

SMAS VISEU

ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA REABILITAÇÃO DA BARRAGEM DE FAGILDE

NOTA TÉCNICA 1

PROGRAMA DE PROSPEÇÃO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA.

**JULHO 2022
(REVISÃO B)**

Estudo de Alternativas para Reabilitação da Barragem do Fagilde

NOTA TÉCNICA 1

PROGRAMA DE PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

REVISÃO B

ÍNDICE

TEXTO	Pág.
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO.....	3
3 CAMPANHA DE PROSPEÇÃO	5
4 QUANTIDADES DE TRABALHOS.....	6
5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	7
5.1 SONDAGENS MECÂNICAS.....	7
5.2 ENSAIOS LUGEON.....	8
5.3 ENSAIOS LEFRANC	9
5.4 PERFIS DE REFRAÇÃO SÍSMICA.....	9

QUADROS

Quadro 4.1- Trabalhos de prospeção e ensaios laboratoriais. Quantidades.	6
Quadro 5.1 – Sondagens mecânicas. Características.....	7
Quadro 5.2 – Ensaio Lugeon. Patamares de pressão	8

FIGURAS

Figura 2.1 – Enquadramento geológico da barragem e albufeira de Fagilde (extrato das Folhas 17-A e 17-B da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000).	3
--	---

DESENHOS

Desenho 01 – Programa de prospeção geológico-geotécnica. Localização dos trabalhos.	
---	--

1 INTRODUÇÃO

O presente documento integra a revisão B do Programa de Prospeção Geológico-Geotécnico para caracterização preliminar da secção de implantação da Alternativa C do *Estudo de Alternativas para Reabilitação da Barragem de Fagilde*, que corresponde à construção de uma nova barragem a jusante da atual.

A elaboração do programa de prospeção foi precedida por estudos de gabinete e por uma visita técnica de reconhecimento ao vale imediatamente a jusante da atual barragem do Fagilde – visita conjunta com o SMAS Viseu, a APA e o LNEC – com o objetivo de selecionar o eixo de implantação da Alternativa C.

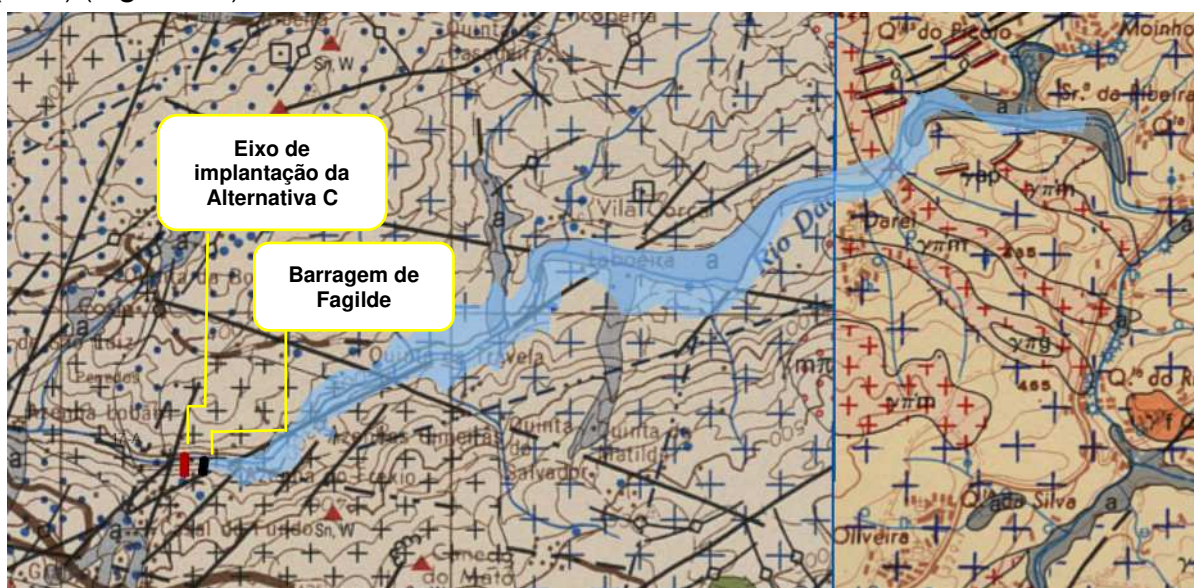
O eixo identificado na visita técnica foi deslocado cerca de 30 m para montante, de modo a implantar a Alternativa C numa secção do rio mais afastada de duas falhas geológicas cartografadas, uma na margem esquerda e outra na margem direita, onde se encaixam linhas de água que definem uma geomorfologia mais desfavorável, em particular no que se refere à margem direita.

Após visita ao local realizada por empreiteiro em sede de consulta prévia ao mercado dos trabalhos de prospeção e pelo SMAS Viseu, para análise das condições de acessibilidade aos locais de implantação dos trabalhos de prospeção, foram propostas adaptações à sua localização, de modo a minimizar a criação de acessos que implicariam meios e tempos de execução não compatíveis com o desenvolvimento dos estudos em curso, validadas pela AQUALOGUS e incorporadas na presente revisão.

Desta forma, resultaram ajustes ao posicionamento das sondagens S01, S02 e S03, alteração à inclinação das sondagens S01, S02 e S03, reposicionamento de alguns perfis sísmicos e supressão de dois perfis.

2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A barragem de Fagilde localiza-se numa secção do rio Dão, cerca de 2 km a sul de Vila Corça, no Distrito de Viseu. Em termos geológicos encontra-se abrangida pela folha 17- A (Viseu) da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000. A albufeira atual da barragem, à cota do NPA (310), desenvolve-se ao longo de cerca de 5 700 m, prolongando-se para a folha vizinha (17-B) (**Figura 2.1**).



LEGENDA:

-  - Granito de Mangualde: Monzogranito biotítico, porfiróide, de grão médio a grosseiro
-  - Granito de Fagilde: Monzogranito biotítico-moscovítico, de grão médio com tendência porfiróide

Figura 2.1 – Enquadramento geológico da barragem e albufeira de Fagilde (extrato das Folhas 17-A e 17-B da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000).

A barragem está implantada sobre as rochas granitoides de grão médio com tendência porfiróide do Maciço Granítico de Fagilde. Este maciço ocorre sob a forma de manchas dispersas quase sempre envolvidas pelos Granitos de Alcafache e, menos vezes, pelos Granitos de Nespereide. Trata-se de uma rocha granitoide mozonítica biotico-moscovítica, rica em plagioclase cálcica, em que o carácter porfiróide é muito irregular. Os megacristais são normalmente pequenos (cerca de 1 cm). Os enclaves metassedimentares são raros, contrariamente ao que ocorre com as associações aplito-pegmatíticas, que são bastante comuns (Ferreira *et.al.*, 2010¹).

É também de registar os importantes níveis de mineralização de estanho e tungsténio que se associam às manchas de Granito de Fagilde.

¹ Ferreira *et.al* (2010) – Folha 17-A da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia Explicativa. Laboratório Nacional de Geologia e Energia, Lisboa

A deformação tectónica regional afetou o maciço de forma muito diferenciada, de modo que há locais onde se regista a ocorrência de afloramentos de granito quase são e, outros, onde a alteração originou horizontes de saibro com várias dezenas de metros de espessura (Hidroprojecto, 1974²).

No que respeita a estruturas geológicas, sobressaem duas falhas geológicas a jusante do eixo de implantação da Alternativa C. Uma com direção NNE-SSW e com expressão na geomorfologia e outra, com direção NE-SW, menos evidente na geomorfologia local.

A secção de implantação da atual barragem é ligeiramente assimétrica, com vertente direita mais íngreme e escarpada que a esquerda. À data do projeto, sobressaía na margem direita a presença de afloramentos com grande continuidade, enquanto na vertente esquerda, mais suave, não havia evidências de afloramentos à superfície, antecipando-se que o maciço de razoável qualidade pudesse estar a cerca de 4 -5 m de profundidade.

No fundo do vale a espessura de sedimentos também se antecipava reduzida.

Face às boas características geotécnicas do maciço de fundação da estrutura previu-se uma escavação média de 4 m para uma inserção da obra, sendo as zonas mais condicionantes (escavações mais profundas) as cotas mais altas do encontro esquerdo. Não obstante, as peças desenhadas disponíveis sugerem que, pelo menos no centro do vale, as escavações terão sido bastante mais profundas que o inicialmente previsto.

O maciço nas zonas envolventes também é pouco alterado, existindo diversos afloramentos em ambas as margens e no vale central a jusante.

Em termos hidrogeológicos, as rochas graníticas não têm habitualmente caudais excecionais. Nestas rochas, a aptidão aquífera depende do grau de fraturação e/ou alteração, havendo possibilidade de captar o horizonte superficial mais alterado e fraturado, normalmente através de poços e galerias e, os níveis mais profundos, a partir de furos de captação. As zonas de falhas e filões são normalmente locais produtivos, o que se comprova pela existência de nascentes associadas.

Nos granitos de Fagilde, os caudais captados no horizonte superficial podem atingir 1,4 l/s, enquanto os caudais mais profundos não excedem habitualmente os 0,7 l/s. Em termos hidroquímicos, as águas graníticas locais tendem a ser cloretadas sódicas, pouco mineralizadas e ligeiramente ácidas (Ferreira *et.al.*, 2010).

² Hidroprojecto (1974) – Abastecimento de água aos concelhos de Viseu, Mangualde e Nelas. Estudo geológico do Aproveitamento de Fagilde.

3 CAMPANHA DE PROSPEÇÃO

Tratando-se de uma fase de estudo de alternativas, o objetivo da prospeção é proceder à caracterização preliminar, atentas as verbas disponíveis, da secção do vale selecionada para implantação da Alternativa C, cerca de 130 m a jusante da barragem atual.

A prospeção pretende, nesta fase, averiguar:

- Se do ponto de vista geomecânico o maciço de fundação tem características de resistência e deformabilidade adequadas à fundação de uma barragem de betão gravidade ou arco-gravidade;
- Se do ponto de vista hidráulico o maciço permitirá assegurar caudais de percolação montante-jusante baixos e a sua extensão mediante um tratamento de impermeabilização, o que se afigura desde já necessário, para a adequada estanqueidade da fundação.

Desta forma, propõe-se a realização de quatro sondagens mecânicas:

- Duas sondagens verticais (S01 e S04);
- Duas sondagens inclinadas em sentidos opostos – (S02 a S03);

e de 4 perfis de refração sísmica (60 m) (PS01 a PS04).

As sondagens deverão ser realizadas à rotação com recolha contínua de amostras. Nas 4 sondagens serão realizados ensaios de absorção de água do tipo Lugeon, a cada 3 m de furação. Caso o maciço rochoso não apresente boas condições para a obturação da câmara de ensaio, ou se intersectem solos de alteração em profundidade, estes ensaios deverão ser substituídos por ensaios de permeabilidade do tipo Lefranc.

As sondagens S02 e S03, posicionadas no fundo do vale, têm pendores opostos e em direção ao fundo do vale, de forma a intersetar eventuais alinhamentos de fraqueza, entre outros objetivos.

Quanto aos perfis sísmicos, estes deverão ser dispostos paralelamente ao alinhamento do rio, em ambas as margens, tendo em conta a inclinação das vertentes do local.

No **Desenho 01** apresenta-se a localização e as coordenadas dos trabalhos propostos.

4 QUANTIDADES DE TRABALHOS

Apresenta-se no **Quadro 4.1** a síntese das quantidades do programa de prospeção proposto.

Quadro 4.1- Trabalhos de prospeção e ensaios laboratoriais. Quantidades.

Designação dos trabalhos		Unidades (Un)	Quantidades unitárias
1	Mobilização (montagem e desmontagem de estaleiro)	VG	1
2	Sondagens mecânicas à rotação		
2.1	Instalação de equipamento por ponto de sondagem	un	4
2.2	Furação à rotação com carotagem contínua vertical ($f \geq 76$ mm)		
	- solos	m	0
	- rocha	m	30
2,3	Furação à rotação com carotagem contínua inclinada ($f \geq 76$ mm)		
	- solos	m	0
	- rocha	m	65
3	Ensaio <i>in situ</i>		
3.1	Ensaio Lefranc (eventual)	un	2
3.2	Ensaio Lugeon (trechos de 3 m e 5 patamares de pressão)	un	32
4	Levantamento topográfico da boca das sondagens	un	4
5	Prospeção geofísica		
5.1	Perfis de refração sísmica (60 m)	un	4
6	Criação de acessos	VG	1

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

5.1 SONDAGENS MECÂNICAS

As sondagens mecânicas deverão ser à rotação com recuperação contínua de amostra, com recurso a amostradores de parede dupla com coroas de prismas ou diamantadas (consoante o tipo de litologia intersetada) e diâmetro igual ou superior a 76 mm. Tratando-se de solos, para que a amostragem não sofra perturbações significativas, a pressão do fluido de circulação deverá ser constantemente controlada e adequar o torque à situação.

As sondagens terão inclinações (e direções de inclinação) diferentes, bem como comprimentos distintos, conforme o local onde estão implantadas, de acordo com o **Quadro 5.1**.

Quadro 5.1 – Sondagens mecânicas. Características.

Sondagem	Direção		Profundidade (m)	Ensaio <i>in situ</i>	
	Azimute direto (°)	Inclinação (°)		Lugeon	Lefranc
S01	---	90	15	A cada 3,0 m de furação, com 5 patamares de pressão	eventuais
S02	180	55	30		
S03	0 (norte)	55	35		
S04	----	90	15		

Sempre que se justifique, deverá revestir-se o furo com camisa metálica, de modo a evitar o colapso do mesmo e a permitir a progressão da furação, assim como, de forma a melhorar as condições de execução dos ensaios que terão lugar no seu interior, assegurando a qualidade analítica dos resultados.

As amostras recuperadas deverão ser dispostas por ordem de obtenção, em caixas devidamente compartimentadas e referenciadas, com indicação, nomeadamente, da profundidade de início e de fim das manobras executadas, com a finalidade de se proceder à sua posterior observação e classificação.

Deverão ser realizados descritivos individuais das sondagens, onde deverá constar a designação da mesma, data de execução, diâmetros de furação, profundidades atingidas, classificação litológica dos diferentes estratos atravessados, bem como os ensaios realizados e, ainda, outras ocorrências que se considerem relevantes.

Nos trechos de intersecção de maciço rochoso, nos descritivos individuais das sondagens, deverão ser anotados o grau de alteração (W), o afastamento entre fraturas (F) e os parâmetros percentagem de recuperação (REC) e RQD – Rock Quality Designation, de acordo com a classificação da SIMR.

Deverá proceder-se ao registo do nível de água dentro do furo, no início e no final de cada dia de furação.

As profundidades referidas são indicativas, podendo, em função das características geomecânicas e de permeabilidade dos terrenos atravessados, reduzir-se ou aumentar-se o comprimento das sondagens.

O empreiteiro responsável pela execução das sondagens deverá comunicar regularmente à AQUALOGUS o progresso de cada sondagem em curso, de forma a que possa ser tomada a decisão da conclusão ou avanço.

5.2 ENSAIOS LUGEON

Os ensaios Lugeon deverão ser realizados dentro do furo de todas as sondagens a cada 3 m de furação em rocha e segundo a Norma NF P94-131.

Deverão ser realizados ensaios com 5 patamares de pressão. Em princípio, recomendam-se os patamares que se apresenta no **Quadro 5.2**, os quais poderão vir a ser ajustados caso se verifique fraturação hidráulica do maciço.

Quadro 5.2 – Ensaio Lugeon. Patamares de pressão

Prof (m)	PATAMARES DE PRESSÃO (medidos no manómetro M2) (bar)				
	1º	2º	3º	4º	5º
3	0,4	0,6	1,0	0,6	0,6
6	0,8	1,2	2,0	1,2	1,2
9	1,2	1,8	3,0	1,8	1,8
12	1,6	2,4	4,1	2,4	2,4
15	2,0	3,0	5,1	3,0	3,0
18	2,4	3,6	6,1	3,6	3,6
21	2,8	4,3	7,1	4,3	4,3
24	3,2	4,9	8,1	4,9	4,9
27	3,6	5,5	9,1	5,5	5,5
30	4,1	6,1	10,0	6,1	6,1
35	4,7	7,1	10,0	7,1	7,1
40	5,4	8,1	10,0	8,1	8,1

Para controlo da pressão deverão ser utilizados dois manómetros – M1 e M2, o primeiro para controlo da pressão de injeção de água à superfície e o segundo para medição da pressão total na câmara de ensaio.

Caso as condições geotécnicas do maciço não permitam a obturação da câmara de ensaio, estes ensaios deverão ser substituídos por ensaios de permeabilidade do tipo Lefranc.

5.3 ENSAIOS LEFRANC

Os ensaios Lefranc estão previstos para os casos em que o maciço rochoso não reúna condições para a obturação das câmaras do ensaio Lugeon.

Poderão também fazer-se ensaios Lefranc nos solos residuais de alteração do maciço rochoso, caso este horizonte tenha uma espessura igual ou superior a 3 m.

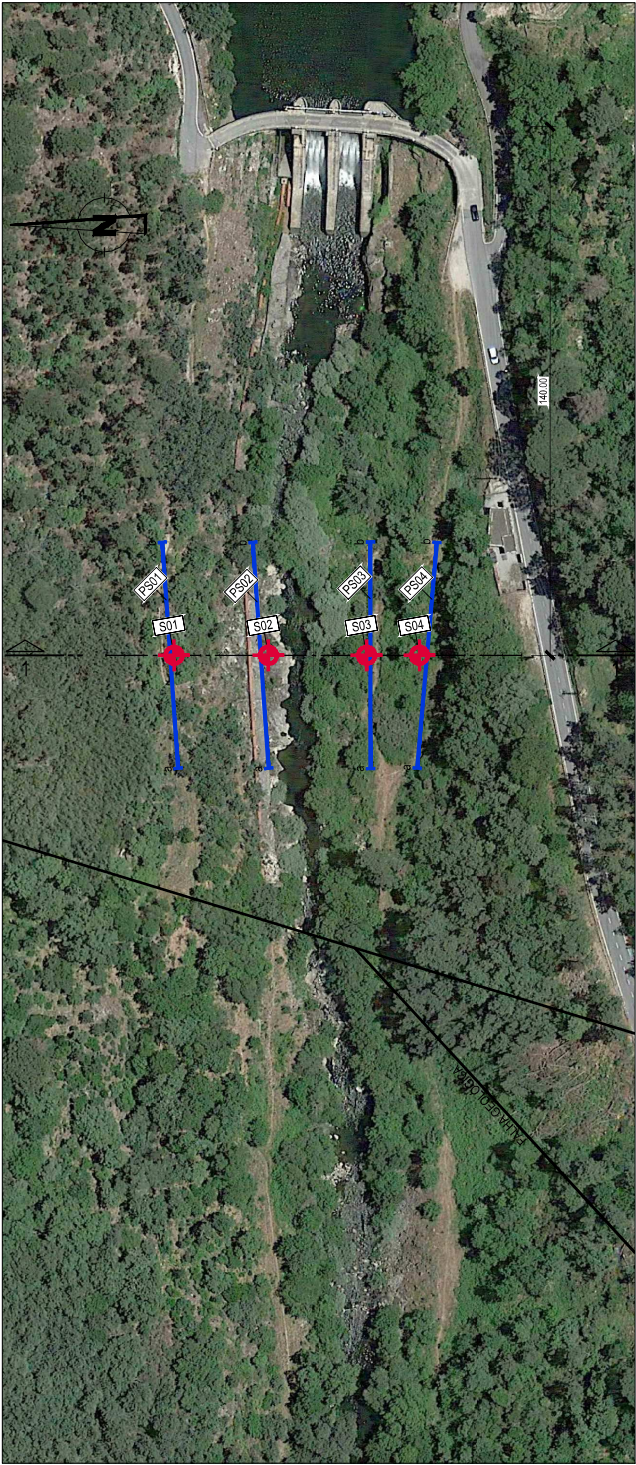
Os ensaios Lefranc deverão ser realizados a carga variável ou constante de acordo com a norma NF P94-132.

5.4 PERFIS DE REFRAÇÃO SÍSMICA

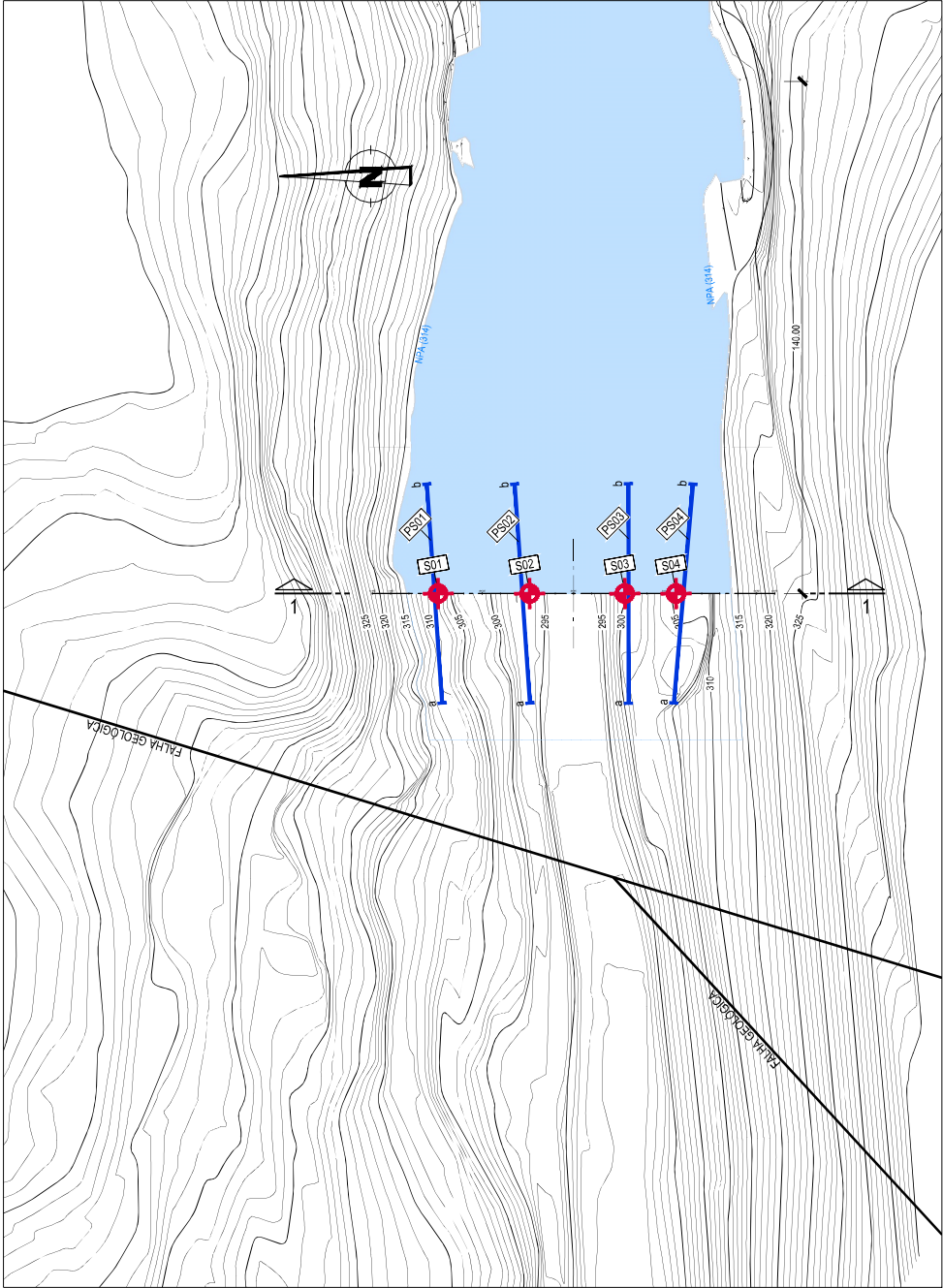
Está preconizada a realização de 6 perfis de refração sísmica de 60 m, com três pontos de impacto.

Atendendo à encosta inclinada, os perfis deverão ser alinhados paralelamente ao alinhamento do rio em ambas as margens, conforme o **Desenho 01**.

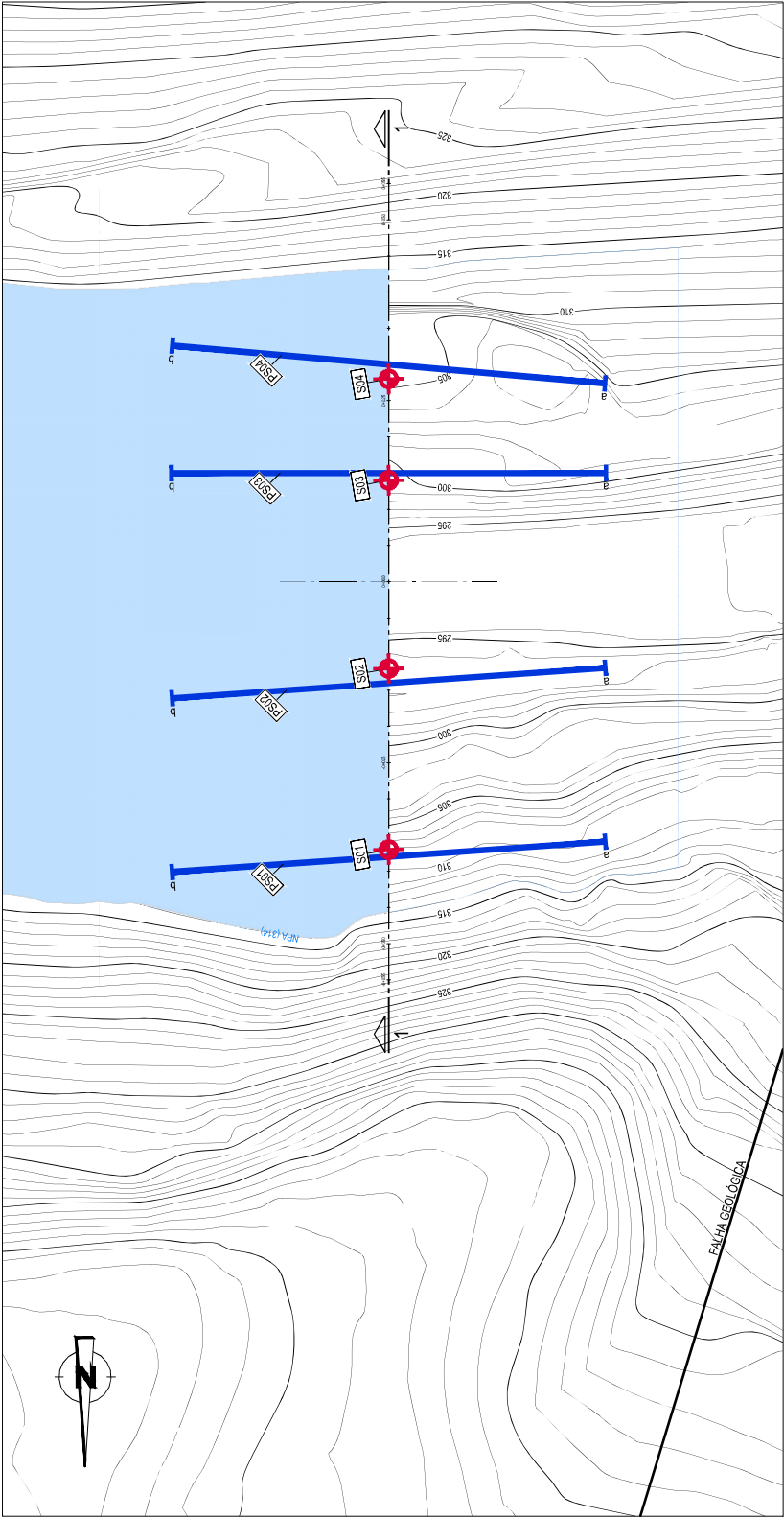
Os resultados deverão ser apresentados sob a forma de tomografias sísmicas.



PLANTA
Esc. 1:1000



PLANTA
Esc. 1:1000

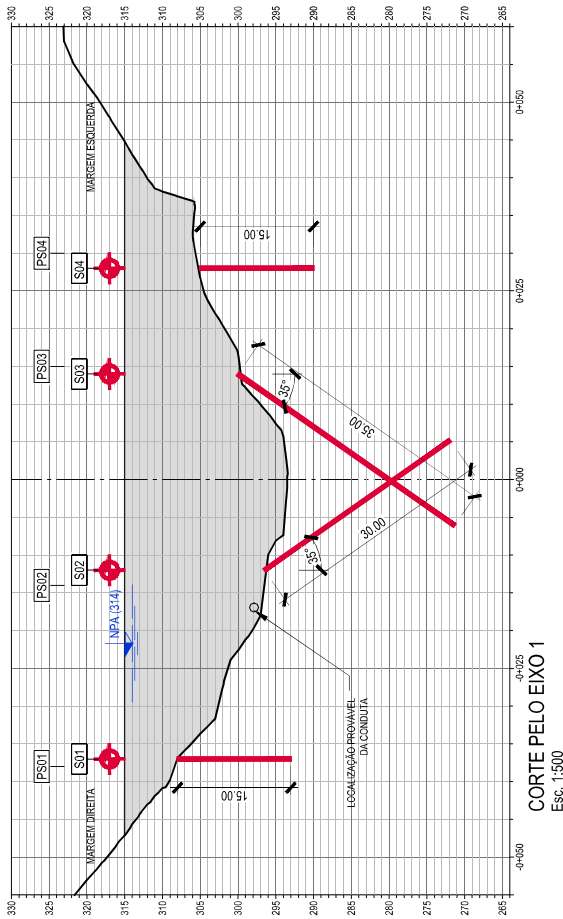


PLANTA
Esc. 1:500

Sondagem	Coordenadas (PT-ETRS89-TM6)		Direção		Profundidade (m)	Ensaio in situ	
	M (x)	P (y)	Azimute direto (°)	Inclinação (°)		Lugem	Leifanc
S01	28620.000	107297.000	---	90	15	A cada 3m de furação, com 5 palanques de pressão	Eventuais
S02	28620.000	107272.000	180	55	30		
S03	28620.000	107246.000	0	55	35		
S04	28620.000	107232.000	---	90	15		

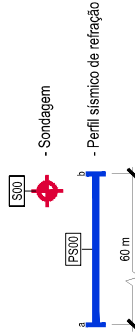
EIXO 1 - PERFIS SÍSMICOS

Perfil sísmico	Coordenadas (PT-ETRS89-TM6)			
	a		b	
	M (x)	P (y)	M (x)	P (y)
PS01	28690.073	107295.907	28649.827	107300.092
PS02	28690.073	107271.907	28649.827	107276.093
PS03	28690.000	107245.000	28650.000	107245.000
PS04	28690.114	107232.615	28649.886	107227.885



CORTE PELO EIXO 1
Esc. 1:500

SIMBOLOGIA



ESTE DESENHO NÃO PODE SERVIR DE BASE À EXECUÇÃO DA OBRA, SEM O ASSENTO DO DONO DA OBRA OU SEU REPRESENTANTE COMO BOA PARA EXECUÇÃO

A	Regulamento dos trabalhos, alteração da indicação das sondagens e supressão de perfis sísmicos	13/07/2022	M.R.	P.B.	M.L.P.
Indice	Designação das alterações	Data	Projeto	Desenho	Vista

Projeto
Miguel Roque

Geometria
Paulo Barbosa

Vista
Lúcia Pereira

Revisão
Lúcia Pereira

Final
Lúcia Pereira

ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA
REABILITAÇÃO DA BARRAGEM DE FAGILDE

PROGRAMA DE PROSPECÇÃO
GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA.
LOCALIZAÇÃO DOS TRABALHOS

01

01/01

A

01_287-01-001-A

Junho 2022

