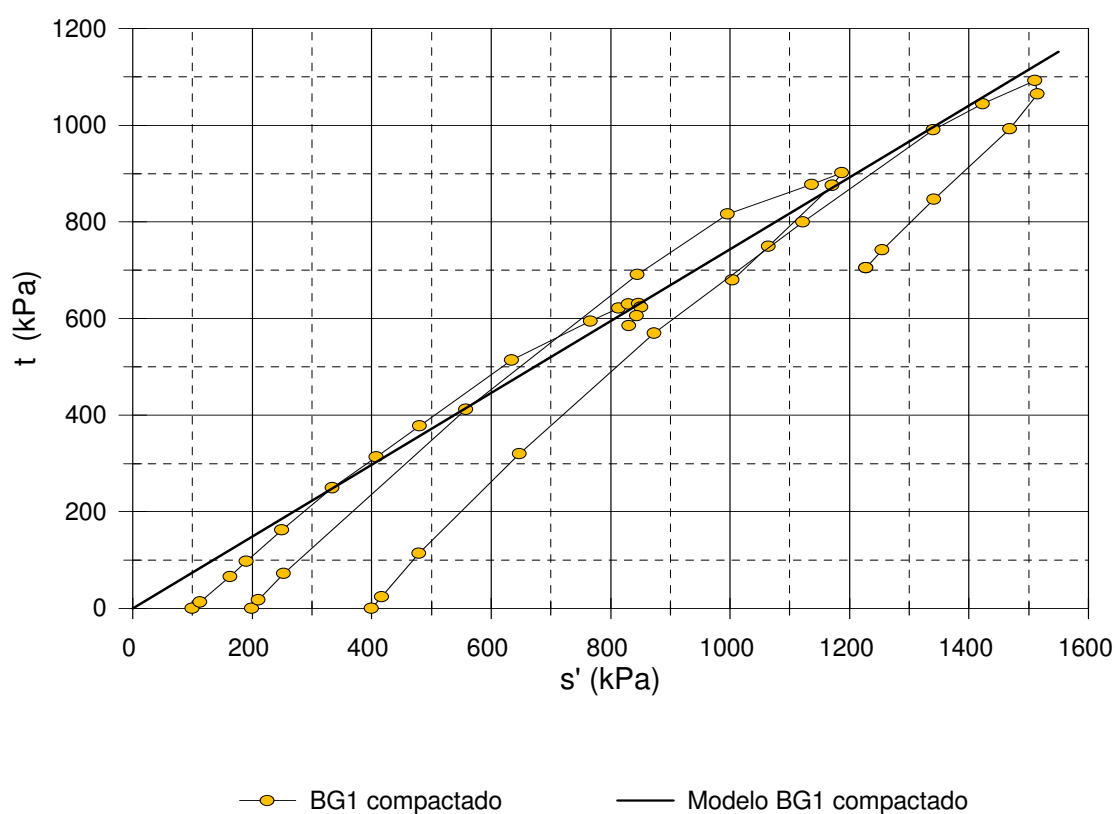


Figura 14 – Materiais BG1 compactados– Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões efectivas

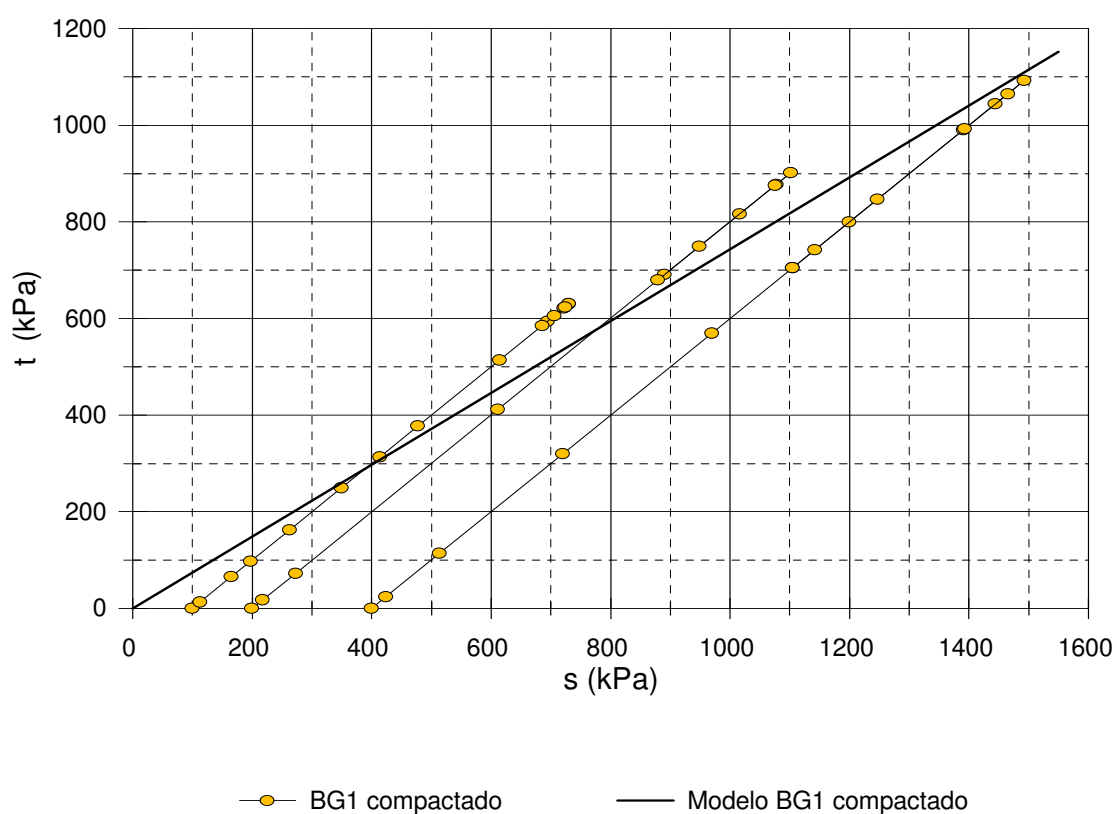


Figura 15 – Materiais BG1 compactados – Resultados dos ensaios de compressão triaxial, em termos de tensões totais

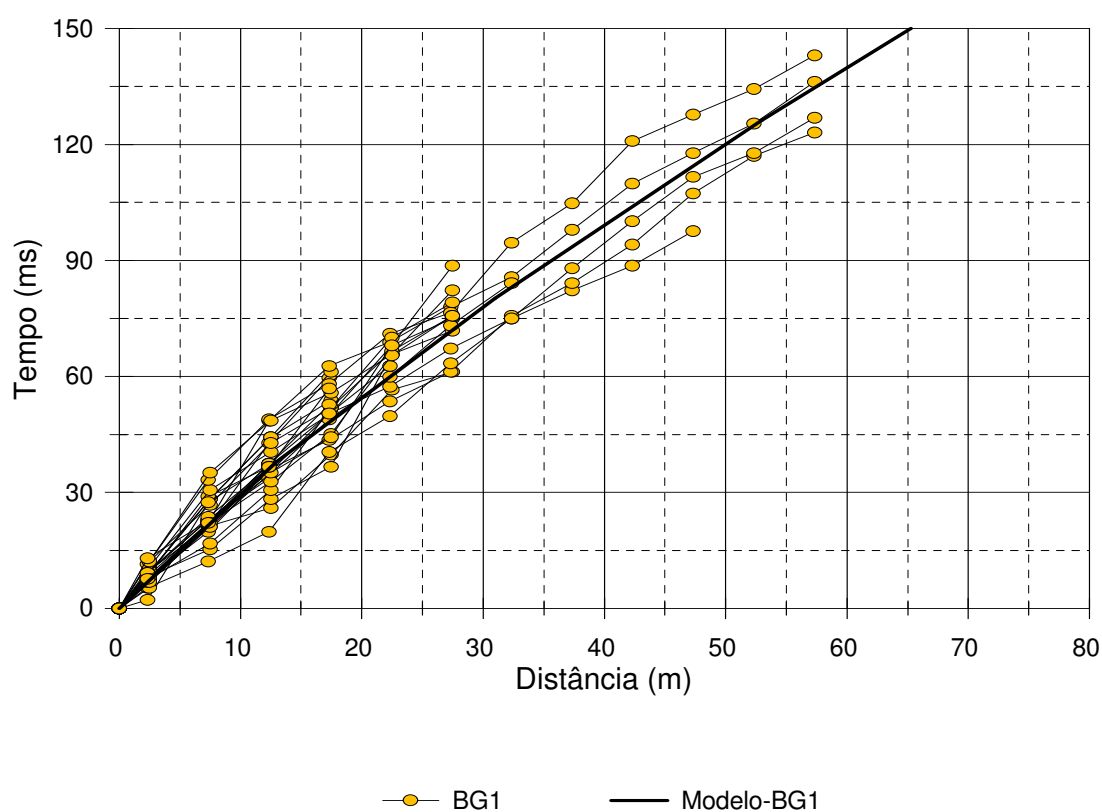


Figura 16 – Materiais BG1 – Resultados dos perfis de refração sísmicas

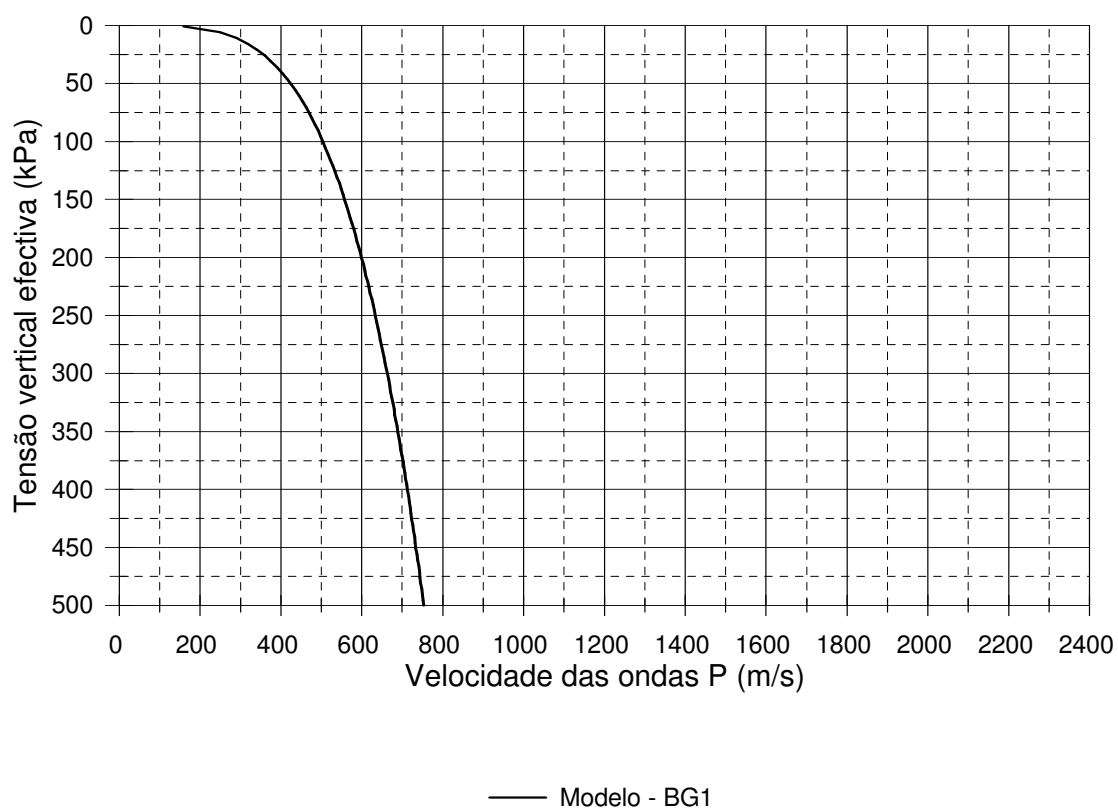


Figura 17 – Materiais BG1 – Valores da velocidade das ondas P, obtidos a partir dos resultados dos perfis de refração sísmica

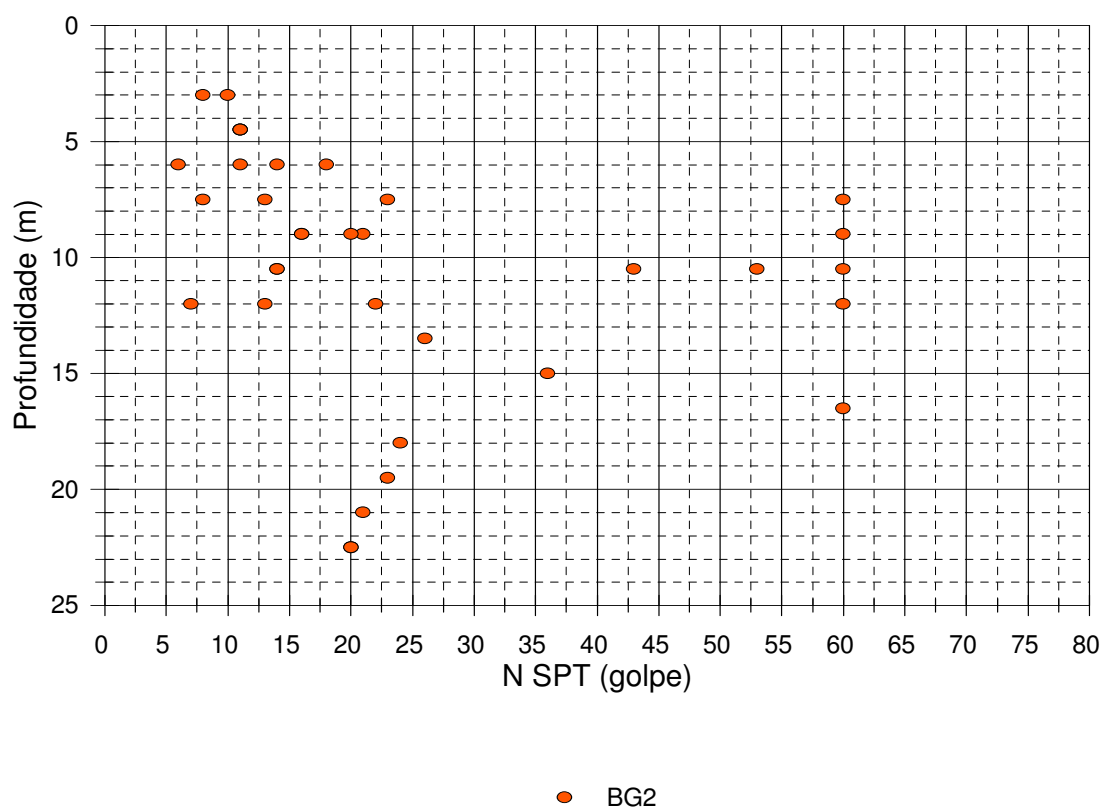


Figura 18 – Materiais BG2 – Resultados dos ensaios SPT

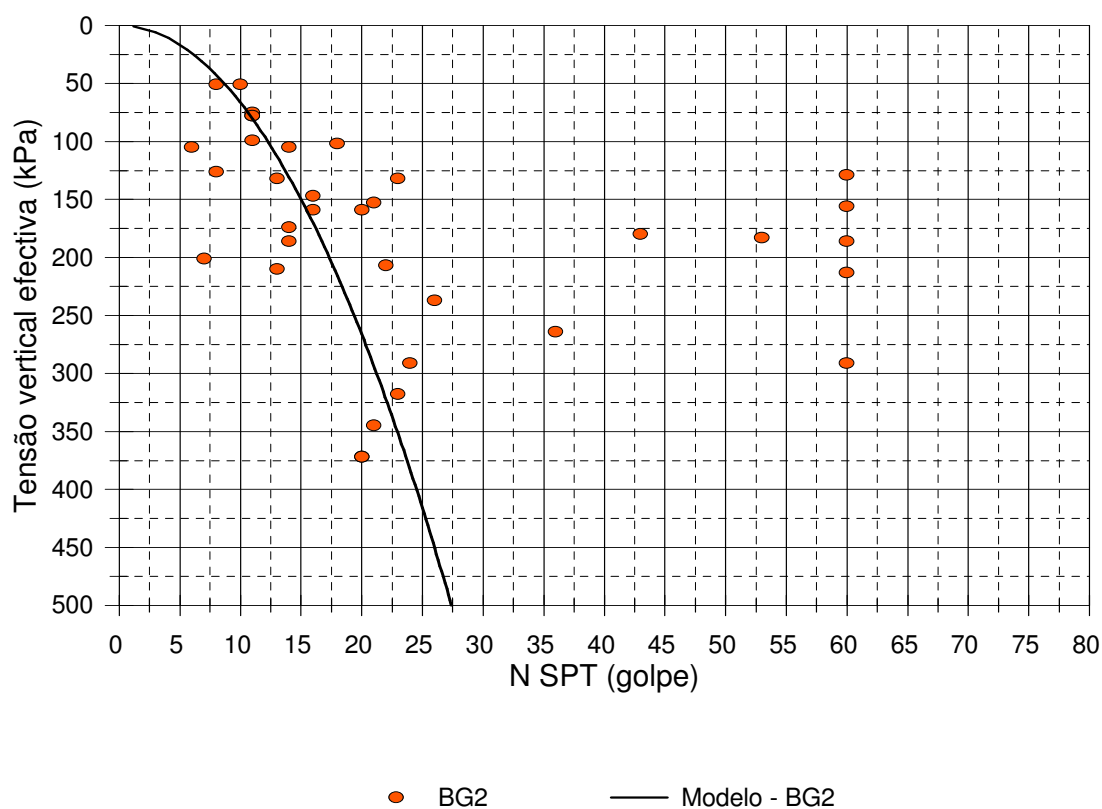


Figura 19 – Materiais BG2 – Resultados dos ensaios SPT

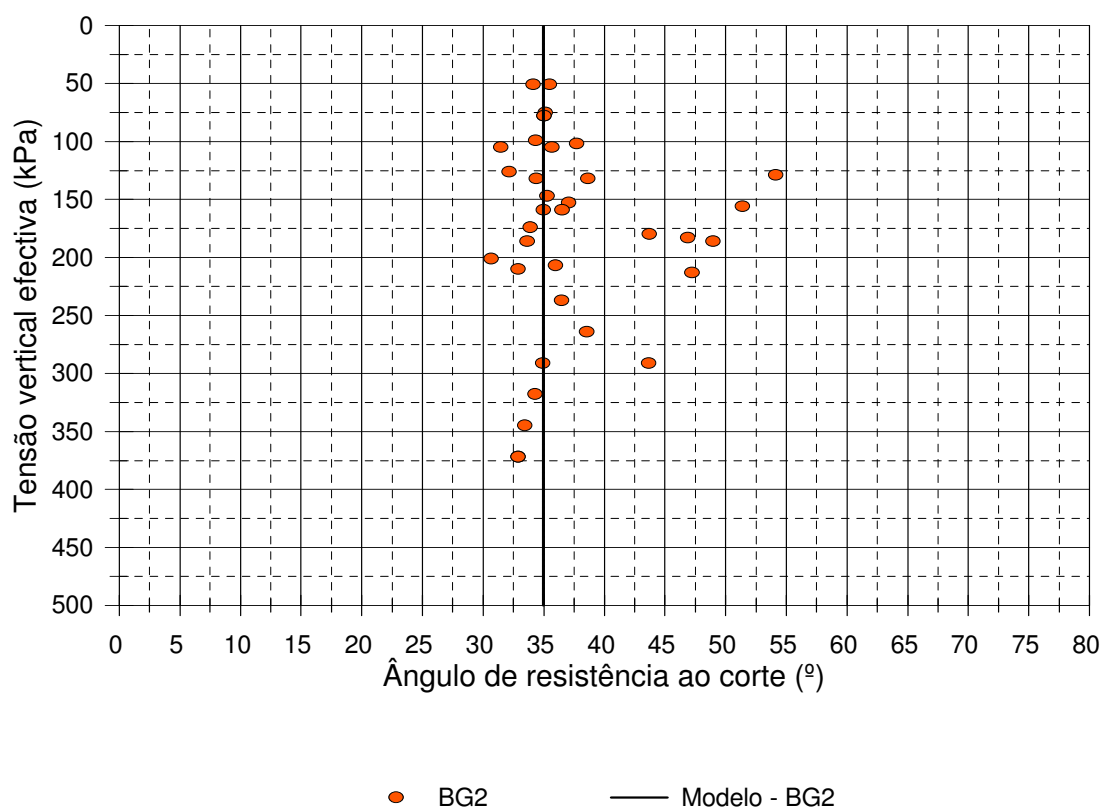


Figura 20 – Materiais BG2 – Valores do ângulo de resistência ao corte, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

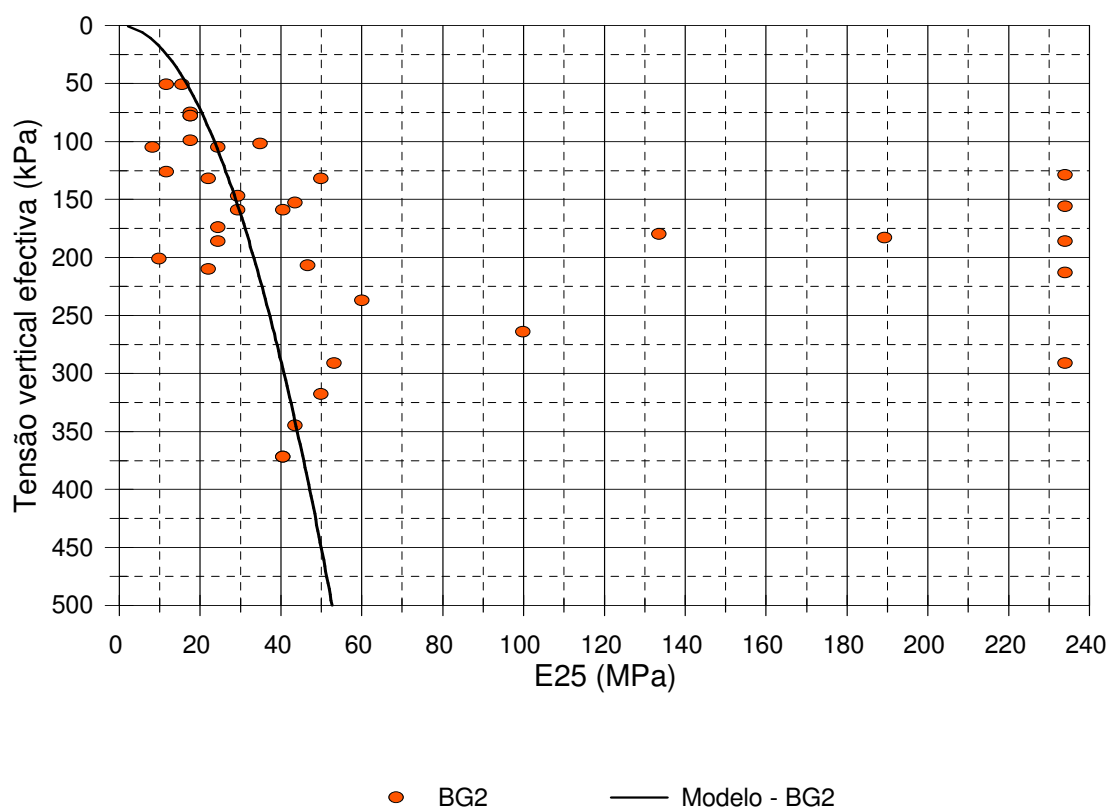


Figura 21 – Materiais BG2 – Valores do módulo de deformabilidade E_{25} , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

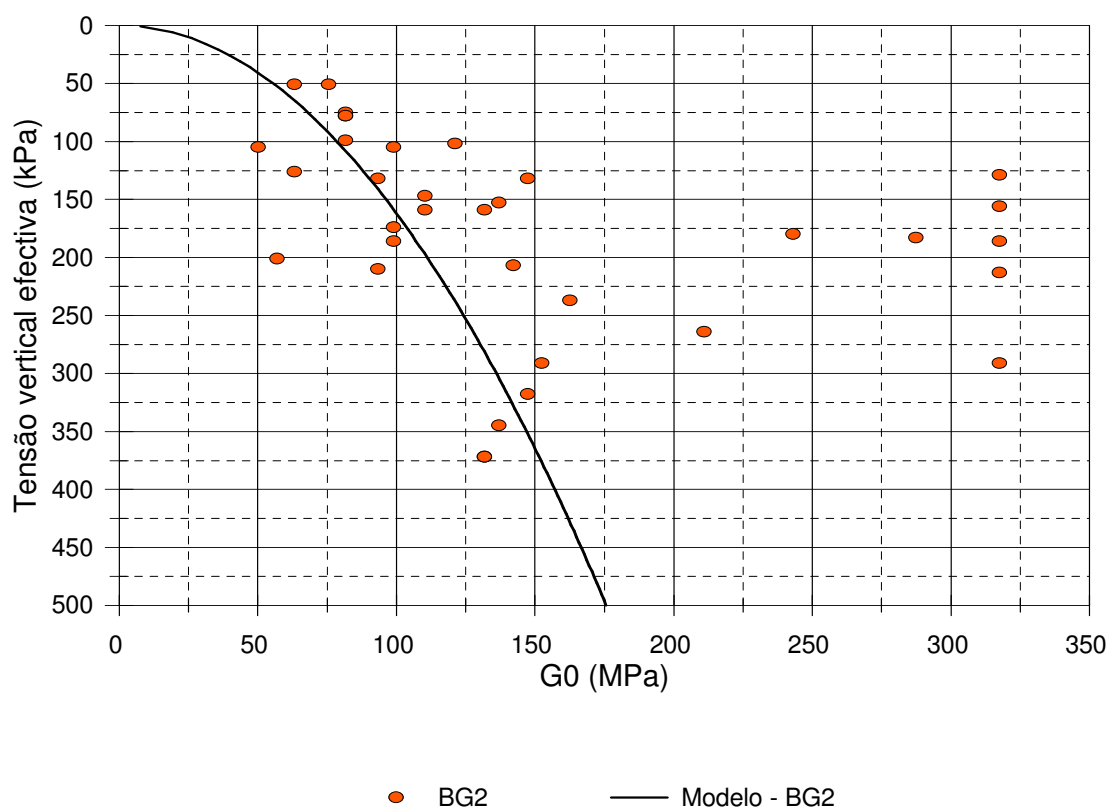


Figura 22 – Materiais BG2 – Valores do módulo de distorção inicial G_0 , estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

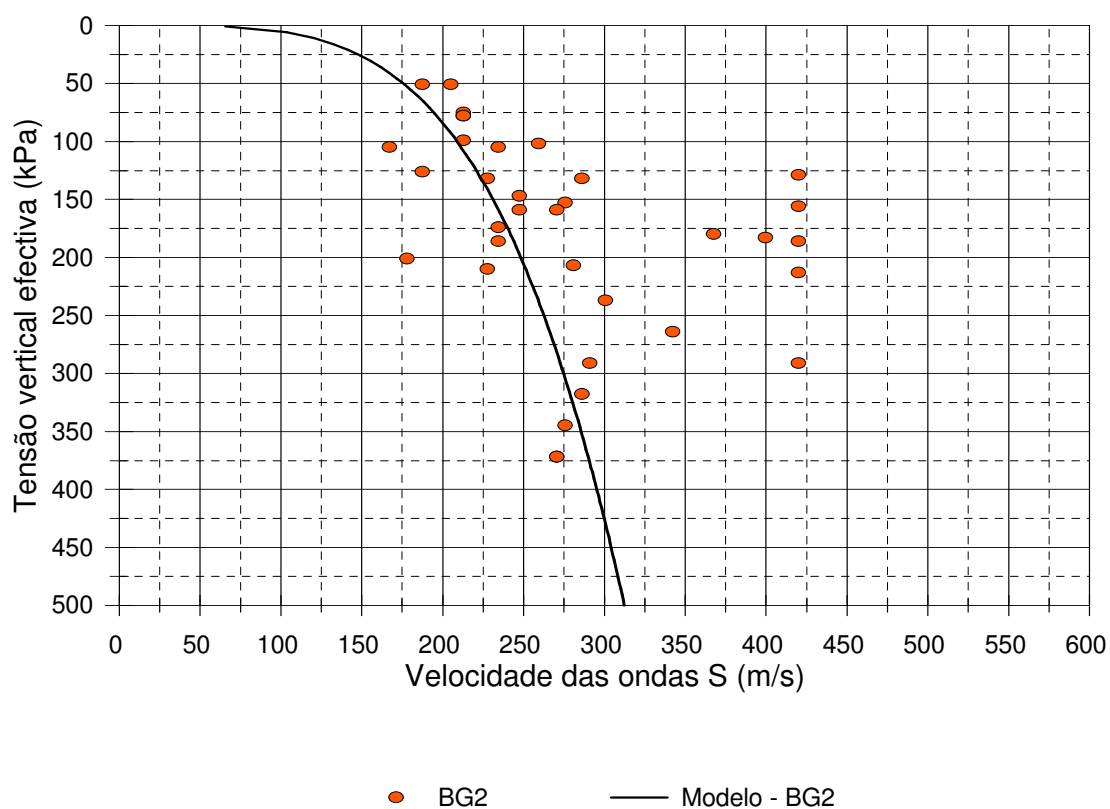


Figura 23 – Materiais BG2 – Valores da velocidade das ondas S, estimados a partir dos resultados dos ensaios SPT

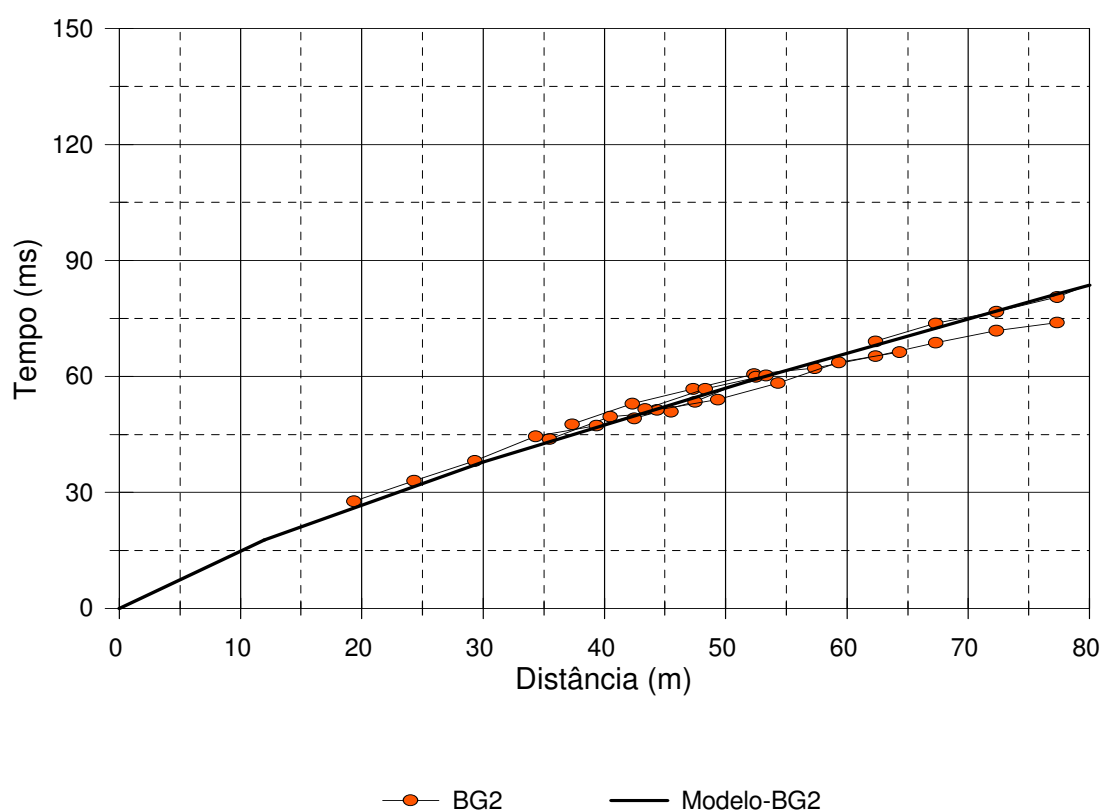


Figura 24 – Materiais BG2 – Resultados dos perfis de refração sísmicas

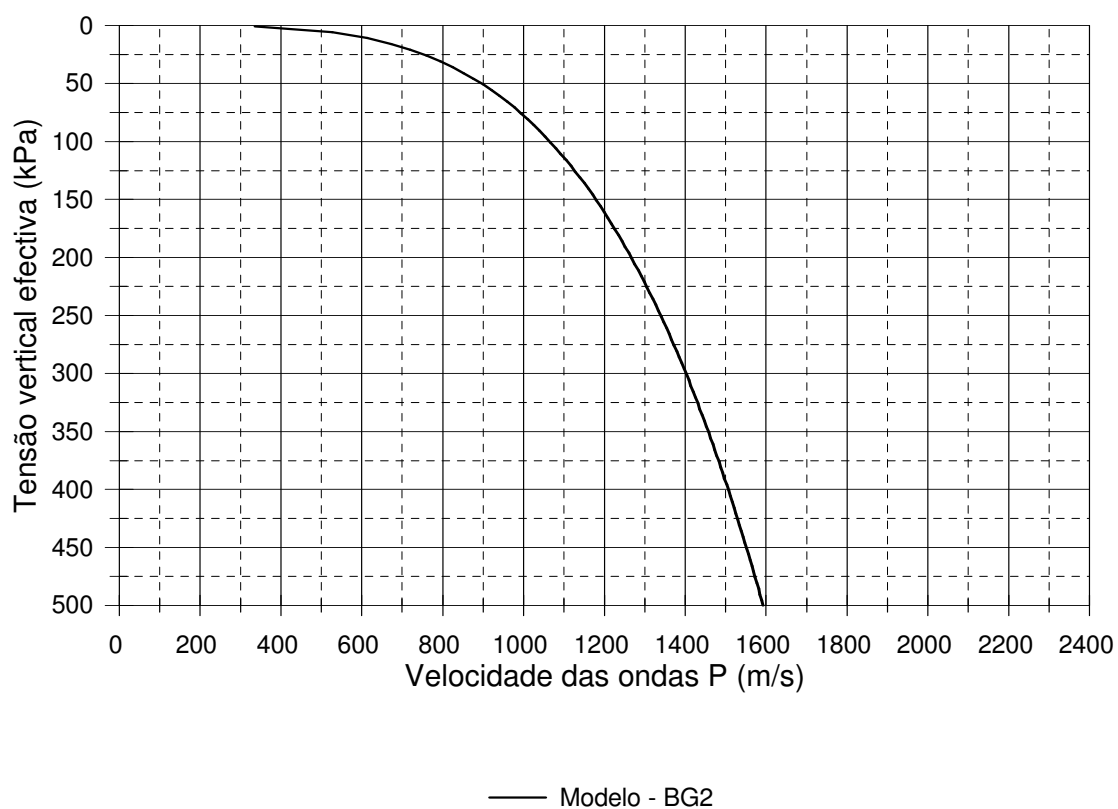


Figura 25 – Materiais BG2 – Valores da velocidade das ondas P, obtidos a partir dos resultados dos perfis de refração sísmica

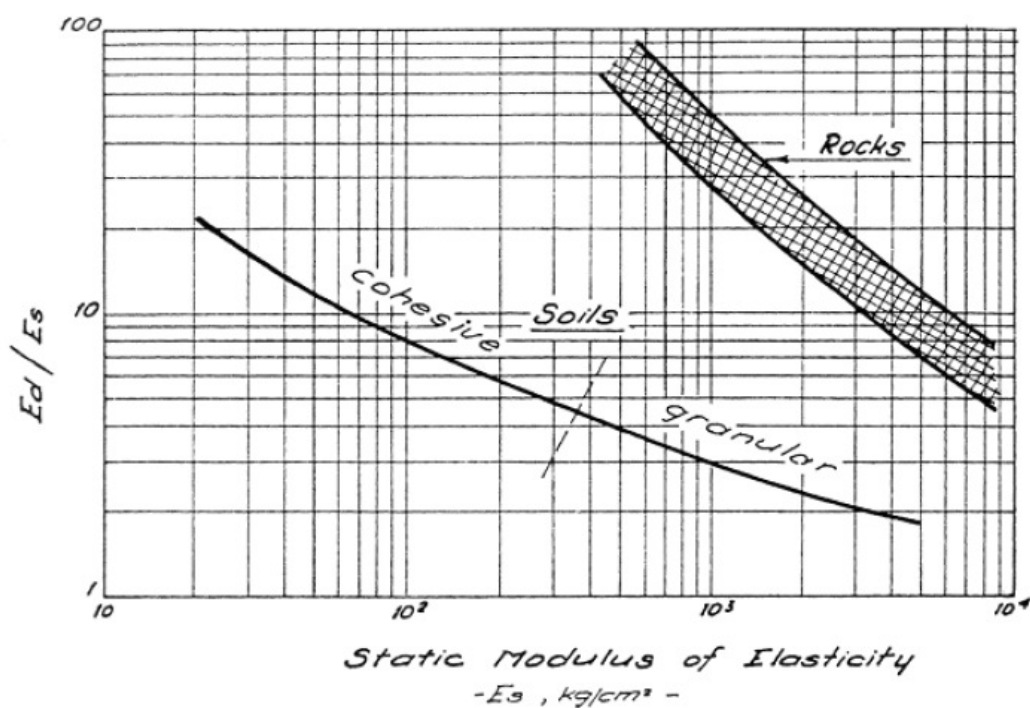


Figura 26 – Relação empírica entre a rigidez dinâmica, E_d , e a rigidez estática, E_s , para solos e rochas, definida por Alpan (1970, referido em PLAXIS, 2009)

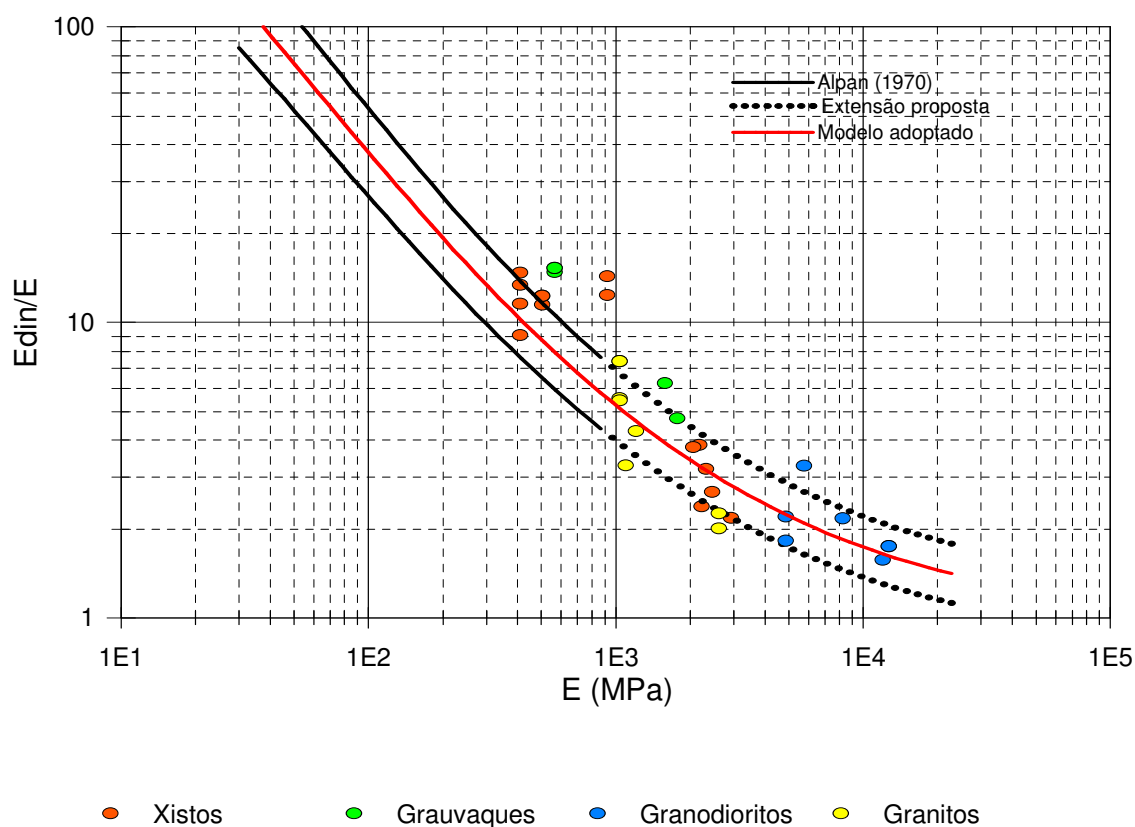


Figura 27 – Determinação do módulo de deformabilidade “dinâmico”, E_{din} , a partir do módulo de deformabilidade “estático”, E , com base nos resultados dos ensaios de caracterização dinâmica entre furos (“crosshole seismic test”) e aplicando uma extensão da solução definida por Alpan (1970, referido em PLAXIS, 2009)

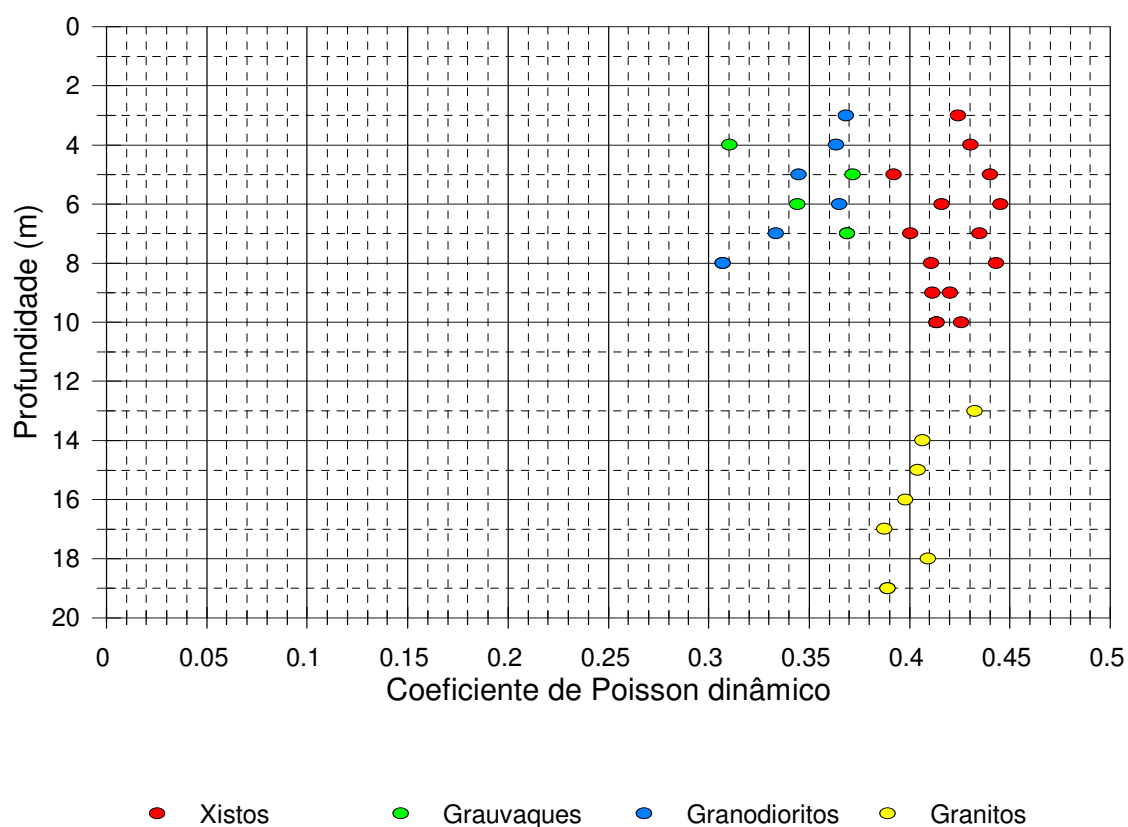


Figura 28 – Valores do coeficiente de Poisson “dinâmico” obtidos com base em resultados de ensaios de caracterização dinâmica entre furos (“crosshole seismic test”) realizados em diferentes tipos de maciços rochosos.

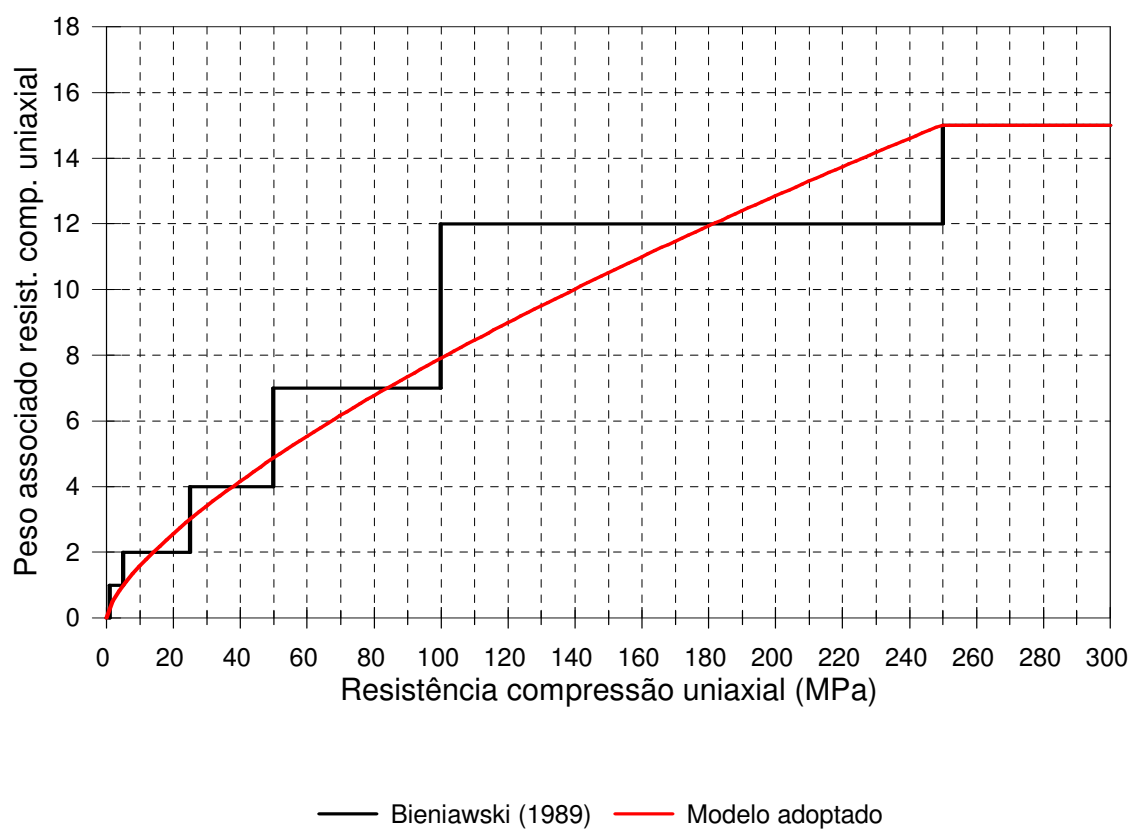


Figura 29 – Definição do índice RMR₈₉ - Peso associado à resistência do material rochoso intacto

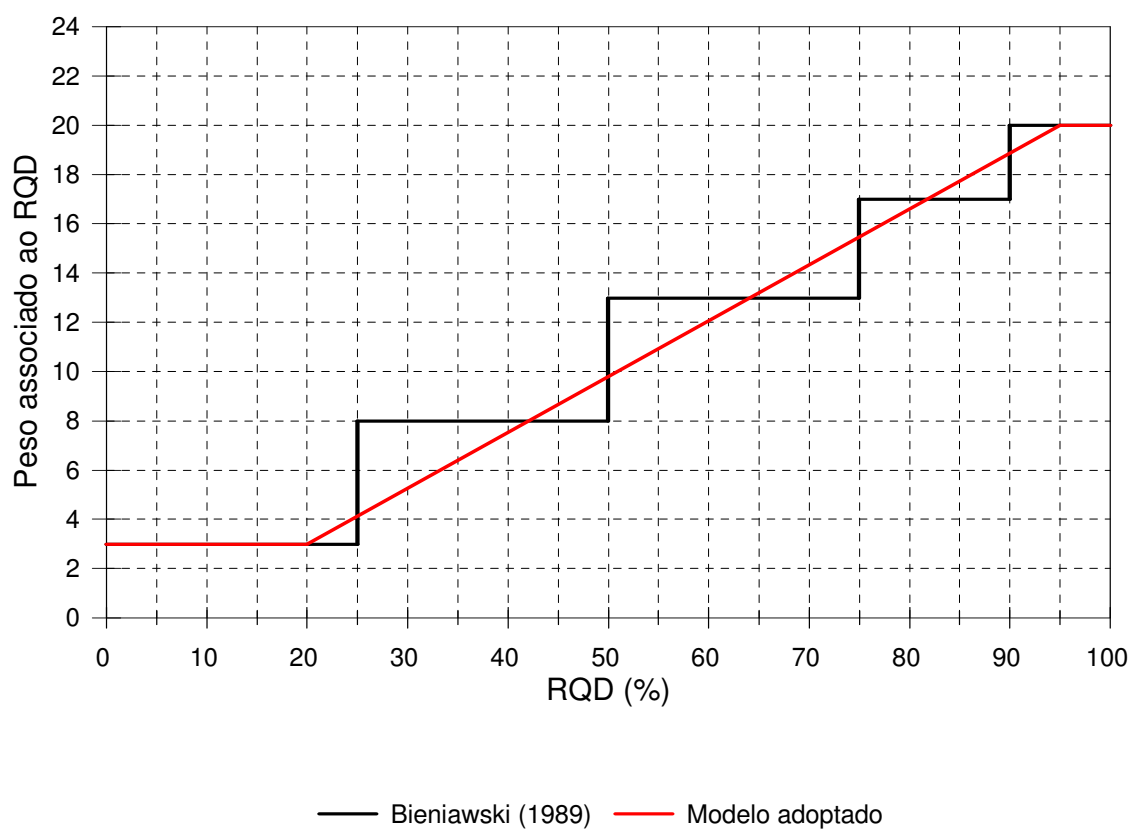


Figura 30 – Definição do índice RMR₈₉ - Peso associado ao RQD

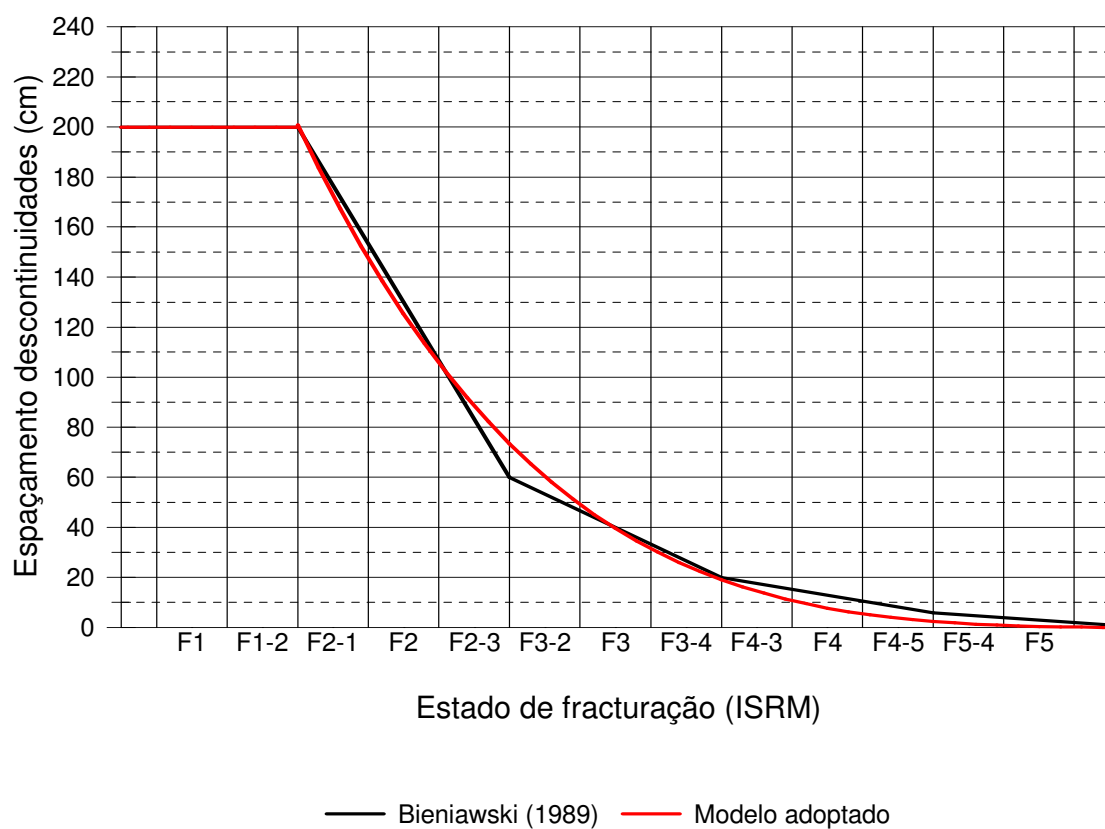


Figura 31 – Relação entre o espaçamento das descontinuidades e o estado de fracturação

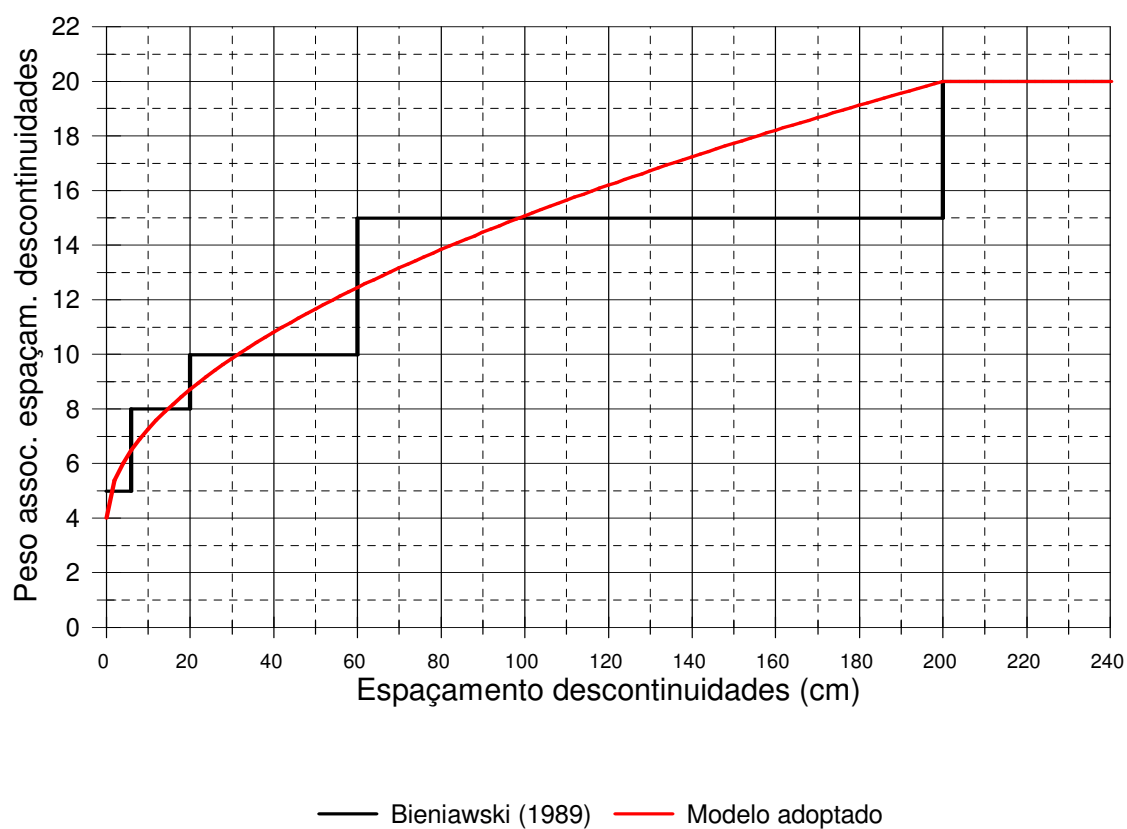


Figura 32 – Relação entre o peso associado ao espaçamento das descontinuidades e o espaçamento dessas descontinuidades

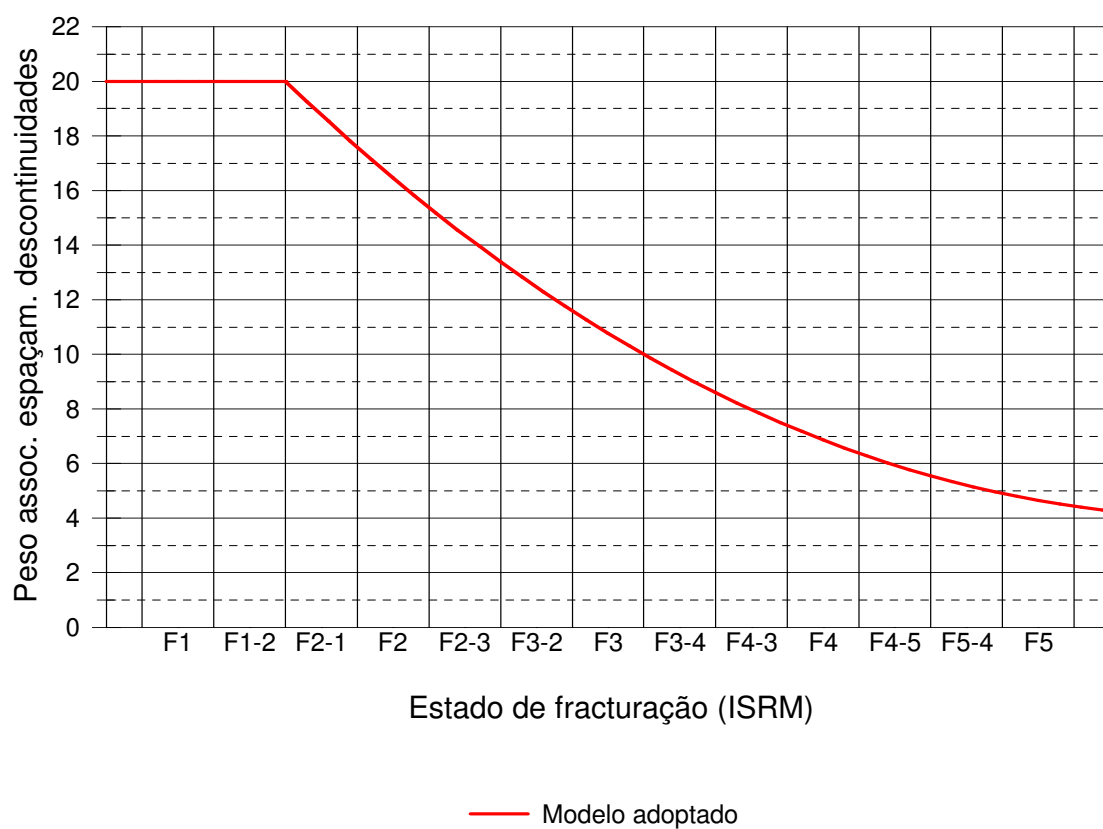
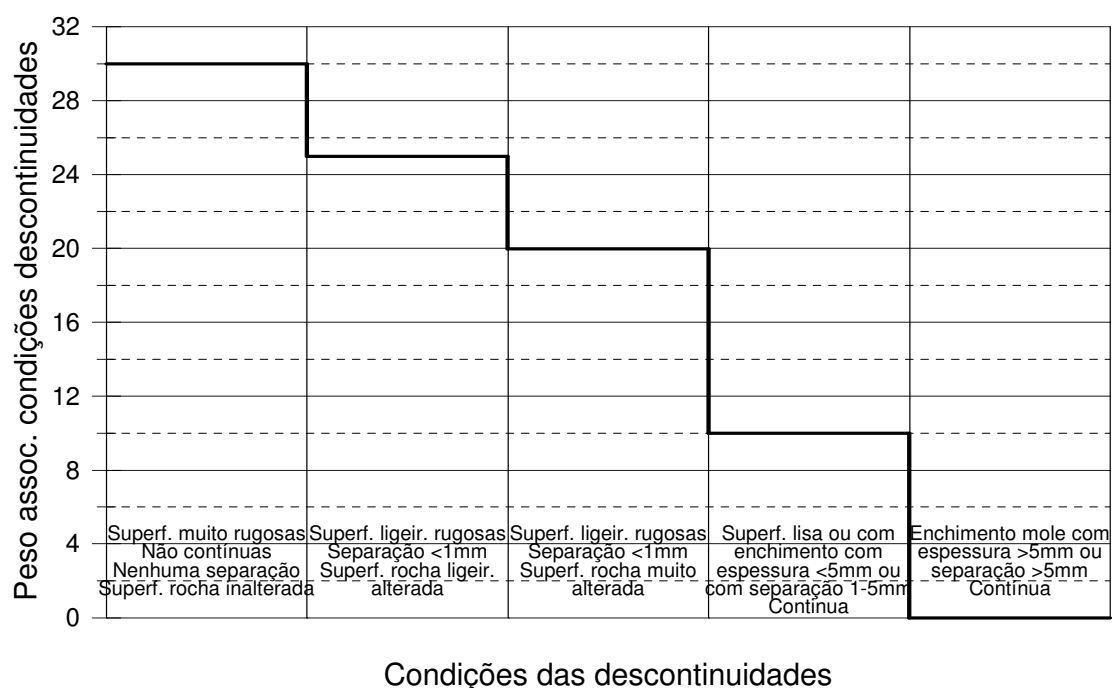


Figura 33 – Definição do índice RMR₈₉ - Peso associado ao espaçamento das descontinuidades



— Bieniawski (1989)

Figura 34 – Peso associado às condições das descontinuidades, para a definição do índice RMR_{89} , de acordo com Bieniawski (1989)

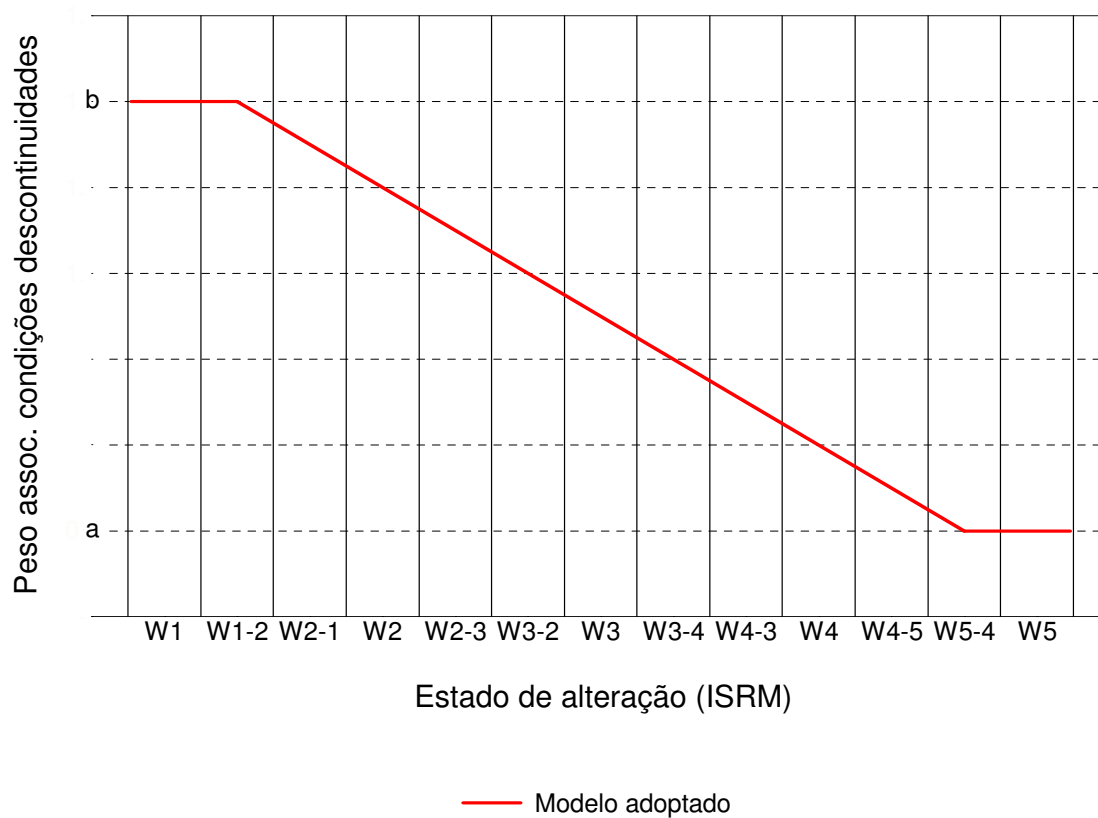


Figura 35 – Definição do índice RMR_{89} - Peso associado às condições das descontinuidades

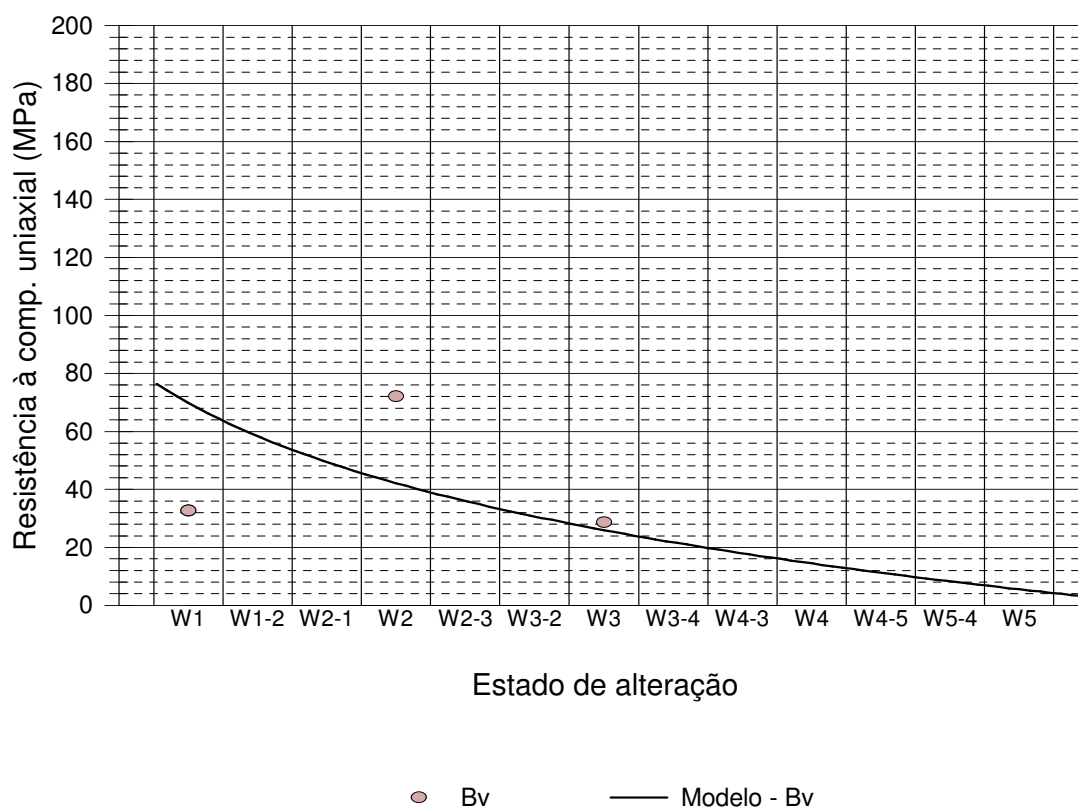


Figura 36 – Materiais Bv – Relação entre a resistência à compressão uniaxial e o estado de alteração do maciço

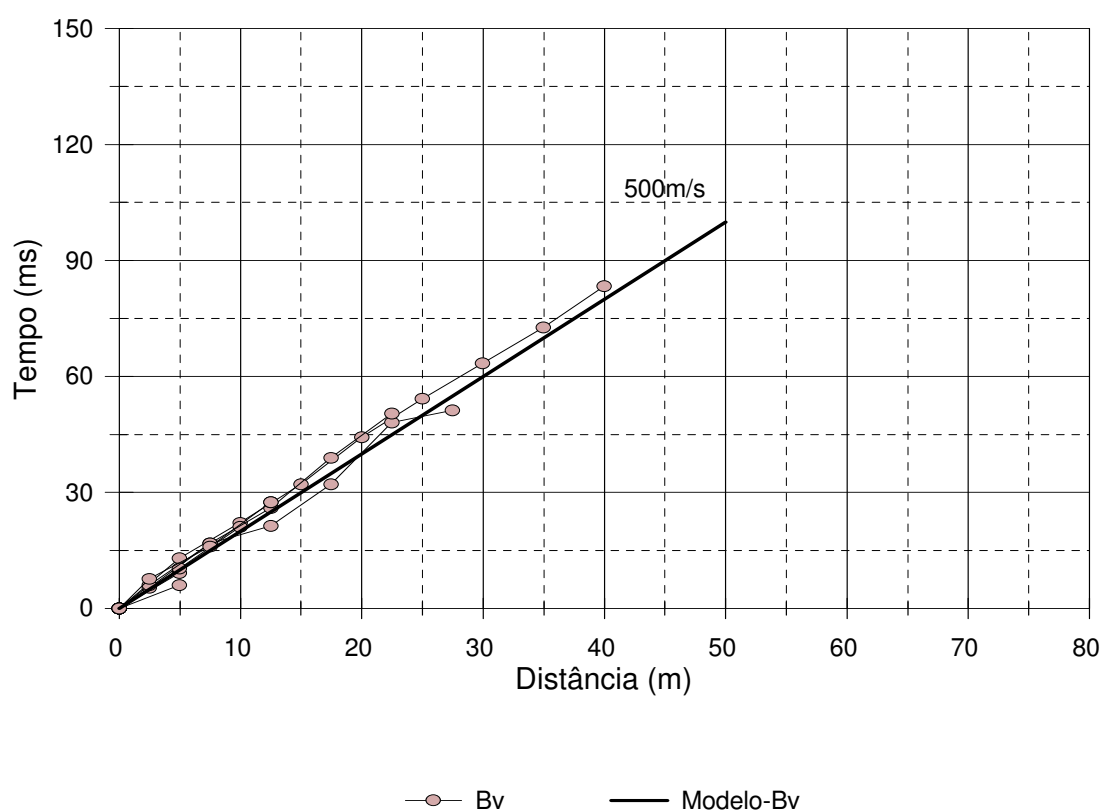


Figura 37 – Materiais Bv – Resultados dos perfis de refração sísmicas

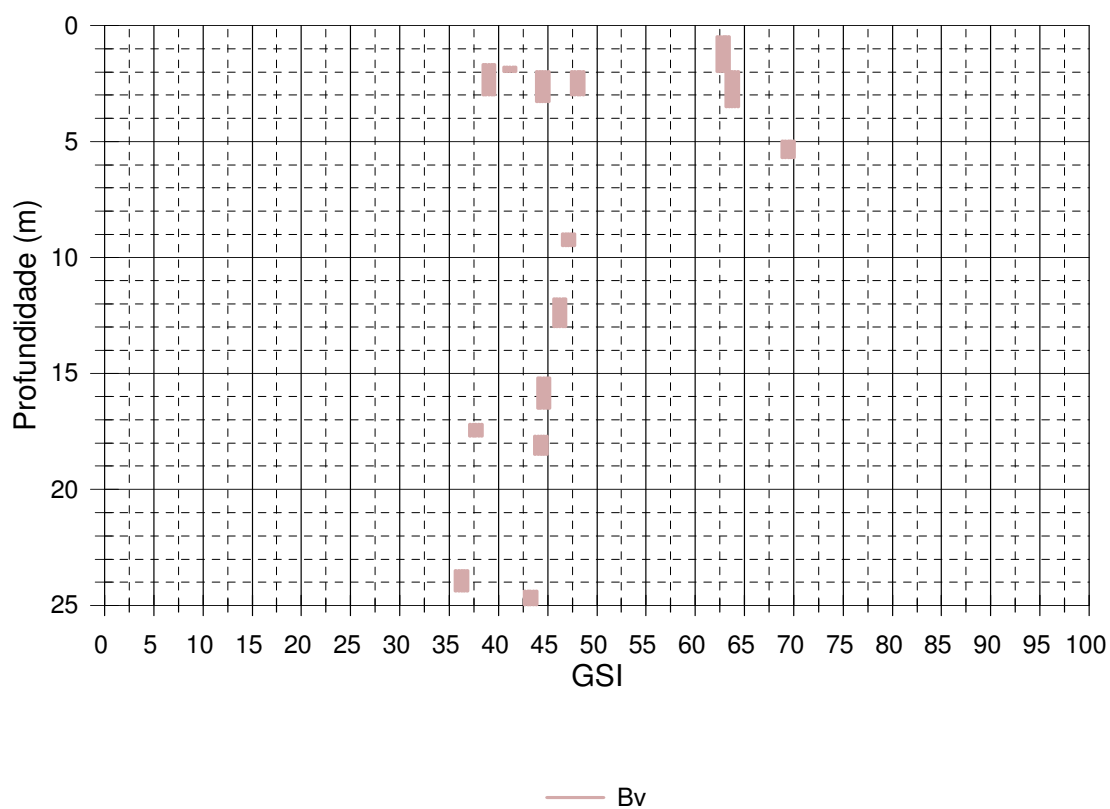


Figura 38 – Materiais Bv - Valores do índice GSI

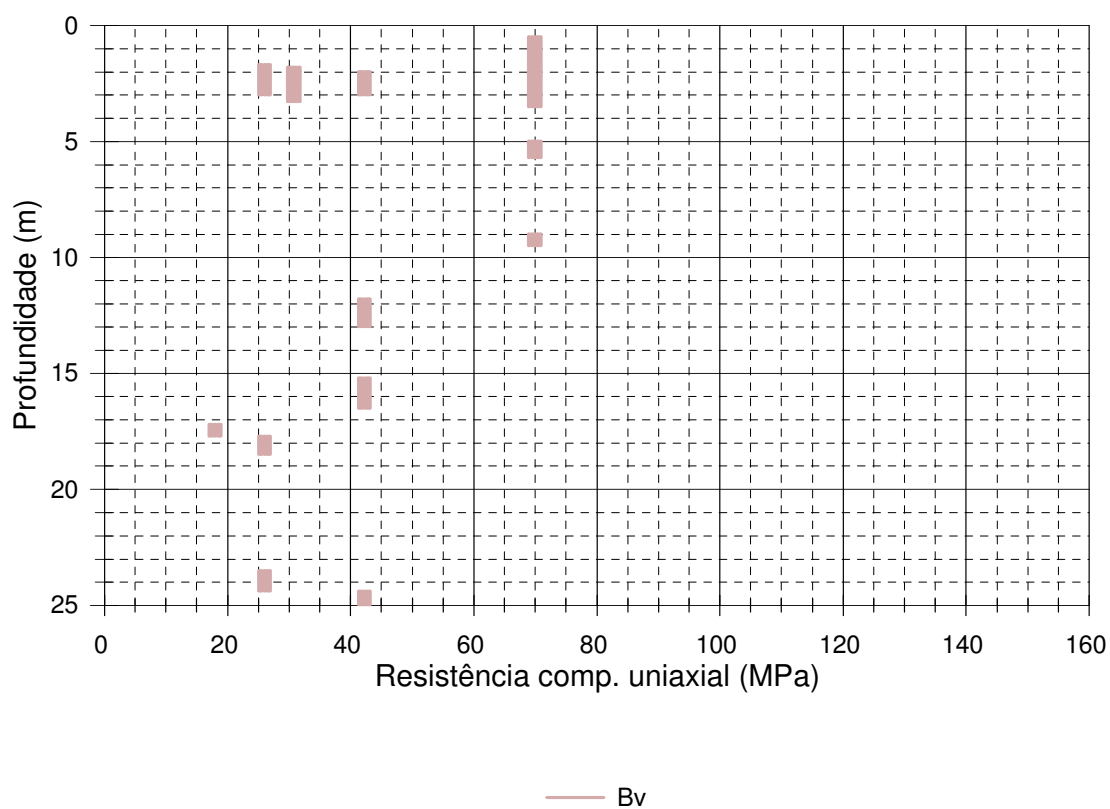


Figura 39 – Materiais Bv - Valores da resistência à compressão uniaxial

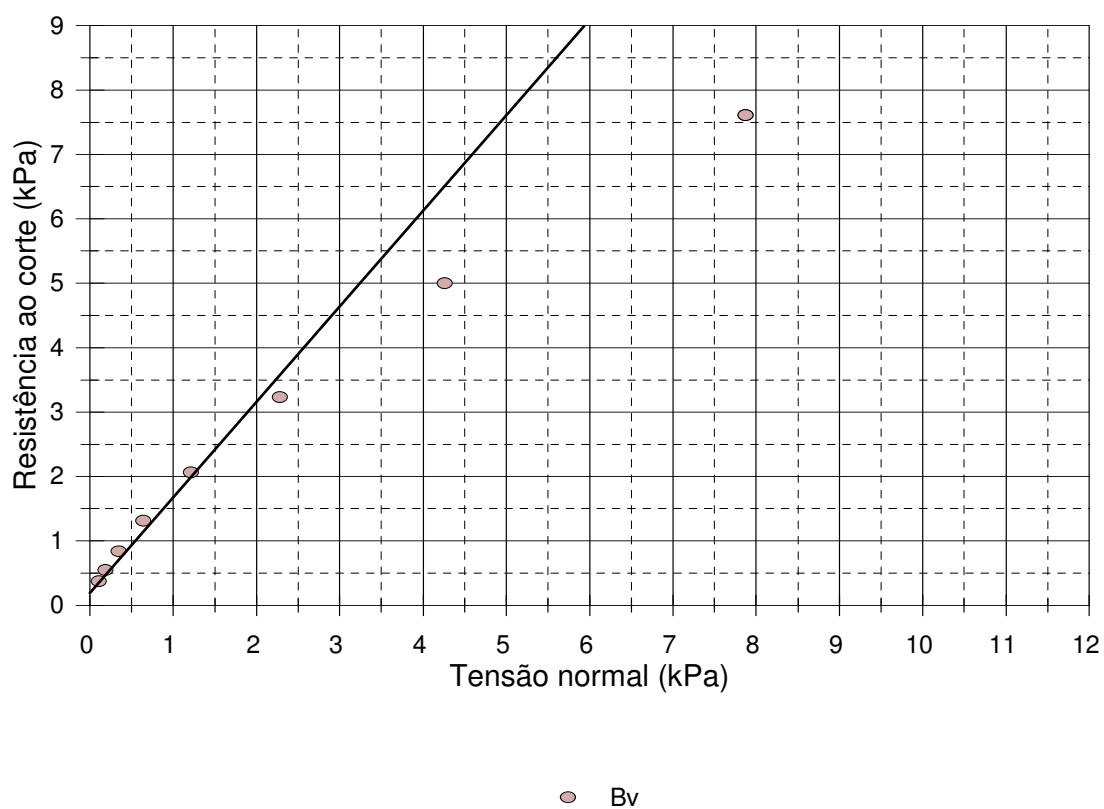


Figura 40 – Materiais Bv – Envolvente de rotura

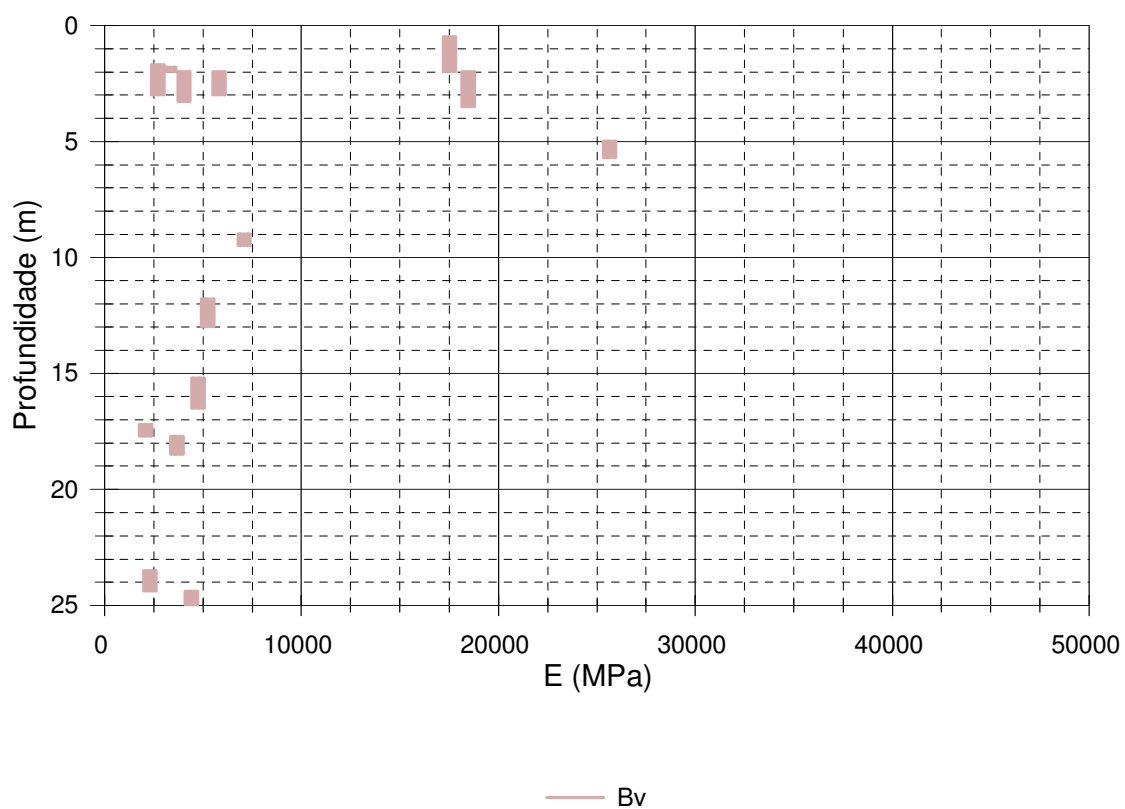


Figura 41 – Materiais Bv - Valores do módulo de deformabilidade “estático”

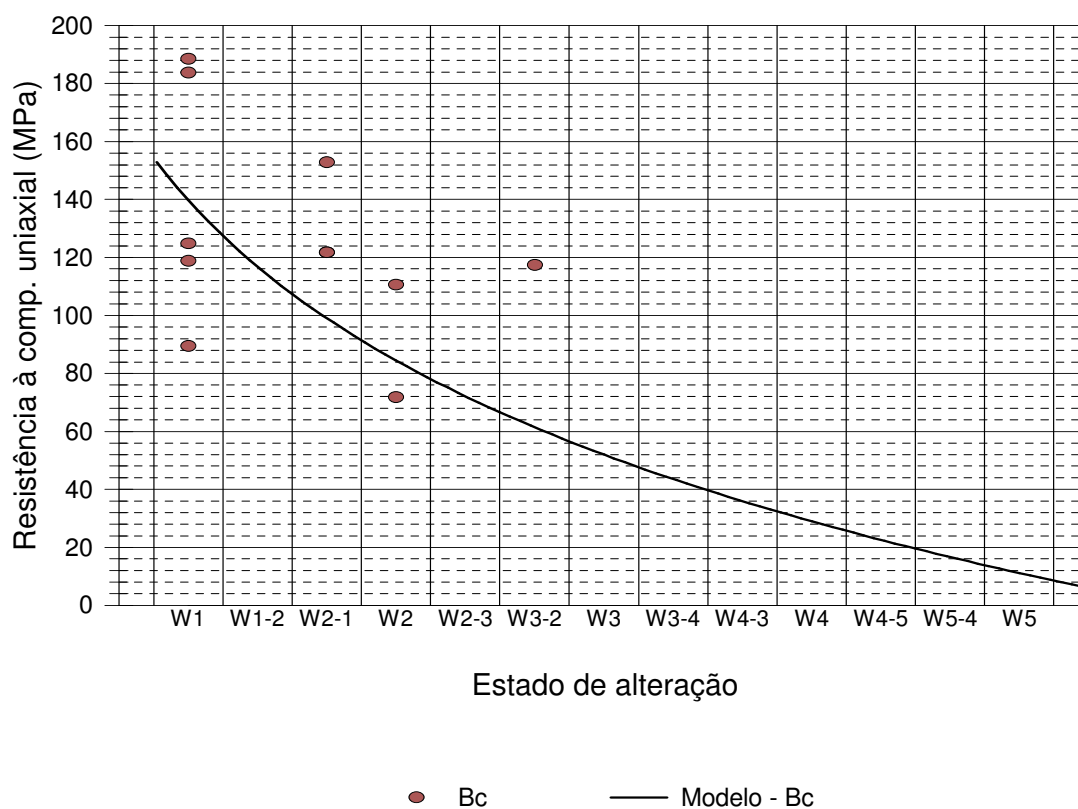


Figura 42 – Materiais Bc – Relação entre a resistência à compressão uniaxial e o estado de alteração do maciço

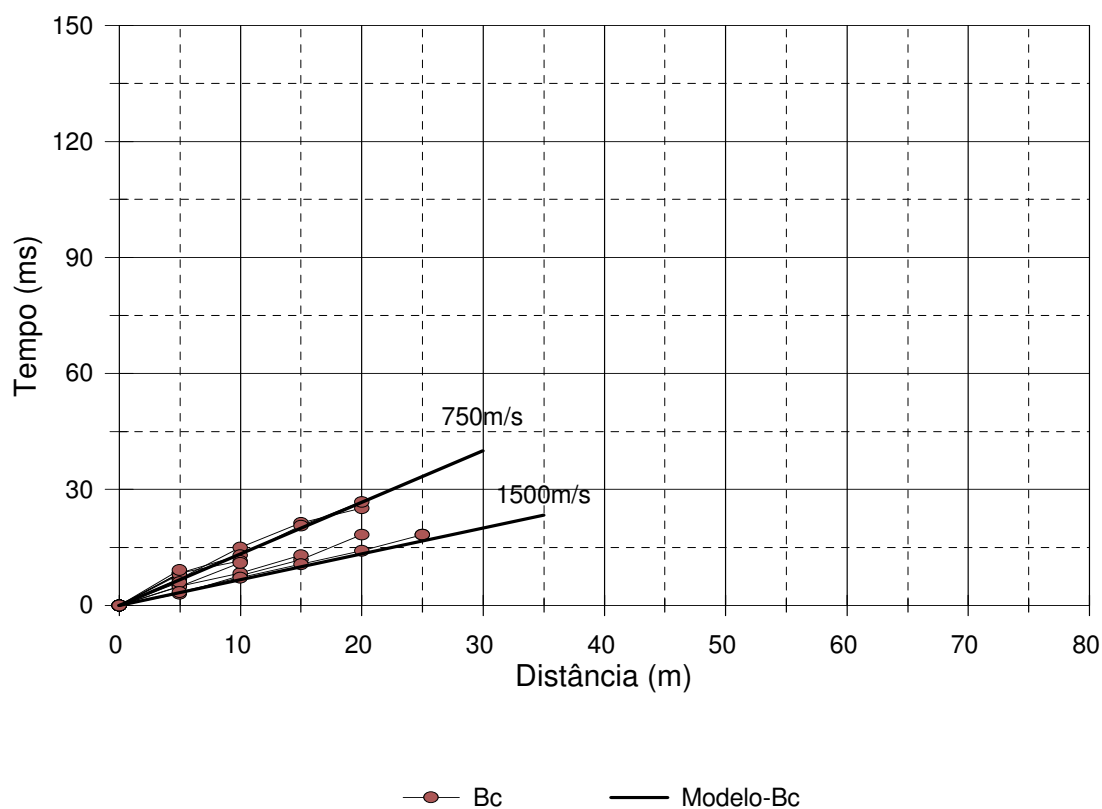


Figura 43 – Materiais Bc – Resultados dos perfis de refração sísmicas

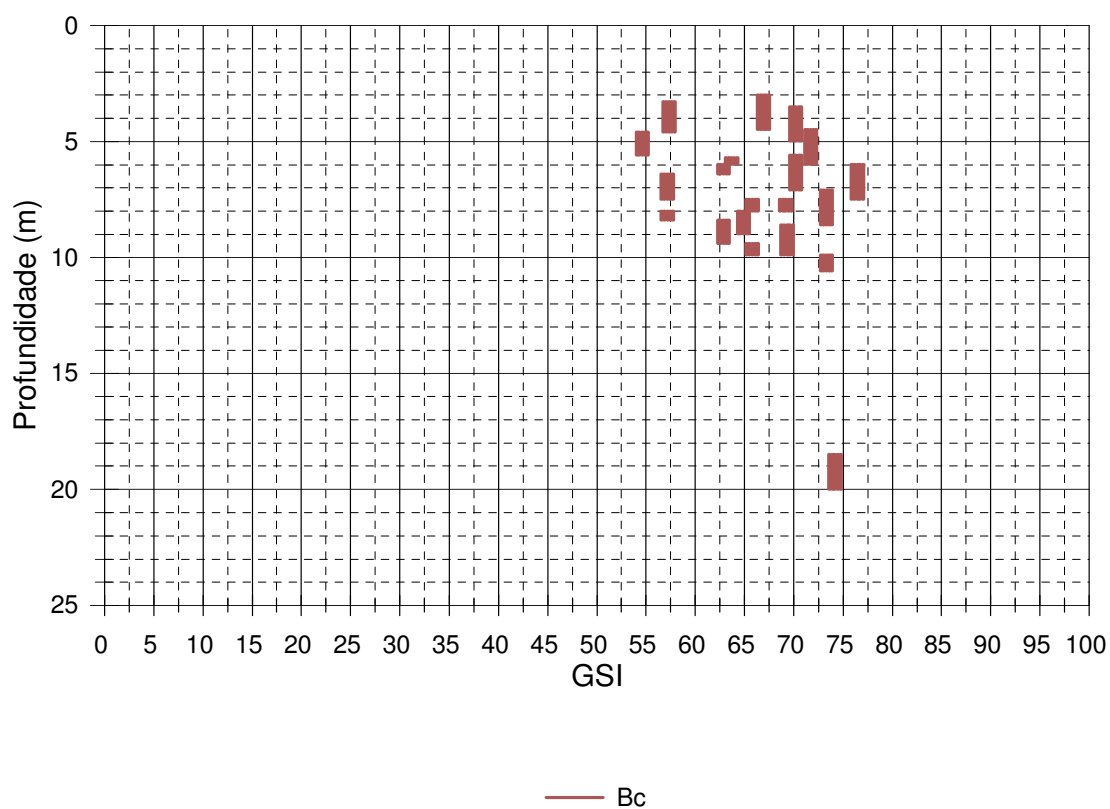


Figura 44 – Materiais Bc - Valores do índice GSI

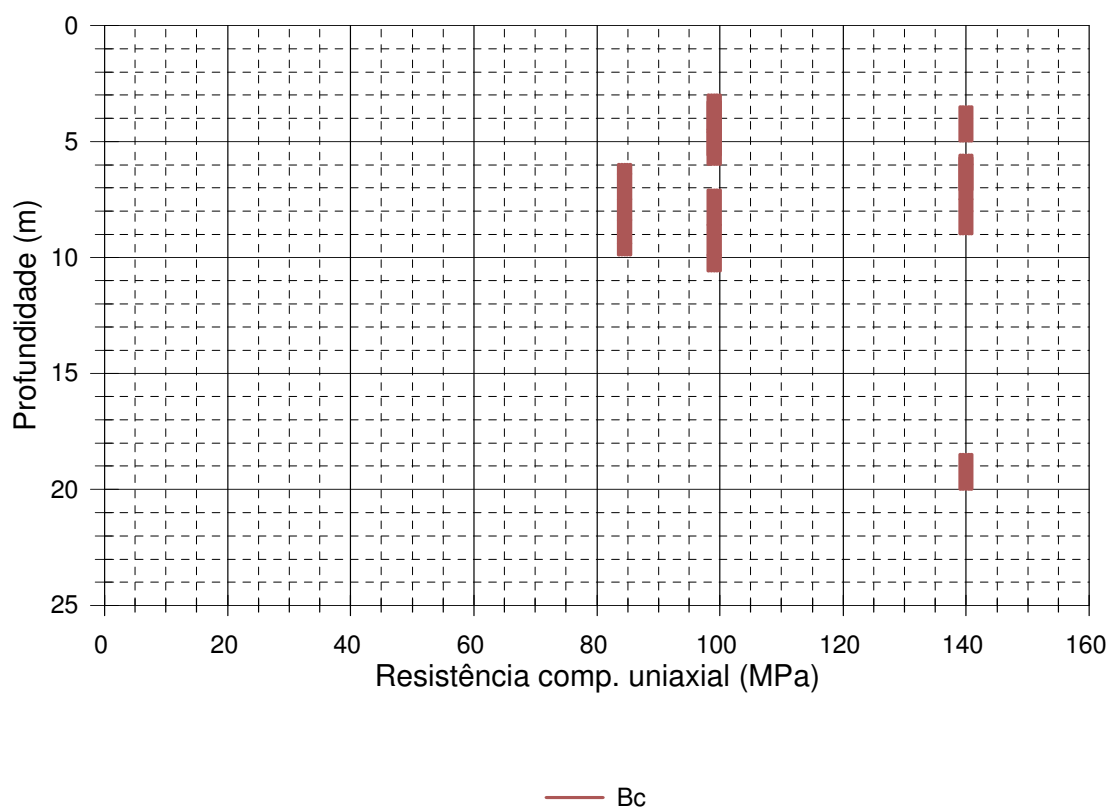


Figura 45 – Materiais Bc - Valores da resistência à compressão uniaxial

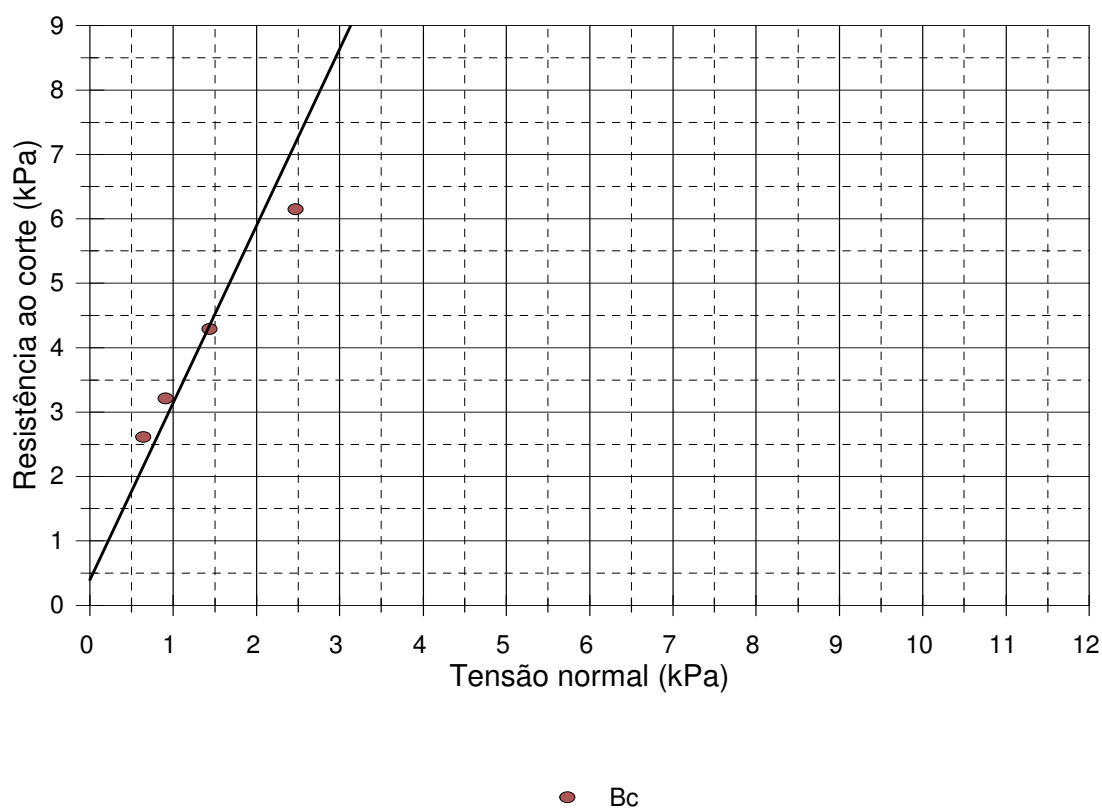


Figura 46 – Materiais Bc – Envolvente de rotura

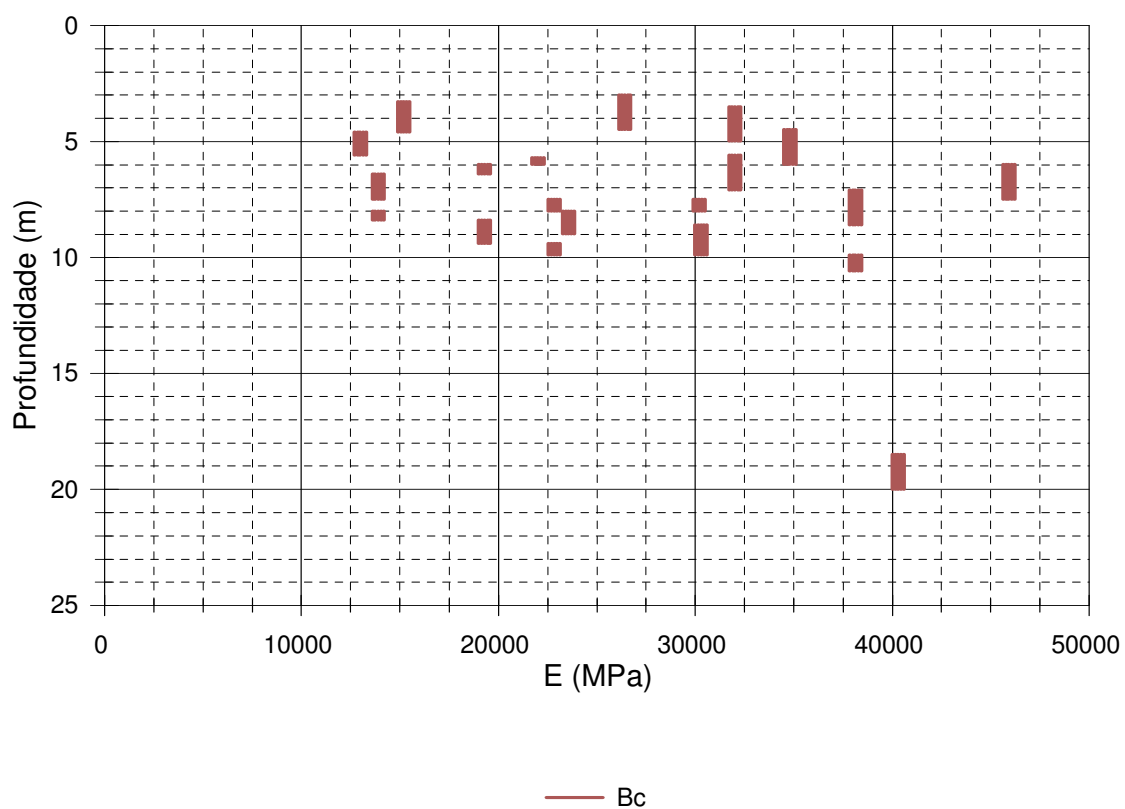


Figura 47 – Materiais Bc - Valores do módulo de deformabilidade “estático”



Consultores de Geotecnia, Lda



ANEXOS

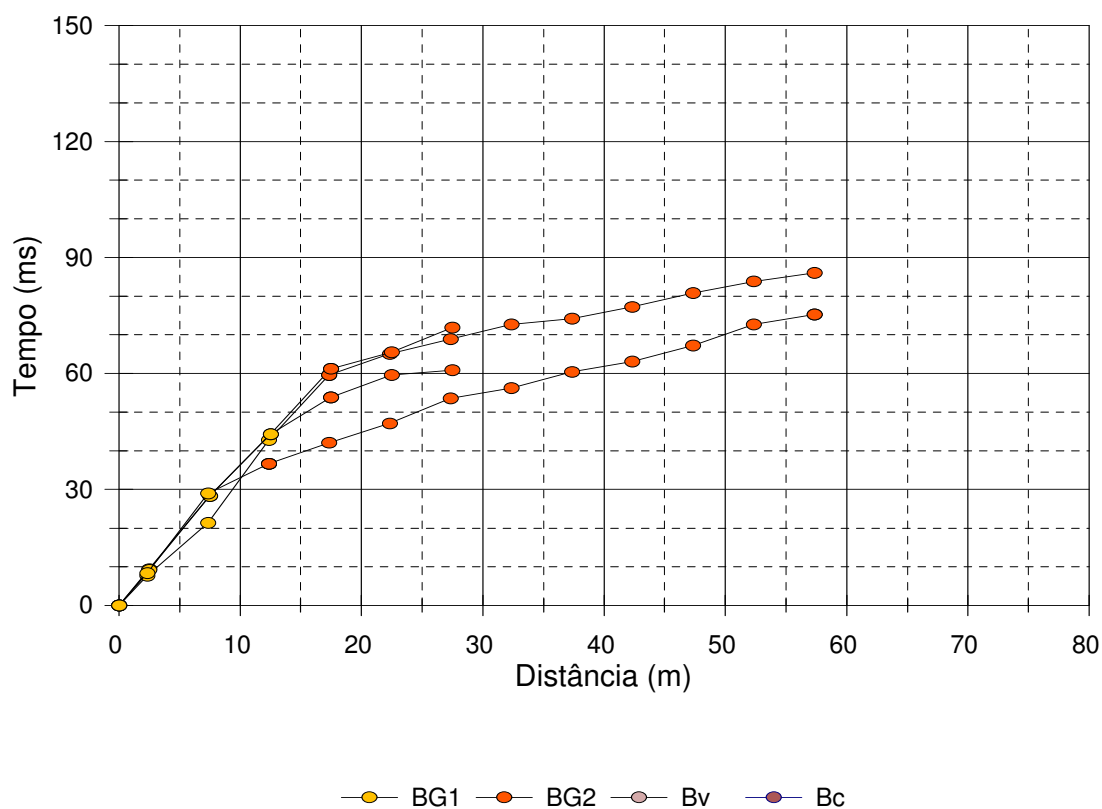


Consultores de Geotecnia, Lda

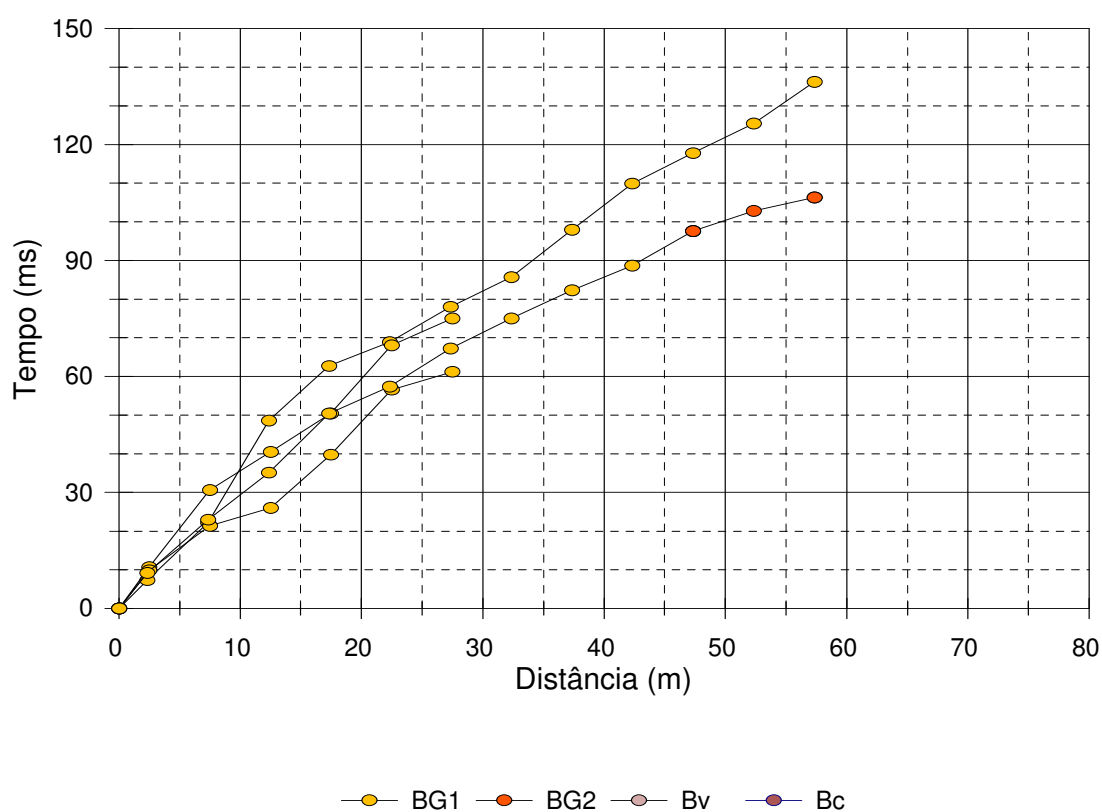


ANEXO A

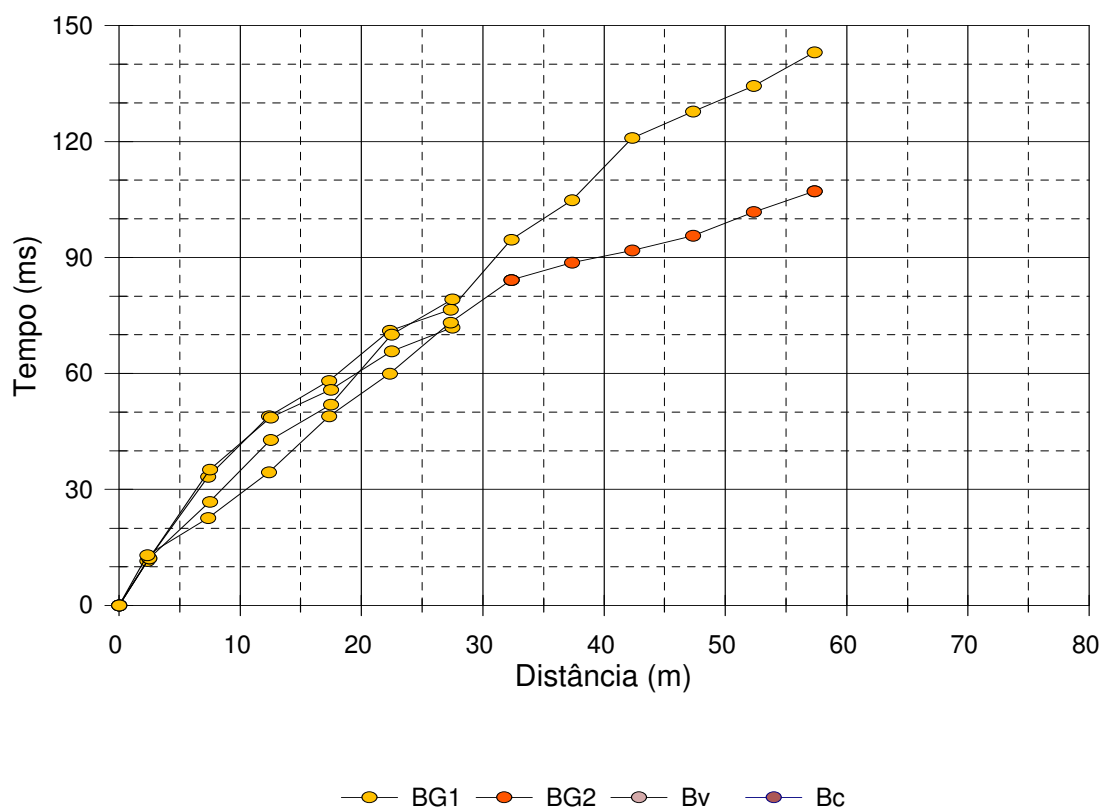
Interpretação dos perfis de refração sísmica



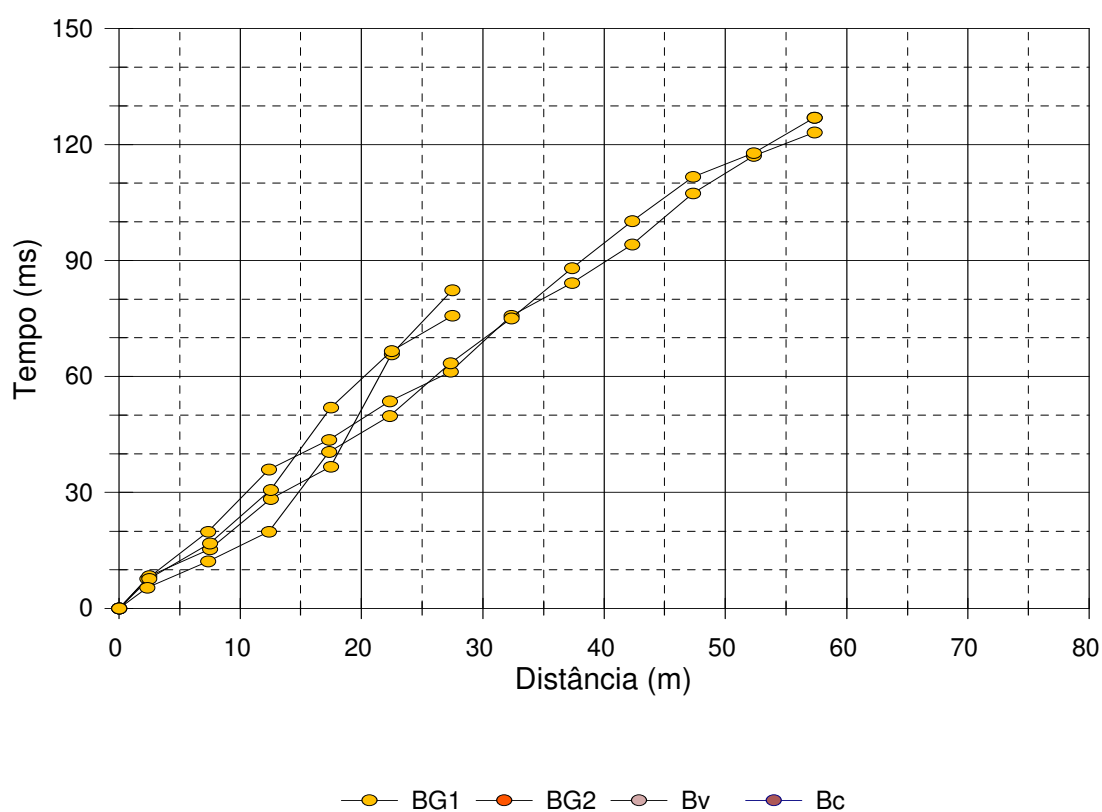
Interpretação do Perfil Sísmico PS1



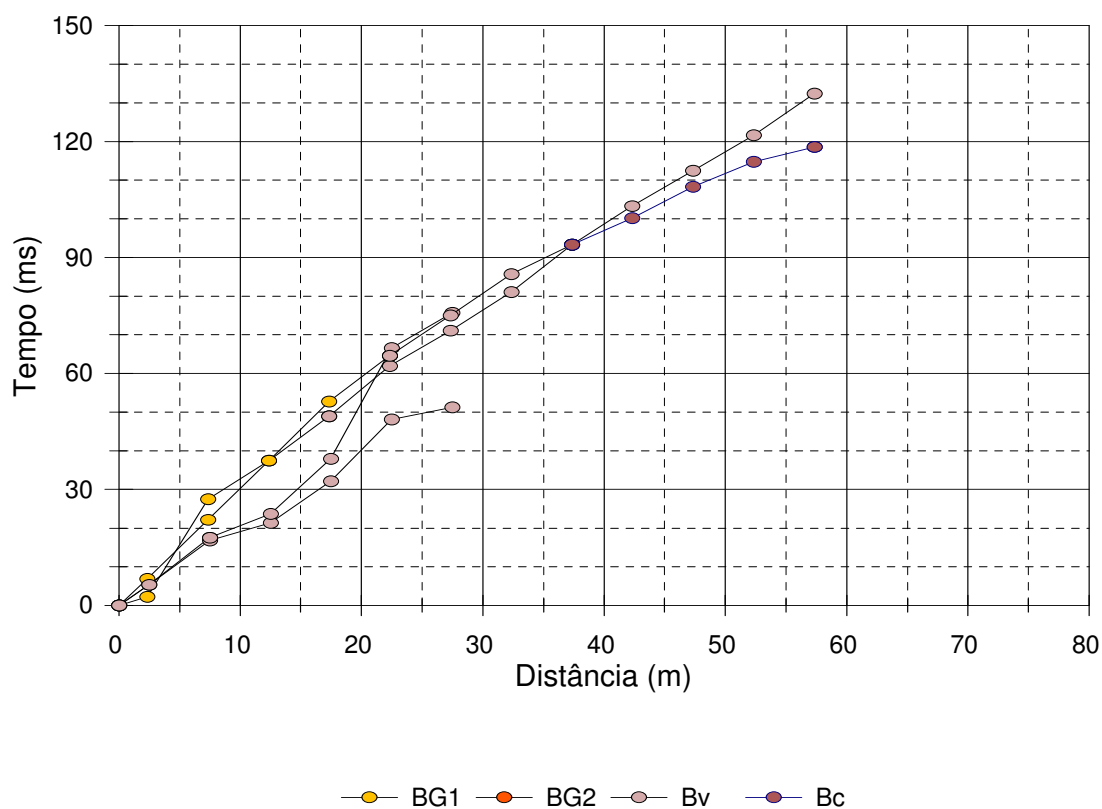
Interpretação do Perfil Sísmico PS2



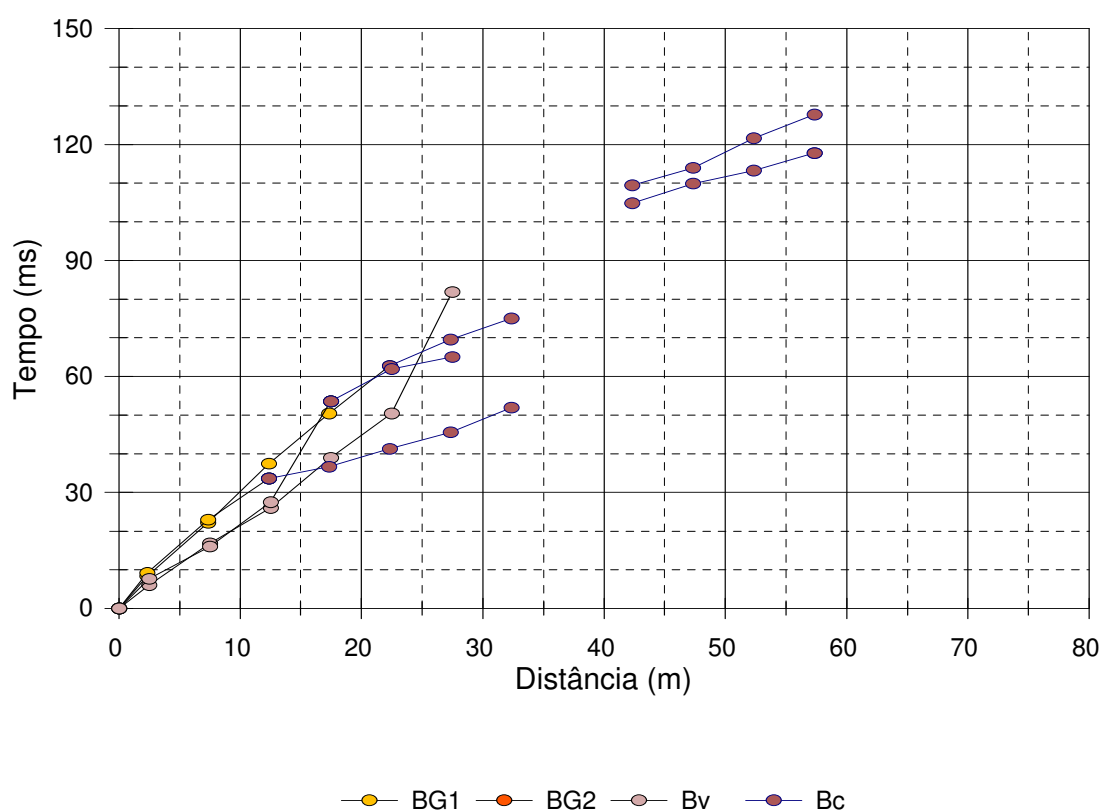
Interpretação do Perfil Sísmico PS3



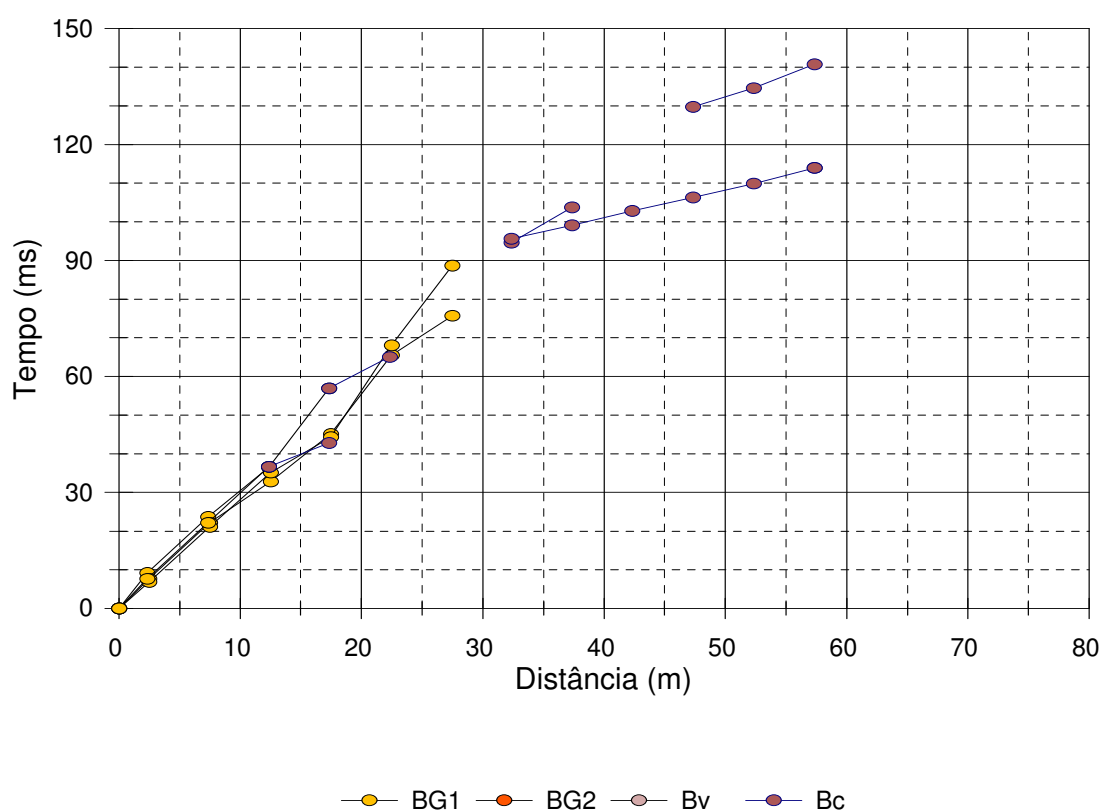
Interpretação do Perfil Sísmico PS4



Interpretação do Perfil Sísmico PS5



Interpretação do Perfil Sísmico PS6



Interpretação do Perfil Sísmico PS7

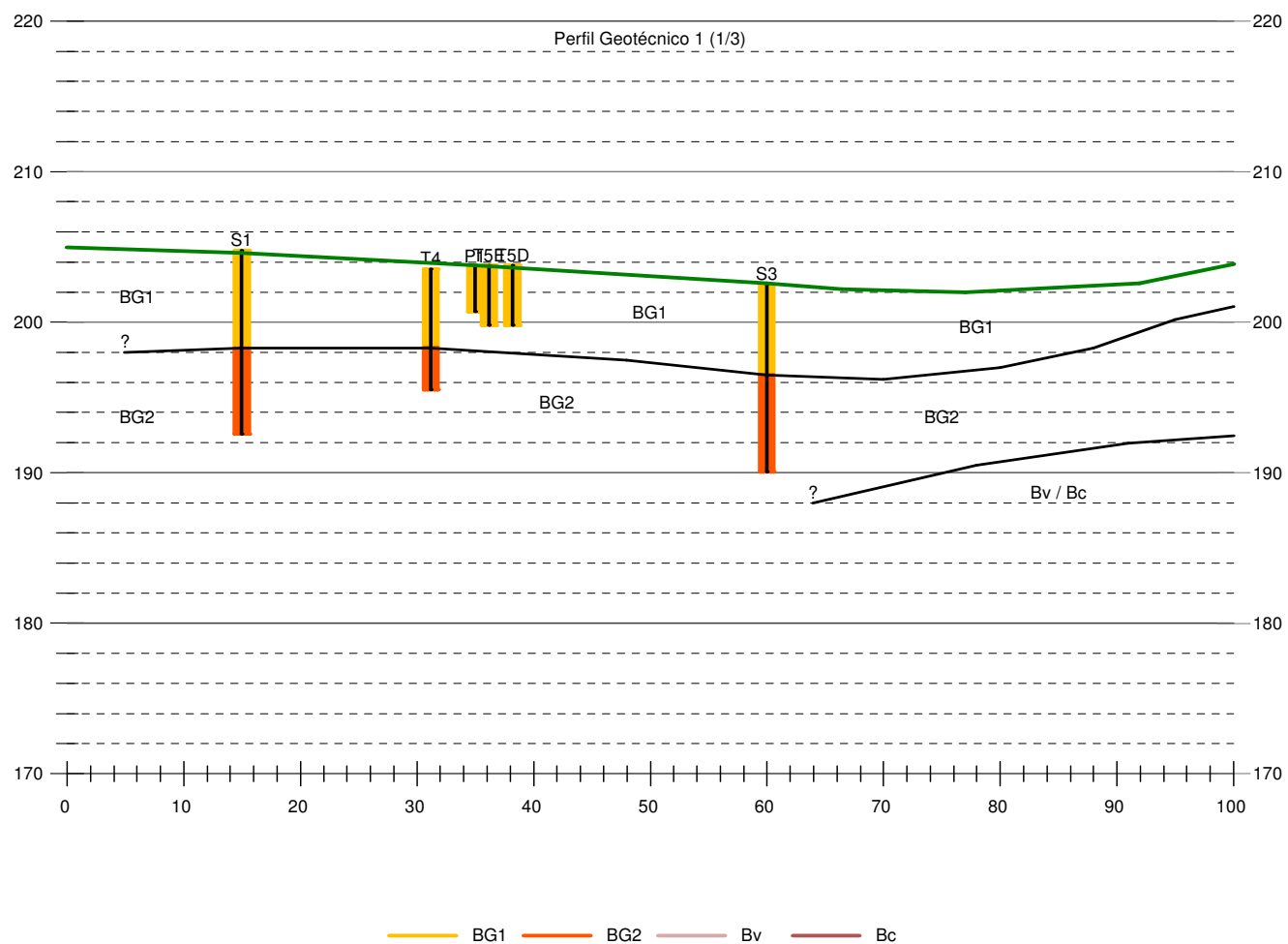


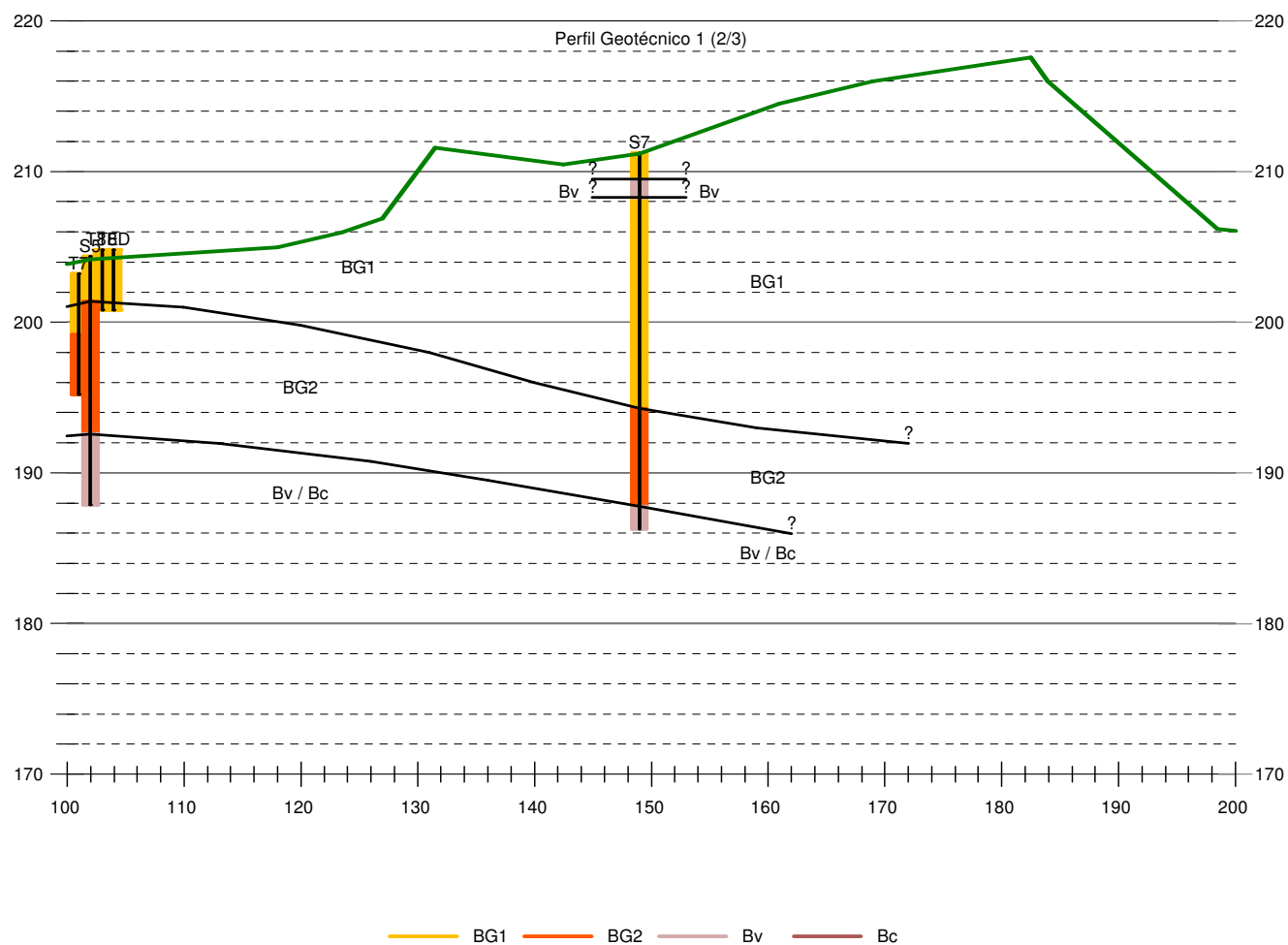
Consultores de Geotecnia, Lda

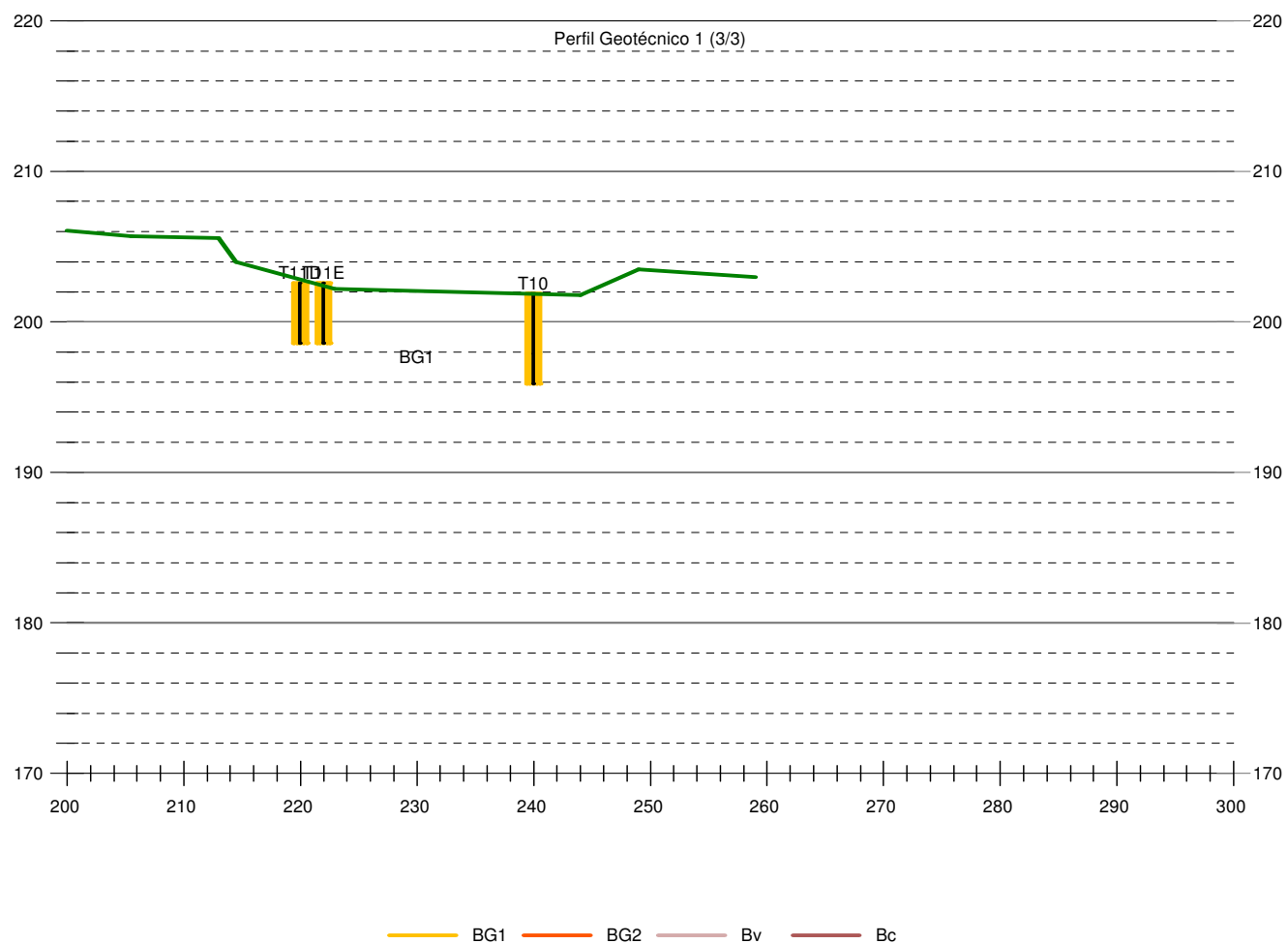


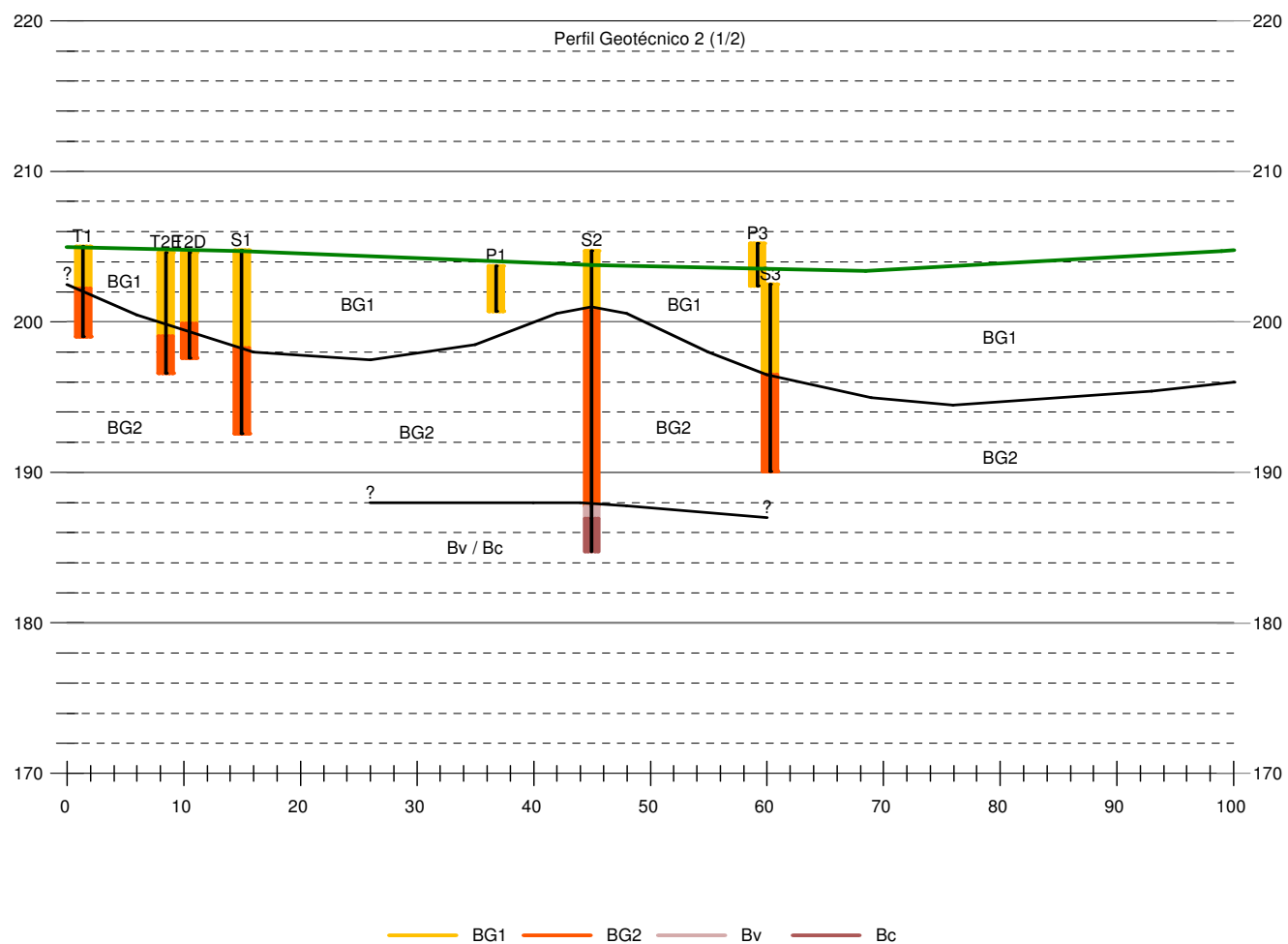
ANEXO B

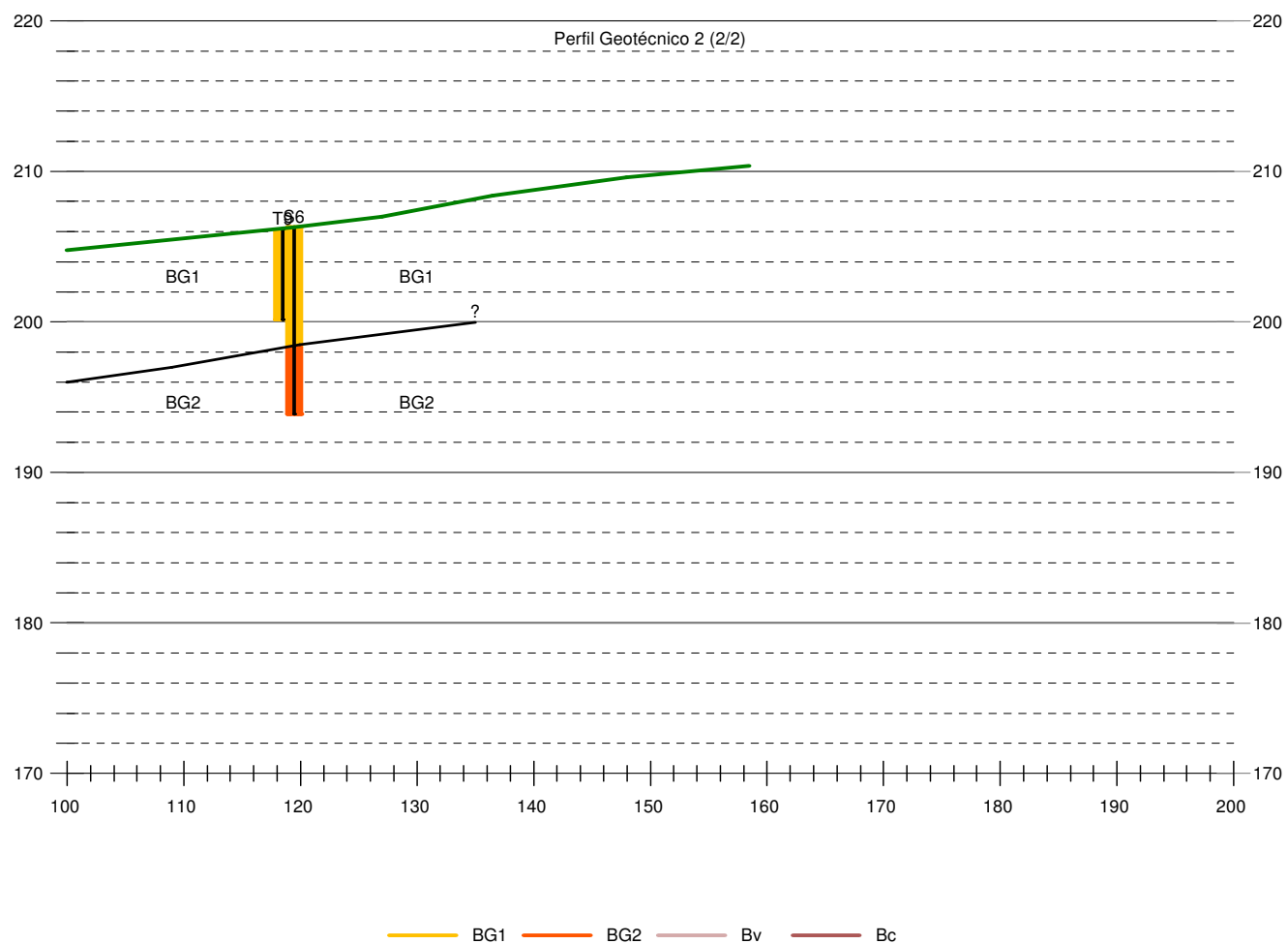
Perfis geotécnicos interpretativos

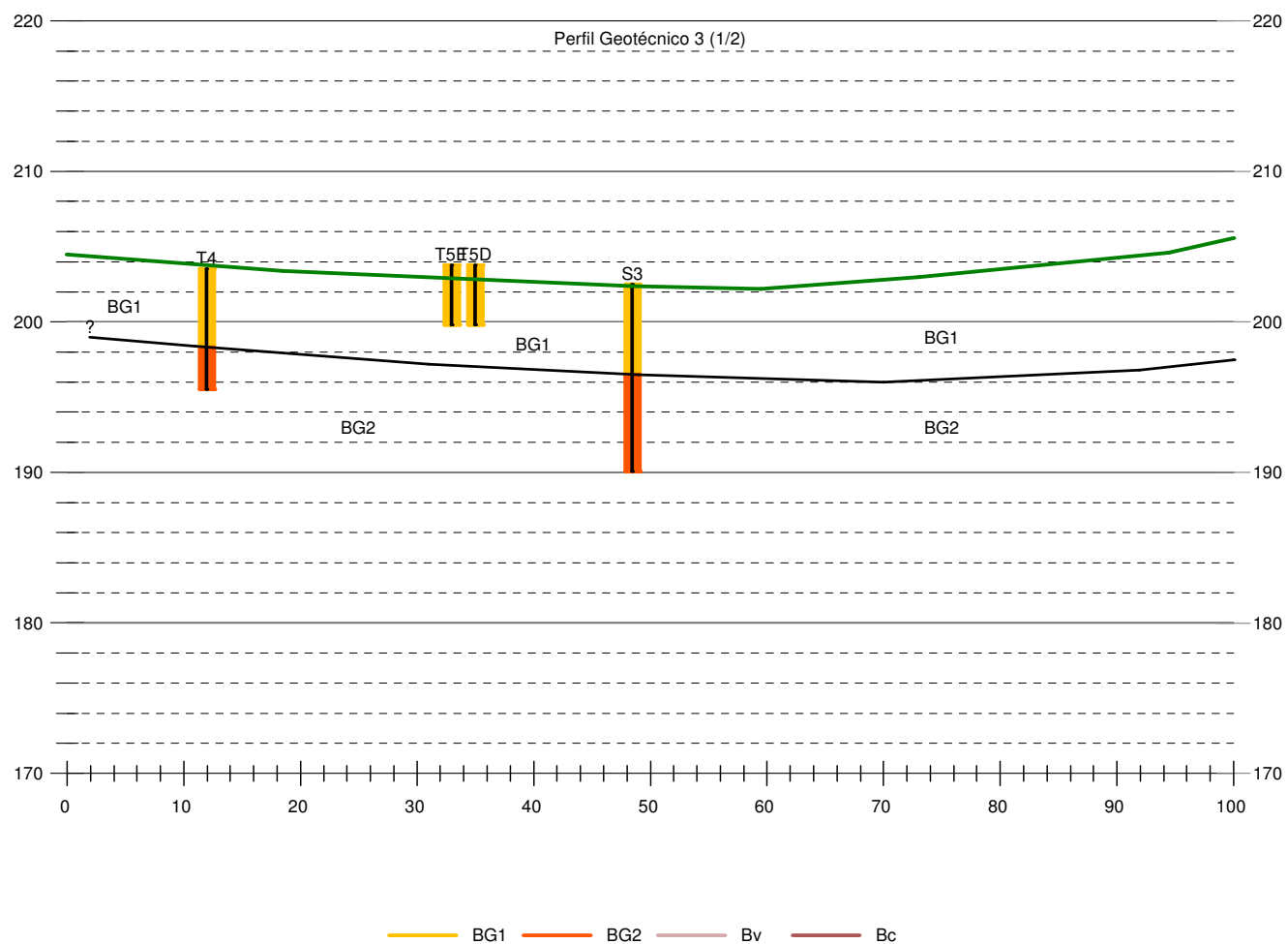


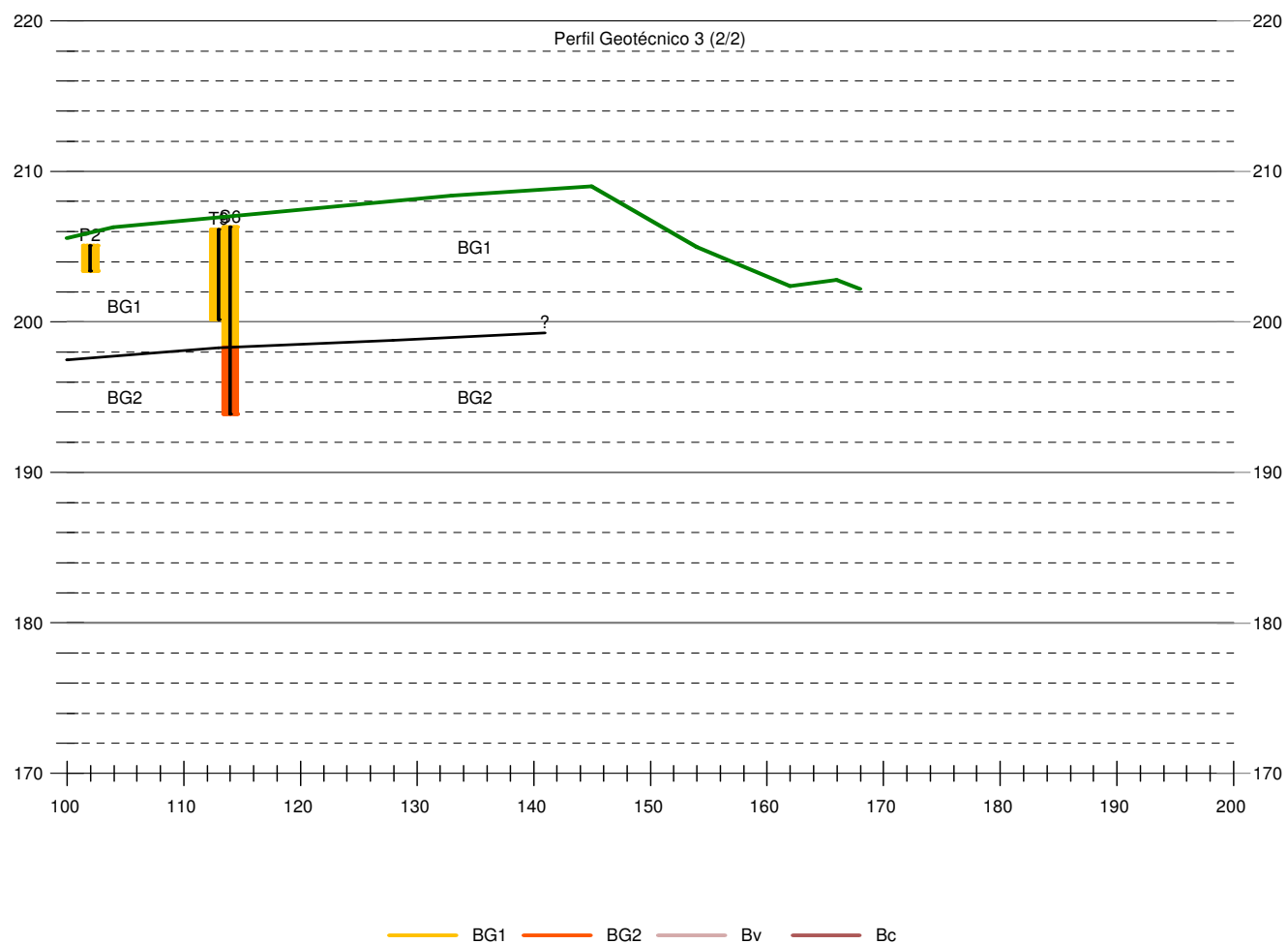


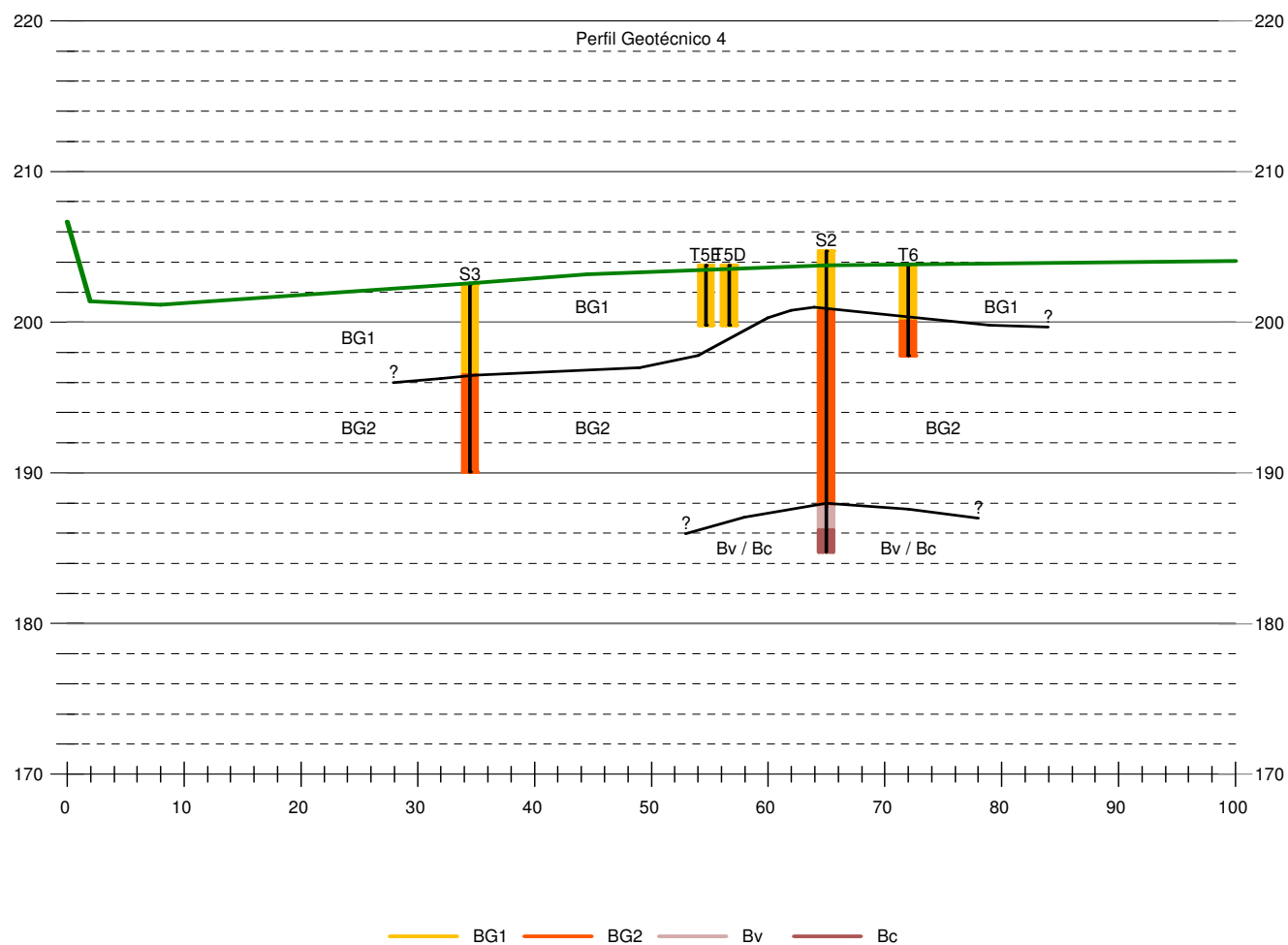


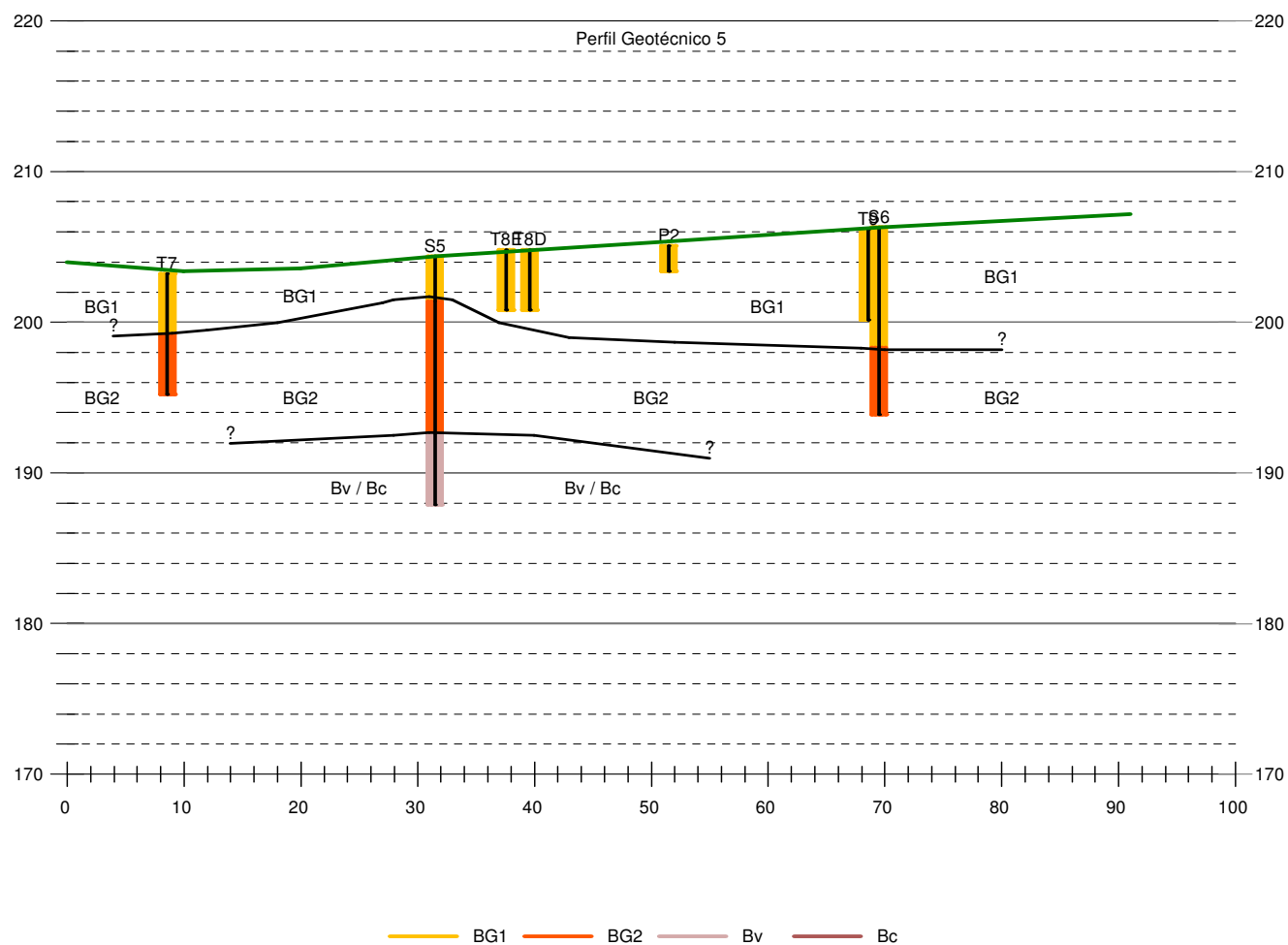


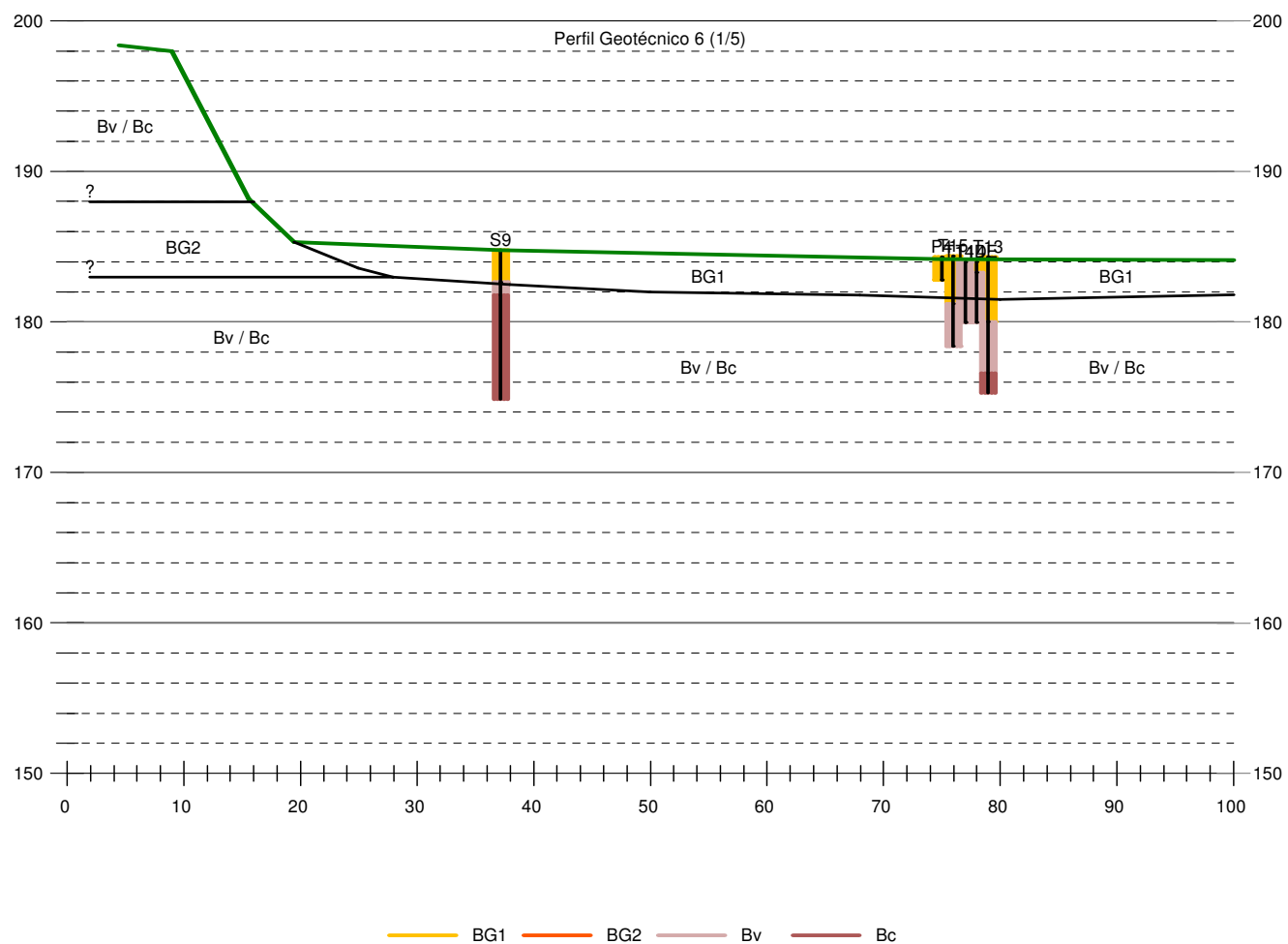


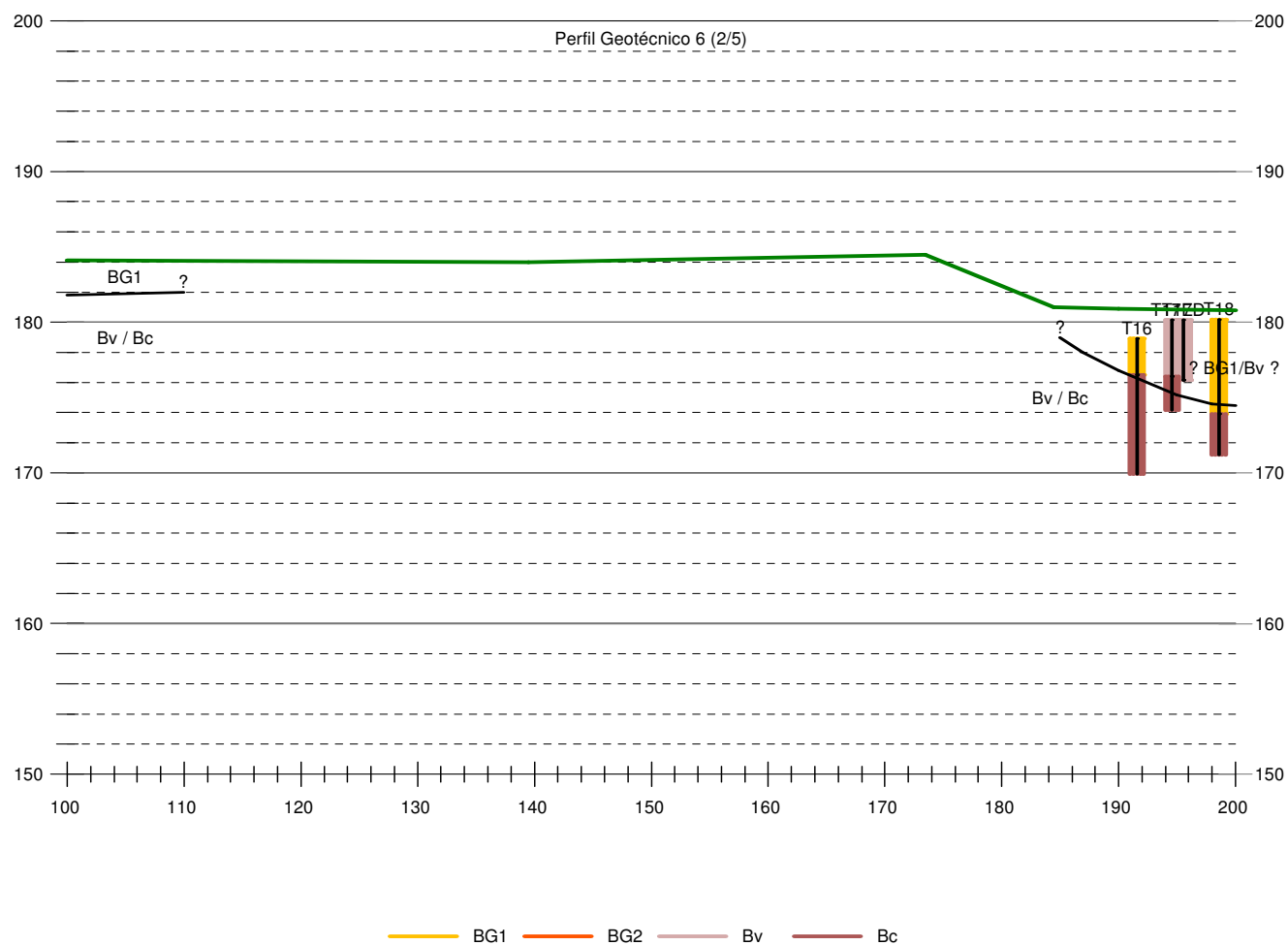


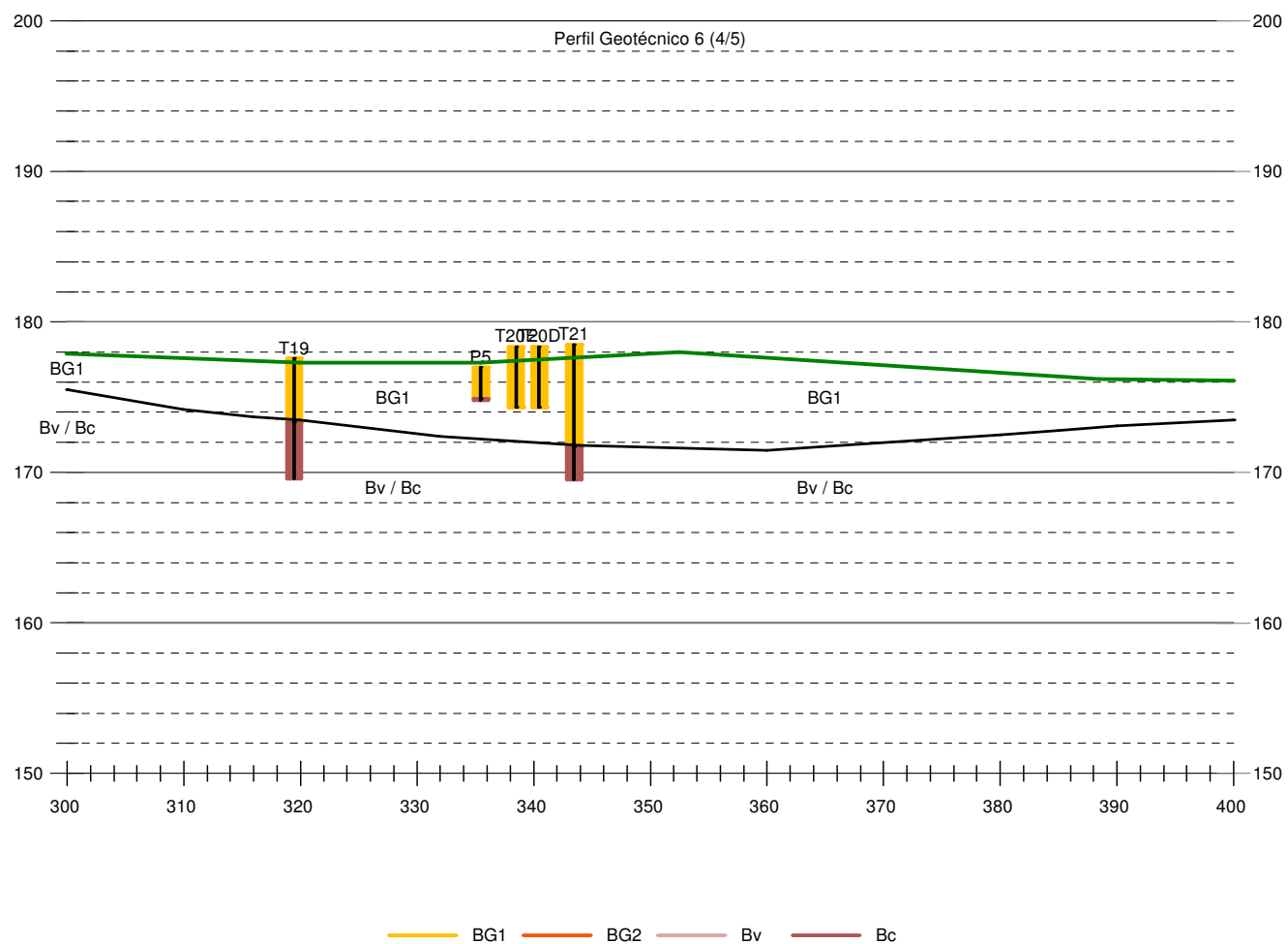


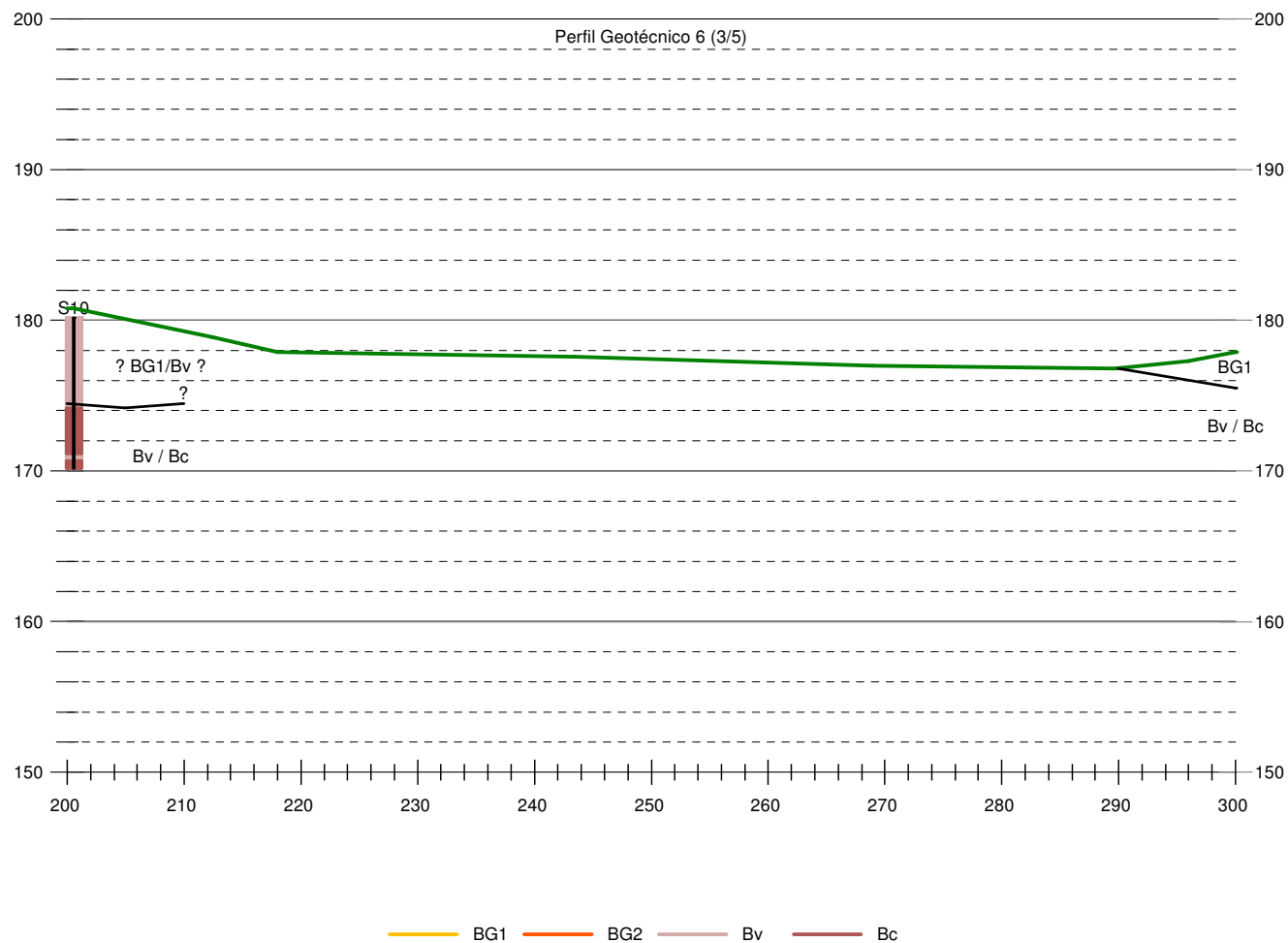


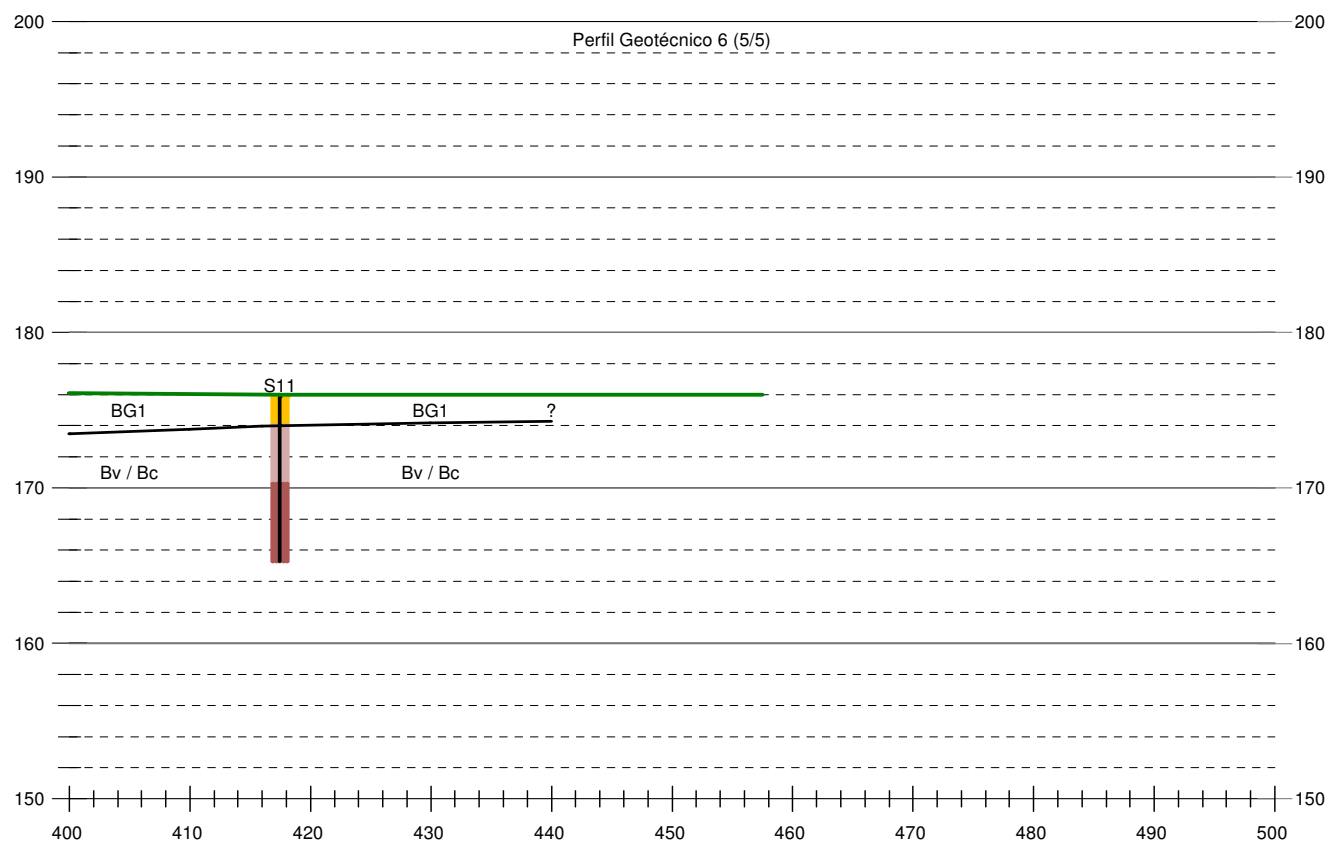












— BG1 — BG2 — Bv — Bc



Consultores de Geotecnia, Lda



ANEXO C

Caracterização do maciço rochoso

Sond.	Cota boca (m)	Material	Prof. (m)	Cota (m)	Grau Alt.	Grau Fract.	% Rec	RQD	RQD Peso	Esp. juntas Peso	Cond. juntas Peso	NF Peso	Sig c (MPa)	Sig c Peso	RMR 1989	GSI	E (MPa)
S2	204.75	BG	0	204.75					3		20	15					
S2	204.75	Bv	17.2	187.55	W4-3	F4	100	31	5	7	13	15	18	2	43	38	2097
S2	204.75	Bv	17.7	187.05	W3	F3	100	31	5	11	15	15	26	3	49	44	3689
S2	204.75	Bc	18.5	186.25	W1	F2	100	85	18	16	20	15	140	10	79	74	40314

Sond.	Cota boca (m)	Material	Prof. (m)	Cota (m)	Grau Alt.	Grau Fract.	% Rec	RQD	RQD Peso	Esp. juntas Peso	Cond. juntas Peso	NF Peso	Sig c (MPa)	Sig c Peso	RMR 1989	GSI	E (MPa)
S5	204.41	BG	0	204.41					3		20	15					
S5	204.41	Bv	11.8	192.61	W2	F4	62	38	7	7	18	15	42	4	51	46	5248
S5	204.41	Bv	13	191.41					3		20	15	ERR	ERR			
S5	204.41	Bv	15.2	189.21	W2	F5-4	100	38	7	5	18	15	42	4	50	45	4771

Sond.	Cota boca (m)	Material	Prof. (m)	Cota (m)	Grau Alt.	Grau Fract.	% Rec	RQD	RQD Peso	Esp. juntas Peso	Cond. juntas Peso	NF Peso	Sig c (MPa)	Sig c Peso	RMR 1989	GSI	E (MPa)
S7	211.28	BG	0	211.28					3		20	15					
S7	211.28	Bv	1.7	209.58	W3	F4-3	65	0	3	8	15	15	26	3	44	39	2720
S7	211.28	BG	3	208.28					3		20	15					
S7	211.28	Bv	23.5	187.78	W3	F5-4	100	0	3	5	15	15	26	3	41	36	2320
S7	211.28	Bv	24.4	186.88	W2	F4-3	100	0	3	8	18	15	42	4	48	43	4423

Sond.	Cota boca (m)	Material	Prof. (m)	Cota (m)	Grau Alt.	Grau Fract.	% Rec	RQD	RQD Peso	Esp. juntas Peso	Cond. juntas Peso	NF Peso	Sig c (MPa)	Sig c Peso	RMR 1989	GSI	E (MPa)
S9	184.78	BG	0	184.78					3		20	15					
S9	184.78	Bv	2	182.78	W2	F4	85	46	9	7	18	15	42	4	53	48	5826
S9	184.78	Bc	3	181.78	W2-1	F3	100	92	19	11	19	15	99	8	72	67	26432
S9	184.78	Bc	4.5	180.28	W2-1	F2	100	88	18	16	19	15	99	8	77	72	34819
S9	184.78	Bc	6	178.78	W2	F2	100	57	11	16	18	15	85	7	68	63	19314
S9	184.78	Bc	6.4	178.38	W2	F3	100	57	11	11	18	15	85	7	62	57	13916
S9	184.78	Bc	7.5	177.28	W2	F3	100	100	20	11	18	15	85	7	71	66	22848
S9	184.78	Bc	8	176.78	W2	F3	100	57	11	11	18	15	85	7	62	57	13916
S9	184.78	Bc	8.4	176.38	W2	F2	100	57	11	16	18	15	85	7	68	63	19314
S9	184.78	Bc	9.4	175.38	W2	F3	100	100	20	11	18	15	85	7	71	66	22848

Sond.	Cota boca (m)	Material	Prof. (m)	Cota (m)	Grau Alt.	Grau Fract.	% Rec	RQD	RQD Peso	Esp. juntas Peso	Cond. juntas Peso	NF Peso	Sig c (MPa)	Sig c Peso	RMR 1989	GSI	E (MPa)
S10	180.17	BG	0	180.17					3		20	15					
S10	180.17	Bv	0.5	179.67	W1	F3	100	77	16	11	20	15	70	6	68	63	17542
S10	180.17	Bv	2	178.17	W1	F3	92	81	17	11	20	15	70	6	69	64	18482
S10	180.17	Bc	3.5	176.67	W1	F3-2	100	85	18	12	20	15	140	10	75	70	32026
S10	180.17	Bv	5	175.17	W1	F2	100	81	17	16	20	15	70	6	74	69	25651
S10	180.17	Bc	5.7	174.47	W1	F4	100	81	17	7	20	15	140	10	69	64	22016
S10	180.17	Bc	6	174.17	W1	F2	100	100	20	16	20	15	140	10	81	76	45933
S10	180.17	Bc	7.5	172.67	W1	F3	88	88	18	11	20	15	140	10	74	69	30207
S10	180.17	Bc	8	172.17	W1	F3	96	69	14	11	20	15	140	10	70	65	23574
S10	180.17	Bv	9	171.17	W1	F4-3	88	19	3	8	20	15	70	6	52	47	7097
S10	180.17	BG	9.5	170.67					3		20	15					

Sond.	Cota boca (m)	Material	Prof. (m)	Cota (m)	Grau Alt.	Grau Fract.	% Rec	RQD	RQD Peso	Esp. juntas Peso	Cond. juntas Peso	NF Peso	Sig c (MPa)	Sig c Peso	RMR 1989	GSI	E (MPa)
S11	175.88	BG	0	175.88					3		20	15					
S11	175.88	Bv	1.8	174.08	W3-2	F5	100	38	7	5	16	15	31	3	46	41	3344
S11	175.88	Bv	2	173.88	W3-2	F4-3	100	38	7	8	16	15	31	3	50	45	4047
S11	175.88	Bc	3.3	172.58	W2-1	F4-3	100	62	13	8	19	15	99	8	62	57	15211
S11	175.88	Bc	4.6	171.28	W2-1	F4-3	100	50	10	8	19	15	99	8	60	55	13006
S11	175.88	Bc	5.6	170.28	W1	F3-2	96	85	18	12	20	15	140	10	75	70	32026
S11	175.88	Bc	7.1	168.78	W2-1	F2	100	100	20	16	19	15	99	8	78	73	38149
S11	175.88	Bc	8.6	167.28	W2-1	F3-2	100	96	20	12	19	15	99	8	74	69	30306
S11	175.88	Bc	9.9	165.98	W2-1	F2	100	100	20	16	19	15	99	8	78	73	38149

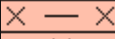
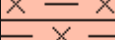
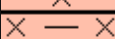
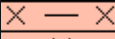
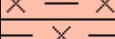
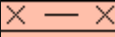
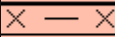
Geocontrole Geotecnia e Estruturas de Fundação SA		PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			POÇO						
		Entidade : NORMA AÇORES Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			P1						
					Processo						
					11112						
Data de Início 10/2/2012		Nível Freático		Página 1 de 1							
Data de Fim 10/2/2012				Sistema		Coordenadas		Cota		Técnico	
				M= 621800.26 P= 4182453.48		Z= 203.74		Margarida Labisa			

PROFUNDIDADE	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO	RODOV. / UNIF.	CBR (95%)	W _{opt} (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	PROFUNDIDADE					
(m)												(m)					
1	pg	X — X	Piroclasto friável escureáceo, silto-arenoso, com clastos dispersos, com diâmetro máximo de 15cm a 20cm, cor castanho escura.	(2)	56136			18.8 1.65			8	1					
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
2		— X —	Piroclasto friável, com clastos com 5-10cm de dimensão máxima, avermelhado.									2					
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
3		X — X	Piroclasto com imbricamento entre clastos, silto-arenosos, cor castanho avermelhada.	(2)	56137			17.2 1.68			7	3					
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
		X — X															
		— X —															
			3m- FIM DE POÇO														

Observações : Legenda : (2) - AMOSTRA REMEXIDA
Parque Oriente, EN 10, Bloco 4, 2695 Bobadela Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



ASPECTO DE POÇO DE RECONHECIMENTO P1

 Geocontrol Geotecnia e Estruturas de Fundação SA			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA					POÇO						
			Entidade :  NORMA AÇORES					P2						
			Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel					Processo						
								11112						
Data de Início 10/2/2012		Nível Freático						Página						
Data de Fim 10/2/2012								1 de 1						
			Sistema	Coordenadas		Cota	Técnico							
				M= 621852.26	P= 4182395.79	Z= 205.11	Margarida Labisa							
P R O F U N D I D A D E (m)	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			A M O S T R A	C L A S S I F I C A Ç Ã O	R O D O V . / U N I F .	CBR (95%)	W _{opt} (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	P R O F U N D I D A D E (m)
1	β g		Piroclasto friável basáltico, com dimensão média entre 5cm e 10cm, em matriz arenosa grosseira, cor preta.											
														
														
														
														
														
														
														
														
														
														
														
														
														
														
			Piroclastos com imbricamento entre os clastos, dimensão média entre 50cm e 70cm, em matriz arenosa, cor avermelhada.			(2) 56138			11.9 1.57			4		
														
														
														
														
2			1.7m- FIM DE POÇO											
														
														
														
														

Observações : Dificil de escavar por retroescavadora de média a baixa potência.

Legenda : (2) - AMOSTRA REMEXIDA

Parque Oriente, EN 10, Bloco 4, 2695 Bobadela Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



ASPECTO DE POÇO DE RECONHECIMENTO P2

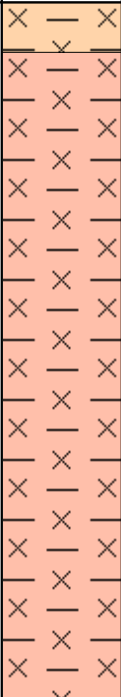
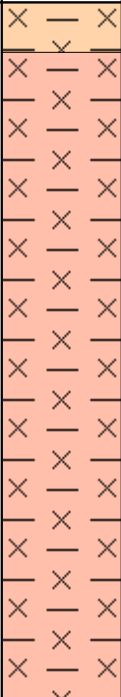
 Geocontrol Geotecnia e Estruturas de Fundação SA		PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			POÇO	
		Entidade :  NORMA AÇORES Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			P3	
					Processo	
					11112	
Data de Início 10/2/2012		Nível Freático		Página 1 de 1		
Data de Fim 10/2/2012				Técnico Margarida Labisa		
		Sistema		Coordenadas		Cota
				M= 621911.707 P= 4182148.24		Z= 205.23

PROFUNDIDADE (m)	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO	RODOV. / UNIF.	CBR (95%)	W _{opt} (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	PROFUNDIDADE (m)
1	β 9	# #	Areia siltosa com raízes, preta.									1
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
2	β 9	X — X	Piroclasto escureáceo, friável e poroso, com blocos 'soldados' e dimensão média entre 30 e 70cm, avermelhado.	(2)							2	
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
3		X — X	Piroclasto escureáceo, friável e poroso, de dimensão média entre 15cm a 20cm, em matriz silto-arenosa, cor preta.	56139				16.3 1.70				3
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X	2.8m- FIM DE POÇO									
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										
		X — X										
		— X —										

Observações : Legenda : (2) - AMOSTRA REMEXIDA
Parque Oriente, EN 10, Bloco 4, 2695 Bobadela Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



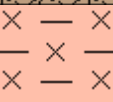
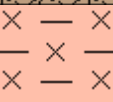
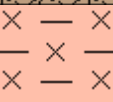
ASPECTO DE POÇO DE RECONHECIMENTO P3

 Geocontrol Geotecnia e Estruturas de Fundação SA			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA					POÇO						
			Entidade :  NORMA AÇORES					P4						
Data de Início 10/2/2012			Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel					Processo						
								11112						
Data de Fim 10/2/2012								Página						
								1 de 1						
Nivel Freático			Sistema		Coordenadas		Cota		Técnico					
					M= 622003.81 P= 4182059.65		Z= 178.74		Margarida Labisa					
PROFUNDIDADE (m)	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO	RODÓV. / UNIF.	CBR (95%)	Wopt (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	PROFUNDIDADE (m)
1			Areia siltosa com calhau de basalto e raízes.											1
2			Areia siltosa basáltica com fragmentos de basalto escureáceo, de calibre variável, castanho.											2
			1.4m- FIM DE POÇO											

Observações : A 1,14m de profundidade ocorre basalto compacto.



ASPECTO DE POÇO DE RECONHECIMENTO P4

 Geocontrol Geotecnia e Estruturas de Fundação SA			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA						POÇO																																																																																		
			Entidade : NORMA AÇORES						P5																																																																																		
Data de Início 10/2/2012			Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel						Processo																																																																																		
Data de Fim 10/2/2012									Técnico																																																																																		
			Sistema		Coordenadas		Cota		Margarida Labisa																																																																																		
					M= 622093.281 P= 4181970.45		Z= 175.44		Página 1 de 1																																																																																		
<table><tr><td>P R O F U N D I D A D E</td><td>E S T R A T I G R A F I A</td><td>SIMBOLOGIA</td><td>DESCRIÇÃO LITOLÓGICA</td><td>A M O S T R A</td><td>C L A S S I F I C A C Ã O</td><td>R O D O V . / U N I F .</td><td>CBR (95%)</td><td>W_{opt} (%) γ_{dm} (g/cm³)</td><td>W (%) γ_d (g/cm³)</td><td>LL LP IP (%)</td><td>% < 0.074mm</td><td>P R O F U N D I D A D E</td></tr><tr><td>(m)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>(m)</td></tr><tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">A t</td><td rowspan="3"></td><td>Silte arenoso castanho.</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">1</td></tr><tr><td>Silte arenoso com blocos de basalto e restos de bagacinas.</td></tr><tr><td>Areia siltosa basálticas, com calhaus e blocos de basalto, castanho acinzentada.</td></tr><tr><td>2</td><td>β_g</td><td></td><td>Piroclasto escureáceo, silto-arenoso, cor castanho avermelhada.</td><td>(2) 56140</td><td></td><td></td><td></td><td>12.6 1.92</td><td></td><td></td><td>4</td><td>2</td></tr><tr><td></td><td>β</td><td></td><td>Basalto compacto. Esgotou a capacidade do equipamento.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>2.2m- FIM DE POÇO</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>												P R O F U N D I D A D E	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A M O S T R A	C L A S S I F I C A C Ã O	R O D O V . / U N I F .	CBR (95%)	W _{opt} (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	P R O F U N D I D A D E	(m)												(m)	1	A t		Silte arenoso castanho.									1	Silte arenoso com blocos de basalto e restos de bagacinas.	Areia siltosa basálticas, com calhaus e blocos de basalto, castanho acinzentada.	2	β _g		Piroclasto escureáceo, silto-arenoso, cor castanho avermelhada.	(2) 56140				12.6 1.92			4	2		β		Basalto compacto. Esgotou a capacidade do equipamento.													2.2m- FIM DE POÇO									
P R O F U N D I D A D E	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A M O S T R A	C L A S S I F I C A C Ã O	R O D O V . / U N I F .	CBR (95%)	W _{opt} (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	P R O F U N D I D A D E																																																																															
(m)												(m)																																																																															
1	A t		Silte arenoso castanho.									1																																																																															
			Silte arenoso com blocos de basalto e restos de bagacinas.																																																																																								
			Areia siltosa basálticas, com calhaus e blocos de basalto, castanho acinzentada.																																																																																								
2	β _g		Piroclasto escureáceo, silto-arenoso, cor castanho avermelhada.	(2) 56140				12.6 1.92			4	2																																																																															
	β		Basalto compacto. Esgotou a capacidade do equipamento.																																																																																								
			2.2m- FIM DE POÇO																																																																																								

Observações :
Legenda : (2) - AMOSTRA REMEXIDA
Parque Oriente, EN 10, Bloco 4, 2695 Bobadela Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt
Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



ASPECTO DE POÇO DE RECONHECIMENTO P5

Geocontrole Geotecnia e Estruturas de Fundação SA		PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			POÇO	
		Entidade : NORMA AÇORES Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			P6	
					Processo	
					11112	
Data de Início 10/2/2012		Nível Freático		Página 1 de 1		
Data de Fim 10/2/2012				Técnico Margarida Labisa		
		Sistema		Coordenadas		Cota
				M= 622049.67 P= 4181853.28		Z= 187.37

PROFUNDIDADE (m)	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	AMOSTRA	CLASSIFICAÇÃO	RODOV. / UNIF.	CBR (95%)	W _{opt} (%) γ _{dm} (g/cm³)	W (%) γ _d (g/cm³)	LL LP IP (%)	% < 0.074mm	PROFUNDIDADE (m)
1	At		Areia siltosa com pequenos seixos de escóreas basálticas, castanho avermelhada.									1
			Areão grosseiro e siltoso, com calhau de basalto de dimensão média entre 10cm e 1,0m.									
2			Areão grosseiro e siltoso com calhau de basalto de calibre variável, cinzento escuro.									
3			3m- FIM DE POÇO									3

Observações :
Parque Oriente, EN 10, Bloco 4, 2695 Bobadela Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



ASPECTO DE POÇO DE RECONHECIMENTO P6

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
Entidade : 			S1			Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página			
1 de 2			Técnico			Margarida Labisa			
Data de Início 2/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621802.822 P= 4182482.672		Cota Z= 204.78	
Data de Fim 2/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°					

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM)	FRATURAÇÃO (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
						W5 W4 W3 W2	F5 F4 F3 F2	20 40 60 80	10 20 30 40 50		
1				X	Silte arenoso com seixo e matéria vegetal.						1
2		1.50		X	Piroclasto grosseiro, da dimensão média de 2cm a 10cm, friável e escurecido, medianamente compacto, com blocos de dimensão máxima de 20cm, cinzento escuro.				14 29		2
3		3.00		X		W3	F4		4 10		3
4	86mm	4.50		X					4 11		4
5		6.00	89	X	Depósito de piroclasto de dimensão do areão grosseiro, muito solto a medianamente compacto, friável e sem coesão, cinzento escuro a preto.				4 6		5
6		7.50		X					10 23		6
7		9.00		X					13 16		7
8				X							8
9				X							9
10				X							10

Observações : Furação sem retorno.
Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

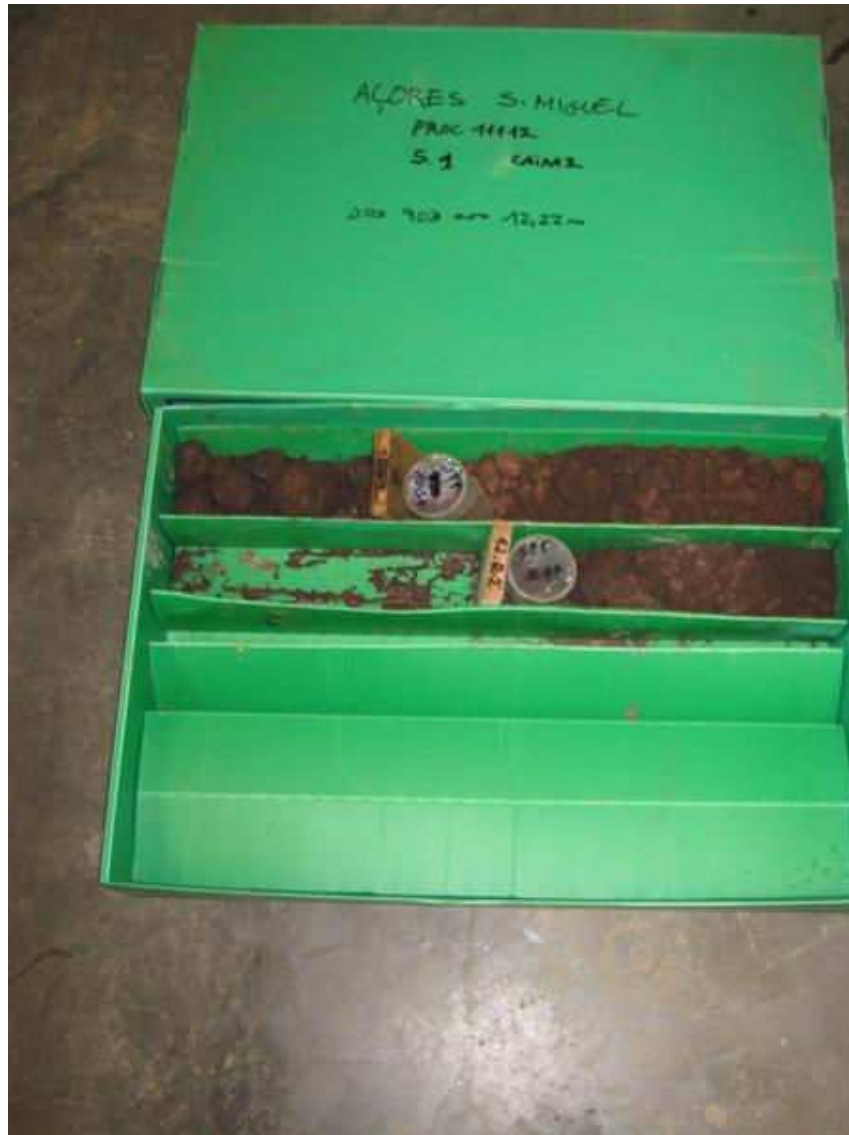
				PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA				SONDAGEM			
Entidade : 				S1				Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel				11112				Página			
2 de 2				Técnico				Margarida Labisa			
Data de Início 2/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621802.822 P= 4182482.672		Cota Z= 204.78			
Data de Fim 2/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°							
P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	S I M B O L O G I A	D E S C R I Ç Ã O L I T O L Ó G I C A	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)	F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)	% R.E.C.U.P.	S.P.T.	E N S A I O S	P R O F U N D I D A D E (m)
8	6	10.50		X — X	Depósito de piroclasto de dimensão do areão grosseiro, muito solto a medianamente compacto, friável e sem coesão, cinzento escuro a preto.				1ª Fase		
11	Rotação		β 9	X — X					2ª Fase		
12		12.00		X — X	Piroclasto predominantemente fino, com diâmetro abaixo de 2mm, rijo, castanho escuro.				nº de Pancadas (Nspt)		
12		12.22		X — X					60		
13					12.22m- Fim de Sondagem				47		
14									60		
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Observações : **Furação sem retorno.**

Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 (Caixa 1 de 2)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S1 (Caixa 2 de 2)

Geocontrol Geotecnia e Estruturas de Fundação SA			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM	
			Entidade : NORMA AÇORES Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			S2	
Processo							
11112							
Página							
1 de 2		Técnico					
Margarida Labisa							

Data de Início	Equipamento		Sistema	Coordenadas	Cota	
2/2/2012	Geo-012 Mustang - A32CBD			M= 621823.000 P= 4182460.000	Z= 204.75	
Data de Fim	Nível Freático	Inclinação				
3/2/2012		90°				

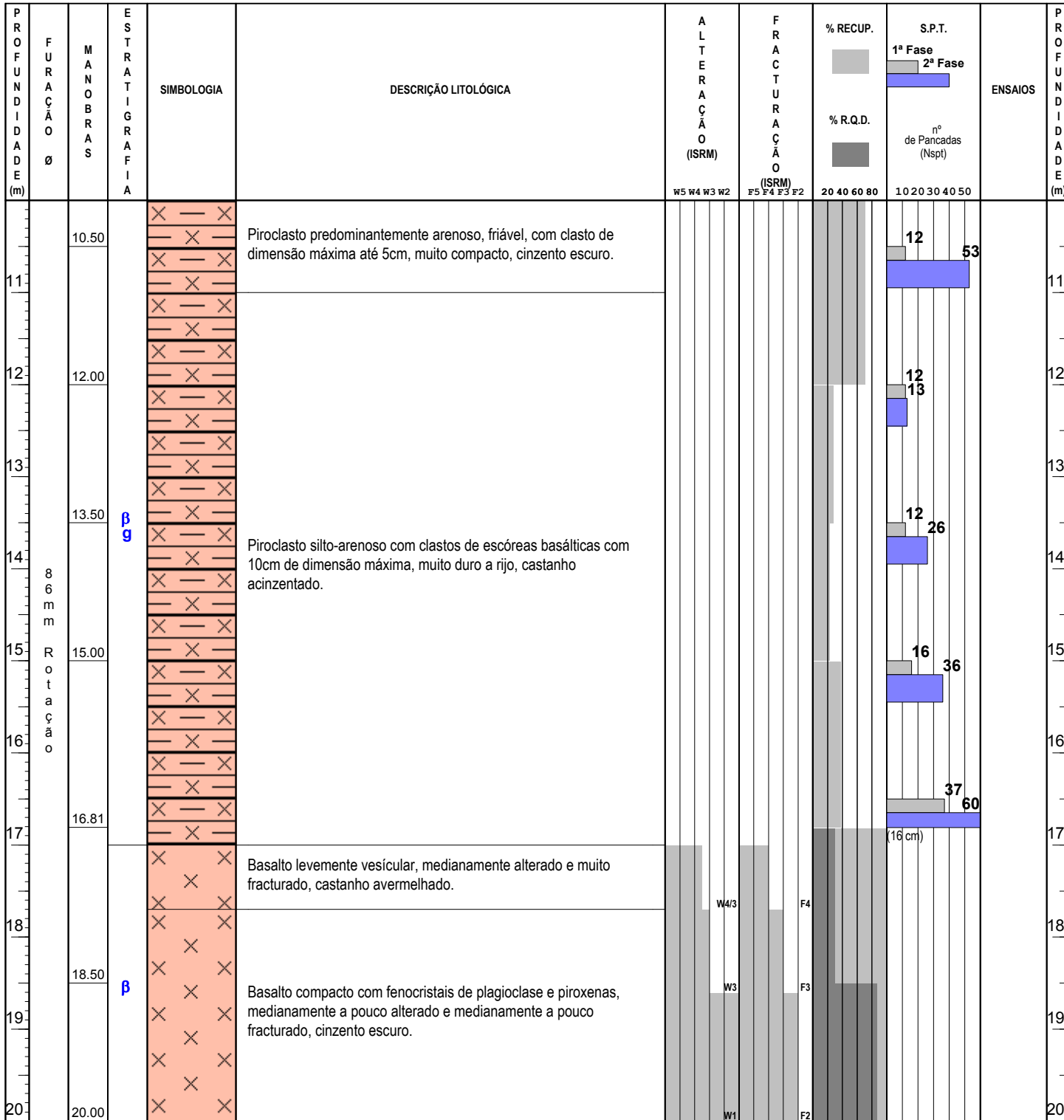
PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM)	FRATURAÇÃO (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
						W5 W4 W3 W2	F5 F4 F3 F2	20 40 60 80	10 20 30 40 50		
1		1.50		X — X							1
2				X — X	Piroclasto predominantemente arenoso, com clastos até 10cm de dimensão máxima, características de solo friável, compactidade solta a mediana, preto.				7 17		2
3		3.00		X — X					2 7		3
4				X — X							4
5	86mm	4.50		X — X					4 11		5
6		6.00		X — X	Piroclasto predominantemente silto-arenoso, com clasto até 5cm de dimensão máxima, consistência dura e muito dura, castanho avermelhado.				7 18		6
7				X — X							7
8		7.50		X — X					1ª Fase (6 cm)	60	8
9		9.00		X — X	Piroclasto predominantemente arenoso, friável, com clasto de dimensão máxima até 5cm, muito compacto, cinzento escuro.				28 60		9
10				X — X					(30 cm)		10

Observações :
 Furação sem retorno.

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal
 Tel.: (+351) 219958000
 Fax: (+351) 219958001
 Móvel: (+351) 963035577
 E-mail: mail@geocontrol.pt

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM	
Entidade : 			S2			Processo	
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página	
2 de 2			Técnico			Margarida Labisa	
Data de Início 2/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621823.000 P= 4182460.000	
Data de Fim 3/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°		Cota Z= 204.75	



20m- Fim de Sondagem

Observações : Furação sem retorno.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 (Caixa 1 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 (Caixa 2 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 (Caixa 3 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S2 (Caixa 4 de 4)

Geocontrol Geotecnia e Estruturas de Fundação SA			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
			Entidade : NORMA AÇORES Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			S3			
Data de Início 3/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Processo 11112			Página 1 de 2		
Data de Fim 4/2/2012		Nível Freático		Inclinação 90°		Sistema		Coordenadas	
						Cota Z= 202.52		Técnico Margarida Labisa	
				M= 621811.736 P= 4182431.699					

P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)				F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)				% RECUP.				S.P.T.				ENSAIOS	P R O F U N D I D A D E (m)			
						W5	W4	W3	W2	F5	F4	F3	F2	20	40	60	80	1ª Fase		2ª Fase				nº de Pancadas (Nspt)		
																		10	20	30	40				50	
1	86mm Rotação	1.50	Bg		Piroclasto de natureza basáltica, arenoso grosseiro, com clastos de dimensão máxima de 1cm a 7cm, solto e friável, de cor negra.																					
2		1.95																								
3		3.00			Piroclasto silto-arenoso, friável com clastos de dimensão máxima de 1cm a 10cm, soltos a medianamente compactos, castanho avermelhados.																					
		3.45																								
4																										
		4.50			Piroclasto silto-arenoso, friável com clastos de dimensão máxima de 1cm a 10cm, soltos a medianamente compactos, castanho avermelhados.																					
5		4.95																								
6		6.00			Depósito de piroclasto essencialmente arenoso, solto a medianamente compacto, com clasto de dimensão máxima entre 1cm e 15cm, de cor negra.																					
		6.45																								
7																										
	7.50		Depósito de piroclasto essencialmente arenoso, solto a medianamente compacto, com clasto de dimensão máxima entre 1cm e 15cm, de cor negra.																							
8	7.95																									
9	9.00																									
	9.45																									
10																										

Observações :
Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

 Geocontrole Geotecnia e Estruturas de Fundação SA				PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA				SONDAGEM			
Entidade : 				S3				Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel				11112				Página			
2 de 2				Técnico				Margarida Labisa			
Data de Início 3/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621811.736 P= 4182431.699		Cota Z= 202.52			
Data de Fim 4/2/2012		Nível Freático		Inclinação 90°							
P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	S I M B O L O G I A	D E S C R I Ç Ã O L I T O L Ó G I C A	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)	F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	E N S A I O S	P R O F U N D I D A D E (m)
11	8 6 m	10.50	10.95	β 9	Depósito de piroclasto essencialmente arenoso, solto a medianamente compacto, com clasto de dimensão máxima entre 1cm e 15cm, de cor negra.				12	43	11
					Piroclasto silto-arenoso, medianamente compacto, com clastos de dimensão máxima de 15cm, acastanhados.				15	22	
12	12.00										12
	12.45										
13					12.45m- Fim de Sondagem						13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações :
Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrole.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrole.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 (Caixa 1 de 2)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S3 (Caixa 2 de 2)

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
Entidade : 			S5			Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página			
1 de 2			Técnico			Margarida Labisa			
Data de Início 6/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621835.618 P= 4182384.408		Cota Z= 204.41	
Data de Fim 7/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°					

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRA	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM)	FRATURAÇÃO (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
						W5 W4 W3 W2	F5 F4 F3 F2	% R.Q.D.	1ª Fase 2ª Fase	nº de Pancadas (Nspt)	
1		1.50		X — X	Piroclasto friável silto-arenoso, com clasto de dimensão média inferior a 5cm, medianamente compacto, cinzento escuro a preto.					3 11	1
2				X — X							2
3		3.00		X — X						2 8	3
4				X — X							4
5	86 mm	4.50		X — X						5 11	5
6		6.00	89	X — X						10 14	6
7				X — X	Piroclasto arenoso, friável e solto a medianamente compacto, com poucos fragmentos de escória com 5-10cm de diâmetro máximo, castanho amarelado.						7
8		7.50		X — X						5 13	8
9				X — X							9
10		9.00		X — X						5 20	10

Observações : Furação sem retorno.
Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
Entidade : 			S5			Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página			
2 de 2			Técnico			Margarida Labisa			
Data de Início 6/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621835.618 P= 4182384.408		Cota Z= 204.41	
Data de Fim 7/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°					

P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)				F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)				% RECUP.				S.P.T.					ENSAIOS	P R O F U N D I D A D E (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
						W5	W4	W3	W2	F5	F4	F3	F2	20	40	60	80	1º Fase		2º Fase					nº de Pancadas (Nspt)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Observações : Furação sem retorno.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 (Caixa 1 de 3)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 (Caixa 2 de 3)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S5 (Caixa 3 de 3)

Entidade :



Obra :

Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel

Data de Início

4/2/2012

Equipamento

Geo-012 Mustang - A32CBD

Data de Fim

6/2/2012

Nivel Freático

Inclinação

90°

Sistema

Coordenadas

M= 621869.546

P= 4182401.532

Cota

Z= 206.33

Técnico

Margarida Labisa

P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)	F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)	% RECUP.	% R.Q.D.	S.P.T. 1ª Fase 2ª Fase nº de Pancadas (Nspt)	ENSAIOS	P R O F U N D I D A D E (m)
1		1.50		X — X								1
2				X — X								2
3		3.00		X — X								3
4				X — X	Piroclastos essencialmente arenosos, com comportamento friável e solto, com clastos de basalto escurecido de dimensão máxima de 7cm, cor preta.							4
5	86 mm	4.50		X — X								5
6		6.00		X — X								6
7				X — X								7
8		7.50		X — X								8
9				X — X	Piroclasto silto-arenoso, medianamente compacto, castanho avermelhado.							9
10		9.00		X — X	Piroclasto da dimensão do areão, solto a medianamente compacto, com clasto de dimensão máxima de 10-15cm, cor preta.							10

 Observações : **Furação sem retorno.**

				PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA				SONDAGEM			
Data de Início 4/2/2012				Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD				Entidade : 			
Data de Fim 6/2/2012				Sistema				Coordenadas M= 621869.546 P= 4182401.532			
Nivel Freático				Inclinação 90°				Cota Z= 206.33			
Técnico Margarida Labisa				Processo 11112				Página 2 de 2			
P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)	F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	P R O F U N D I D A D E (m)
11	86 mm	10.50		X — X	Piroclasto da dimensão do areão, solto a medianamente compacto, com clasto de dimensão máxima de 10-15cm, cor preta.				1ª Fase		11
				— X —				% R.Q.D.	2ª Fase		
				X — X					nº de Pancadas (Nspt)		
12		12.00		— X —							12
				X — X							
		12.45		— X —	12.45m- Fim de Sondagem						
13											13
14											14
15											15
16											16
17											17
18											18
19											19
20											20

Observações : Furação sem retorno.

Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S6 (Caixa 1 de 1)

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM		
Entidade : 			S7			Processo		
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página		
13/2/2012			Equipamento			1 de 3		
16/2/2012			Geo-012 Mustang - A32CBD			Técnico		
Data de Fim			Nivel Freático			Inclinação		
16/2/2012			90°			Sistema		
16/2/2012			90°			Coordenadas		
16/2/2012			90°			Cota		
16/2/2012			90°			Z= 211.28		
16/2/2012			90°			Técnico		
16/2/2012			90°			Margarida Labisa		

PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM)	FRATURAÇÃO (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
						W5 W4 W3 W2	F5 F4 F3 F2	% R.Q.D.	1ª Fase 2ª Fase	nº de Pancadas (Nspt)	
1		1.50	βk	X — X	Areia siltosa basáltica com seixo e calhau de basalto escureáceo e vacuolar, muito compacta, castanho acinzentada.						1
2		3.00		X — X	Basalto vesicular e escureáceo, muito a medianamente fracturado e friável, castanho acinzentado.						2
3		4.50		X — X							3
4	86 mm	6.00		X — X							4
5	86 mm	7.50		X — X							5
6	86 mm	9.00	βg	X — X	Piroclastos predominantemente silto-arenosos, friáveis, com clastos maiores de dimensão entre 5cm e 15cm, solto, castanho avermelhado.						6
7				X — X							7
8				X — X							8
9				X — X							9
10				X — X							10

Observações : Furação sem retorno.
Legenda : (1) - Amostra Intacta
Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM	
Entidade : 			S7			Processo	
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página	
2 de 3			Técnico			Margarida Labisa	
Data de Início 13/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621852.290 P= 4182351.377	
Data de Fim 16/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°		Cota Z= 211.28	

P R O F U N D I D A D E (m)	F U R A Ç Ã O Ø	M A N O B R A S	E S T R A T I G R A F I A	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	A L T E R A Ç Ã O (ISRM)	F R A C T U R A Ç Ã O (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	P R O F U N D I D A D E (m)
						W5 W4 W3 W2	F5 F4 F3 F2	20 40 60 80	10 20 30 40 50		
11		10.50		X — X							11
				— X —							
				X — X							
				— X —							
12		12.00		X — X							12
				— X —							
				X — X							
				— X —							
13		13.50		X — X							13
				— X —							
				X — X							
				— X —							
14		15.00		X — X							14
				— X —							
				X — X							
				— X —							
15		16.50		X — X							15
				— X —							
				X — X							
				— X —							
16		18.00		X — X							16
				— X —							
				X — X							
				— X —							
17		19.50		X — X							17
				— X —							
				X — X							
				— X —							
18				X — X							18
				— X —							
				X — X							
				— X —							
19				X — X							19
				— X —							
				X — X							
				— X —							
20				X — X							20
				— X —							

Observações : Furação sem retorno.
Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.

				PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA				SONDAGEM			
Entidade : 				Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel				S7			
Data de Início 13/2/2012				Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD				Processo			
Data de Fim 16/2/2012				Sistema				11112			
Data de Fim 16/2/2012				Nivel Freático				Inclinação 90°			
Sistema				Coordenadas M= 621852.290 P= 4182351.377				Cota Z= 211.28			
Técnico Margarida Labisa				Página 3 de 3				Técnico Margarida Labisa			
PROFUNDIDADE (m)	FURAÇÃO Ø	MANOBRA	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM)	FRATURAÇÃO (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
21	86 mm		β	×	Depósito de piroclastos basálticos de dimensão predominante de siltes e areias finas, com clastos de dimensão máxima entre 1cm e 10cm, friáveis e medianamente compacto, de coloração castanho avermelhada e negra.				1ª Fase		21
22				×					2ª Fase		22
23				×	Piroclasto basáltico de dimensão areno-siltoso, medianamente compacto, castanho.						23
24				×	Piroclasto de dimensão da cinza, cinzento.						24
25				×	Basalto compacto, medianamente a pouco alterado, com fenocristais de olivinas, piroxenas e plagioclases, cinzento escuro.						25
26					25m- Fim de Sondagem						26
27											27
28											28
29											29
30											30

Observações : Furação sem retorno.

Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt

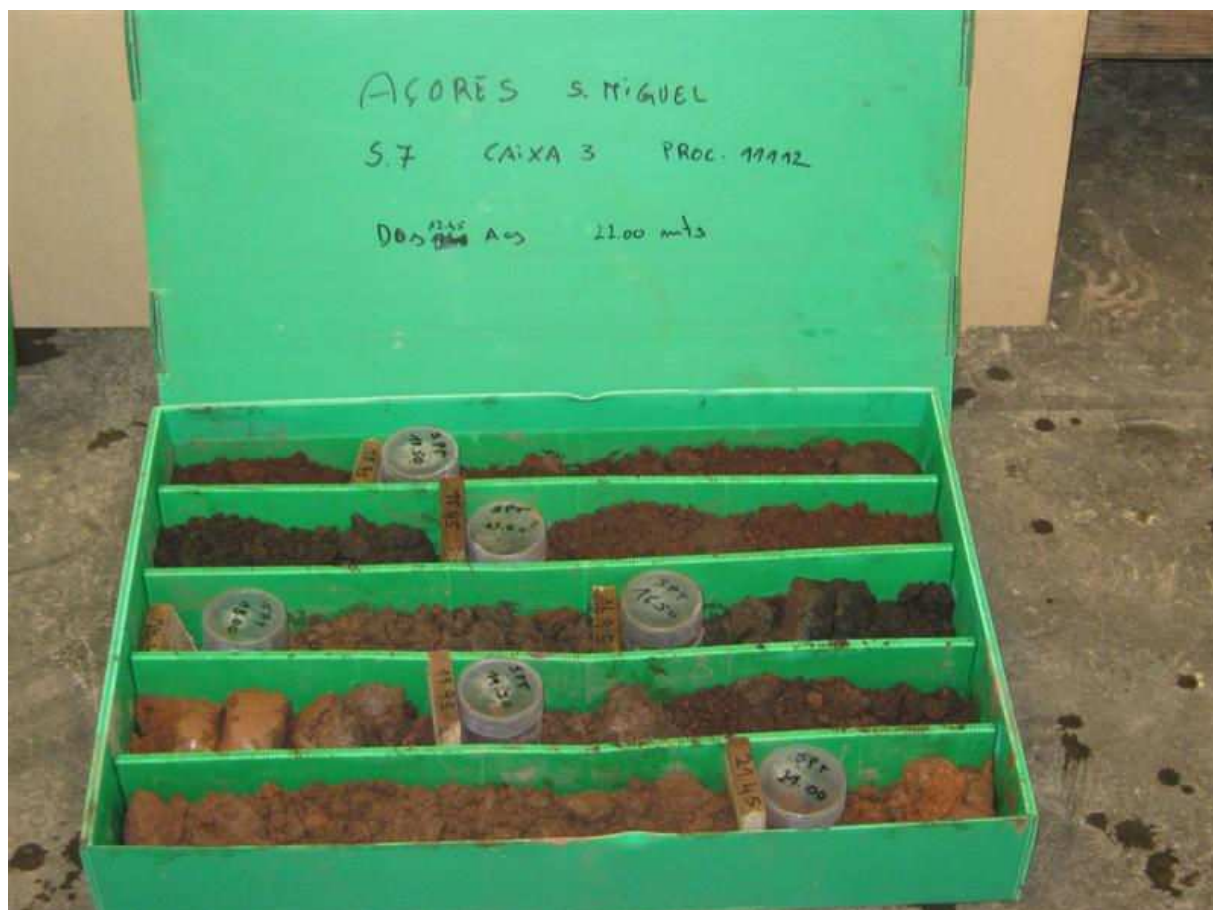
Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 (Caixa 1 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 (Caixa 2 de 4)

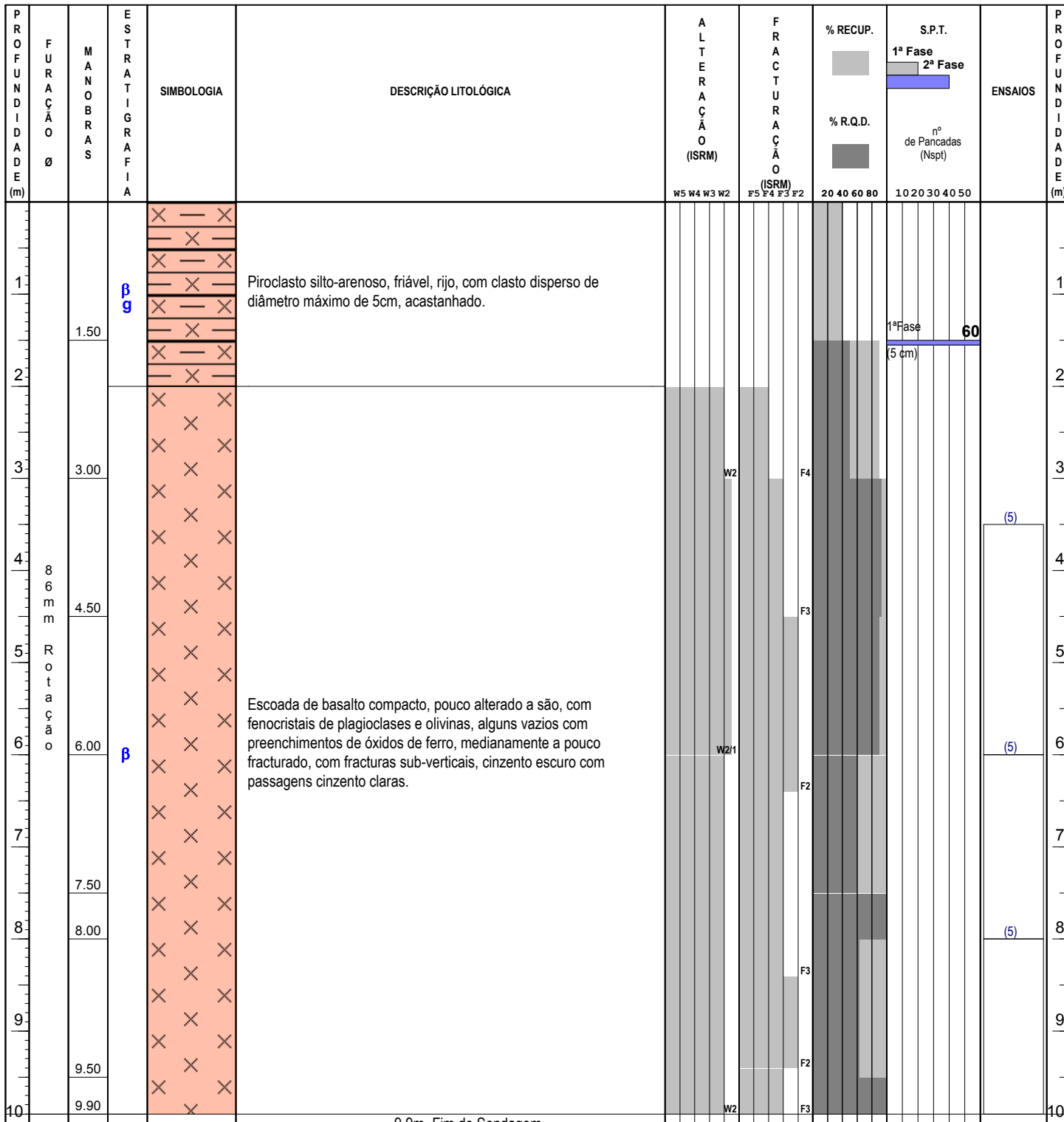


TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 (Caixa 3 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S7 (Caixa 4 de 4)

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
Entidade : 			S9			Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página			
1 de 1			Técnico			Margarida Labisa			
Data de Início 11/2/2012		Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD		Sistema		Coordenadas M= 621892.946 P= 4182200.297		Cota Z= 184.78	
Data de Fim 11/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°					



9.9m- Fim de Sondagem

Observações : Perdas de circulação a partir dos 3m de profundidade. Foi instalado piezómetro.
Legenda : (5) - Ensaio de Permeabilidade "LUGEON"
Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 (Caixa 1 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 (Caixa 2 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 (Caixa 3 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S9 (Caixa 4 de 4)

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
Entidade : 			S10			Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página			
9/2/2012			Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD			1 de 1			
Data de Fim 9/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°		Sistema		Coordenadas M= 621995.308 P= 4182066.275	
						Cota Z= 180.17		Técnico Margarida Labisa	

PROFUNDIDADE (m)	FURACÃO Ø	MANOBRAS	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO (ISRM)	FRATURAÇÃO (ISRM)	% RECUP.	S.P.T.	ENSAIOS	PROFUNDIDADE (m)
						W5 W4 W3 W2	F5 F4 F3 F2	% R.Q.D.	1ª Fase 2ª Fase	nº de Pancadas (Nspt)	
						20 40 60 80	10 20 30 40 50				
0.50			T	##	Silte arenoso com cinzas e restos de matéria orgânica.						
1.00				XX							
2.00				XX	Basalto vesicular, são e medianamente fracturado, com fenocristais de plagioclase, preto.						
3.50				XX							
4.00				XX	Basalto compacto, são, com alguns vacuolos, fenocristais de plagioclase e piroxenas, fracturas sub-verticais, preto.		F3				(5)
5.00			B	XX			F3/2				
6.00				XX	Basalto vesicular, muito poroso, são, com fenocristais de plagioclase, preto.		F2				(5)
7.50				XX			F4				
8.00				XX	Basalto compacto e são, com fenocristais de plagioclase, olivina e piroxenas, com pontuações ferruginosas, pouco e medianamente fracturado, preto.		F2				(5)
9.00				XX			F3				
10.00			B	XX	Piroclasto areno-siltoso, avermelhado e friável.	W1	F4/3				

10m- Fim de Sondagem

Observações : Foi instalado piezómetro.

Legenda : (5) - Ensaio de Permeabilidade "LUGEON"

Rua D. Nuno Alvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt

Sem ser para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 (Caixa 1 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 (Caixa 2 de 4)

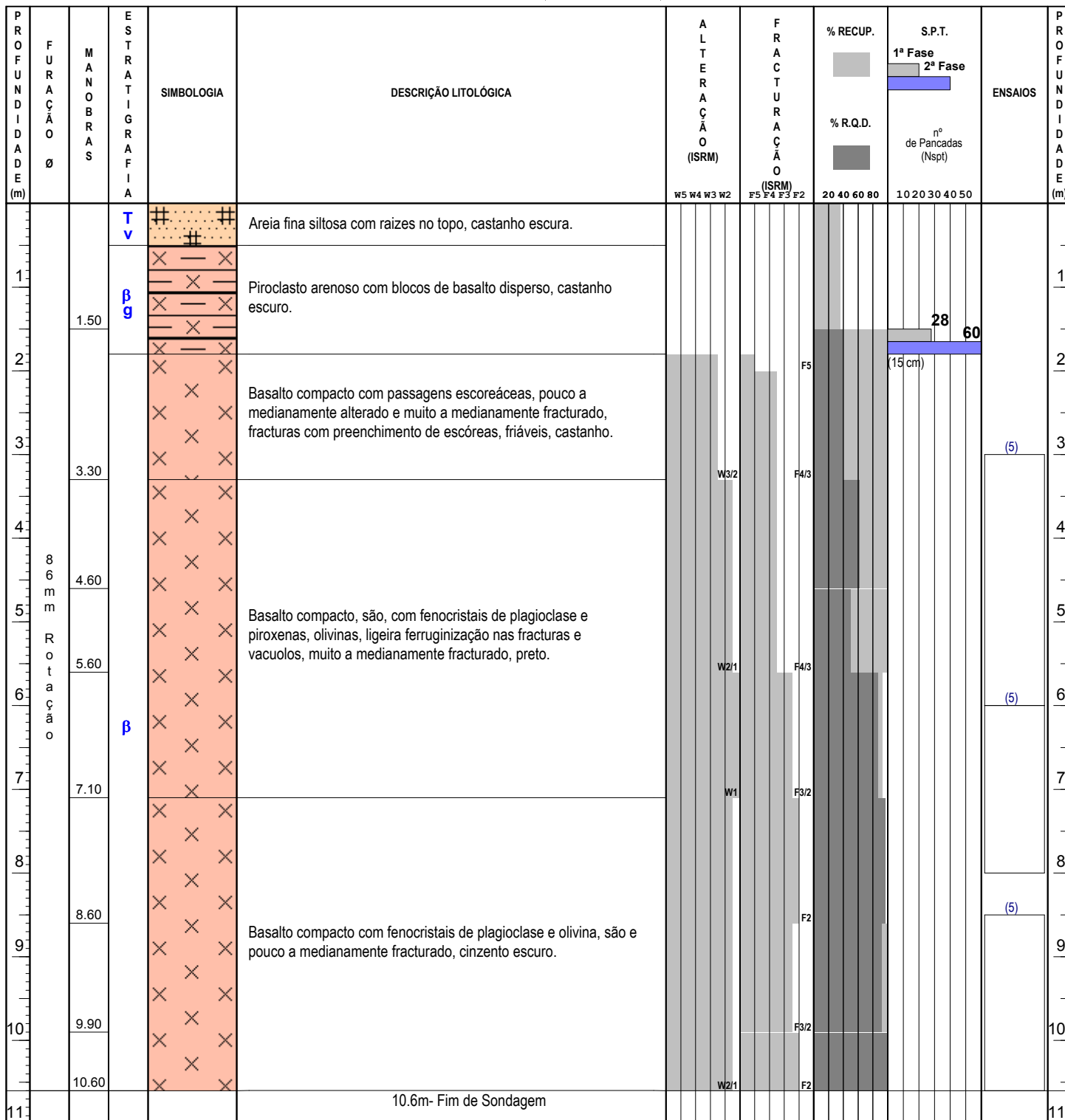


TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 (Caixa 3 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S10 (Caixa 4 de 4)

			PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA			SONDAGEM			
Entidade : 			S11			Processo			
Obra : Construção de uma estrutura na ilha de S.Miguel			11112			Página			
8/2/2012			Equipamento Geo-012 Mustang - A32CBD			1 de 1			
Data de Fim 8/2/2012		Nivel Freático		Inclinação 90°		Sistema		Coordenadas M= 622134.220 P= 4181898.273	
						Cota Z= 175.88		Técnico Margarida Labisa	



Observações : **Perdas de circulação a partir dos 7m de profundidade. Foi instalado piezómetro.**

Legenda : (5) - Ensaio de Permeabilidade "LUGEON"

Rua D. Nuno Álvares Pereira, nº 4, Parque Oriente Bloco 4 2699-501 Bobadela LRS Portugal Tel.: (+351) 219958000 Fax: (+351) 219958001 Móvel: (+351) 963035577 E-mail: mail@geocontrol.pt

Ser sem para o fim a que se destina este relatório de ensaio só pode ser reproduzido na íntegra ou parcialmente com autorização expressa da Geocontrol.



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 (Caixa 1 de 4)



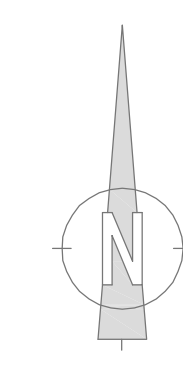
TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 (Caixa 2 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 (Caixa 3 de 4)



TESTEMUNHO DA SONDAGEM S11 (Caixa 4 de 4)



 - Sondagens geotécnicas
 - Poços de reconhecimento
 - P.S. - Perfil de refração sísmica



Rua S/Nuno Soares Pereira S/N, Bairro 4 Parque Oriente 3438-601, Bolandrade (Lis), PORTUGAL. Telefone: (+351) 218 808 000 – Telex: 311 218 7 – Fax: 311 218 7 – E-mail: info@gasconinca.pt / Internet: www.gasconinca.pt

NORMA AÇORES

ESTUDO: CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA

ESTADO DO RIO DE JANEIRO		Cidade	
DESCRIÇÃO: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO		Cidade	
DEPARTAMENTO: GEOTECNIA E PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA		Cidade	
NOME		RUBRICA	
Lula Pereira		1/1000	
Margarida Lábio		PROCESSO: 11912	
DATA: 21 Março 2012		DESENHO N°	

SEM SER VÁRIA O FIM A QUE SE DESTINA ESTE DESENHO SO PODE SER REPRODUZIDO NA ÍNTEGRA OU PARCIALMENTE COM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA DECOINTROL
Mod. PP.12.3.1



ANEXO XII – Projeto de Integração Paisagística da Instalação do Aterro de RSU (Célula I) do Ecoparque

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

➤ **CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL**

➤ **PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA**

Projeto de Execução

Janeiro de 2016

➤ CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL

➤ PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

Projeto de Execução

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

INDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. GEOLOGIA E RELEVO	4
3. PAISAGEM	5
4. PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA.....	6
4.1. VEGETAÇÃO SELECIONADA	6
4.2. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA	7
4.3. REVESTIMENTO VEGETAL.....	8
4.3.1 HIDROSSEMENTEIRAS	8
4.3.2 PLANTAÇÕES	10
4.4. CALENDÁRIO DOS TRABALHOS	10
5. EQUIPA TÉCNICA.....	11

1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa refere-se ao projeto de integração paisagística, em fase de projeto de execução, da Célula I do Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos do Ecoparque da Ilha de S. Miguel.

A área de intervenção está localizada na Região Autónoma dos Açores, na ilha de S. Miguel, município de Ponta Delgada, tendo a norte a central termoelétrica e a poente uma antiga mina de inertes.

A própria área que será aproveitada para depósito forma atualmente uma depressão resultante de extração de inertes.

No Desenho nº1 apresenta-se a situação atual da área, tendo-se marcado sobre uma imagem do Google Earth o futuro limite da célula I e da vedação exterior, podendo constatar-se a existência de vegetação tanto no interior da área como na sua envolvente.

O projeto agora apresentado antecede a execução da célula propriamente dita, e destina-se a apresentar uma solução para promover a integração paisagística da mesma, tanto na fase de exploração (que se prolongará por vários anos), como na fase de selagem e encerramento.

No Desenho nº 2 apresenta-se a configuração que a área apresentará depois da implantação da célula I, que corresponderá ao início da fase de exploração. Nesta altura, os taludes interiores da célula I, depois de devidamente impermeabilizados, estarão em condições de começar a receber os resíduos, enquanto as áreas exteriores à célula I até à vedação, apresentarão já a sua conformação final.

Assim, o projeto de integração paisagística será executado em duas fases: a primeira fase nesta altura nas áreas exteriores à célula I e até à vedação; a segunda fase no interior do limite da célula I, após a selagem.

Na área correspondente à primeira fase pretende-se criar uma zona verde de proteção que constitua uma cortina vegetal (formada por árvores, arbustos e herbáceas autóctones) que limite a visibilidade sobre o aterro a partir da envolvente e ao mesmo tempo limite a dispersão de eventuais poeiras e cheiros, contribuindo para a integração paisagística na fase de exploração, mas também para a integração paisagística final de toda a área.

Já na área correspondente à segunda fase pretende-se criar, após a selagem do aterro, uma zona verde perfeitamente integrada na envolvente com um revestimento por herbáceas e pequenos arbustos autóctones.

No Desenho nº 3 é apresentada a configuração topográfica final da área, em que a depressão correspondente à célula I dá lugar a uma elevação.

As sucessivas transformações da área estão também representadas no Desenho nº 5, nos perfis que se encontram localizados em planta, podendo ver-se o terreno na situação atual, com a modelação da célula I e na situação da modelação final.

2. GEOLOGIA E RELEVO

A ilha de São Miguel encontra-se na cordilheira submarina designada por “Dorso Atlântico”, que se estende sob o oceano Atlântico e o Oceano Ártico. Esta ilha, tal como as restantes ilhas pertencentes ao arquipélago dos Açores, apresentam uma origem vulcânica. Ocorrem nesta ilha três grandes vulcões que posteriormente se transformaram em caldeiras: Caldeira das Sete cidades, Caldeira da Lagoa do Fogo e Caldeira da Povoação. O relevo é bastante acidentado e irregular, sendo a sua altitude máxima de 1105 m, no pico da Vara. Apresenta ainda diversos cones vulcânicos, que apresentam ainda crateras, algumas com lagoas permanentes.

Nas áreas mais montanhosas ocorrem diversas linhas de água, de regime torrencial na maioria, profundamente incrustadas nas rochas e com depósitos vulcânicos.

A ilha de São Miguel apresenta uma forma curvilínea, de L.N.E. a N.O. com 74 km de comprimento e 12 a 18 km de largura.

A área de intervenção está localizada aproximadamente entre os 175 e os 195 m de altitude.

3. PAISAGEM

A paisagem de S. Miguel era antigamente caracterizada pela presença da Laurissilva, que a revestiria por completo na altura da sua descoberta e povoamento.

As primeiras clareiras foram abertas pelos primeiros povoadores da ilha para cultivo, com objetivos de solucionar a crise cerealífera da metrópole. Por volta de 1500 ocorreu um grande dinamismo na exploração da ilha de S. Miguel, sendo introduzida nesta época a vinha, tendo-se criado diversos lotes para cultura do trigo que era exportado para o continente. As vinhas foram destruídas em 1853 pelo oídio e filoxera, tendo sido introduzida depois a *Vitis labrusca*, mantendo-se esta ainda na atualidade.

A paisagem da ilha sofreu diversas transformações com a exploração de diferentes culturas extensivamente ao longo do tempo. Destaca-se a introdução cultura da laranja por volta do séc. XVI, que atingiu o auge da sua exploração no séc. XVIII, constituindo então uma das maiores fontes de receita para a ilha, marcando porém profundas alterações na sua paisagem. As grandes sebes plantadas para a laranjeira-doce, de *Pittosporum undulatum*, são um drama para a flora local. A espécie *Pittosporum undulatum* é muito invasora por ser extremamente competitiva e impedir o desenvolvimento de flora indígena. Mais tarde emprega-se também a *Cryptomeria japonica*, que transforma a paisagem, não só pelas suas sebes, mas também através das matas plantadas no séc. XIX. Durante este século surge a doença da lágrima, e mais tarde é introduzida a cochenilha ou “lapa da laranjeira” através de laranjeiras importadas dos EUA. Estas ocorrências causam a morte de muitas árvores, e para o combate da doença e praga são arrancados cerca de 1/3 dos laranjais existentes.

Para a substituição da exploração da laranja é introduzida a cultura do ananás em estufas. Esta cultura, no entanto, exige culturas em cama para forçagem à base de *Sphagnum* spp., *Calluna vulgaris*, *Erica scoparia* ssp. *azorica*, *Myrsine africana*, provocando grandes desequilíbrios na paisagem natural de altitude. A necessidade da madeira e fibra para as caixas conduz a outra profunda alteração, introduzindo-se outras espécies exóticas como o *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Cryptomeria japonica*, *Eucaliptus* spp. e *Acacia melanoxylon*, que para além de marcarem profundamente a paisagem, são atualmente nos Açores espécies invasoras.

Mais recentemente, no séc. XIX, são contratados mestres chineses para introduzirem a cultura do chá (*Thea sinensis*). A partir desta altura grandes áreas do terreno são transformadas em campos de chá, por vezes cultivados conjuntamente com o milho. Esta cultura entrou posteriormente em declínio, mas atualmente está a ser reativada.

As plantas ornamentais exóticas existentes na ilha foram introduzidas não só para ornamento de parques e jardins como também para o estudo de botânica ou para constarem em coleções particulares. A longo prazo, durante o séc. XIX, ocorre uma transformação da paisagem da ilha de S. Miguel resultante do embelezamento da ilha com a introdução de muitas espécies botânicas exóticas.

Estas mesmas espécies introduzidas com fins ornamentais constituem atualmente infestantes que causam grandes prejuízos não só ecológicos como também económicos. Destaca-se o exemplo do *Hedychium gardnerianum*, introduzido no séc. XIX, que em conjunto com o *Pittosporum undulatum*, apresenta grandes ameaças à vegetação primitiva e indígena. O *Pittosporum undulatum* ameaça principalmente a vegetação costeira e a *Myrica faya*. No caso do *Hedychium* constitui ameaça principalmente à Laurissilva.

4. PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

4.1. VEGETAÇÃO SELECIONADA

As espécies selecionadas para utilizar no projeto de integração paisagística pretendem acima de tudo contribuir para a adequada integração do aterro na paisagem envolvente, tendo-se selecionado preferencialmente vegetação autóctone ou mesmo endémica.

Árvores a plantar

Frangula azorica (sanguinho)

Laurus azorica (loureiro)

Myrica faya (faia-da-terra)

Prunus azorica (azereiro)

Arbustos a utilizar em sementeiras

Calluna vulgaris (urze)
Corema album (camarinheira)
Erica scoparia ssp. *azorica* (urze)
Erica umbellata (queiroga)
Genista triacanthos ssp. *triacanthos* (tojo-molar)
Thymus caespitius (erva-úrsula)
Ulex europaeus ssp. *europaeus* (tojo-arnal)

Herbáceas a utilizar em sementeiras

Holcus lanatus (erva-lanar)
Lolium perenne (azevém-vivaz)
Medicago sativa (luzerna)
Poa annua (cabelo-de-cão)
Trifolium repens ssp. *repens* (trevo-branco)

4.2. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

A proposta de integração paisagística encontra-se representada no Desenho nº 4.

Tal como referido atrás, o projeto de integração paisagística será executado em duas fases: a primeira fase depois de implantada a célula I, incidindo nas áreas exteriores à mesma, até à vedação, a segunda fase no interior do limite da célula I, a executar só na altura do encerramento, após a selagem.

Na área correspondente à primeira fase pretende-se criar uma zona verde de proteção que constitua uma cortina vegetal (formada por árvores, arbustos e herbáceas autóctones) que limite a visibilidade sobre o aterro a partir da envolvente e ao mesmo tempo limite a dispersão de eventuais poeiras e cheiros, contribuindo para a integração paisagística na fase de exploração, mas também para a integração paisagística final de toda a área.

É nesta área que se irão plantar todas as espécies arbóreas previstas, apenas nas áreas que vão ser aterradas ou que não apresentam revestimento vegetal atualmente.

Já na área correspondente à segunda fase pretende-se criar, após a selagem do aterro, uma zona verde perfeitamente integrada na envolvente com um revestimento por herbáceas e pequenos arbustos autóctones.

4.3. REVESTIMENTO VEGETAL

4.3.1 HIDROSSEMENTEIRAS

O revestimento dos taludes e áreas adjacentes será executado por hidrossementeira de espécies herbáceas e arbustivas autóctones.

Para assegurar a cobertura do solo, logo após a execução dos movimentos de terras e do espalhamento de terra viva, recomenda-se o recurso à sementeira de espécies de crescimento rápido misturadas com outras de crescimento mais lento, que no futuro irão substituir progressivamente as anteriores.

O método proposto para a realização destas sementeiras é a hidrossementeira, dadas a extensão e características da obra e a rapidez e facilidade de execução.

O revestimento será feito em duas aplicações sucessivas, intervaladas de 4 a 6 semanas, aplicando-se em primeiro lugar a mistura de espécies herbáceas e depois as de espécies arbustivas.

Mistura de espécies herbáceas

Espécie	Percentagem de peso na mistura
<i>Holcus lanatus</i> (erva-lanar)	20%
<i>Lolium perenne</i> (azevém-vivaz)	50%
<i>Medicago sativa</i> (luzerna)	14%
<i>Poa annua</i> (poa-comum)	8%
<i>Trifolium repens</i> ssp. <i>repens</i> (trevo-branco)	8%

Densidade de sementeira de 30 g/m²

Mistura de espécies arbustivas pequenas

Espécie	Percentagem de peso na mistura
<i>Calluna vulgaris</i> (urze)	3,0 %
<i>Corema album</i> (camarinheira)	20,0 %
<i>Erica umbellata</i> (queiroga)	1,0 %
<i>Genista triacanthos</i> (tojo-molar)	56,0 %
<i>Thymus caespititius</i> (erva-úrsula)	20,0 %

Densidade de sementeira de 4,5 kg/ha

Mistura de espécies arbustivas

Espécie	Percentagem de peso na mistura
<i>Calluna vulgaris</i> (urze)	3,0 %
<i>Corema album</i> (camarinheira)	18,0 %
<i>Erica umbellata</i> (queiroga)	1,0 %
<i>Erica scoparia</i> ssp. <i>azorica</i> (urze)	0,1 %
<i>Genista triacanthos</i> (tojo-molar)	39,9 %
<i>Thymus caespititius</i> (erva-úrsula)	18,0 %
<i>Ulex europaeus</i> ssp. <i>europaeus</i> (tojo-arnal)	20,0 %

Densidade de sementeira de 4,6 kg/ha

Considerando as condições adversas a que os taludes se encontram sujeitos as densidades de sementeira foram calculadas de forma a obter-se uma cobertura do terreno com 20 000 plantas/m², no caso das herbáceas, e 50 plantas/m², no caso dos arbustos. Considerou-se ainda um fator de adversidade de 0,3 no caso das arbustivas.

4.3.2 PLANTAÇÕES

As plantações de árvores serão todas efetuadas na primeira fase, criando a cortina arbórea de proteção em torno do aterro.

Espécies arbóreas:

Frangula azorica (sanguinho)

Laurus azorica (loureiro)

Myrica faya (faia-da-terra)

Prunus azorica (azereiro)

4.4. CALENDÁRIO DOS TRABALHOS

Indica-se de seguida o calendário de trabalhos:

Meses Trabalho	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MAPA DE TRABALHOS												
Espalhamento de terra arável												
Sementeiras												
Plantações												
TRABALHOS DE MANUTENÇÃO												
Fertilização												
Ressementeira												
Mondas												
Retanhas												
Cortes de vegetação												

Os períodos indicados devem ser entendidos como os mais favoráveis para a realização dos trabalhos de revestimento vegetal. No entanto, isto não impede que algumas operações possam ser executadas em períodos menos propícios, desde que seja obtido o acordo da fiscalização.

5. EQUIPA TÉCNICA

Colaboraram neste projeto os seguintes técnicos:

Especialidades / Técnicos	Cat. Profissional	Obs.
Diretor de Projeto: Eduardo Tomaz	Arq. Paisagista	APAP nº 230
Desenho: Eduardo Tomaz	Arq. Paisagista	APAP nº 230

Lisboa, janeiro de 2016

O Diretor de Projetos,

Eduardo Nuno Leiria Tomaz

CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

➤ **CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL**

➤ **PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA**

Projeto de Execução

Janeiro de 2016

➤ CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL

➤ PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

Projeto de Execução

CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

INDICE

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO	4
2. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	5
2.1. Terra viva	5
2.2. Água	5
2.3. Fertilizantes e corretivos.....	5
2.4. Fixadores	6
2.5. Protetores	6
2.6. Bio-ativadores.....	6
2.7. Tutores	6
2.8. Atilhos	6
2.9. Árvores.....	7
2.10. Sementes	7
2.11. Materiais não Especificados	8
3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS	9
3.1. Medidas Cautelares	9
3.2. Plantações e Sementeiras.....	9
3.2.1 Limpeza e despedrega.....	9
3.2.2 Abertura de Covas	9
3.2.3 Espalhamento de terras	10
3.2.4 Enchimento das covas de plantação.....	10
3.2.5 Plantação de Árvores	10
3.2.6 Hidrossementeiras.....	11

3.3. Conservação e Manutenção	13
3.3.1 Disposições Gerais.....	13
3.3.2 Fertilizações	13
3.3.3 Retanchas	13
3.3.4 Sementeiras	14
3.3.5 Cortes de Vegetação	14
3.4. Trabalhos não Especificados	14
4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	15
4.1. Limpeza e Despedrega.....	16
4.2. Abertura de Covas de Plantação de Árvores.....	16
4.3. Espalhamento de Terra Viva.....	17
4.4. Enchimento de Covas de Plantação.....	17
4.5. Mobilização Superficial do Solo (Escarificação)	18
4.6. Plantação de Árvores	18
4.6.1 <i>Frangula azorica</i> (sanguinho) - PAP mínimo 8 cm	19
4.6.2 <i>Laurus azorica</i> (loureiro) - PAP mínimo 6 cm	19
4.6.3 <i>Myrica faya</i> (faia-da-terra) - PAP mínimo 8 cm	19
4.6.4 <i>Prunus azorica</i> (azereiro) - PAP mínimo 6 cm	19
4.7. Hidrossementeiras	19
4.8. Trabalhos de Conservação e Manutenção.....	19

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

As presentes Condições Técnicas Especiais são aplicáveis à execução do Projeto de Integração Paisagística a executar na Célula I do Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos do Ecoparque da Ilha de S. Miguel.

A execução dos trabalhos deverá obedecer às cláusulas aplicáveis destas Condições Técnicas, incluindo as disposições patentes nos Critérios de Medição.

2. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

2.1. Terra viva

A terra a utilizar na cobertura de taludes será preferencialmente a terra armazenada proveniente da decapagem. Se o volume de terra proveniente da decapagem não for suficiente deverá utilizar-se terra viva proveniente da camada superficial (0,20 m) de terrenos de mata ou da camada arável de terrenos com elevada capacidade de uso agrícola, de textura franca, isenta de pedras, detritos assim como de outros elementos prejudiciais (infestantes, entulhos, raízes, troncos, etc.), com pH próximo da neutralidade e com uma percentagem de matéria orgânica entre 2 e 3 %.

2.2. Água

A água a empregar nos trabalhos deverá ser limpa e isenta de quaisquer produtos prejudiciais à boa execução dos trabalhos e ao normal desenvolvimento das diferentes espécies vegetais indicadas no projeto.

2.3. Fertilizantes e corretivos

- Fertilizantes
 - Fertilizantes minerais - Adubo composto NPK (10-10-10 ou 15-15-15), adubo composto NPK (22-27-7) (com azoto capsulado para libertação lenta, rico em fósforo para promover um melhor enraizamento, doseando cerca de 7% de enxofre e 1% de magnésio) e adubo nitroamoniaco.
- Corretivos
 - Corretivo orgânico (de preparação industrial, doseando pelo menos 40% de matéria orgânica) adequado para hidrossementeira.
 - Corretivo químico – “Agripó”, “Agrolis” ou equivalente.

2.4. Fixadores

Poderão ser de origem vegetal, orgânica ou sintética, conforme indicado no projeto ou proposto pelo adjudicatário, e desde que aprovado pela Fiscalização tendo em vista o sucesso dos trabalhos.

Destacam-se as algas enriquecidas com poliuronidos, os colóides de origem vegetal, os polímeros orgânicos, os polímeros plásticos e a resina líquida sintética.

2.5. Protetores

O produto a utilizar será um composto de fibras vegetais, fisiologicamente inertes e não tóxicas, ricas em matéria orgânica, com grande capacidade de retenção de água, com elevada capacidade de proteção e de acondicionamento das sementes e do solo (palha, Biomulch ou equivalente).

Por vezes estes produtos já incluem o fixador.

2.6. Bio-ativadores

Produtos de origem biológica (bactérias, micorrizas e/ou outros microrganismos do solo) que deverão ser aplicados na hidrossementeira por mecanismo apropriado, de acordo com as indicações no projeto.

2.7. Tutores

Os tutores para as árvores serão formados por varolas de pinho, ou de eucalipto, tratadas por imersão em solução de sulfato de cobre a 5% durante, pelo menos, duas horas.

As dimensões deverão ser proporcionais às plantas a que se destinam.

2.8. Atilhos

Os atilhos para as amarrações das árvores serão de material elástico, não abrasivo e resistente aos raios U.V., eventualmente de borracha, devendo apresentar resistência e elasticidade para a

função pretendida, sem que possam, em momento algum, originar estrangulamento ou feridas nas plantas.

2.9. Árvores

- (a) As árvores a plantar corresponderão às espécies indicadas nas peças desenhadas, devendo ser fornecidas com identificação do seu nome botânico através de etiqueta indelével.
- (b) As plantas a colocar serão exemplares novos, com bom desenvolvimento e conformação, raízes bem desenvolvidas e com cabelame abundante, devendo ainda encontrar-se em perfeito estado sanitário.
- (c) Deverão ter tido, pelo menos, duas transplantações em viveiro, a certificar pelo fornecedor.
- (d) As plantas serão fornecidas em vaso.
- (e) O sistema foliar das plantas deve estar completo, sem descoloração ou sintomas de clorose.
- (f) As árvores deverão apresentar um perímetro à altura do peito (PAP), que corresponde a uma medição efetuada a 1,30 m de altura a contar do colo, de acordo com o especificado no projeto.
- (g) Serão recusadas todas as plantas que possam estar infetadas, sofrer ou ser portadoras de praga ou doença, tenham sido cultivadas em viveiro com compasso de plantação insuficiente, apresentando sinais de estiolamento, durante o arranque / transporte, tenham sofrido danos que contrariem qualquer das presentes condições técnicas.

2.10. Sementes

As sementes deverão apresentar obrigatoriamente o grau de pureza e poder germinativo exigidos por lei para as espécies que figurem nas tabelas oficiais. As que não figurem nestas tabelas deverão possuir poder germinativo que garanta ao fim de 2 anos a representatividade de todas as espécies indicadas na mistura de acordo com o especificado no projeto.

2.11. Materiais não Especificados

As características dos materiais não especificados serão propostas pelo Adjudicatário à Fiscalização, que se reserva o direito de os não aprovar se entender que não possuem condições de resistência, duração e adaptabilidade aos fins a que se destinam.

3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS

A execução da obra deverá seguir estas Condições Técnicas e as normas europeias e portuguesas de acordo com a legislação em vigor.

No processo construtivo deverão ser respeitados os diversos condicionamentos descritos nas peças de projeto.

3.1. Medidas Cautelares

O Empreiteiro será responsável pela tomada de todas as medidas (de proteção física ou outras) que se revelem necessárias à preservação de todos os elementos vegetais e construídos existentes na envolvente imediata da área de intervenção.

3.2. Plantações e Sementeiras

3.2.1 Limpeza e despedrega

Após a modelação, as superfícies do terreno a semear e plantar deverão ser limpas de pedras e detritos, sendo posteriormente regularizadas, devendo ser transportados a vazadouro os materiais rejeitados.

3.2.2 Abertura de Covas

Depois da piquetagem dos locais para plantação das árvores proceder-se-á à abertura mecânica ou manual das covas. Estas deverão seguir as peças desenhadas, devendo haver o cuidado de manter as suas posições.

As covas das árvores terão as dimensões 1x1x1 m, devendo picar-se sempre as suas faces interiores, numa espessura de 0,1 m, de modo a permitir melhor aderência da terra de enchimento.

Sempre que a terra do fundo das covas seja de má qualidade deverá ser retirada para vazadouro e substituída por terra viva de superfície.

3.2.3 Espalhamento de terras

O espalhamento das terras só poderá iniciar-se após limpeza e despedrega, devendo ainda a superfície dos taludes apresentar um mínimo de rugosidade, sem sulcos verticais que facilitem o processo de erosão, embora respeitando a geometria do projeto, e estar limpa de pedras assim como de troncos de árvores ou quaisquer outros entulhos.

A preparação das áreas a recobrir com terra deverá incluir a sua mobilização superficial, por meio de escarificação até cerca de 0,10 m, de forma a aumentar a rugosidade, destruir eventuais rasgos de erosão e permitir uma melhor aderência ao terreno.

Rasgos de erosão mais profundos e localizados deverão ser previamente preenchidos com materiais granulares devidamente acondicionados, de forma a garantir a sua consolidação e posterior fixação da terra de cobertura.

O espalhamento das terras poderá ser feito manual ou mecanicamente numa camada uniforme com uma espessura de 0,30 m, seguindo-se a sua regularização e ligeira compactação, quando necessário.

3.2.4 Enchimento das covas de plantação

A fertilização das covas das árvores far-se-á à razão de 75 g de adubo composto e 5 kg de matéria orgânica por cada cova.

Os fertilizantes serão espalhados sobre a terra das covas e bem misturados com esta quando do seu enchimento.

O enchimento das covas deverá ter lugar com a terra encharcada ou muito húmida, e far-se-á o calcamento a pé à medida do seu enchimento.

3.2.5 Plantação de Árvores

As plantações devem efetuar-se preferencialmente no período que decorre desde a 2ª quinzena do mês de novembro até à 1ª quinzena do mês de março.

Em primeiro lugar deverá proceder-se à piquetagem dos locais para plantação das árvores, de acordo com as suas localizações nas peças desenhadas.

Após o enchimento das covas de plantação, devidamente fertilizadas e compactadas, abrem-se os covachos ligeiramente superiores à medida do torrão ou do sistema radicular. Após esta operação, seguir-se-á a plantação propriamente dita, havendo o cuidado de preencher o espaço entre o torrão (ou sistema radicular) do covacho com areia ou terra, para que as raízes não fiquem em contacto direto com os fertilizantes, devendo ainda atender-se ao seguinte:

- O torrão das árvores nunca será desfeito, nem poderá apresentar perdas de material radicular, sob pena ser rejeitado;
- O colo das plantas deverá ficar à superfície do terreno, conforme a cota prevista;
- As plantas deverão ser plantadas no próprio dia em que forem retiradas do contentor, do torrão protegido ou do local onde estavam abaceladas.

Logo após a plantação, deverá ser aberta uma caldeira em toda a superfície da cova e efetuada uma rega até saturação do solo. Simultaneamente, será acrescentada terra até completo refechamento da cova (se necessário), tendo em conta que a tutoragem (ou ancoragem) deverá ser feita antes de se completar este refechamento.

O tutor (ou tutores) deve penetrar no solo 0,50 m abaixo do fundo da cova antes do seu enchimento e será colocado do lado correspondente aos ventos dominantes ou de outra forma quando especificado em projeto.

3.2.6 Hidrossementeiras

As hidrossementeiras deverão efetuar-se no período que decorre de meados de setembro até meados de outubro.

Sempre que os taludes fiquem concluídos fora da época própria para as sementeiras é da responsabilidade do empreiteiro a tomada de medidas adequadas que evitem a erosão superficial dos mesmos. Uma das medidas a adotar poderá consistir na realização de uma sementeira cautelar cuja composição e densidade deverá ser previamente aprovada pela Fiscalização.

A execução de sementeiras fora do período referido só será autorizada pela Fiscalização a título excecional e mediante proposta devidamente justificada do empreiteiro.

O método de sementeira a utilizar será o método da hidrossementeira pelo que deve o empreiteiro estar apetrechado com o equipamento adequado à sua execução.

A sementeira será efetuada por projeção de mistura aquosa contendo a mistura de sementes indicada no projeto, os fertilizantes, corretivos e estabilizadores.

A hidrossementeira será realizada em duas aplicações (primeiro da mistura herbácea e depois da arbustiva), nas zonas indicadas no projeto, intervaladas de 4 a 6 semanas.

As proporções e o período de aplicação deverão obedecer, pelo menos ao indicado a seguir:

1ª aplicação (no Outono com as primeiras chuvas):

- Adubo composto N.P.K. - 22:27:7 (de libertação lenta, doseando 1% Mg) – 20 g/m²
- Corretivo Orgânico – 20 g/m²
- *Mulch* de fibra de madeira com fixador orgânico de cor verde (para que seja possível verificar a homogeneidade da aplicação) em quantidade adequada (de acordo com o indicado pelo fabricante e tendo em conta as pendentes das áreas onde será aplicado)
- Bio-ativadores
- Mistura de sementes de herbáceas, correspondente a cada tipo de sementeira, cujas percentagens das várias espécies e a densidade de sementeira serão as indicadas no projeto.

Esta primeira aplicação deverá ser efetuada logo após a conclusão dos trabalhos e deverá acompanhar a execução da obra, de forma a revestir de imediato os taludes resultantes.

2ª aplicação 4 a 6 semanas após a primeira, quando as herbáceas tenham atingido 10 cm de altura:

- Adubo composto N.P.K. - 22:27:7 (de libertação lenta, doseando 1% Mg) – 10 g/m²
- Corretivo Orgânico – 10 g/m²
- *Mulch* de fibra de madeira com fixador orgânico de cor verde (para que seja possível verificar a homogeneidade da aplicação) em quantidade adequada (de acordo com o indicado pelo fabricante e tendo em conta as pendentes das áreas onde será aplicado)
- Bio-ativadores
- Mistura correspondente a cada tipo de sementeira arbustiva cujas percentagens de cada espécie e a densidade de sementeira serão as indicadas no projeto.

Deverá ser feito um reforço da sementeira nunca antes de um ano após a primeira aplicação nas zonas a definir pela Fiscalização.

3.3. Conservação e Manutenção

3.3.1 Disposições Gerais

Deverá prever-se a conservação e manutenção do revestimento vegetal desde o início dos trabalhos e até ao final do período de garantia da empreitada.

Durante este período o empreiteiro garantirá a substituição de todo o material morto ou que manifeste doenças.

Deverão ser realizadas as operações inerentes à manutenção das zonas verdes nomeadamente ressementeiras, adubações, tratamentos fitossanitários, mondas, etc.

Descrevem-se seguidamente as operações que o empreiteiro deverá executar no âmbito dos trabalhos de manutenção.

3.3.2 Fertilizações

Durante o mês de março seguinte à execução dos trabalhos de revestimento vegetal deverá proceder-se, se necessário, a uma fertilização geral dos terrenos com adubo químico azotado. A aplicação será feita em cobertura à razão de 10-15 g/m².

3.3.3 Retanchas

No Outono seguinte à execução das plantações deverão ser retanchadas todas as árvores que tenham morrido ou que se encontrem em mau estado fitossanitário. As substituições serão feitas por espécies idênticas e com as características definidas nos pontos anteriores destas condições técnicas.

Durante o período de garantia, a substituição de árvores deverá ser igualmente feita por espécies idênticas, que tenham tido, pelo menos, três transplantações em viveiro, e apresentando as características definidas nos pontos anteriores destas condições técnicas.

Serão colocados ou substituídos os tutores que se mostrem necessários ao bom desenvolvimento da vegetação instalada. Os novos tutores serão cravados junto ao caule, de modo a não afetar as raízes, devendo ficar a prumo e bem fixos, tendo o cuidado de não ferir a planta na amarração.

3.3.4 Sementeiras

Igualmente no outono seguinte à execução das sementeiras deverão semear-se de novo as zonas que se apresentarem mal revestidas.

3.3.5 Cortes de Vegetação

Deverão ser efetuadas ceifas e roçagens para remoção da vegetação queimada ou seca, eliminação das espécies vegetais usualmente consideradas como invasoras, e ainda limitar o desenvolvimento exagerado da vegetação que possa vir a estabelecer-se em domínio absoluto, em detrimento de outras espécies.

A vegetação será sempre cortada e nunca arrancada à exceção das espécies consideradas como "invasoras". São consideradas invasoras as espécies identificadas no Decreto-Lei nº 565/99, de 21 de dezembro.

A época de realização destes trabalhos iniciar-se-á na 2ª quinzena do mês de março e terminará no mês de outubro. No entanto, deverá tomar-se em atenção o ciclo vegetativo das espécies, nomeadamente das herbáceas infestantes para que os cortes não sejam executados após a época de frutificação das mesmas.

O material cortado terá que ser completamente removido das zonas onde se encontra. Esta remoção e transporte a vazadouro são da total responsabilidade do Empreiteiro.

3.4. Trabalhos não Especificados

Todos os trabalhos não especificados nestas Condições Técnicas, que forem necessários para o cumprimento da presente empreitada, serão executados com perfeição e solidez, tendo em vista os Regulamentos, Normas e demais legislação em vigor, as indicações do projeto e as instruções da Fiscalização.

4. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

As quantidades de trabalho, constantes do Mapa de Quantidades de Trabalho (MQT), foram estimadas com base nos desenhos do Projeto que o acompanha. As quantidades medidas são arredondadas para o número inteiro superior mais próximo.

As quantidades são medidas tomando como base as dimensões teóricas definidas nos desenhos para os diversos elementos. Assim, os preços unitários de cada trabalho referido no MQT deverão incluir o custo de quebras, desperdícios, sobreconsumos, cortes, sobreposições, tolerâncias de fabrico, ou qualquer outro sobredimensionamento próprio da execução e natureza do trabalho.

Os preços unitários dos trabalhos a que se refere o MQT deverão incluir fornecimento de materiais, bem como de todos os trabalhos necessários à sua correta execução. Consideram-se, incluídos nos preços unitários o fornecimento e assentamento de todos os materiais, bem como o custo dos equipamentos necessários, os consumos de água, energia elétrica e combustíveis, o transporte, carga, descarga e armazenamento de todos os materiais, os andaimes e meios de elevação, a preparação de superfícies, a executar de mestras, as argamassas e colas, os apoios, ligações, fixações, soldaduras, selagens, refechamentos e todos os trabalhos acessórios e complementares, necessários ao integral cumprimento do Projeto, ainda que não expressamente mencionados no MQT.

Estão, ainda, incluídos nos preços unitários os custos da verificação do levantamento topográfico fornecido, da implantação e picagem da obra, da preparação e coordenação dos trabalhos, das proteções temporárias, da realização de todos os ensaios obrigatórios e da limpeza final da obra, salvo se o MQT contiver artigos que expressamente os contemplem.

Em todos os trabalhos consideram-se incluídas as operações de implantação e de verificação planimétrica e altimétrica, recorrendo para o efeito aos meios e equipamentos necessários.

4.1. Limpeza e Despedrega

Descrição:

Refere-se à limpeza e despedrega de todas as áreas a semear e plantar. Inclui todos os trabalhos, nomeadamente carga, transporte e deposição em vazadouro dos materiais que sejam rejeitados. Estão englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários para a sua correta execução.

Unidade de medição:

Metro quadrado (m²)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por metro quadrado, sendo a respetiva área determinada a partir das peças desenhadas do projeto, medida em projeção horizontal, multiplicada por 1,2 para ter em conta as pendentes médias que são de 2/3 (V/H).

4.2. Abertura de Covas de Plantação de Árvores

Descrição:

Refere-se à abertura das covas de plantação de árvores e inclui a escavação da cova, a picagem das faces verticais e a substituição da terra do fundo. Estão englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários para a sua correta execução.

Unidade de medição:

Unidade (un)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por unidade, correspondendo a quantidade total ao número total que consta das peças desenhadas do projeto e ao número total de árvores a plantar.

4.3. Espalhamento de Terra Viva

Descrição:

Refere-se ao fornecimento, espalhamento e regularização de terra viva nas áreas a semear e plantar. Inclui o fornecimento, carga, transporte, espalhamento e regularização, estando englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários para a sua correta execução.

Unidade de medição:

Metro cúbico (m³)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por metro cúbico, correspondendo os volumes parciais ao produto entre as áreas onde será aplicado (áreas determinadas a partir das peças desenhadas do projeto, medidas em projeção horizontal, multiplicadas por 1,2 para ter em conta as pendentes médias que são de 2/3 (V/H)) e a espessura de terra a aplicar (30 cm).

4.4. Enchimento de Covas de Plantação

Descrição:

Refere-se ao enchimento das covas de plantação de árvores com uma mistura de terra viva e fertilizantes. Inclui o fornecimento, carga, transporte, mistura e enchimento de covas, estando englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários para a sua correta execução.

Unidade de medição:

Metro cúbico (m³)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por metro cúbico, correspondendo o volume total a 1 m³ por cada cova de árvore.

4.5. Mobilização Superficial do Solo (Escarificação)

Descrição:

Refere-se à mobilização superficial da generalidade das áreas a semear e plantar. Estão englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários à sua correta execução.

Unidade de medição:

Metro quadrado (m²)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por metro quadrado, sendo a respetiva área determinada a partir das peças desenhadas do projeto, medida em projeção horizontal, multiplicada por 1,2 para ter em conta as pendentes médias que são de 2/3 (V/H).

4.6. Plantação de Árvores

Descrição:

Refere-se ao fornecimento e plantação de árvores. Inclui o fornecimento das plantas das espécies indicadas e com as características mencionadas no projeto (nomeadamente o PAP, perímetro à altura do peito), a abertura de covachos de plantação à medida do torrão ou do sistema radicular, a plantação (de acordo com o preconizado nestas condições técnicas), a tutoragem e as regas de instalação. Estão englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários à sua correta execução.

Unidade de medição:

Unidade (un)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por unidade, correspondendo a quantidade total ao número total que consta das peças desenhadas do projeto.

Consideram-se as seguintes espécies e respetivos PAP:

4.6.1 *Frangula azorica* (sanguinho) - PAP mínimo 8 cm

4.6.2 *Laurus azorica* (loureiro) - PAP mínimo 6 cm

4.6.3 *Myrica faya* (faia-da-terra) - PAP mínimo 8 cm

4.6.4 *Prunus azorica* (azereiro) - PAP mínimo 6 cm

4.7. Hidrossementeiras

Descrição:

Refere-se à execução de hidrossementeiras de acordo com o preconizado no projeto, incluindo todos os fornecimentos (água, misturas de sementes, fixadores, protetores, bio-ativadores, fertilizantes) e a sua aplicação. Estão englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários à sua correta execução.

Unidade de medição:

Metro quadrado (m²)

Critério de medição:

A medição deste trabalho efetua-se por metro quadrado, sendo a respetiva área determinada a partir das peças desenhadas do projeto, medida em projeção horizontal, multiplicada por 1,2 para ter em conta as pendentes médias que são de 2/3 (V/H).

4.8. Trabalhos de Conservação e Manutenção

Descrição:

Refere-se à execução de todos os trabalhos de conservação e manutenção (incluindo todos os fornecimentos necessários), durante um período de garantia de 12 meses.

Inclui todos os trabalhos mencionados nestas condições técnicas. Estão englobados todos os materiais, acessórios e equipamentos necessários para a sua correta execução.

Unidade de medição:

Valor global (vg)

Critério de medição:

Este trabalho deverá ser avaliado pelo adjudicatário com base nas áreas a manter e no período de garantia de 12 meses.



LEGENDA:

--- Limite de implantação da célula 1

— Futura vedação

Fonte da vista aérea: Google Earth

Índice	Alterações	Verif.	Data
DONO DE OBRA/COORDENAÇÃO GERAL:			
 OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE, EIM, S.A.			
TÍTULO DO PROJETO:			
CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA			
FASE:		PROJETO DE EXECUÇÃO	
TÍTULO DO DESENHO:			
SITUAÇÃO ATUAL			
DIRETOR PROJETO:		DES. N.:	
CHEFE PROJETO: E.T.		1	
DESENHO: E.T.		ESCALAS:	FOLHA:
VISTO:		1 : 1000	DATA: JANEIRO 2016
PROJETO:			
			



LEGENDA:

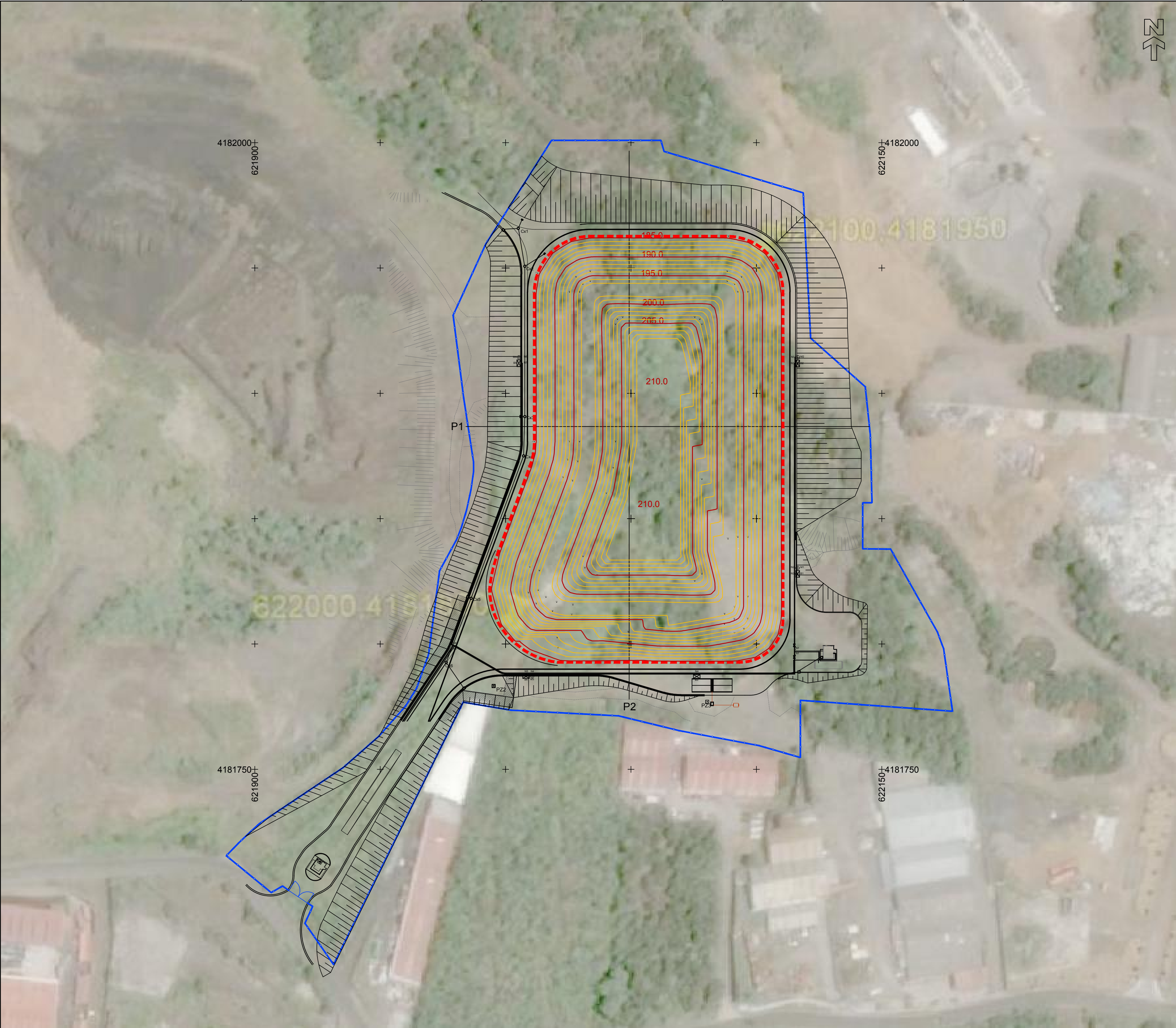
--- Limite de implantação da célula 1

--- Futura vedação

Taludes definitivos e taludes de implantação da célula 1 (provisórios)

Fonte da vista aérea: Google Earth

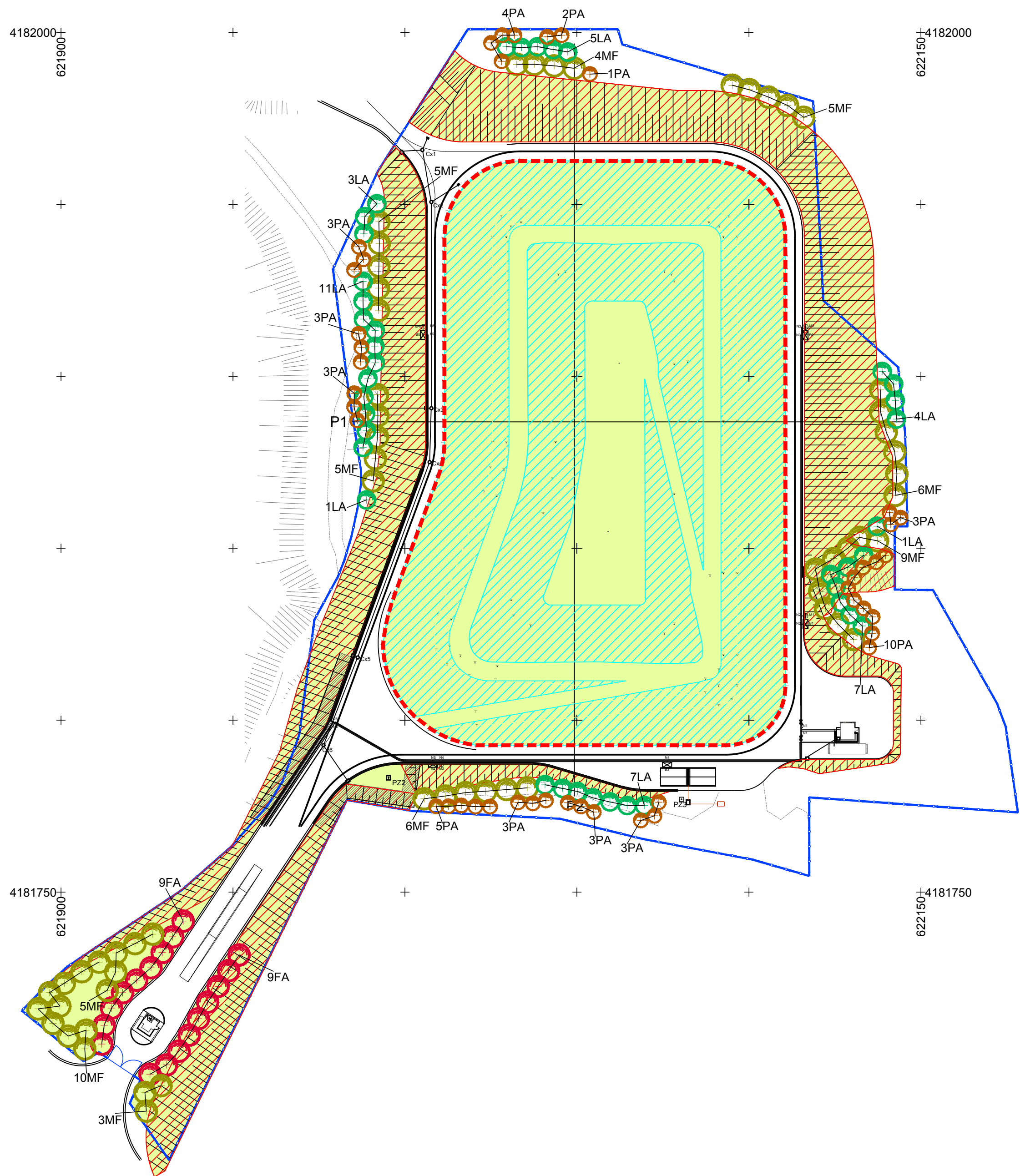
Índice	Alterações	Verif.	Data
DONO DE OBRA/COORDENAÇÃO GERAL:			
 OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE, EIM, S.A.			
TÍTULO DO PROJETO: CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA			
FASE:		PROJETO DE EXECUÇÃO	
TÍTULO DO DESENHO: MODELAÇÃO DA CÉLULA DE CONFINAMENTO			
DIRETOR PROJETO:	DES. N.: 2		
CHEFE PROJETO: E.T.			
DESENHO: E.T.	ESCALAS: 1 : 1000	FOLHA: DATA: JANEIRO 2016	
VISTO:			
PROJETO:			
			



- LEGENDA:
- Limite de implantação da célula 1
 - Futura vedação
 - Taludes definitivos
 - 200.0 Curvas de nível mestras, finais
 - Curvas de nível intermédias, finais

Fonte da vista aérea: Google Earth

Índice	Alterações	Verif.	Data
DONO DE OBRA/COORDENAÇÃO GERAL:			
			
OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE, EIM, S.A.			
TÍTULO DO PROJETO:			
CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO (RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS) DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA			
FASE:			
PROJETO DE EXECUÇÃO			
TÍTULO DO DESENHO:			
MODELAÇÃO FINAL DO ATERRO SANITÁRIO			
DIRETOR PROJETO:	DES. N.:		
CHEFE PROJETO: E.T.	3		
DESENHO: E.T.	ESCALAS:	FOLHA:	
VISTO:	1 : 1000	DATA: JANEIRO 2016	
PROJETO:			
			



LEGENDA:

--- Limite de implantação da célula 1

— Futura vedação

PLANTAÇÃO DE ÁRVORES

FA - *Frangula azorica* (sanguinho)

LA - *Laurus azorica* (loureiro)

MF - *Myrica faya* (faia-da-terra)

PA - *Prunus azorica* (azereiro)

HIDROSSEMENTEIRAS

Mistura de espécies herbáceas

Mistura de espécies arbustivas pequenas

Mistura de espécies arbustivas

Indice	Alterações	Verif.	Data
--------	------------	--------	------

DONO DE OBRA/COORDENAÇÃO GERAL:



OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE, EIM, S.A.

TÍTULO DO PROJETO:
CÉLULA I DO ATERRO SANITÁRIO
(RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS)
DO ECOPARQUE DA ILHA DE S. MIGUEL
PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

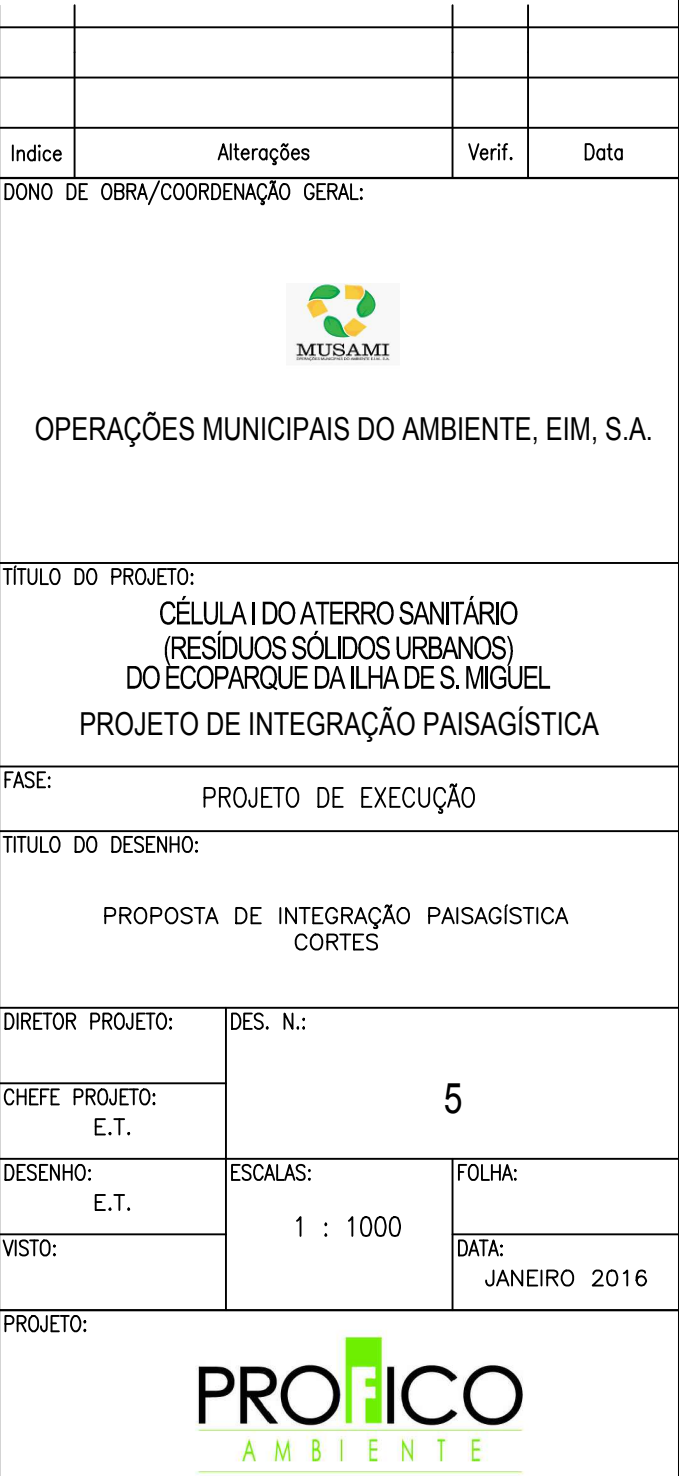
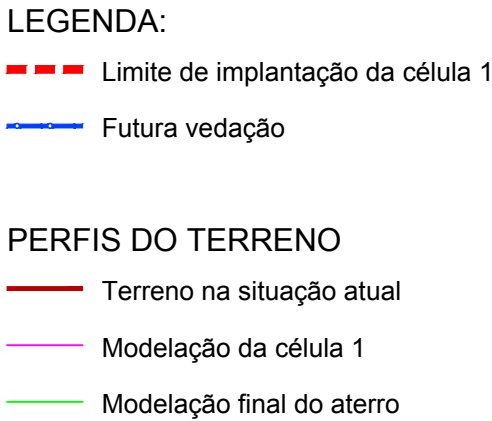
FASE: PROJETO DE EXECUÇÃO

TÍTULO DO DESENHO:
PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA
PLANTAÇÕES E SEMEANTEIRAS

DIRETOR PROJETO:	DES. N.:	4
CHEFE PROJETO: E.T.		
DESENHO: E.T.	ESCALAS: 1 : 1000	FOLHA:
VISTO:		DATA: JANEIRO 2016

PROJETO:

PROFICO
AMBIENTE





**ANEXO XIII – Autorização do
pedido de transformação de
terreno florestado para
construção do Serviço Florestal
de Ponta Delgada, datada de
23-03-2015 (PA n.º 359/2015)**



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DA AGRICULTURA E AMBIENTE
Direção Regional dos Recursos Florestais
Serviço Florestal de Ponta Delgada

Exmo. Senhor
MUSAMI – Operações Municipais do
Ambiente EIM SA.
A/C André Furtado
Rua Engº Arantes e Oliveira, nº 15B
9600 – 228 Ribeira Seca - RBG

Email: geral@musami.pt

Sua referência

Sua comunicação de

23/03/2015

Nossa referência

S-SFPD/2015/417
50-04-02

Data

2015/05/15

ASSUNTO: Autorizada a transformação de terreno florestado para construção

Serve o presente para comunicar a V. Exa., que mediante parecer favorável da Câmara Municipal de Ponta Delgada, fica **Autorizado o pedido de transformação** de área com uso de solo florestado em área para edificação, nomeadamente para construção do “Centro da do Eco Parque de São Miguel”, inscrito sob o artigo matricial rústico nº 86, secção 002, da freguesia de Rosto Cão (S. Roque), concelho de Ponta Delgada, pelo que poderá arrancar as toijas resultantes do corte das árvores requeridas e autorizadas a abate na respetiva área (PA nº 359/2015).

Com os melhores cumprimentos.

O Diretor

Vítor Fernando Frias Carvalho

Anexo: cópia para circulação e parecer da CMPD
E/2014/299;Distrib. Nº 2437
Proc. V/57
A/JMS

Registo	387
Distribuição	2437
Classificação	050.06.02
Em	16 MAIO 2015

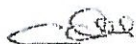
Exmo Senhor
Diretor do Serviço Florestal de Ponta Delgada
Rua do Contador, nº 23
9500-050 Ponta Delgada

V. Ref.	Data	N. Ref.	Data
		GSE 5799/2015	
		8707/2015	28-04-2015

Assunto: Parecer - Construção de Uma Central de Valorização de Resíduos Urbanos

Relativamente ao vosso ofício com referência S-SFPD/2015/360 - 50-04-02 de 2015-04-07, informa-se a V. Ex^a o teor do parecer favorável emitido pelo Chefe de Divisão de Planeamento, que a seguir se transcreve.

Com os melhores cumprimentos



Maria da Graça E. Roque Costa Matos
Diretora de Departamento
Departamento de Planeamento e Urbanismo

ML

Parecer do Chefe de Divisão de Planeamento

"Sobre o assunto informa-se que através do Decreto Regulamentar Regional n.º 12/2011/A de 2 de junho, o Plano Diretor Municipal de Ponta Delgada foi parcialmente suspenso, incluindo-se nesta área suspensa o terreno em apreço, com a finalidade da construção do Centro do Eco Parque de São Miguel.

Pelo exposto informa-se que não há inconveniente no pretendido."

15-04-2015

O Chefe de Divisão de Planeamento

Dr Luís Garcia



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DA AGRICULTURA E AMBIENTE
Direção Regional dos Recursos Florestais
Serviço Florestal de Ponta Delgada

CÓPIA PARA CIRCULAÇÃO

Exmo. Senhor
MUSAMI – Operações Municipais do
Ambiente EIM SA.
A/C André Furtado
Rua Engº Arantes e Oliveira, nº 15B
9600 – 228 Ribeira Seca - RBG

Email: geral@musami.pt

Sua referência

Sua comunicação de

23/03/2015

Nossa referência

S-SFPD/2015/417
50-04-02

Data

2015/05/15

ASSUNTO: Autorizada a transformação de terreno florestado para construção

Serve o presente para comunicar a V. Exa., que mediante parecer favorável da Câmara Municipal de Ponta Delgada, fica **Autorizado o pedido de transformação** de área com uso de solo florestado em área para edificação, nomeadamente para construção do “ Centro da do Eco Parque de São Miguel”, inscrito sob o artigo matricial rústico nº 86, secção 002, da freguesia de Rosto Cão (S. Roque), concelho de Ponta Delgada, pelo que poderá arrancar as toijas resultantes do corte das árvores requeridas e autorizadas a abate na respetiva área (PA nº 359/2015).

Com os melhores cumprimentos.

O Diretor

Vítor Fernando Frias Carvalho

Anexo: cópia para circulação e parecer da CMPD
E/2014/299;Distrib. Nº 2437
Proc. V/57
A./MS