



**PG PROJETO GERAL
PROJETO DE EXECUÇÃO**

**PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO
DE DERROCADAS EM TALUDES
SOBRANCEIROS ÀS ESTRADAS
REGIONAIS – TALUDE DO SÍTIO DAS
CASAS PRÓXIMAS– E.R. 110**

Janeiro 2020

**VOLUME 0
TOMO I – MEMÓRIA DESCRITIVA**

Memória Descritiva

REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS

DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO DE DERROCADAS EM TALUDES SOBRANCEIROS ÀS ESTRADAS REGIONAIS

TALUDE DO SÍTIO DAS CASAS PRÓXIMAS – E.R. 110

PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME 0

PG– PROJETO GERAL

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE

PG.1- Introdução	1
PG.2- Elementos de Base e Regulamentação	5
PG.3- Enquadramento Geológico	6
PG.3.1- Enquadramento geomorfológico	7
PG.3.2- Litologia	9
PG.3.3- Sismicidade.....	13
PG.4- Reconhecimento de superfície e descrição da situação existente	18
PG.4.1- Considerações gerais.....	18

PG.4.2- Descrição da situação existente	21
PG.5- Descrição das soluções a adotar	33
PG.5.1- Princípios gerais de conceção.....	33
PG.5.2- Trabalhos preparatórios	34
PG.5.3- Estabilização da zona de escavação	35
PG.5.4- Faseamento construtivo	37
PG.6- Dimensionamento das estruturas.....	39
PG.6.1- Parâmetros geomecânicos	39
PG.6.2- Estabilidade global do talude	39
PG.7- Observação	52
PG.8- Drenagem	54
PG.9- Pavimentação	56
PG.10- Sinalização	56
PG.11- Serviços afetados.....	57
PG.11.1- Rede de abastecimento de água e rede de rega	57
PG.11.2- Iluminação Pública	57
PG.11.2.1- Normas e Regulamentos	58
PG.11.2.2- Proposta de intervenção.....	58
PG.11.2.3- Cálculos	59
PG.11.2.3.1- Regulamentos e bases do projeto	59
PG.11.2.3.2- Classificação da via.....	59
PG.11.2.3.3- Resultados	60
PG.11.2.4- Tipo	61
PG.11.2.5- Colunas e luminárias	61
PG.11.2.6- Ligações à terra	61
PG.12- Desvio Provisório de tráfego	62
PG.12.1- Introdução	62
PG.12.2- Considerações gerais.....	62
PG.12.3- Perfil transversal tipo	63
PG.12.4- Medições	64
PG.13- Materiais	64
PG.14- Prazo de execução da empreitada.....	66

ANEXOS

Anexo I – Relatório fotográfico

Anexo II – Estudo Luminotécnico

Anexo III – Desvio provisório de tráfego. F06

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Enquadramento geográfico do talude em estudo (Fonte: Imagem superior – https://pt.wikipedia.org/wiki/Machico / Imagens inferiores – Google Earth)	2
Figura 2 – Extrato da carta topográfica nº 6 da ilha da Madeira à escala 1/25 000 com a localização da zona em estudo (Instituto Geográfico do Exército, 2003).....	3
Figura 3 - Unidades geomorfológicas regionais clássicas (extraído de Fernandes, 2009)	7
Figura 4 – Extrato do mapa hipsométrico da Ilha da Madeira (fonte: https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=42795).....	8
Figura 5 – Perspetiva tridimensional do contexto geomorfológico onde se insere o talude em estudo, assinalado a amarelo (Fonte: Google Earth – Vista de NNE para SSW)	9
Figura 6 - Extrato da Carta Geológica de Portugal – Folha-B da Ilha da Madeira, Escala 1:50.000 (Brum da Silveira <i>et al</i> , 2010). A localização do talude em estudo encontra-se representada a vermelho	11
Figura 7 – Zonamento sísmico na Ilha da Madeira (NP EN 1998-1:2010).....	15
Figura 8 – Rugosidade de descontinuidades, de acordo com Barton (1976) – Extraído de Palmström (2015).....	20
Figura 9 - Análise de estabilidade global. Corte C-C, situação permanente.....	41
Figura 10 - Análise de estabilidade global. Corte C-C, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = 0,031$).....	42
Figura 11 - Análise de estabilidade global. Corte C-C, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = -0,031$).....	42
Figura 12 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação permanente, com variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa	43
Figura 13 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação permanente, com variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°	43
Figura 14 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas alteradas entre 45 e 55 kPa	44
Figura 15 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°	44
Figura 16 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa	45
Figura 17 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°	45
Figura 18 – Análise de estabilidade global. Corte D-D, situação permanente.....	46

Figura 19 - Análise de estabilidade global. Corte D-D, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = 0,031$)	46
Figura 20 – Análise de estabilidade global. Corte D-D, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = -0,031$).....	47
Figura 21 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação permanente, com variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa	47
Figura 22 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação permanente, com variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°	48
Figura 23 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa	48
Figura 24 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°	49
Figura 25 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa	50
Figura 26 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°	50
Figura 27 – Resumo dos resultados do estudo luminotécnico.	60

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Aceleração máxima de referência a_{gr} (m/s^2) nas várias zonas sísmicas; Fonte: EC8-Anexo Nacional, 2010	15
Quadro 2 – Classes de importância de edifícios (NP EN 1998-1:2010 – Anexo B)	16
Quadro 3 – Coeficientes de importância (γ_I) a considerar (NP EN 1998-1:2010).....	16
Quadro 4 – Valores da aceleração sísmica de referência, afetados do coeficiente de importância da estrutura a considerar.....	17
Quadro 5 – Estado de alteração de maciço rochoso (I.S.R.M. 1981)	18
Quadro 6 – Estados de fracturação (espaçamento entre fraturas) - (I.S.R.M. 1981)	18
Quadro 7 – Resistência do maciço rochoso (I.S.R.M 1981).....	19
Quadro 8 – Características das descontinuidades (I.S.R.M., 1981).....	19
Quadro 9 – Parâmetros geomecânicos adotados nos cálculos.....	39
Quadro 10 – Resultados na análise da estabilidade global no corte C-C.....	51
Quadro 11 – Resultados na análise da estabilidade global no corte D-D	51
Quadro 12 – Dispositivos de observação – limites de alerta	52
Quadro 13 – Características geométricas das linhas longitudinais	56

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Início do trecho inspecionado.....	21
Fotografia 2 – Final do Trecho inspecionado.....	22
Fotografia 3 – Perspetiva dos níveis superiores do talude (visto para NNE).....	23

Fotografia 4 – Fotografia ilustrativa do grau de corrosão da rede existente	24
Fotografia 5 – Fotografia onde se observa a separação da rede na zona da união de painéis (segundo troço de rede)	24
Fotografia 6 – Fotografia da terminação do primeiro troço de rede	25
Fotografia 7 – Fotografia ilustrativa da abundante presença de calhaus na matriz arenosa grosseira do talude, com destaque para pormenor da presença de calhaus de basalto vacular junto a basaltos compactos	26
Fotografia 8 – Fotografia ilustrativa do aspeto brechóide dos materiais ocorrentes acima do primeiro pano	26
Fotografia 9 – Fotografia ilustrativa dos filões basálticos a cortar os depósitos existentes (sensivelmente a 30 m do final do talude)	27
Fotografia 10 – Filão basáltico ocorrente no primeiro trecho do talude revestido por rede metálica	27
Fotografia 11 – Fotografia de massa filoneana basáltica com maior possança	28
Fotografia 12 – Pormenor de zona onde se verificou a ocorrência de um escorregamento (fotografia de 04/02/2019)	29
Fotografia 13 – Exemplos de blocos em consola, em risco de instabilização iminente	30
Fotografia 14 – Fotografias ilustrativas do mau estado de conservação da valeta de plataforma. À esquerda, valeta bastante danificada, à direita, valeta colmatada com material escorregado	31
Fotografia 15 – Zona com grande acumulação de blocos rochosos na valeta de plataforma	31
Fotografia 16 – Zona mais erodida situada no início do trecho inspecionado	32
Fotografia 17 – Panorama onde é possível observar o desenvolvimento do muro de pedra arrumada, executado na crista do pano inferior do talude	32
Fotografia 18 – Aspeto geral da valeta de plataforma existente	54
Fotografia 19 – Sumidouro localizado junto ao miradouro na área de intervenção e junto à referência I8A (levantamento topográfico)	55

REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

SECRETARIA REGIONAL DE EQUIPAMENTOS E INFRAESTRUTURAS

DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO DE DERROCADAS EM TALUDES SOBRANCEIROS ÀS ESTRADAS REGIONAIS

TALUDE DO SÍTIO DAS CASAS PRÓXIMAS – E.R. 110

PROJETO DE EXECUÇÃO

VOLUME 0

PG– PROJETO GERAL

MEMÓRIA DESCRITIVA

PG.1-Introdução

O presente Projeto de Execução está inserido no estudo de “Prevenção e mitigação do risco de derrocadas em taludes sobranceiros às estradas regionais 103, 104, 107 e 110 – Lote 2”, dizendo respeito à Intervenção 8 – Talude do Sítio das Casas Próximas na E.R. 110.

O estudo diz respeito à estabilização do talude em escavação, situado numa zona sobrejacente a um troço da ligação rodoviária da ER 110, localizado no concelho de Machico, Madeira (Figura 1). Na Figura 2, apresenta-se a carta militar nº6, à escala 1:25000.

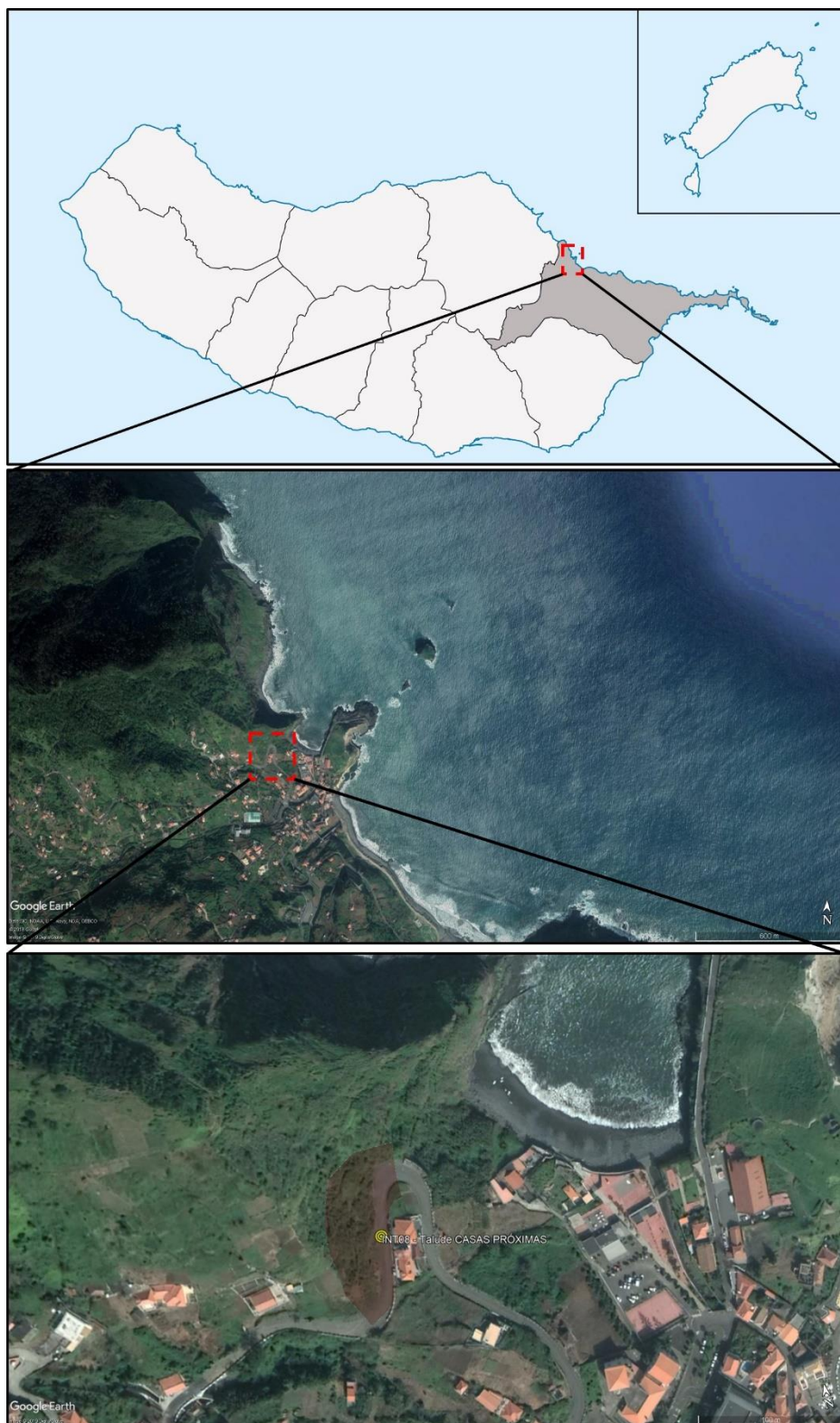


Figura 1 – Enquadramento geográfico do talude em estudo (Fonte: Imagem superior – <https://pt.wikipedia.org/wiki/Machico> / Imagens inferiores – Google Earth)



Figura 2 – Extrato da carta topográfica nº 6 da ilha da Madeira à escala 1/25 000 com a localização da zona em estudo (Instituto Geográfico do Exército, 2003)

O talude interessado no presente Projeto de Execução, desenvolve-se ao longo de um trecho retilíneo compreendido entre duas curvas apertadas, encontrando-se orientado N-S, e inclinando para E. O início do talude coincide, sensivelmente, com uma zona assinalada como miradouro, e termina junto a um muro de betão, situado na zona de inflexão da curva. A via apresenta inclinação média próxima de 11 % ao longo da extensão do talude, pendendo para N.

O troço onde se insere o talude em estudo desenvolve-se em perfil de escavação, tendo-se observado a ocupação de algumas áreas do talude para uso agrícola.

Ao longo da extensão reconhecida, o talude apresenta-se bastante inclinado (aproximadamente 50 a 70°), sendo que a face se apresenta bastante irregular. Atualmente, o talude encontra-se revestido, nalguns locais, com uma rede metálica de revestimento simples, em avançado estado de degradação.

Por se tratar de um troço da E.R. 110 onde se constata indícios de escorregamento de materiais (terrosos e rochosos) para a plataforma da via, devido, por um lado, à inclinação muito elevada do talude e, por outro lado, à sua constituição geológica relativamente friável (nomeadamente no que se refere às formações brechóides em matriz arenítica grosseira), que tem conduzido a uma maior degradação do mesmo (patente nas acumulações de detritos no pé do talude e nas irregularidades do pano), foi previsto desenvolver um projeto de consolidação, com objetivo de promover a respetiva estabilização.

As soluções a desenvolver deverão, por um lado, minimizar o impacto dos fenómenos erosivos nos materiais menos resistentes do talude, e, por outro lado, aumentar a consolidação e estabilização do maciço. Além da contribuição para a estabilização do talude, a solução deverá também incluir uma beneficiação do sistema de drenagem, de modo a minimizar o impacto erosivo das águas de escorrência. Estas soluções foram implantadas sobre o levantamento topográfico do talude em estudo, encontrando-se esta planta apresentada na peça desenhada 403.LVI.INT08.5.GG.200.1-1.0.B.

Assim, para a elaboração deste estudo, foi feita a recolha e análise de todos os elementos geológico-geotécnicos disponíveis que foi possível obter sobre este local, nomeadamente as informações da Carta Geológica da Ilha da Madeira Folha B à escala 1/50 000 e respetiva notícia explicativa, elaborada pela Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Governo Regional da Madeira.

Para além dos referidos elementos, foi ainda realizado um reconhecimento geológico de superfície, ao longo do talude interessado, entre 28 e 29 de março de 2019.

Com base nos elementos recolhidos e nas informações obtidas, quer através do reconhecimento geológico de superfície, quer através dos elementos consultados, foi feita uma interpretação das condições geológico-geotécnicas ocorrentes ao longo do talude em estudo, tendo em vista a identificação das principais patologias existentes.

PG.2-Elementos de Base e Regulamentação

Serviram de base para o presente estudo os seguintes elementos:

- Levantamento Topográfico da zona interessada, recebido em março de 2019;
- Diário da República n.º 145/2008, 1º Suplemento, Série I de 2008-07-29 - Portaria n.º 701-H/2008
- Carta Militar nº6 – Arquipélago da Madeira - Funchal à escala 1:25000
- Carta Geológica de Portugal – Folha B da Ilha da Madeira à escala 1:50.000

No estudo das soluções foram adotados os critérios de verificação de segurança preconizados na regulamentação portuguesa de estruturas e também a europeia, no que respeita ao projeto geotécnico:

- NP EN 1990:2009 – Eurocódigo 0 – Bases para o Projeto de Estruturas;
- NP EN 1992-1:2010 – Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de Betão;
- NP EN 1997-1:2010 – Eurocódigo 7 – Projeto Geotécnico;
- NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos;
- RSA – Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes, 1983;
- REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, 1983;
- NP EN 206-1:2007 – Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- NP EN 14490:2010 – Execução de Pregagens;
- EN 10223-3:2013 - Steel wire and wire products for fencing and netting-Part3: Hexagonal steel wire mesh products for civil engineering purposes;
- EN 10244-2:2010 - Steel wire and wire products for fencing and netting-Part3: Hexagonal steel wire mesh products for civil engineering purposes;
- EN 10244-2:2010 - Steel wire and wire products - Non-ferrous metallic coatings on steel wire - Part 2: Zinc or zinc alloy coatings;
- Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles -- Specifications and test methods;

Nos cálculos de estabilidade, realizados no âmbito do presente estudo, foi utilizado o *software* Slide, desenvolvido pela RocScience.

PG.3-Enquadramento Geológico

A ilha da Madeira constitui a maior ilha do arquipélago da Madeira, apresentando alongamento máximo de 58 km segundo a direção E-W e 23 km de largura máxima segundo a direção N-S, distando aproximadamente 700 km da costa Africana e 850 km para Sudoeste de Portugal continental.

De acordo com a notícia explicativa da Carta Geológica da Ilha da Madeira (António Brum da Silveira, José Madeira, Ricardo Ramalho, Paulo Fonseca e Susana Prada) publicada em 2010, o território insular da Madeira corresponde à parte emersa de um edifício vulcânico que se eleva do fundo oceânico, desde profundidades de cerca de -4000 m, até aos 1861 m acima do nível do mar (Pico Ruivo). Trata-se de um grande vulcão escudo de idade mio- holocénica construído sobre crosta oceânica de idade cretácica, entre as anomalias magnéticas M4 (126,7 Ma) e M16 (139,6 Ma) (KLITGORD & SCHOUTEN, 1986) e localizado no sector NW da Placa Africana (Núbia), cerca de 500 km a sul da Zona de Fratura Açores-Gibraltar e aproximadamente a 1600 km a leste da Crista Média Atlântica. Neste enquadramento geodinâmico (magmatismo oceânico intraplaca) a origem do vulcanismo é consensualmente atribuída a um ponto quente ("hotspot"), em que a ascensão de magma está associada a uma pluma mantélica (e.g. MORGAN, 1972; BURK & WILSON, 1976; GELDMACHER & HOERNLE, 2000).

De acordo com o trabalho de Brum Da Silveira et al. (2008), a construção do vulcão escudo da madeira decorreu ao longo de três estágios, resultando daí três complexos vulcânicos principais. Da base para o topo, os complexos são os seguintes: i) Complexo Vulcânico Inferior (CVI); ii) Complexo Vulcânico Intermédio (CVM) e; iii) Complexo Vulcânico Superior (CVS).

Os fenómenos vulcânicos tiveram início no fim do Miocénico, aquando da formação da ilha, e prolongaram-se até à formação do CVS, manifestaram-se na forma de vulcanismo fissural ao longo de uma zona de rift vulcânico orientada E-W, evoluindo posteriormente para um alinhamento WNW-ESE a NW-SE.

PG.3.1-Enquadramento geomorfológico

A ilha da Madeira subdivide-se em três unidades geomorfológicas clássicas (Figura 3): o planalto do Paul da Serra, também designado de Maciço Ocidental (UGRC1), o Maciço Vulcânico Central (ou apenas Maciço Central) (UGRC2) e a Ponta de São Lourenço também denominada de Maciço Oriental (UGRC3).

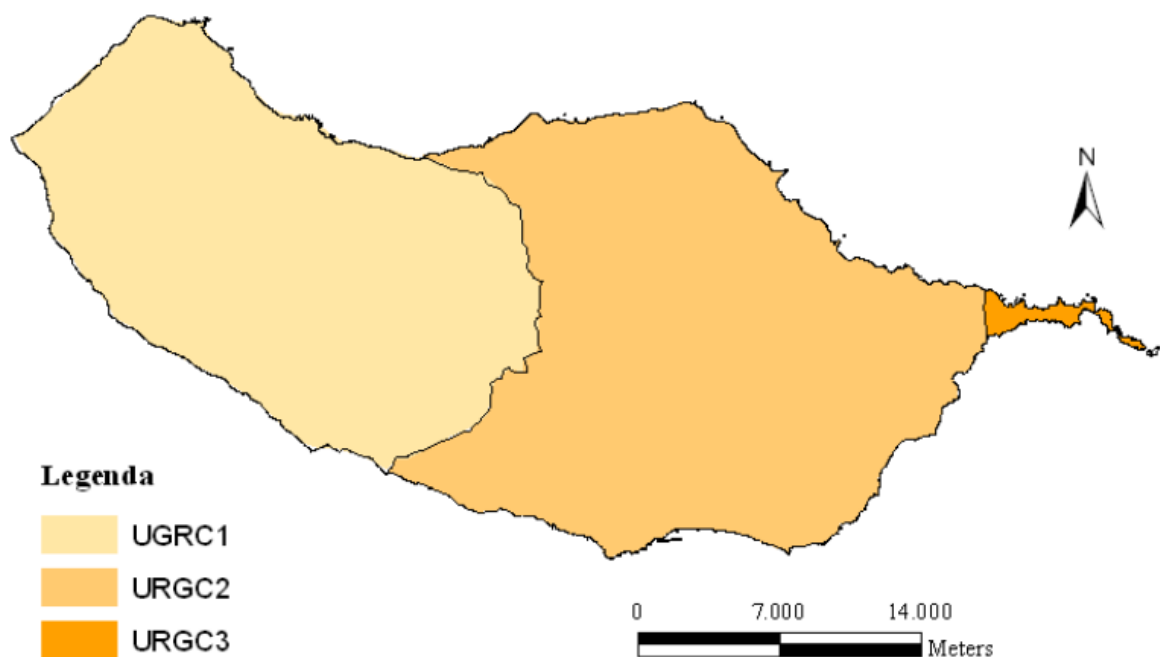


Figura 3 - Unidades geomorfológicas regionais clássicas (extraído de Fernandes, 2009)

O talude em estudo insere-se na segunda unidade - Maciço Central, caracterizada por apresentar as maiores altitudes da ilha, existindo quatro picos que ultrapassam os 1800 m de altitude, sendo o mais alto o pico Ruivo com 1862 m, logo seguido pelo pico das Torres com 1851 m, pelo Areeiro com 1818 m e pelo pico Cidrão com 1802 m.

Este maciço é constituído, principalmente, por materiais piroclásticos grosseiros, nomeadamente escórias e bombas vulcânicas. No maciço central nascem muitas ribeiras, sendo que algumas correm para Norte e outras para Sul, sendo todas elas caracterizadas por se desenvolverem ao longo de vales muito encaixados, o que mostra bem a sua grande capacidade erosiva.

A Ilha da Madeira, de modo geral, apresenta um relevo muito acentuado com 1/4 da sua superfície acima dos 1000 m de altitude e com declives muito acentuados. Cerca de 65% da superfície da ilha tem declives superiores a 25%, sendo as áreas planas, ou relativamente planas, escassas. Na Figura 4, apresenta-se um extrato do mapa hipsométrico da Ilha da Madeira.

Neste contexto, no que se refere especificamente ao talude em estudo, verifica-se que o mesmo ocorre entre as cotas 40 e 110 (aproximadamente), sendo que, a área onde este se insere, é dominada pela presença do marco geomorfológico da Penha d'Águia, imediatamente a W-NW.

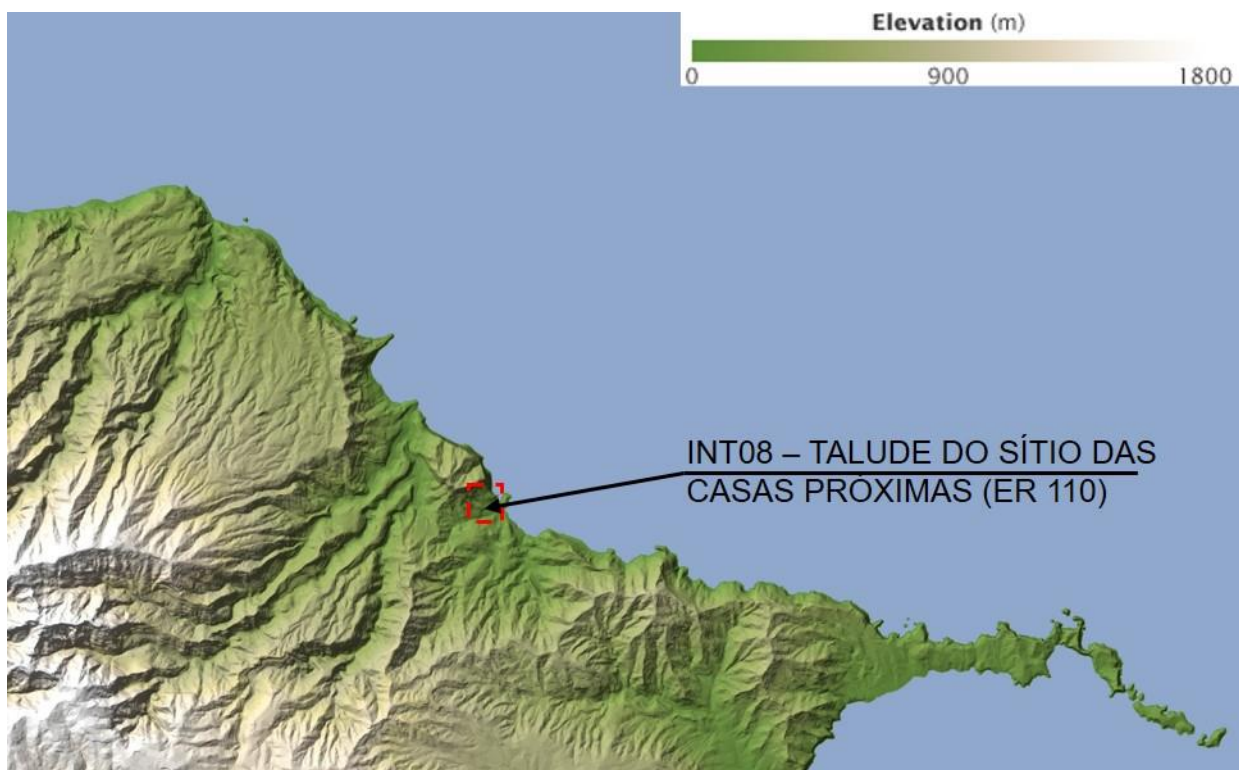


Figura 4 – Extrato do mapa hipsométrico da Ilha da Madeira (fonte:

<https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=42795>)



Figura 5 – Perspetiva tridimensional do contexto geomorfológico onde se insere o talude em estudo, assinalado a amarelo (Fonte: Google Earth – Vista de NNE para SSW)

PG.3.2-Litologia

O Vulcão escudo da Madeira foi formado em três fases principais, que se traduzem numa estratigrafia composta por três complexos vulcânicos principais (Brum da Silveira *et al.*, 2008), ordenados da base para o topo: O Complexo Vulcânico Inferior (CVI > 5,57 Ma), o Complexo Vulcânico Intermédio (CVM: 5,57 – 1,8 Ma) e o Complexo Vulcânico Superior (CVS: 1,8 – 0,007 Ma). Em seguida, é feita uma breve descrição do Complexo Vulcânico Intermédio (CVM), fase onde se insere a unidade geológica aflorante na área em estudo.

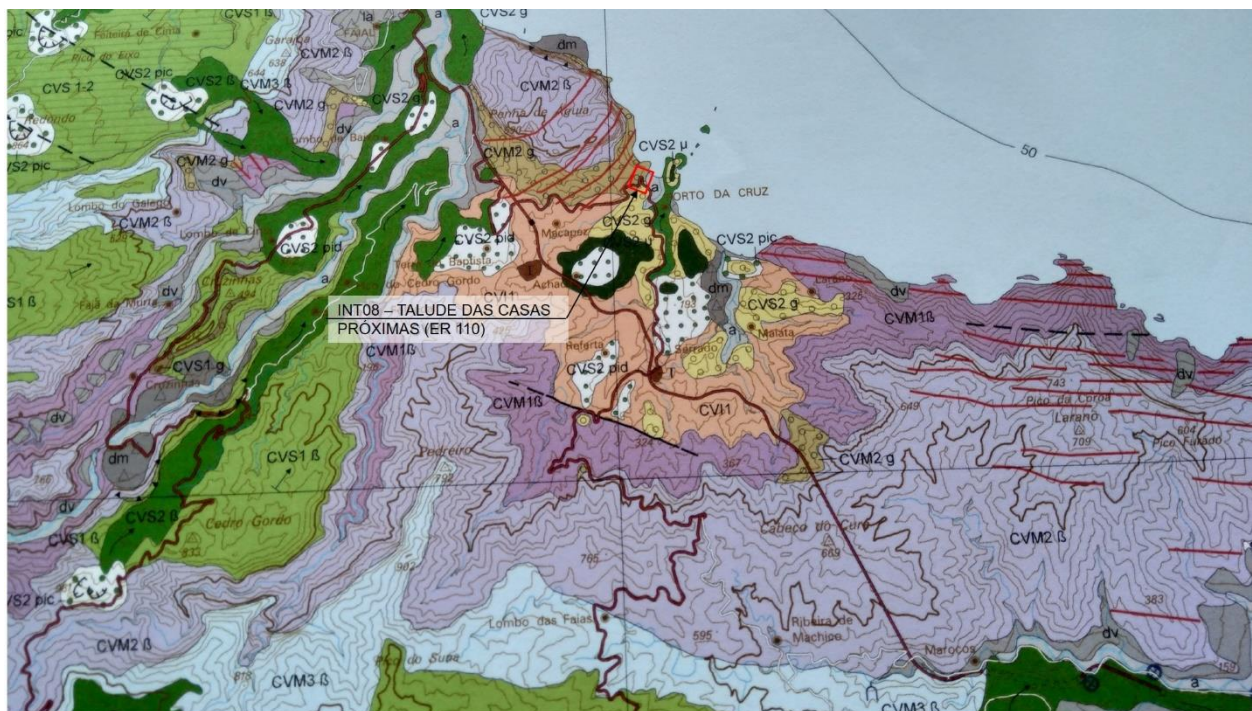
Complexo Vulcânico Intermédio (CVM)

O CVM é representativo da segunda etapa de edificação do vulcão escudo da Madeira, que ocorreu em ambiente subaéreo, sendo que as lavas associadas a este estágio originaram predominantemente basaltos e basanitos (Mata, 1996). Este complexo resultou da atividade vulcânica fissural que ocorreu ao longo de uma zona de rift com alinhamento E-W. Este

complexo é composto por três unidades Vulcano-Estratigráficas (ordenadas da base para o topo):

- Unidade da Encumeada (CVM1) – É representativa da primeira etapa de construção do vulcão escudo em ambiente subaéreo, sendo caracterizada por erupções de estilo estromboliano e vulcaniano, em cones ou sistemas fissurais situados ao longo de uma zona de rift orientada E-W. Ocorre fundamentalmente no Maciço Central e na Ponta de S. Lourenço;
- Unidade de Penha de'Águia (CVM2) – Representa a segunda etapa de atividade vulcânica em ambiente subaéreo e é caracterizada por um elevado número de erupções (estromboliano e havaiano), com emissão de grandes volumes de lava a partir de focos eruptivos localizados essencialmente no Maciço Central;
- Unidade do Curral de Freiras (CVM3) – Materializa a terceira etapa eruptiva em ambiente subaéreo e é caracterizada por vulcanismo essencialmente havaiano (ou estromboliano), ocorrendo em bocas fissurais possivelmente situadas na região do Paul da Serra.

Na Figura 6, apresenta-se um extrato da Carta Geológica da Ilha da Madeira – Folha B, à escala 1:50000. A legenda compreende as unidades geológicas que ocorrem na área em estudo ou nas suas proximidades.



QUATERNÁRIO

Holocénico

a Aluviões

Complexo Vulcânico Superior (CVS)

Unidade do Funchal (CVS2)

CVS2 g Depósitos sedimentares de fácies conglomeráticas, brechóides e areníticas, associados a fluxos de detritos ou fluxos de lama (lahares) e fluxos hiperconcentrados canalizados

CVS2 pid Depósitos piroclásticos máficos subaéreos distais: cinzas e lapilli de queda, geralmente alterados.

NEOGÉNICO

Plio-Plistocénico

Complexo Vulcânico Intermédio (CVM)

Unidade da Penha de Águia (CVM2)

CVM2 g Depósitos sedimentares de fácies brechóides, conglomeráticas e areníticas grosseiras, associados a fluxos detriticos ou fluxos de lama (lahares) e ocasionais depósitos de avalanche de detritos relacionados com deslizamentos

CVM2 β Derrames lávicos subaéreos de composição máfica (basanitos e basaltos), com intercalações ocasionais de tufos basálticos (escórias, lapilli e cinzas) e produtos de actividade freato-magmática.

Plio-Plistocénico / Miocénico

Unidade da Encumeada (CVM1)

CVM1 β Produtos vulcânicos subaéreos de composição máfica, geralmente muito alterados, e sedimentos detriticos, indiferenciados: derrames lávicos, depósitos piroclásticos de queda (tufos), brechas vulcânicas e depósitos de fluxo piroclástico (do tipo block-and-ash flow); intercalações sedimentares (lahares) de fácies conglomeráticas, brechóides e areníticas associadas a fluxos de detritos ou fluxos de lama.

NEOGÉNICO

Miocénico

Complexo Vulcânico Inferior (CVI)

Unidade do Porto da Cruz (CVI1)

CVI 1 Rochas máficas muito alteradas, palagonitizadas, de possível origem submarina e hidromagmática (hialoclastitos, brechas hialoclastíticas e derrames lávicos submarinos)

Figura 6 - Extrato da Carta Geológica de Portugal – Folha-B da Ilha da Madeira, Escala 1:50.000 (Brum da Silveira *et al*, 2010). A localização do talude em estudo encontra-se representada a vermelho

CVM2 β – Unidade de Penha d'Águia – Esta unidade é aflorante em grande parte da ilha, particularmente nos taludes das arribas litorais de maior expressão ou nas vertentes abruptas dos vales mais encaixados. Geralmente encontra-se coberta pelas unidades mais recentes, embora seja de se destacar uma faixa entre Porto da Cruz e Machico, onde esta formação assume um posicionamento geomorfológico predominante. A Penha da Águia, que constitui o principal marco geológico/geomorfológico na zona em estudo, ocorre sobranceiramente ao talude interessado.

Esta unidade é constituída por sequências vulcânicas máficas, compostas por basanitos e basaltos, que materializam a ocorrência de atividade vulcânica efusiva e explosiva subaérea, do estilo havaiano, estromboliano, e ocasionalmente, do tipo freato-magmática, acrescentando-se a existência de sequências sedimentares epiclásticas. As sequências lávicas características desta unidade formam, geralmente, grandes empilhamentos de escoadas, de espessura reduzida, apresentando-se, geralmente, pouco alteradas. Nas zonas mais distais dos focos eruptivos, verificam-se intercalações de piroclastos de queda distais (tufos de *lapilli* e cinzas), geralmente muito compactos e com espessura reduzida, bem como de produtos de atividade freato-magmática.

CVM2 g – Unidade de Penha d'Águia - Depósitos sedimentares do tipo lahar constituídos por associações de fácies brechóides, conglomeráticas e areníticas grosseiras, relacionados com fluxos detríticos ou fluxos de lama em ambientes proximais de sistemas de leques aluviais ou sistemas fluviais canalizados. Estes depósitos ocorrem na base da unidade de Penha d'Águia e fossilizam importantes superfícies erosivas que truncam unidades vulcano-estratigráficas mais antigas.

Unidade do Funchal (CVS2 pid e CVS2 g) – A Unidade do Funchal aflora um pouco por toda a Ilha da Madeira e assentam em inconformidade sobre as unidades mais antigas.

Esta unidade compreende manifestações vulcânicas subaéreas na forma de derrames lávicos de composição mugearítica (Zbyszewski et al., 1975) e derrames lávicos de composição máfica, com ocasionais intercalações de piroclastos de queda (escórias, lapilli e cinzas basálticas) e produtos de atividade freato-magmática.

No entanto, na área em estudo destacam-se as manifestações de estilo havaiano ou estromboliano que produziram depósitos piroclásticos de queda distais, geralmente alterados (CVS2 pid) e depósitos sedimentares que compreendem associações de fácies conglomeráticas brechóides e areníticas (CVS2 g). Estes últimos encontram-se relacionados com eventos de enxurradas ou, no caso concreto da zona do Porto da Cruz, com fluxos hiperconcentrados com originaram tufitos e arenitos com intercalações conglomeráticas. Esta unidade representa depósitos piroclásticos máficos subaéreos distais (cinzas e lapilli de queda), geralmente alterados.

Além das unidades supra descritas, é de referir a abundante presença de massas filoneanas na área em estudo. Estes filões, com disposição NE – SW, são predominantemente basálticos.

PG.3.3-Sismicidade

O arquipélago da Madeira está situado na placa Africana, mais concretamente na região intraplaca, limitada, a nordeste, pelos Açores, junto da crista média Atlântica, a norte, pela complexa estrutura Açores – Gibraltar, e, a sudeste, pelas Canárias, cujas ilhas orientais estão situadas no talude continental adjacente do cratão oeste-africano, onde a litosfera apresenta características transicionais entre os tipos oceânico e continental (Mata, 1996). O arquipélago apresenta uma sismicidade fraca e, em regra, sendo, na maior parte dos casos, reflexo dos sismos de grande magnitude, com epicentro nas regiões sísmicas do Atlântico ou nas regiões de fraturas marginais dos continentes europeu e africano que estão próximas.

Historicamente, desde o início do povoamento da Ilha da Madeira sentiram-se, esporadicamente, alguns abalos de terra, às vezes com alguma intensidade, na ilha da Madeira. Um dos primeiros sismos assinalados ocorreu a 31 de Março de 1748, aparentemente relacionado com uma erupção vulcânica submarina a Este da Ponta de S. Lourenço. De acordo com os registos históricos, a sismicidade pode ser considerada baixa, não tendo até à data sido responsável por danos materiais avultados ou perda de vidas (Brum da Silveira *et al*, 2010).

Apenas em 1975, um sismo ocorrido no dia 26 de Maio pelas 9 horas da manhã, desalojou na zona do Funchal perto de 50 pessoas, tendo provocado pequenos estragos em toda a ilha. Mais

recentemente, no início de 2006, foram sentidos cerca de 8 sismos com magnitudes entre os 2,7 e 4,2, cujos epicentros se localizaram 60 a 70 km a sul do Funchal. Esta constituiu a crise sísmica mais recente digna de realce. Não é improvável que possam ocorrer sismos relacionados com o próprio sistema vulcânico (ainda ativo) da Madeira (Brum da Silveira *et al*, 2010).

Assim, a sismicidade registada na Madeira é fraca e sentida com baixa intensidade. O principal perigo, associado a estes sismos, prende-se com a possibilidade de poderem despoletar movimentos de massa em locais que poderão estar já em risco iminente de colapso. Este risco será potenciado se a sismicidade ocorrer durante ou imediatamente após períodos de precipitação intensa.

As estruturas tectónicas existentes parecem afetar apenas as unidades mais antigas, não apresentando quaisquer evidências de atividade neotectónica e, por esta razão, apresentam reduzida probabilidade de constituir fontes de risco sísmico para a região.

Relativamente às implicações sísmicas para o presente Projeto, o EC8 prevê dois cenários de geração de sismos que podem afetar Portugal:

- Um cenário designado de “afastado” referente em geral aos sismos com epicentro na região Atlântica e que corresponde à Ação sísmica Tipo 1.
- Um cenário designado de “próximo” referente em geral aos sismos com epicentro no território Continental e que corresponde à Ação sísmica Tipo 2;

No presente caso, apenas é necessário considerar a ação sísmica Tipo 1.

O Anexo Nacional do EC8 procede à divisão do território nacional em zonas sísmicas, estabelecidas em termos da aceleração máxima de Projeto de referência (a_{gR} em rocha). Para o presente estudo, dado o posicionamento do arquipélago da Madeira, a segurança das estruturas deve ser verificada apenas segundo o cenário representativo de sismos afastados (AS Tipo 1 – interplacas), cujo zonamento do território a considerar é o ilustrado na Figura 7.



Figura 7 – Zonamento sísmico na Ilha da Madeira (NP EN 1998-1:2010)

De acordo com a Figura 7, verifica-se que a zona em estudo situa-se na zona 1.6. De acordo, com a informação constante no quadro 1, verifica-se que à mesma corresponde uma aceleração máxima de referência a_{gR} de 0,35.

Quadro 1 – Aceleração máxima de referência a_{gR} (m/s^2) nas várias zonas sísmicas; Fonte: EC8-Anexo Nacional, 2010

Ação sísmica Tipo 1	
Zona Sísmica	a_{gR} (m/s^2)
1,1	2,5
1,2	2,0
1,3	1,5
1,4	1,0
1,5	0,6
1,6	0,35

Dado que para a análise de estabilidade dinâmica existirá a necessidade de considerar um coeficiente de aceleração sísmica horizontal (k_H) e vertical (k_V), sendo esta última definida como metade da horizontal ($k_V = 0,5 k_H$). Para aferir o valor a considerar para a aceleração horizontal recorreu-se à norma NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 (EC8), bem como o respetivo Anexo Nacional.

Assim, no EC8 é introduzido o conceito de Classes de Importância das construções através da inclusão de um coeficiente (Y_1) variável em função da classe de importância da construção, de acordo com os quadros seguintes, retirados do EC8.

Quadro 2 – Classes de importância de edifícios (NP EN 1998-1:2010 – Anexo B)

Classe de importância	Edifícios
I	Edifícios de importância menor para a segurança pública, como por exemplo edifícios agrícolas, etc.
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias.
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao colapso, como por exemplo escolas, salas de reunião, instituições culturais, etc.
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a protecção civil, como por exemplo hospitais, quartéis de bombeiros, centrais eléctricas, etc.

NOTA: As classes de importância I, II e III ou IV correspondem aproximadamente às classes de consequência CC1, CC2 e CC3, respectivamente, definidas na EN 1990:2002, Anexo B.

Quadro 3 – Coeficientes de importância (Y_1) a considerar (NP EN 1998-1:2010)

Classe de Importância	Acção sísmica Tipo 1	Acção sísmica Tipo 2	
		Continente	Açores
I	0,65	0,75	0,85
II	1,00	1,00	1,00
III	1,45	1,25	1,15
IV	1,95	1,50	1,35

Para o presente caso, a área em estudo, foi incluída na classe de importância III, cuja rotura ou colapso terá consequências económicas, sociais ou ambientais medianamente importantes, tal como definido no Anexo B da norma NP EN 1990:2009 – Eurocódigo 0 (EC0). O coeficiente de importância a adotar será $Y_1 = 1,45$.

Assim, temos que, para a escavação da área em estudo, localizada no concelho de Machico e que se situa na zona sísmica 1,6, para o sismo do tipo afastado, os valores da aceleração sísmica de referência, afetados do coeficiente de importância da estrutura, a considerar são os apresentados no seguinte quadro.

Quadro 4 – Valores da aceleração sísmica de referência, afetados do coeficiente de importância da estrutura a considerar

	a_{gR}	γ_I	$a_g(m/s^2)$
Afastado (Tipo 1)	0,35	1,45	0,51

A afetação destes valores pelo valor da aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) permite a obtenção dos coeficientes de aceleração sísmica horizontal a aplicar nas análises de estabilidade. Obtêm-se assim os valores de $k_{H1} = 0,051$ para a ação sísmica Tipo 1.

Atendendo às características geomorfológicas do talude em estudo, considera-se, para as verificações de estabilidade, um coeficiente de amplificação topográfica $S_T = 1,2$ (definido no normativo NP EN 1998-5 2010), que deverá afetar o valor de aceleração sísmica indicado anteriormente. Assim, o valor de k_{H1} a considerar após afetação pelo coeficiente de amplificação topográfica, será de $0,051 \times 1,2$, i.e., 0,061.

PG.4-Reconhecimento de superfície e descrição da situação existente

PG.4.1-Considerações gerais

De modo a avaliar o estado atual do talude interessado, procedeu-se, entre os dias 28 e 29 de março do presente ano, ao seu reconhecimento de superfície. O reconhecimento do talude envolveu a identificação e caracterização das litologias existentes, a avaliação dos estados de alteração, fracturação e resistência do maciço rochoso (I.S.R.M. 1981). Além destes parâmetros, sempre que possível, procurou avaliar-se mais características das descontinuidades, como a sua abertura (e a natureza do seu preenchimento, se existente), persistência e rugosidade.

Quadro 5 – Estado de alteração de maciço rochoso (I.S.R.M. 1981)

SÍMBOLOS		DESIGNAÇÕES	DESCRIÇÃO
W1	W1-2 (*)	São	Sem quaisquer sinais de alteração
W2		Pouco alterado	Sinais de alteração, apenas nas imediações das descontinuidades
W3		Medianamente alterado	Alteração visível em todo o maciço rochoso, mas não é friável
W4	W4-5 (*)	Muito alterado	Alteração visível em todo o maciço e a rocha é parcialmente friável
W5		Decomposto	Maciço apresenta-se completamente friável, praticamente com comportamento de solo

(*) – Classificação simplificada

Quadro 6 – Estados de fracturação (espaçamento entre fraturas) - (I.S.R.M. 1981)

SÍMBOLOS		INTERVALOS (cm)	DESCRIÇÃO	
F1	F1-2 (*)	>200	Muito afastadas	Afastadas
F2		60 – 200	Afastadas	
F3		20 – 60	Medianamente afastadas	
F4	F4-5 (*)	6 – 20	Próximas	Próximas
F5		<6	Muito próximas	

(*) – Classificação simplificada

Quadro 7 – Resistência do maciço rochoso (I.S.R.M 1981)

SÍMBOLOS	RCU (MPa)	DESCRIÇÃO
R0	0,25 – 1	Extremamente mole – Pode marcar-se com a unha.
R1	1,0 – 5,0	Muito mole – A rocha desintegra-se ao golpear com a ponta do martelo
R2	5,0 – 25 MPa	Mole – Produzem-se ligeiras marcas ao golpear com a ponta do martelo
R3	25 – 50 MPa	Moderadamente dura – Com um golpe forte do martelo pode fraturar-se
R4	50 – 100 MPa	Dura – Requer mais do que um golpe do martelo para se fraturar
R5	100 – 250 MPa	Muito Dura – Requer muitos golpes com o martelo para se fraturar
R6	> 250 MPa	Extremamente Dura – Ao golpear com o martelo apenas se soltam lascas

Quadro 8 – Características das descontinuidades (I.S.R.M., 1981)

Continuidade (m)	
Muito Baixa	< 1,0
Baixa	1,0 – 3,0
Média	3,0 – 10,0
Alta	10,0 – 20,0
Muito alta	> 20,0
Abertura (mm)	
Muito fechada	< 0,1
Fechada	0,1 - 0,25
Parcialmente aberta	0,25 – 0,50
Aberta	0,50 – 2,50
Moderadamente aberta	2,50 – 10
Larga	10 – 100
Muito larga	100 – 1000
Caverna	> 1000

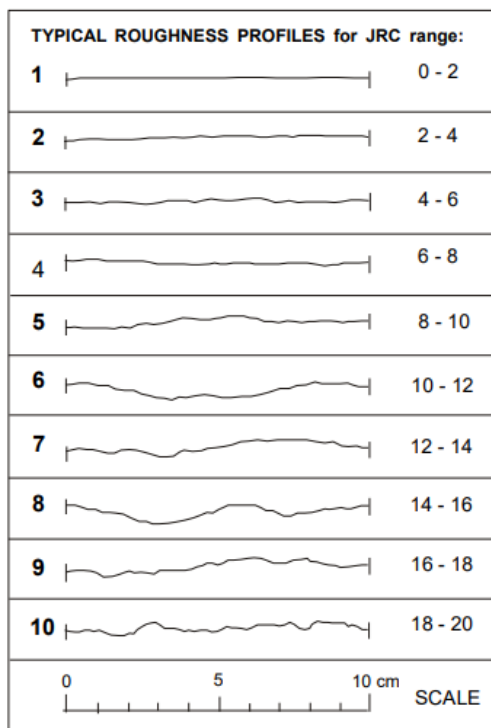


Figura 8 – Rugosidade de descontinuidades, de acordo com Barton (1976) – Extraído de Palmström (2015)

Além dos aspetos que se relacionam com a natureza e o estado atual do maciço rochoso, avaliaram-se ainda os seguintes aspetos: i) Indícios de queda de blocos; ii) Indícios de escorregamentos; iii) Estado atual da vegetação arbórea; iv) Estado do sistema de drenagem atual; v) Estado de muros de contenção ou muretes adjacentes à via; vi) Estado do pavimento rodoviário.

Dos aspetos citados, a queda de blocos e as evidências de escorregamentos no talude constituem os indicadores que permitem avaliar, mais diretamente, a ocorrência de instabilizações no mesmo. De modo mais indireto, a vegetação arbórea permite inferir, através da sua inclinação, a eventual existência de movimentações no talude (movimentos tipo "*soil creep*").

Os restantes aspetos não se relacionam tanto com a estabilidade do talude em estudo, mas sim com o bom funcionamento da via onde o mesmo se insere.

De modo a realizar uma avaliação expedita da resistência do talude, recorreu-se à utilização de martelo de Geólogo.

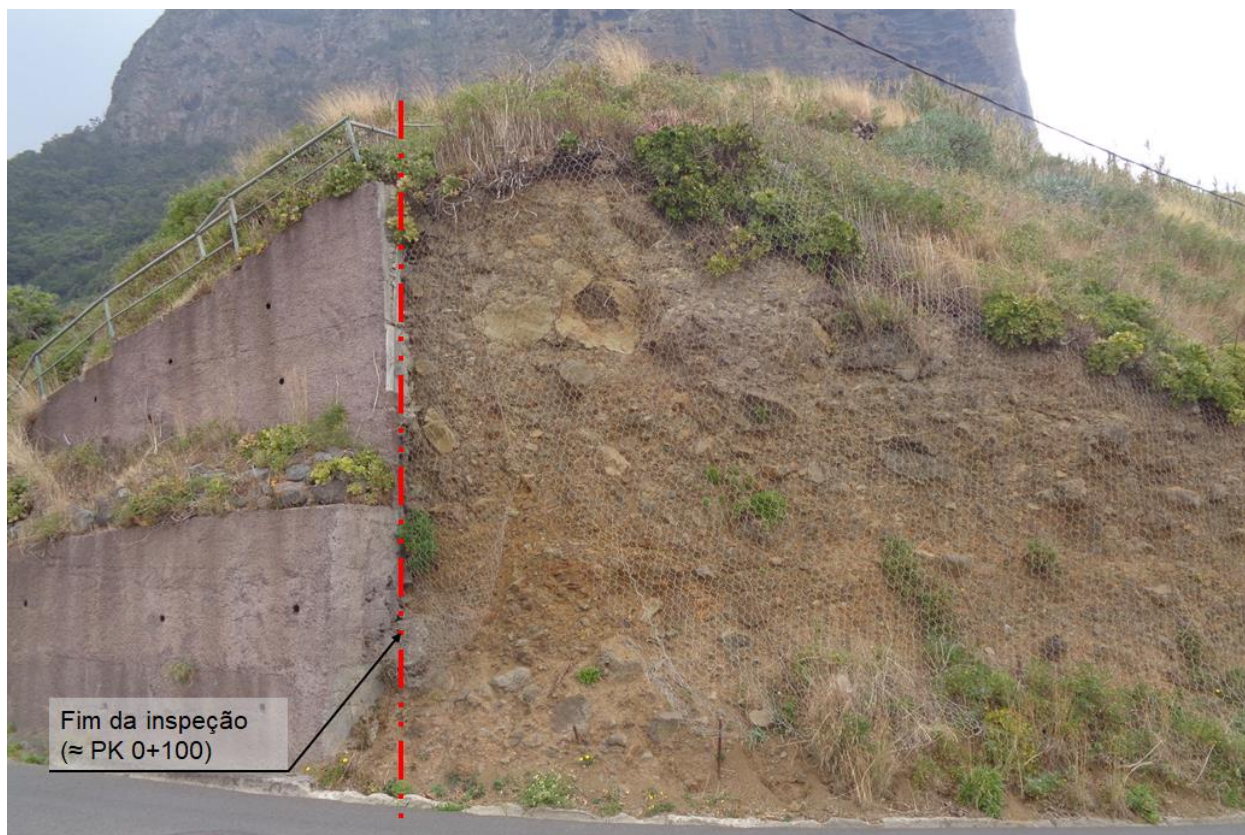
PG.4.2-Descrição da situação existente

Durante o reconhecimento de superfície, realizado entre 28 e 29 de março, procedeu-se ao reconhecimento de superfície do talude interessado no presente Projeto de Execução. As principais observações efetuadas foram realizadas a partir da plataforma viária, i.e., a partir do nível do pé do talude. Foi também possível aceder a uma zona superior do talude, por intermédio de um acesso existente.

De modo a melhor enquadrar as observações realizadas, indica-se, como referência, que o início do trecho inspecionado coincide, sensivelmente, com o final de uma zona identificada como miradouro (Fotografia 1). Devido a não se terem encontrado marcos hectométricos da via, para fins descritivos, assumiu-se a localização indicada como PK 0+000. A extensão inspecionada compreende aproximadamente 100 m, sendo que o seu final se encontra assinalado por um muro de betão, patente na Fotografia 2.



Fotografia 1 – Início do trecho inspecionado



Fotografia 2 – Final do Trecho inspecionado

O talude interessado no presente reconhecimento desenvolve-se ao longo de um troço retilíneo, limitado por duas curvas apertadas, apresentado direção N-S e inclinando para E. Neste troço, a via apresenta inclinação longitudinal média próxima de 11 %, pendendo para N.

Na Fotografia 3 apresenta-se uma perspectiva do local a partir do topo do talude.



Fotografia 3 – Perspetiva dos níveis superiores do talude (visto para NNE)

Durante o reconhecimento de campo, constatou-se que o talude em estudo foi alvo de uma intervenção, encontrando-se revestido, em dois troços, por uma rede metálica de revestimento. O primeiro troço de rede inicia-se sensivelmente 20 m após o início do talude, estendendo-se ao longo de 20 m, enquanto o segundo troço ocorre nos últimos 10 m inspecionados, terminando contra o muro de betão existente. Esta rede encontra-se em elevado estado de degradação, apresentando-se nalguns locais bastante corroída (Fotografia 4) e, por vezes, separada nas ligações entre painéis adjacentes (Fotografia 5).

A rede não se apresenta fixa ao pé do talude (embora na Fotografia 5 se observem varões descalços, dispersos no pé do talude) e a fixação à crista aparenta estar assegurada por varões dispersos (visível na Fotografia 6).



Fotografia 4 – Fotografia ilustrativa do grau de corrosão da rede existente



Fotografia 5 – Fotografia onde se observa a separação da rede na zona da união de painéis (segundo troço de rede)



Fotografia 6 – Fotografia da terminação do primeiro troço de rede

No que se refere à natureza do talude em estudo, verifica-se que este é constituído por depósitos brechóides/conglomeráticos, onde se verifica a abundante presença de calhaus de diferentes naturezas (nomeadamente basálticos) e dimensões, inseridos numa matriz arenosa média a grosseira (Fotografia 7). A natureza heterogénea destes calhaus sugere que os materiais que compõem este talude se inserem na unidade de Penha d'Águia, nomeadamente na fração caracterizada pela presença de depósitos sedimentares do tipo lahar, relacionados com fluxos detríticos ou fluxos de lama (CVM2 g). Na observação das zonas superiores do talude verificou-se que os materiais que aí ocorrem aparentam ser de natureza semelhante ao pano inferior (Fotografia 8).

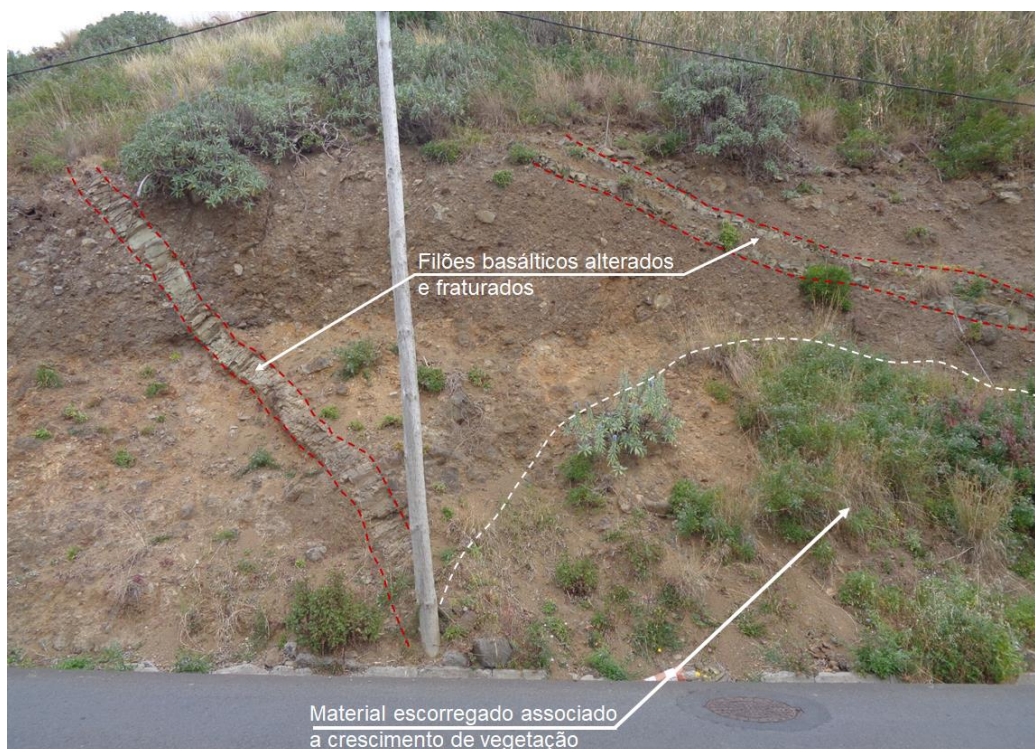
Estes materiais ocorrem em todo o talude estudado, sendo pontualmente interrompidos por massas filoneanas basálticas que cortam o talude em toda a sua altura (Fotografia 9 e Fotografia 10). Os filões apresentam coloração cinzenta esbranquiçada, por vezes amarelada, apresentando-se bastante fraturados (F4 a F5) e medianamente a muito alterados (W3 a W4). A fracturação incidente nestes filões é maioritariamente perpendicular ao seu alongamento, verificando-se também algumas fraturas paralelas à direção dos filões.



Fotografia 7 – Fotografia ilustrativa da abundante presença de calhaus na matriz arenosa grosseira do talude, com destaque para pormenor da presença de calhaus de basalto vacular junto a basaltos compactos



Fotografia 8 – Fotografia ilustrativa do aspeto brechóide dos materiais ocorrentes acima do primeiro pano



Fotografia 9 – Fotografia ilustrativa dos filões basálticos a cortar os depósitos existentes (sensivelmente a 30 m do final do talude)



Fotografia 10 – Filão basáltico ocorrente no primeiro trecho do talude revestido por rede metálica

Entre as massas filoneanas, destaca-se uma que ocorre imediatamente após o fim do primeiro troço de rede, com possança próxima de 5 m, apresentando-se menos alterada que os restantes filões (W3 a W4), aparência mais compacta e coloração acinzentada (Fotografia 11).



Fotografia 11 – Fotografia de massa filoneana basáltica com maior possança

No que se refere à estabilidade do talude e à análise de patologias existentes, verifica-se uma degradação generalizada do pano, sendo esta resultado da erosão contínua a que o talude tem estado sujeito e ao facto de este ser constituído por materiais muito friáveis. Conforme já referido, o talude apresenta natureza brechóide/conglomerática, com calhaus de natureza e dimensões heterogéneas inseridos numa matriz arenosa, média a grosseira. Na Fotografia 12, observa-se um exemplo onde ocorreu uma instabilização de maior dimensão



Fotografia 12 – Pormenor de zona onde se verificou a ocorrência de um escorregamento (fotografia de 04/02/2019)

Estes materiais são extremamente suscetíveis à ação dos agentes meteóricos, sendo que, neste talude, estes agentes potenciam a lavagem da matriz arenosa, o que, por sua vez, leva ao descalçamento progressivo dos calhaus, até que ocorra o seu basculamento (Fotografia 13). Estes calhaus, geralmente angulosos, apresentam maioritariamente pequenas dimensões (eixo maior < 5 cm), embora também se verifiquem (em menor quantidade) blocos com dimensões com 30 a 40 cm (ao longo do eixo maior). Nos últimos 20 – 30 m do talude inspecionado, verifica-se uma maior concentração de blocos de maiores dimensões (aspeto bem visível na Fotografia 2 e na Fotografia 5).



Fotografia 13 – Exemplos de blocos em consola, em risco de instabilização iminente

Além do mecanismo de instabilização referido no parágrafo anterior, também se constataram indícios de escorregamentos generalizados, materializados por massas de solo significativas no pé do talude e na valeta de plataforma. Nos escorregamentos mais antigos, verifica-se o crescimento de vegetação nos depósitos resultantes (visível na Fotografia 9).

Ao longo da generalidade do talude, verifica-se que os materiais escorregados encontram-se a colmatar a valeta de plataforma, sendo também de referir que esta apresenta-se em mau estado de conservação (Fotografia 14). O exemplo apresentado na Fotografia 15 resultou da forte precipitação que se verificou durante o dia 28/03/2019, no período da tarde, levando ao escorregamento de numerosos calhaus para a valeta de plataforma.



Fotografia 14 – Fotografias ilustrativas do mau estado de conservação da valeta de plataforma. À esquerda, valeta bastante danificada, à direita, valeta colmatada com material escorregado



Fotografia 15 – Zona com grande acumulação de blocos rochosos na valeta de plataforma

Por último, na descrição da situação existente, importa mencionar a existência de uma zona particularmente erodida, situada no início do talude, onde se verifica a presença de depósitos resultantes de escorregamento, com evidente crescimento de vegetação (Fotografia 16). Assinala-se também a presença de um muro de pedra arrumada, situado na crista do pano inferior do talude, desenvolvendo-se ao longo de aproximadamente 52 m.



Fotografia 16 – Zona mais erodida situada no início do trecho inspecionado



Fotografia 17 – Panorama onde é possível observar o desenvolvimento do muro de pedra arrumada, executado na crista do pano inferior do talude

PG.5-Descrição das soluções a adotar

PG.5.1-Princípios gerais de concepção

As soluções de estabilização apresentadas no presente Projeto de Execução, foram elaboradas tendo em consideração as observações efetuadas no reconhecimento de superfície, as características dos materiais existentes e as características da via onde se insere o talude a intervir. As soluções preconizadas, para além da função estabilizadora, procuram respeitar também os seguintes pressupostos:

- Controlar as deformações nos terrenos envolventes;
- Garantir a menor interferência possível com as zonas adjacentes;
- Procurar garantir facilidade e rapidez de execução;
- Manutenção da exploração de pelo menos uma das vias da estrada (exceto no decurso dos trabalhos de repavimentação);
- Definir soluções com o menor custo associado possível.

No presente capítulo abordam-se os principais aspetos associados à concepção das soluções de consolidação, procurando, em todos os casos, ajustar as soluções aos condicionamentos impostos pelas condições geológicas e pela ocupação à superfície, quer presente, quer futura.

A definição das obras é apresentada detalhadamente nas peças desenhadas e na presente memória descritiva, sendo o dimensionamento justificado com base nos cálculos patentes no capítulo PG.6-.

As soluções preconizadas compreendem medidas ativas para:

- i. Prevenção da potencial queda de blocos ao longo do talude e consolidação do mesmo;
- ii. Prevenir a continuação da erosão do talude;
- iii. Beneficiação do sistema de drenagem para mitigar o efeito das águas de escorrência na degradação do talude.

PG.5.2-Trabalhos preparatórios

Nos trabalhos preparatórios a executar no âmbito da presente intervenção, inclui-se:

- Desmatação (a ser executada até ao limite de desmatação assinalado na peça desenhada 403.LVI.INT08.5.GG.200.1-1.0.B);
- Limpeza da face do talude, incluindo remoção de resíduos;
- Remoção controlada de blocos soltos ou em risco de iminente colapso;
- Reforço da fundação de muros existentes com recurso a betão projetado com fibras;
- Modelação do terreno, conforme se encontra patente na peça desenhada 403.LVI.INT08.5.GG.200.1-1.0.B.

Antes de se dar início à remoção de blocos soltos ou em risco de iminente colapso, deverão ser tomadas medidas que minimizem potenciais danos no pavimento rodoviário resultantes da eventual queda de blocos no mesmo. Importa referir que os blocos indicados são de natureza basáltica e correspondem a calhaus que se encontram inseridos em matriz arenosa, apresentando, geralmente, pequenas dimensões. Neste sentido, sugere-se a execução de uma camada de 10 cm de ABGE sobre o pavimento existente. Em alternativa, esta camada pode ser executada com fresados betuminosos.

A remoção dos blocos soltos deve ser realizada com recurso a meios mecânicos, sendo que, atendendo às dimensões reduzidas dos mesmos (estimando-se 30 a 40 cm de extensão ao longo do eixo maior), preconiza-se que a remoção dos mesmos seja executada com recurso a meios mecânicos, de forma cuidada, com o intuito de assegurar que a remoção destes blocos do talude é feita de forma segura e controlada, procurando sempre minimizar a força de impacto do bloco e direcionar a sua queda para um local afastado de pessoas, equipamentos e estruturas existentes. Deverá ser evitada a execução deste trabalho sempre que se verifique a presença de veículos em circulação na via interessada.

No que se refere ao reforço da fundação dos muros existentes, considera-se necessária a execução deste trabalho devido à sua posição no talude, que se apresenta sobranceira aos limites de intervenção. Assim, de modo a prevenir a ocorrência de instabilizações nestes muros no decorrer da obra (nomeadamente nos trabalhos de terraplenagem) e para

assegurar a sua estabilidade a longo prazo, preconiza-se que a sua fundação seja reforçada com betão projetado com fibras, da mesma natureza que o revestimento a aplicar na fase do talude (conforme descrito no subcapítulo seguinte). As zonas onde se considera a execução deste trabalho encontram-se patentes na peça desenhada 403.LVI.INT08.5.GG.200.1-1.0.B.

No último dos pontos mencionados, consideraram-se reperfilamentos com inclinação compreendida entre 2,5/1 e 2/1 (v/h), podendo, pontualmente, atingir 3/1 (v/h) ou 1,5/1 (v/h). Com esta modelação pretende-se, homogeneizar a face do talude, que, atualmente, se encontra muito irregular. A modelação deverá ser realizada na área indicada na peça desenhada supra referida. A localização do limite norte da área de intervenção foi definida devido à presença de um muro de pedra arrumada que se situa muito próximo da crista do talude, numa zona onde este se encontra bastante erodido. Por este motivo, não se considera a realização de trabalhos de escavação nesta zona, sendo que estes poderiam potenciar a ocorrência de instabilizações ao nível deste muro.

PG.5.3-Estabilização da zona de escavação

Com base nos elementos recolhidos durante o reconhecimento de superfície, preconiza-se, no presente capítulo, a solução de estabilização a implementar no talude em estudo. Conforme já referido, com a solução desenvolvida, pretende-se assegurar a estabilidade do talude a longo prazo através da mitigação dos fenómenos erosivos que presentemente o afetam.

De modo a assegurar o indicado, a solução de estabilização preconizada consiste na execução de um revestimento em betão projetado com fibras, em duas camadas com espessura mínima de 5 cm, às quais se irá sobrepor uma terceira camada de 5 cm em betão projetado simples com aditivo colorante. Associadamente, deverá ser executada uma malha de pregagens com espaçamento 2,0 x 2,0 m (h x v), com distribuição em quincôncio.

O betão projetado com fibras deverá ser aplicado em duas camadas com espessura mínima de 5 cm. O betão projetado deverá possuir classe de resistência mínima C25/30 e as fibras metálicas deverão ser incorporadas numa dosagem igual ou superior a 30 kg/m³, de modo a

assegurar uma capacidade de absorção energética de 700 J. Previamente à projeção do betão, deverá assegurar-se que a superfície a revestir se encontra regularizada e isenta de detritos.

Após a aplicação das duas camadas de betão projetado com fibras supra descritas, deverá ser executada uma terceira camada, em betão projetado simples, com aditivo colorante. Esta última camada tem o propósito de assegurar um recobrimento mínimo de 5 cm para a segunda camada de betão projetado com fibras, o que se afigura necessário por estas fibras serem de natureza metálica.

A área a revestir com betão projetado deverá incluir, além da superfície do talude em estudo, a fundação dos muros de pedra arrumada existentes no local (conforme indicado nas peças desenhadas e no subcapítulo anterior).

As pregagens deverão ser do tipo varão injetadas, com selagem em calda de cimento, aço A500 NR e Ø32 mm. O Diâmetro de furação deverá ser de 101,6 mm. As cabeças das pregagens deverão localizar-se entre as duas camadas de betão projetado com fibras. Os comprimentos a considerar nas pregagens deverão ser de:

- 12,0 m, para as três fiadas de pregagens inferiores;
- 8,0 m para as restantes pregagens;

De modo a assegurar a drenagem interna do maciço após o revestimento do mesmo com betão projetado, deverá proceder-se, também, à execução dos seguintes elementos:

- i. Uma fiada de geodrenos profundos, no pé do talude, com $L = 9,0$ m, inclinação de 5° para o exterior do talude e espaçados 4,0 m entre si. O geodreno será constituído por um tubo de polipropileno (PP) com Ø65 mm, corrugado e perfurado, envolvido em geotêxtil. A ligação para permitir o escoamento do dreno para o exterior será assegurado por um tubo de PVC rígido com Ø75 mm. O espaçamento e a localização deverão ser verificados em obra após a realização da desmatção, limpeza e regularização da face do talude. Caso se venha a considerar necessário (por se verificarem, por ex., exsurgências de água no talude), poderão ser consideradas mais fiadas de geodrenos, acima do nível do pé do talude;

- ii. Tiras de dreno geocompósito, afastadas 4,0 m entre si, com 0,20 m de largura, a executar segundo o mesmo alinhamento que os geodrenos profundos;
- iii. Bueiros, a executar segundo uma malha de 4,0 x 2,0 m (h x v) em quincôncio, com L = 0,30 m e inclinação de 5º para o exterior do talude, devendo o seu alinhamento ser coincidente com as tiras de dreno geocompósito;

Além de todos os elementos supra mencionados, encontra-se também prevista uma beneficiação da drenagem superficial, consistindo esta na execução de uma valeta de crista, revestida em betão que deverá possuir seção em meia-manilha, com Ø300 mm. Serão ainda executadas descidas de talude nos pontos baixos da valeta, de modo a conduzir as águas captadas para as caixas de receção ao nível da plataforma. A ligação entre a valeta de crista e as descidas de talude será assegurada por caixas de ligação.

PG.5.4-Faseamento construtivo

O faseamento construtivo a considerar, para execução da solução de estabilização do talude, deverá ser o seguinte:

1. Execução do acesso ao topo do talude, com recurso a um aterro provisório, eventualmente suportado por blocos de betão pré-fabricados,
2. Desmatção da área a intervir (até ao limite de desmatção assinalado na peça desenhada 403.LVI.INT08.5.GG.200.1-1.0.B), incluindo derrube de vegetação de maior porte que apresente risco iminente de queda;
3. Limpeza da face do talude, incluindo a remoção da rede metálica existente e a remoção controlada de blocos salientes ou em consola com indícios de instabilização iminente e saneamento de materiais escorregados;
4. Reforço da fundação dos muros existentes com a aplicação de 10 cm de betão projetado com fibras (em duas camadas com espessura mínima de 5 cm), ao qual se deverá seguir uma camada de 5 cm de betão projetado simples com aditivo colorante;
5. Modelação do terreno na área a intervir do talude (conforme o exposto na planta apresentada);

6. Colocação das tiras de geocompósito drenante e dos negativos de PVC devidamente tamponados;
7. Execução de descidas de talude em degraus;
8. Aplicação da primeira camada de betão projetado, incorporando fibras metálicas;
9. Execução da furação Ø101,6 mm para instalação das pregagens;
10. Colocação dos varões Ø32 mm (incluindo centralizadores), respetiva selagem e colocação de varões de reforço, placa e porca de aperto;
11. Aplicação da segunda camada de betão projetado, incorporando fibras metálicas
12. Aplicação da terceira camada de betão projetado, incorporando aditivo colorante;
13. Execução da furação Ø76 mm para os drenos sub-horizontais e bueiros;
14. Instalação dos geodrenos Ø65 mm e da respetiva ponteira Ø75 mm para materialização dos drenos sub-horizontais e dos bueiros;
15. Execução da valeta de crista, de caixas de ligação às descidas de talude e das caixas de queda a executar na crista do talude;

Atendendo às características geológicas e morfológicas do talude interessado, todas as operações acima descritas, nomeadamente aquelas que envolvem trabalhos em altura, deverão ser realizadas com as devidas condições de segurança, nomeadamente no que se refere ao perigo de queda de blocos.

Previamente à remoção da rede metálica existente, deverá avaliar-se a existência de blocos que se encontrem sustidos por esta, devendo esta operação ser executada com a devida precaução.

Caso seja necessário, e desde que não seja comprometida a integridade da obra ou a segurança de todos os intervenientes, o adjudicatário da obra poderá adaptar o faseamento proposto.

Os volumes de materiais sobrantes das escavações deverão ser conduzidos a vazadouro licenciado.

PG.6- Dimensionamento das estruturas

PG.6.1-Parâmetros geomecânicos

Os principais parâmetros geomecânicos que foram adotados nas análises de estabilidade efetuadas encontram-se resumidos no Quadro 9. Estes parâmetros foram estimados de acordo com as características dos materiais que compõem o talude e tendo também em consideração a experiência obtida na elaboração de projetos em formações com características semelhantes em outras obras realizadas na ilha da Madeira.

Quadro 9 – Parâmetros geomecânicos adotados nos cálculos

Formações	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ'	f_L (kN/m)
Bv – Brechas vulcânicas alteradas	21	30	35	30
Bv – Brechas vulcânicas	22	55	35	30
Filão basáltico fraturado e alterado	26	250	50	45

- γ : peso volúmico;
- c': coesão efetiva;
- ϕ' : ângulo de resistência ao corte;
- f_L : atrito lateral unitário solo/pregagem.

Os parâmetros considerados para o filão são representativos da massa maior, que ocorre com aproximadamente 5 m de possança. Os restantes filões, por apresentarem espessura muito reduzida, não foram considerados nos cálculos de estabilidade (encontrando-se englobados nas brechas vulcânicas).

PG.6.2-Estabilidade global do talude

No sentido de avaliar as condições de estabilidade global do talude em estudo, realizaram-se análises de estabilidade, sendo que, para este fim, consideraram-se as seções representativas das situações mais condicionantes, nomeadamente onde o talude apresenta altura mais assinalável.

Os cálculos de estabilidade foram efetuados recorrendo ao programa de cálculo automático SLIDE da Rocscience. Os cálculos foram feitos de acordo com o método de Bishop, admitindo-se 50 fatias. Apesar de serem relativamente permeáveis, foi admitida a presença de água nas brechas vulcânicas, através da consideração de um coeficiente R_u igual a 0,05.

Nos cálculos efetuados foram adotados, para os materiais interessados, os parâmetros que se apresentam no Quadro 9 da presente memória.

Para avaliar a estabilidade do talude, procedeu-se à verificação da estabilidade global, considerando-se que a segurança estava verificada quando o coeficiente global de segurança fosse superior ou da ordem de 1,45.

Para as situações avaliadas foram realizadas 3 análises que correspondem a diferentes situações a que os taludes de escavação poderão estar sujeitos. As análises de estabilidade foram acompanhadas de análises de sensibilidade, fazendo-se variar a coesão e o ângulo de atrito adotados para as brechas em -10 kPa e -5° , respetivamente.

- A primeira corresponde à situação permanente onde se deverá garantir um $FS > 1,45$;
- As restantes duas análises representam condições acidentais ou pseudo-estáticas como a de a atuação de um sismo. Neste tipo de análise a ação sísmica é introduzida através da consideração de forças estáticas adicionais equivalentes aplicadas no centro de gravidade das fatias em que a superfície de deslizamento é dividida. Assim, a ação sísmica foi caracterizada por um coeficiente sísmico horizontal ($K_h=0,05$) e vertical ($K_v=+/-0,025$), valores típicos para a região da ilha da Madeira onde o risco sísmico é baixo. Conforme indicado no capítulo PG.3.3- os coeficientes referidos foram afetados por um coeficiente de amplificação topográfica $S_T = 1,2$, obtendo-se, assim, $K_h=0,061$ e $K_v=+/-0,031$. Para este cenário deverá obter-se um $FS > 1,1$.

Os cálculos que se apresentam em seguida são representativos das situações mais desfavoráveis, sendo que o corte C-C é indicativo da zona onde se irá obter o talude mais alto na área a modelar, enquanto o corte D-D é representativo da zona não será feita modelação de terreno. Os perfis de cálculo mencionados, com a representação do círculo de rotura mais

desfavorável e os respectivos coeficientes de segurança obtidos são apresentados nas figuras seguintes:

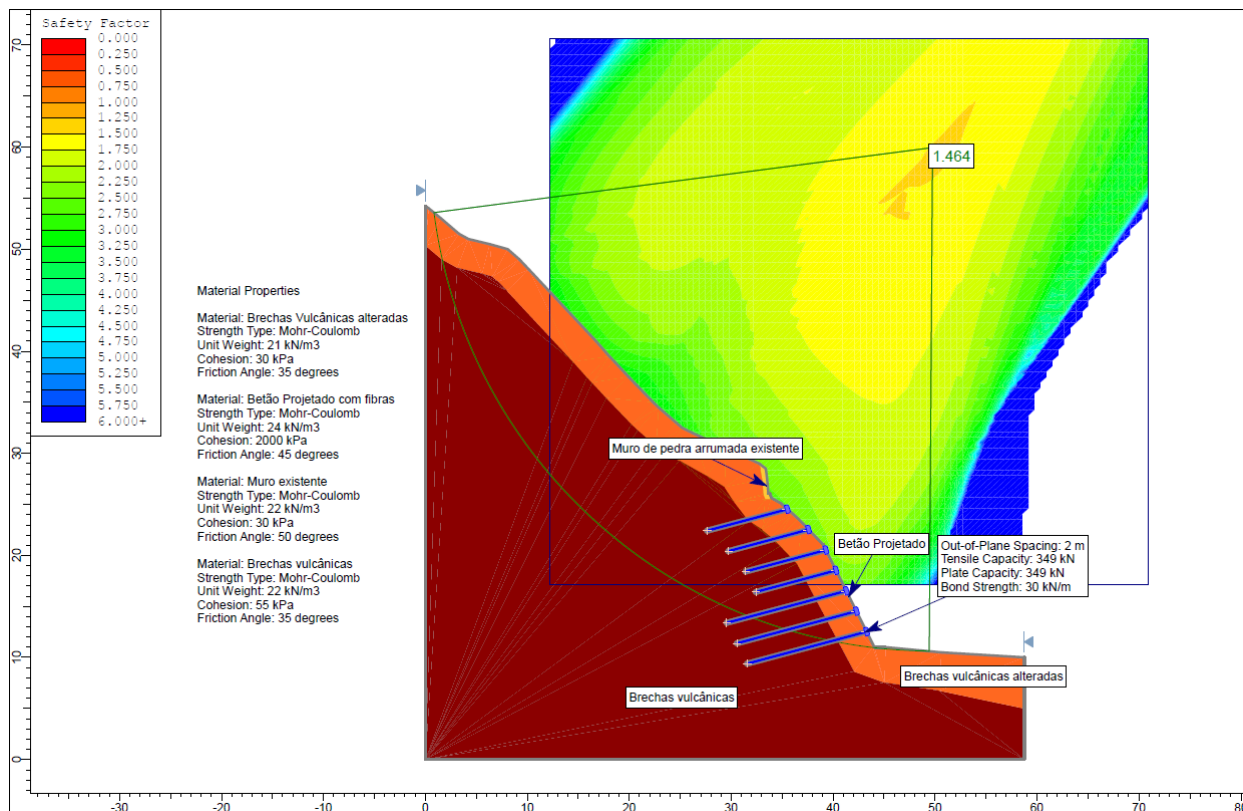


Figura 9 - Análise de estabilidade global. Corte C-C, situação permanente

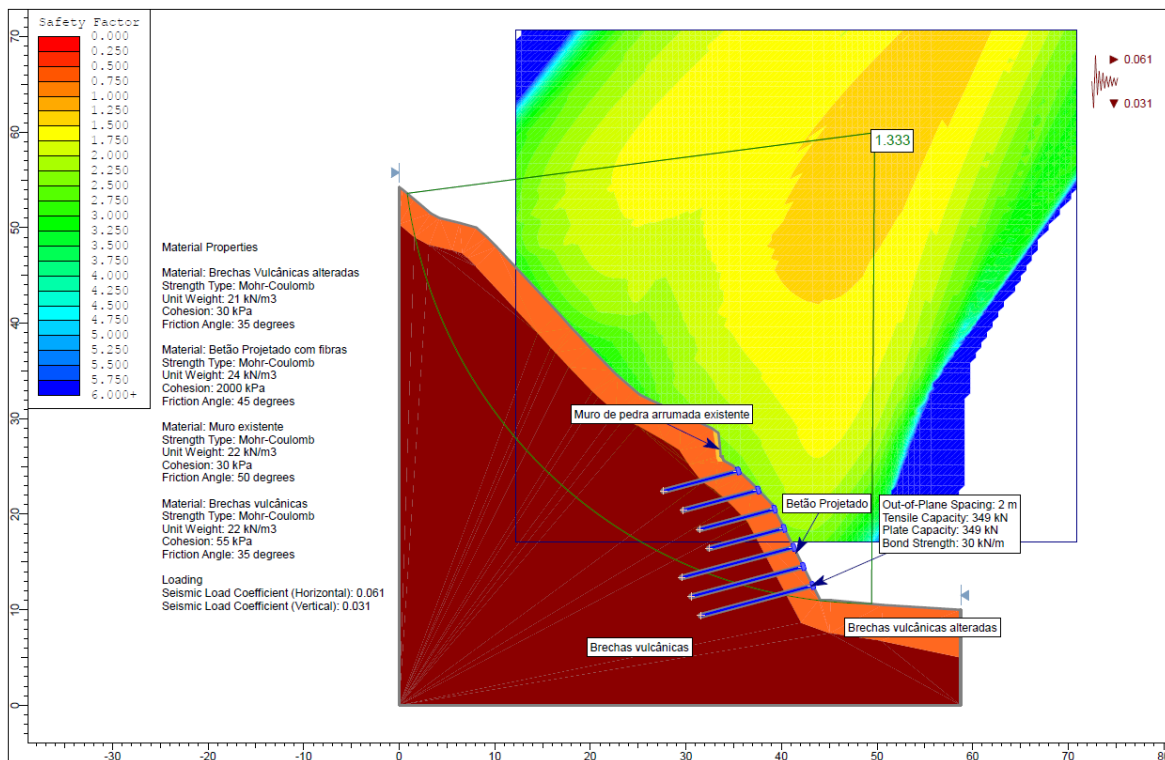


Figura 10 - Análise de estabilidade global. Corte C-C, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = 0,031$)

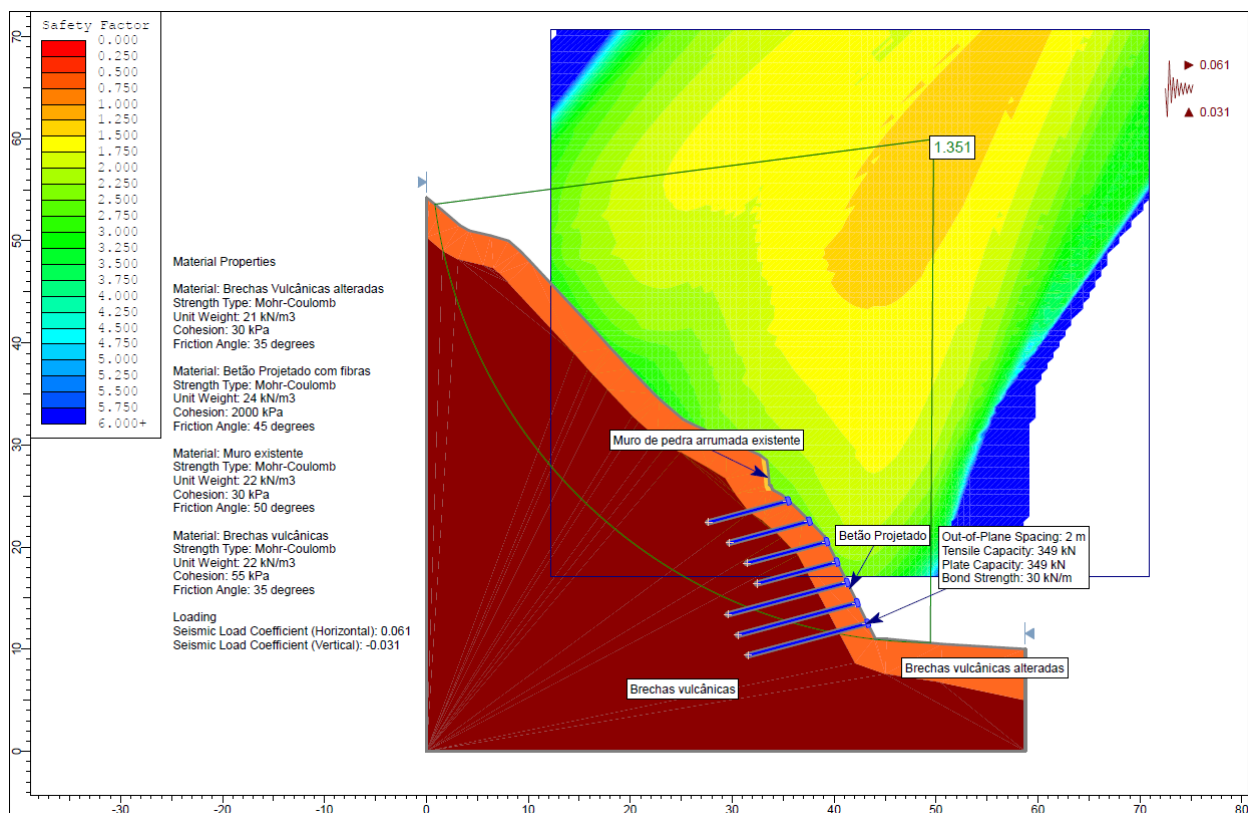


Figura 11 - Análise de estabilidade global. Corte C-C, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = -0,031$)

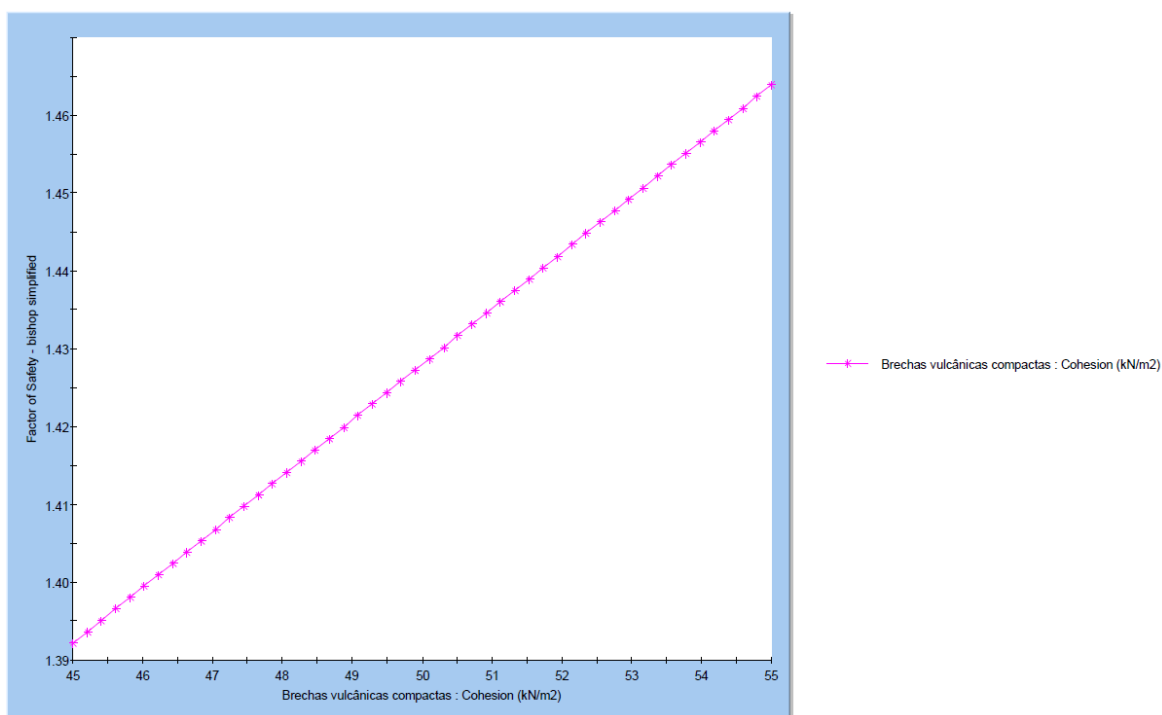


Figura 12 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação permanente, com variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa

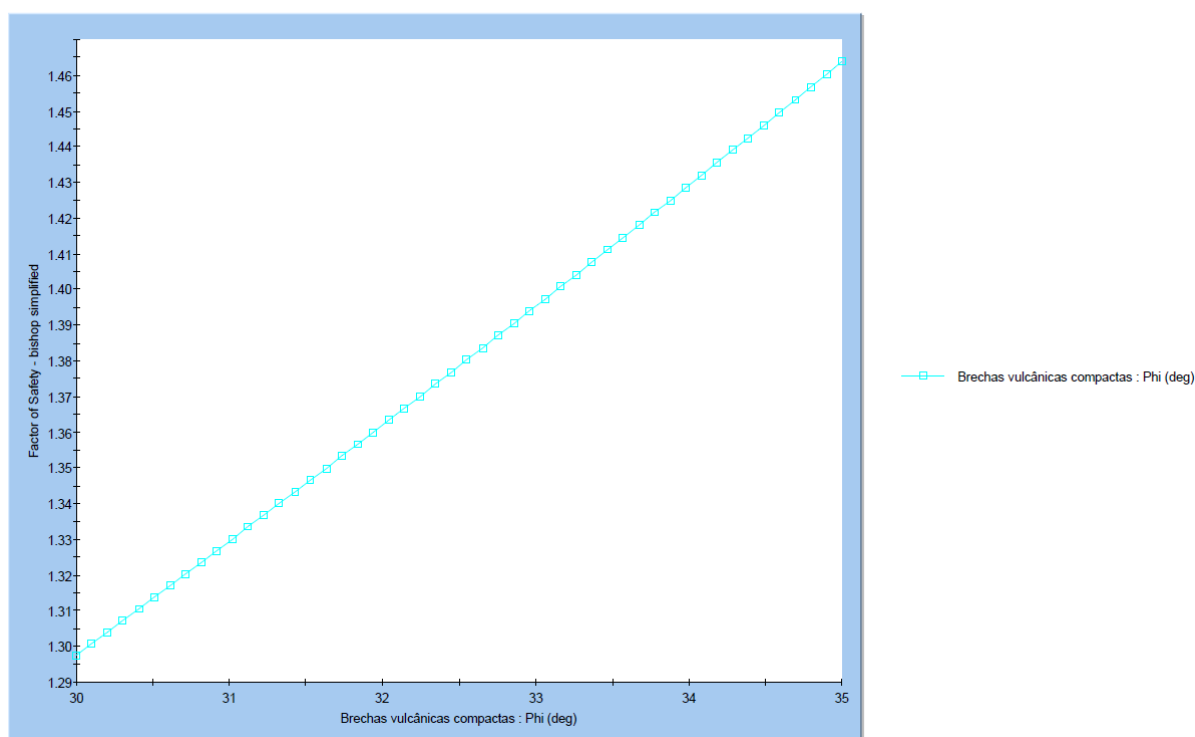


Figura 13 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação permanente, com variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°

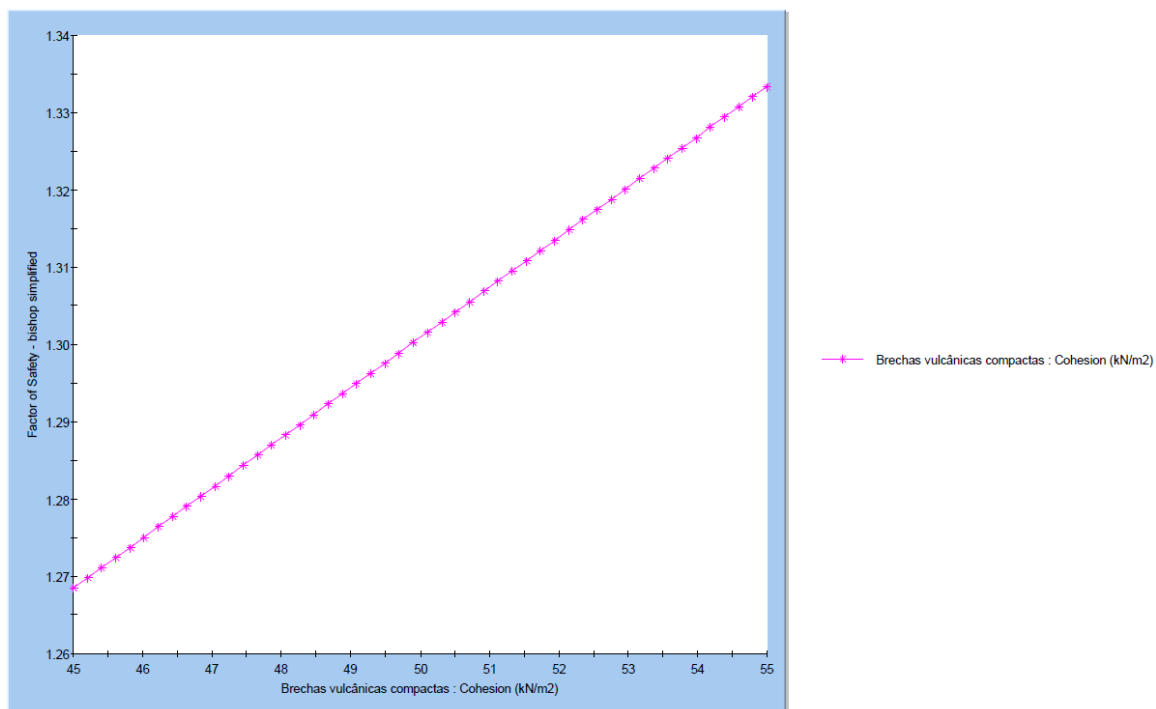


Figura 14 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas alteradas entre 45 e 55 kPa

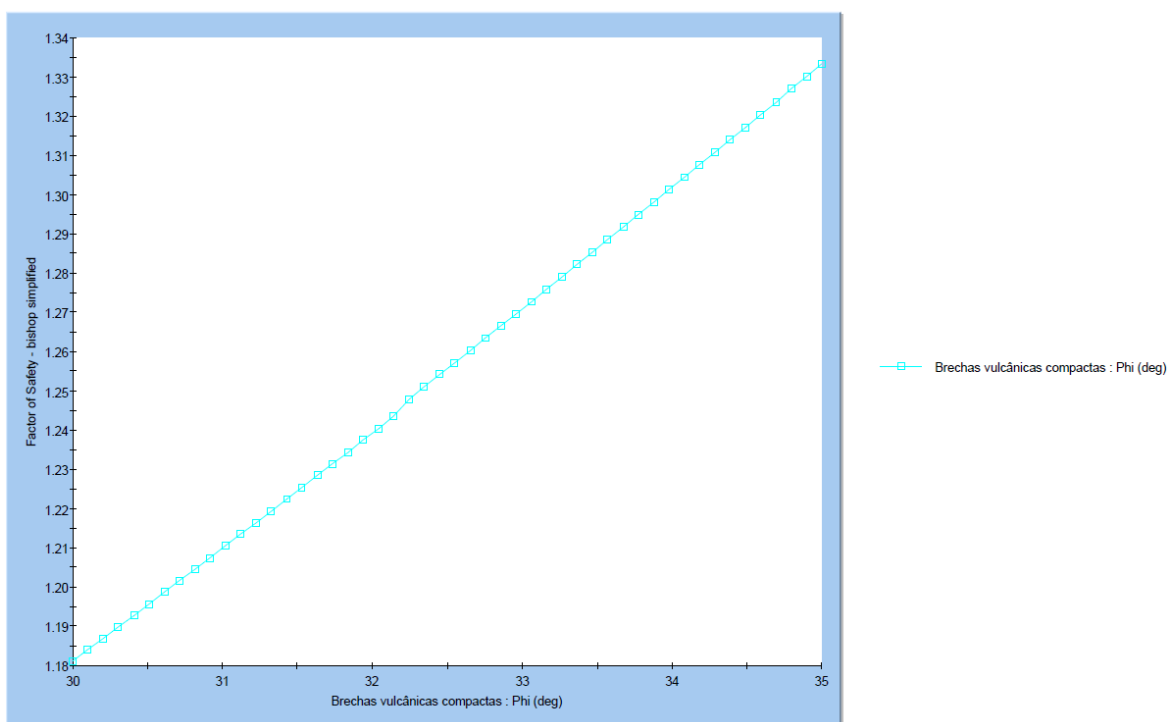


Figura 15 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°

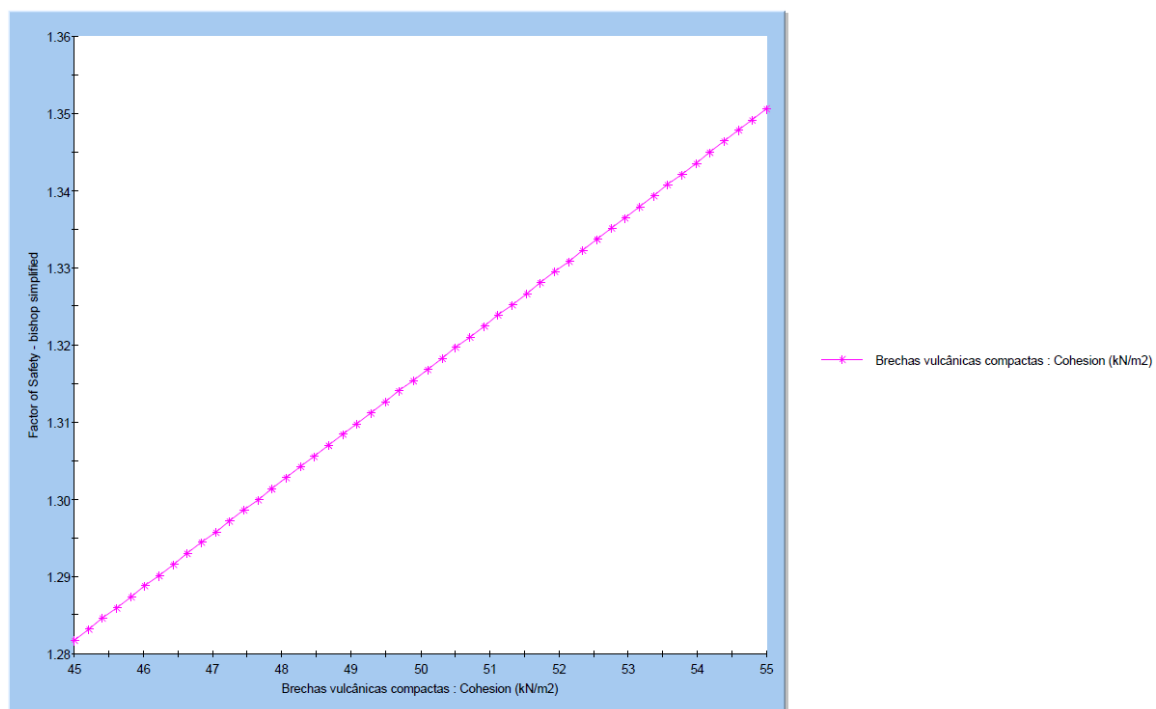


Figura 16 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa

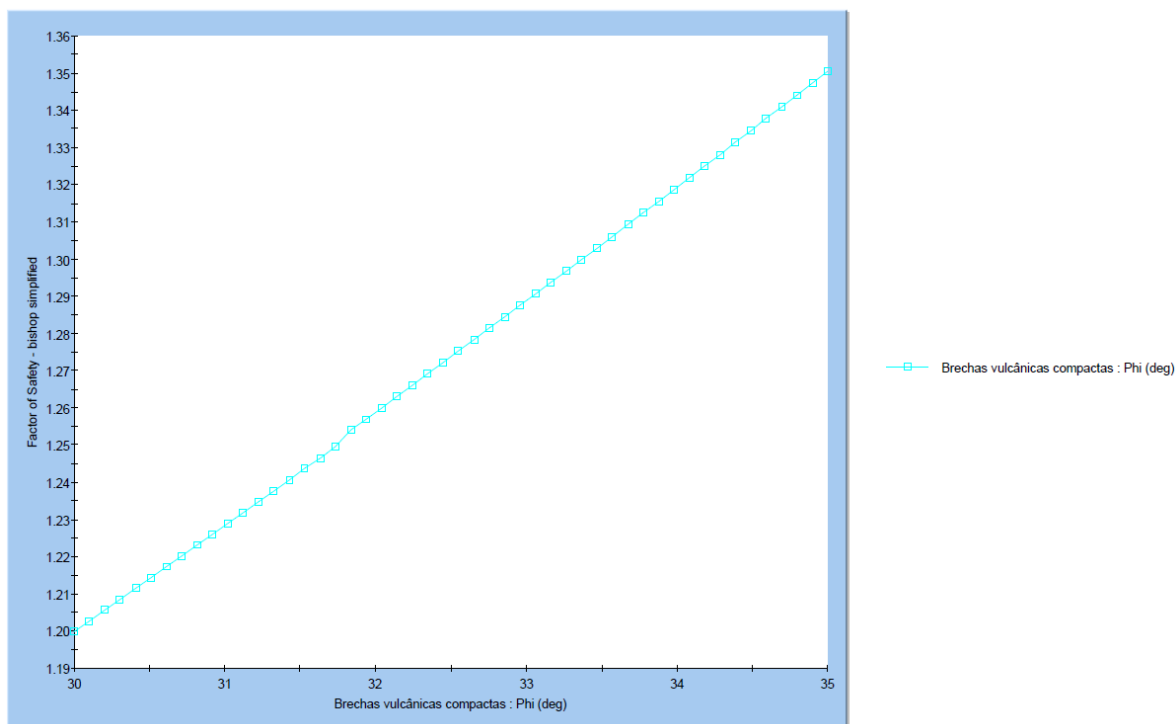


Figura 17 - Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte C-C, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°

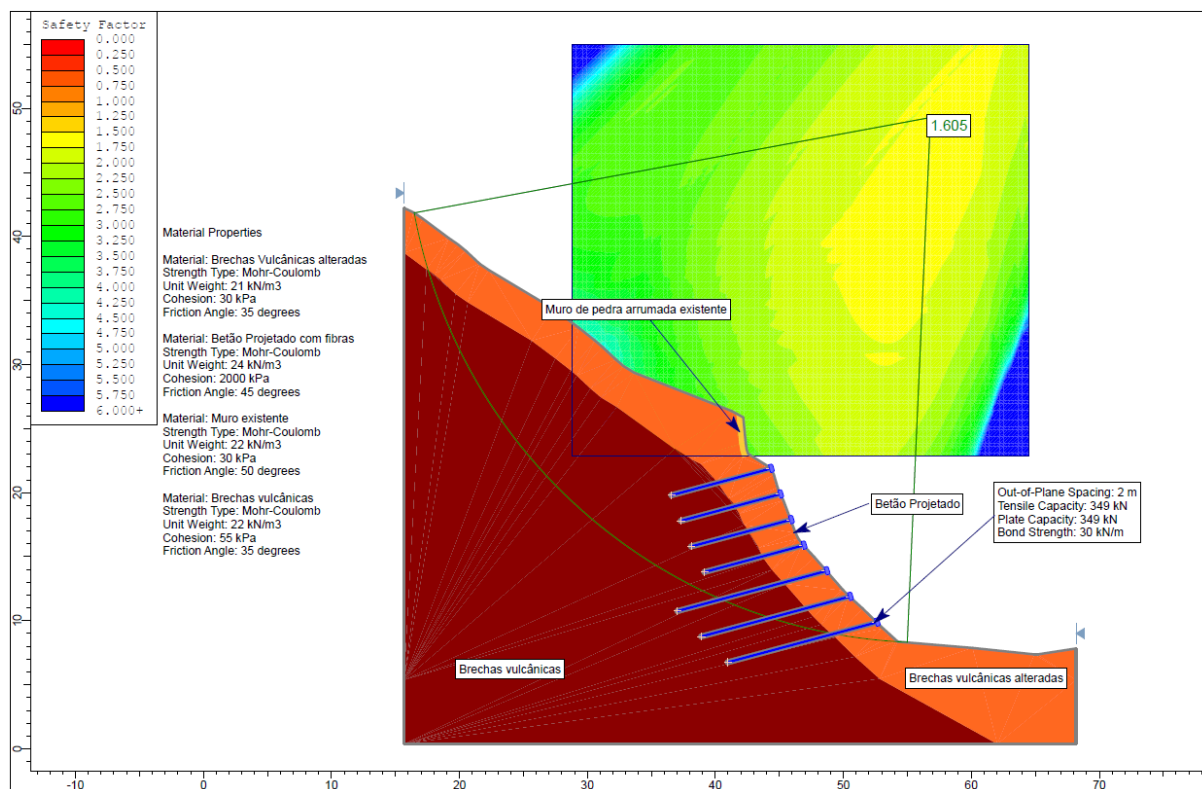


Figura 18 – Análise de estabilidade global. Corte D-D, situação permanente

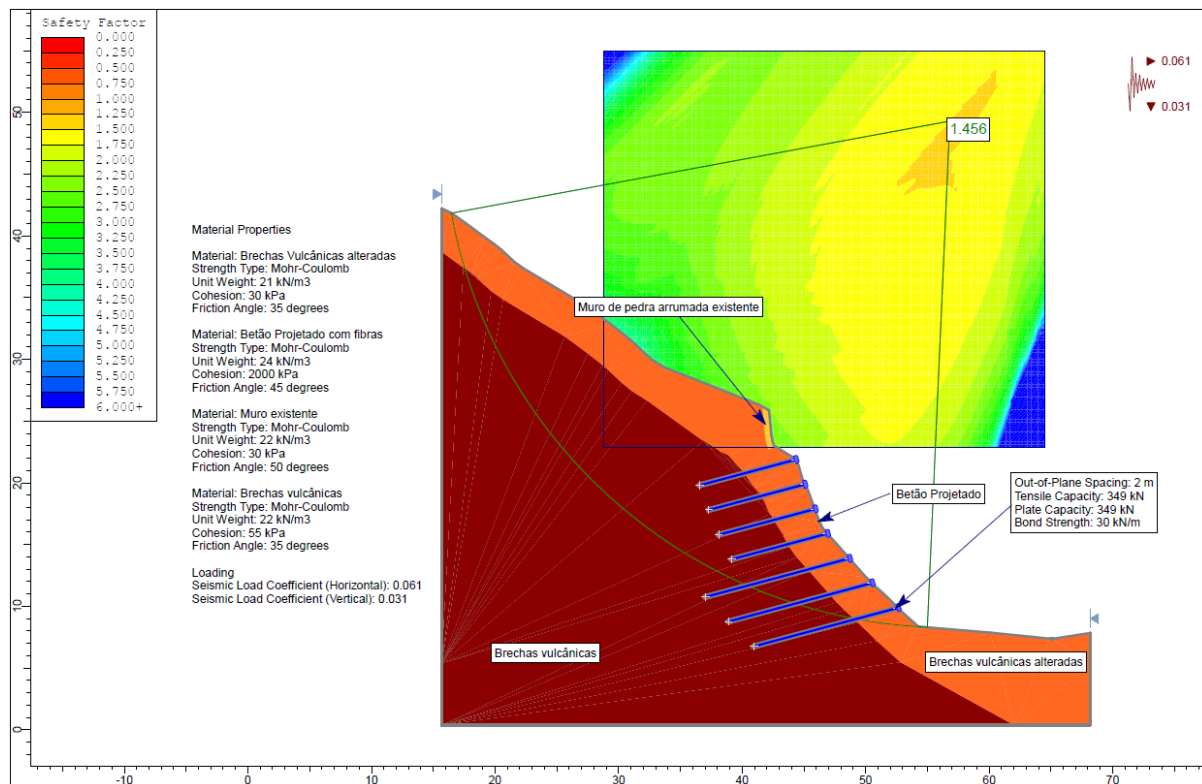


Figura 19 - Análise de estabilidade global. Corte D-D, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = 0,031$)

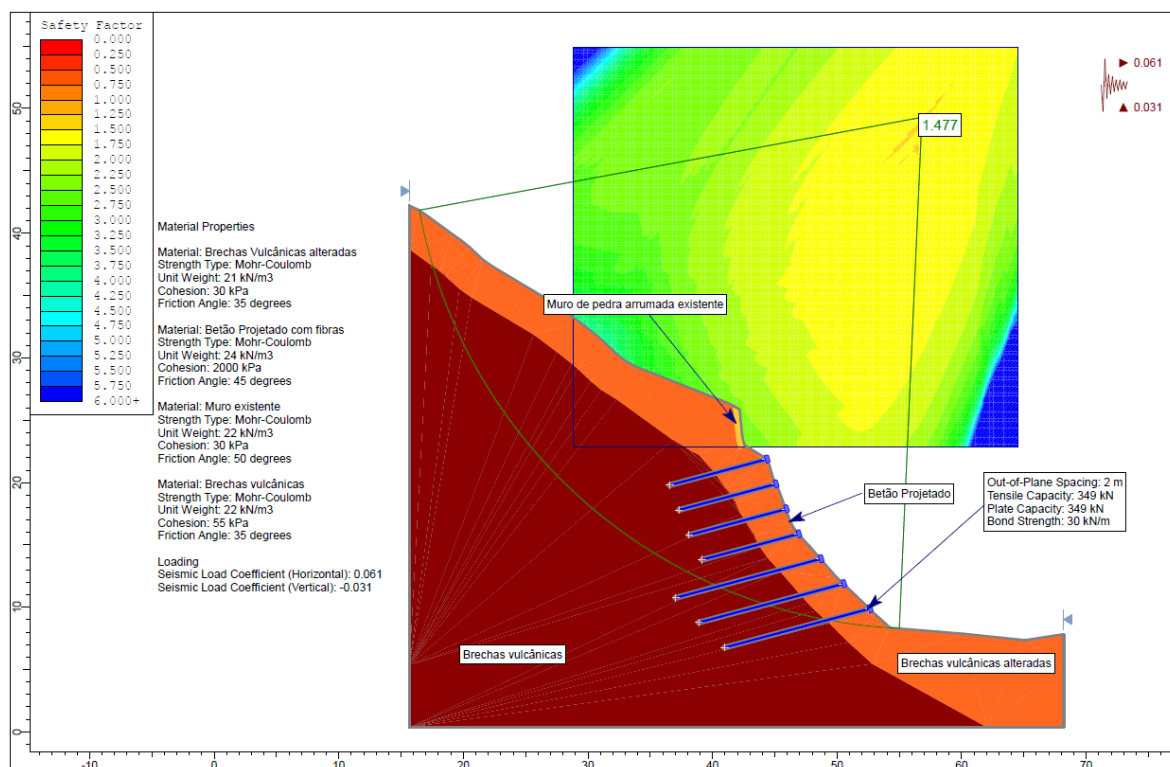


Figura 20 – Análise de estabilidade global. Corte D-D, situação dinâmica ($K_h = 0,061$ e $K_v = -0,031$)

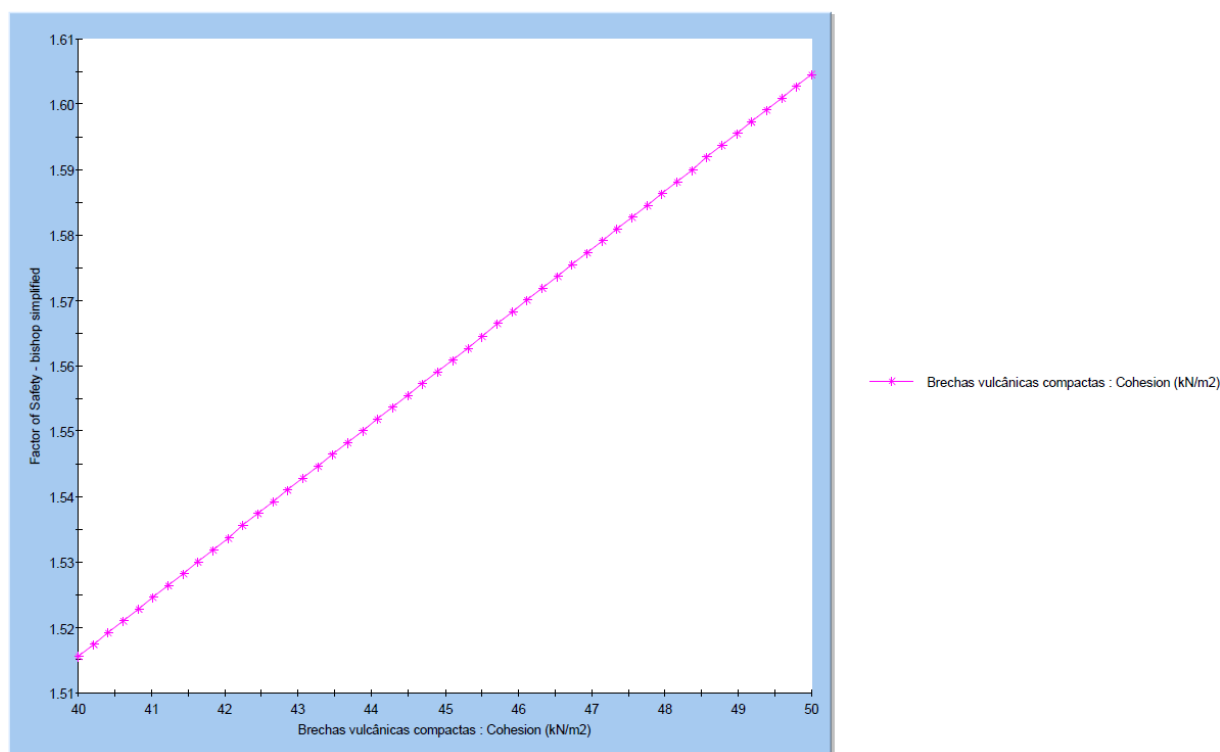


Figura 21 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação permanente, com variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa

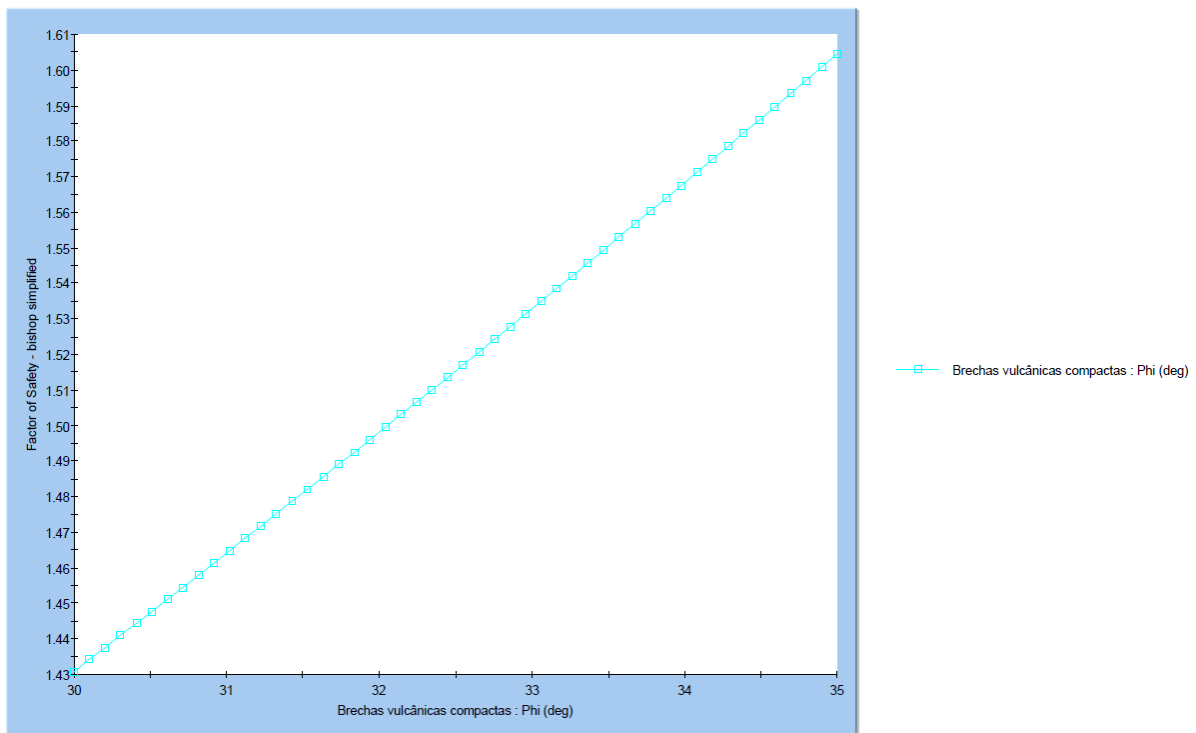


Figura 22 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação permanente, com variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°

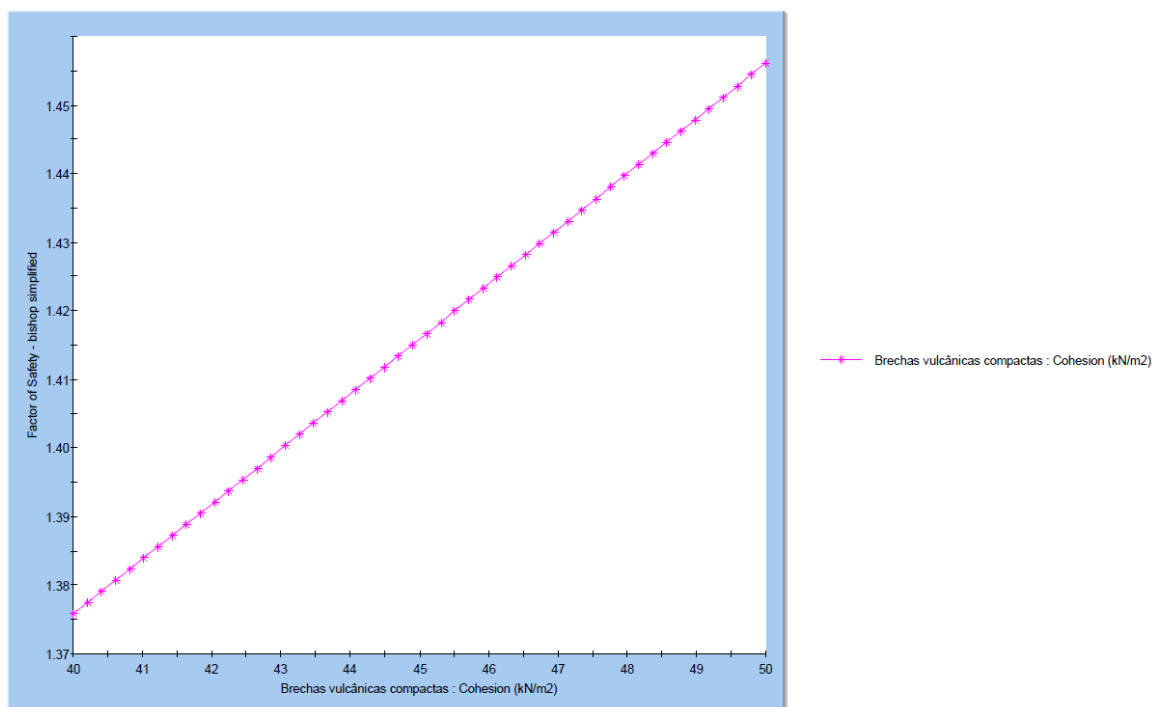


Figura 23 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa

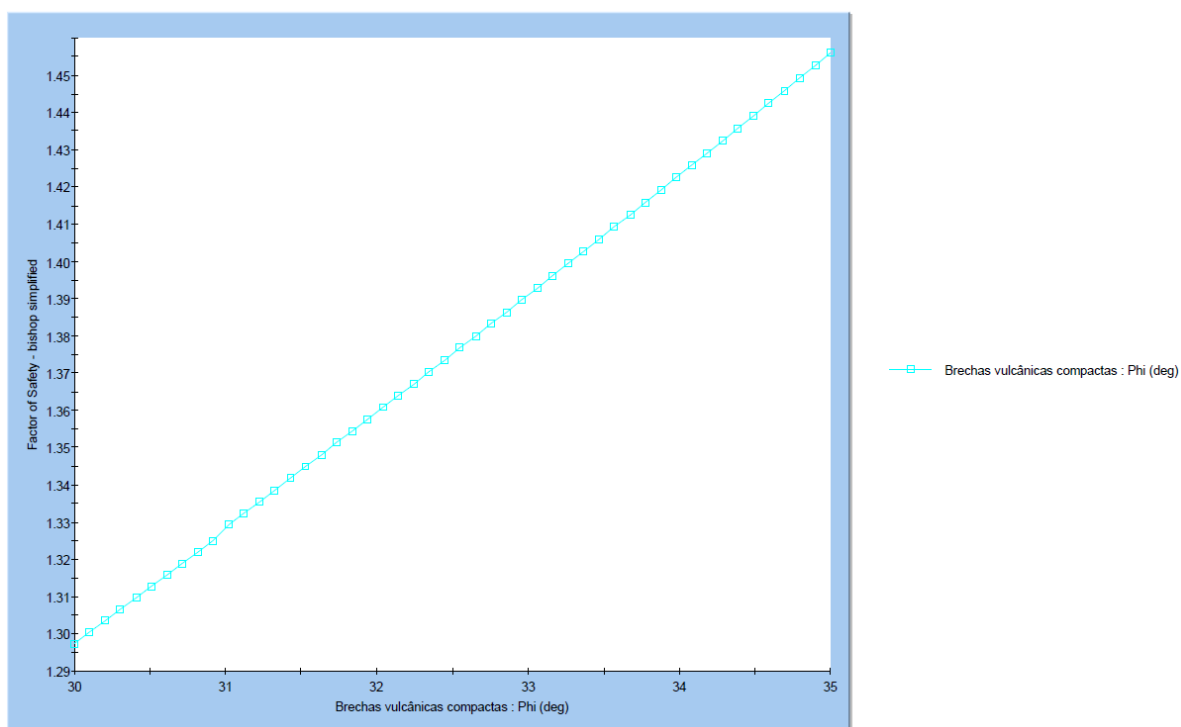


Figura 24 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = 0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°

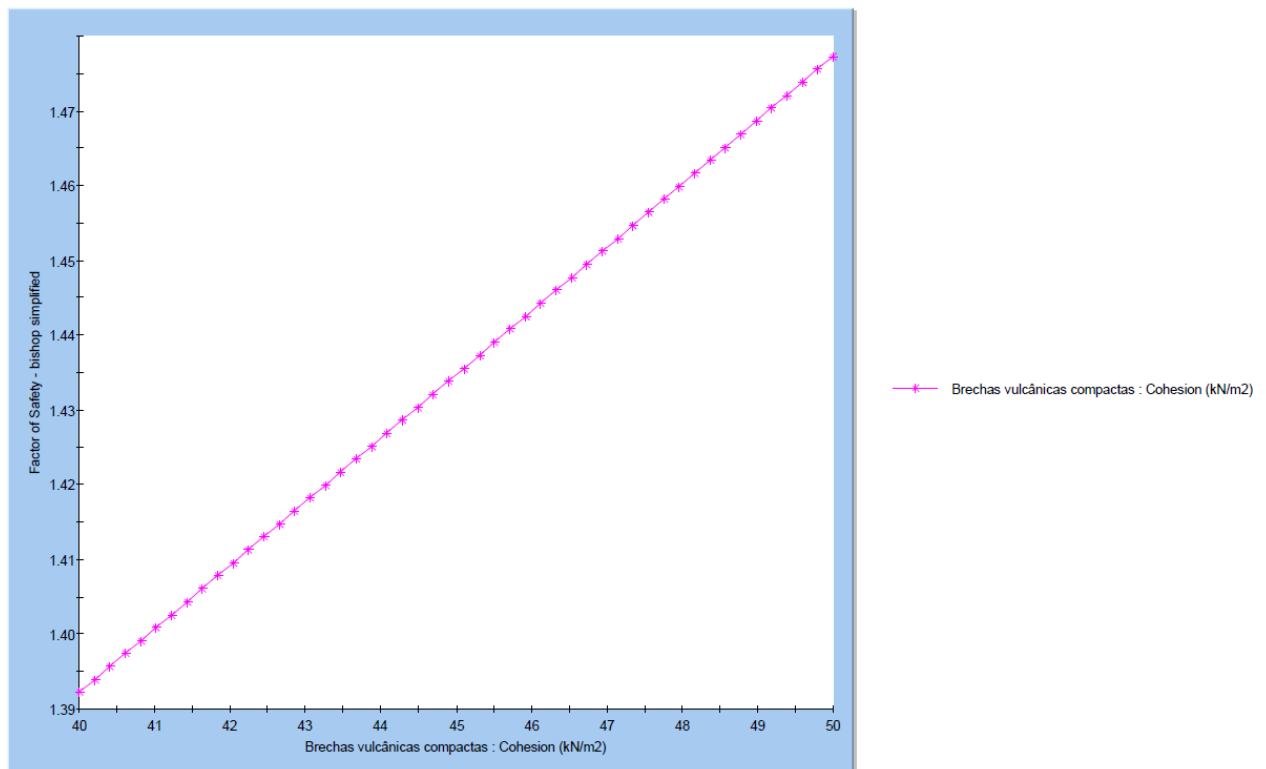


Figura 25 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação da coesão das brechas vulcânicas entre 45 e 55 kPa

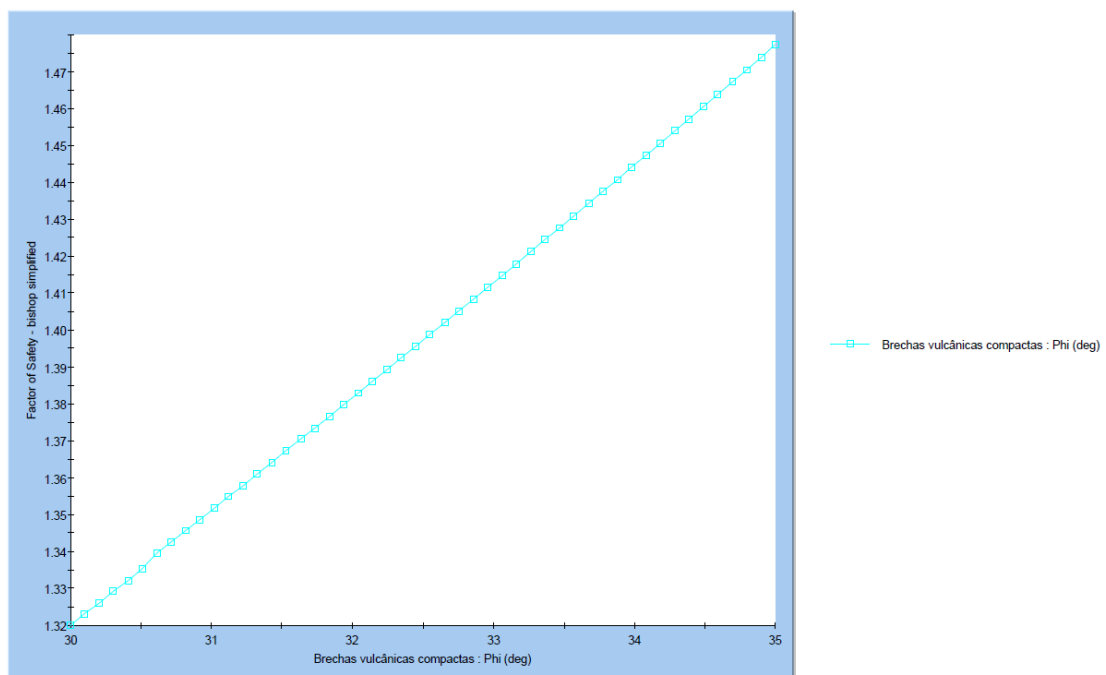


Figura 26 – Análise de sensibilidade relativa ao cálculo de estabilidade executado no corte D-D, em situação dinâmica, com $k_h = 0,061$ e $k_v = -0,031$ variação do ângulo de atrito das brechas vulcânicas entre 30 e 35°

Da análise desses valores pode verificar-se que os coeficientes obtidos nos cálculos efetuados são adequados às condições da obra, garantindo-se a estabilidade das estruturas. O Quadro 11 resume os principais resultados dos cálculos efetuados.

Quadro 10 – Resultados na análise da estabilidade global no corte C-C

Situação calculada	FS pretendido	FS obtido	Análise de sensibilidade (ØBrechas 30/35°)	Análise de sensibilidade (C-Brechas 45/55 kPa)
Situação Permanente	1,45	1,464	1,297 / 1,464	1,392 / 1,464
Situação dinâmica (Kh = 0,061 / Kv = 0,031)	1,1	1,333	1,181 / 1,333	1,268 / 1,333
Situação dinâmica (Kh = 0,061 / Kv = -0,031)	1,1	1,351	1,200 / 1,351	1,282 / 1,351

Quadro 11 – Resultados na análise da estabilidade global no corte D-D

Situação calculada	FS pretendido	FS obtido	Análise de sensibilidade (ØBrechas 30/35°)	Análise de sensibilidade (C-Brechas 45/55 kPa)
Situação Permanente	1,45	1,605	1,430 / 1,605	1,515 / 1,605
Situação dinâmica (Kh = 0,061 / Kv = 0,031)	1,1	1,456	1,297 / 1,456	1,375 / 1,456
Situação dinâmica (Kh = 0,061 / Kv = -0,031)	1,1	1,477	1,320 / 1,477	1,392 / 1,477

PG.7-Observação

Tendo em vista a observação e o controlo do comportamento do terreno envolvente, proceder-se-á à instalação da seguinte instrumentação orientadora, que será aferida durante a execução da obra:

- 7 Marcas topográficas de superfície para observação dos deslocamentos horizontais e verticais dos taludes;

Todas as marcas topográficas deverão ser constituídas por alvos fixos de modo a permitir leituras segundo os três eixos coordenados.

Após a instalação de cada dispositivo deverão ser efetuadas pelo menos três leituras de modo a definir uma leitura inicial credível. Durante a fase de obra, a responsabilidade pela leitura de todos os dispositivos e pela emissão dos respetivos relatórios será do Empreiteiro, devendo a frequência das leituras de todos os dispositivos ser semanal. Caso se verifique uma tendência de aceleração do movimento, a monitorização deverá passar a ter uma frequência diária.

Após a conclusão dos trabalhos e durante um período mínimo de 6 meses, o qual deverá incluir necessariamente um Inverno, todos os dispositivos deverão ser lidos mensalmente. Os valores das grandezas a controlar para verificação do comportamento da solução são apresentados no seguinte quadro, fazendo-se referência aos limites de atenção e alarme.

Quadro 12 – Dispositivos de observação – limites de alerta

Dispositivos de observação	Limites de alerta	
	Atenção	Alarme
Marcas topográficas	$d_H = 0,08\%H$ $d_V = 0,04\%H$	$d_H = 0,15\%H$ $d_V = 0,08\%H$

Na tabela anterior, tem-se:

- δ_H – Deslocamento horizontal acumulado;
- δ_V – Assentamento acumulado;
- H – Altura do instrumento de leitura ao pé do pano de talude.

Para além dos valores acima referidos, foram definidos complementarmente limites para as taxas de variação temporal de deslocamento. Para a taxa de variação dos deslocamentos horizontais e dos assentamentos das marcas topográficas consideram-se como limites de atenção e alarme os valores de 1,0 mm/dia e 1,5 mm/dia para os deslocamentos e 0,8 mm/dia e 1,3 mm/dia para os assentamentos, respetivamente. Estas taxas deverão ser determinadas para um período mínimo correspondente a três leituras consecutivas.

Durante as leituras, deverá atender-se à precisão dos instrumentos de leitura, assumindo-se que valores de medição de deslocamentos em marcas topográficas inferiores a 4 mm não terão significado.

PG.8-Drenagem

O sistema de drenagem da plataforma é constituído por uma valeta de plataforma, localizada na base do talude, em seção triangular com 0,50 m de abertura, assimétrica e revestida em betão. Dado o mau estado de conservação da drenagem existente, prevê-se a demolição e reconstrução da valeta de plataforma na zona a intervencionar, devendo esta possuir as mesmas características da existente.



Fotografia 18 – Aspeto geral da valeta de plataforma existente

No que se refere à intervenção preconizada para o talude em estudo, prevê-se, além da estabilização do talude, um reforço das condições de drenagem. Esta será feita com a execução dos seguintes elementos:

- Valeta de crista;
- Caixas de ligação (para ligação entre a valeta de crista e as descidas de talude);
- Descidas de talude em degraus com dissipadores de energia;
- Caixas de receção (para captar a água proveniente das descidas de talude ao nível da plataforma);

A valeta de crista deverá ser revestida em betão e deverá possuir seção em meia-manilha, com Ø300 mm.

As caixas de recepção, a executar na valeta de plataforma existente, deverão ser do tipo sumidouro com tampa em ferro tipo D400, de modo a permitir a queda da água que escoa da valeta de plataforma.

As dimensões dos elementos de drenagem mencionados deverão estar de acordo com o patente nas peças desenhadas.

Além dos elementos de drenagem suprarreferidos, importa incluir, nos trabalhos a executar, a limpeza (e eventual reparação) da drenagem a jusante da área a intervir, nomeadamente da caixa sumidouro patente na Fotografia 19.



Fotografia 19 – Sumidouro localizado junto ao miradouro na área de intervenção e junto à referência I8A
(levantamento topográfico)

Por último, além de todos os trabalhos mencionados no presente capítulo, importa referir que é recomendável que o sistema de drenagem seja periodicamente inspecionado (trimestralmente), no sentido de limpar eventuais assoreamentos e acumulações de detritos que possam comprometer o correto funcionamento dos mesmos.

PG.9-Pavimentação

A estrutura de pavimento a adotar na zona da intervenção será idêntica à estrutura de pavimento existente.

Propõe-se a seguinte intervenção no pavimento:

- fresagem de 5 cm na faixa de rodagem e reposição de 5 cm de betão betuminoso com características de desgaste (AC14 surf 35/50 (BB))

PG.10-Sinalização

Neste projeto estão previstos os trabalhos referentes à sinalização horizontal, que consta fundamentalmente de marcas rodoviárias.

As dimensões utilizadas para a sinalização horizontal são definidas de acordo com as características da via a sinalizar, nomeadamente no que diz respeito ao número de vias e à velocidade permitida na sua circulação.

A sinalização horizontal, tem como principal objetivo a regulação do trânsito, de advertir e de orientar os utentes da via. Esta pode ser utilizada isoladamente ou em conjugação com outros meios de sinalização, de modo a reforçar e/ou clarificar o seu significado.

No troço em estudo não existe sinalização horizontal, contudo prevê-se a marcação de uma linha contínua para separação das duas vias.

Atendendo às funções de cada linha longitudinal adotaram-se as características geométricas indicadas no quadro seguinte:

Quadro 13 – Características geométricas das linhas longitudinais

Função	Tipo de Linha	Traço (m)	Espaço (m)	Largura (m)	Símbolo
Linha contínua	Contínua	-	-	0,12	LBC (0,12)

Os materiais a utilizar para a materialização da sinalização horizontal correspondem aos usualmente utilizados em situações semelhantes, tratando-se de material termoplástico de aplicação a quente, pelo processo “spray” ou manual, conforme o tipo de marcas a realizar.

Saliente-se que terão que ser efetuadas pinturas provisórias antes da abertura ao tráfego.

PG.11-Serviços afetados

Para o levantamento das infraestruturas que possam ser afetadas pela intervenção projetada foram contactadas pela DRE as seguintes entidades:

- ARM – Águas e Resíduos da Madeira, SA;
- CMM – Câmara municipal de Machico;
- EEM – Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A.;
- MEO – Serviços de Comunicações e Multimédia, S.A.;
- NOS – Madeira Comunicações, S.A.;

PG.11.1-Rede de abastecimento de água e rede de rega

A rede de rega e a rede de distribuição de água que existe na zona em estudo da E.R.110 não se encontra do lado do talude a estabilizar pelo que não há interferência com estas redes.

A rede de águas residuais, localizada do lado da intervenção, é enterrada pelo que não há interferência com estas redes.

PG.11.2-Iluminação Pública

Verifica-se que a zona de intervenção coincide com o troço final de uma infraestrutura elétrica de iluminação pública. Consiste numa rede do tipo aéreo, com luminárias de vapor de sódio apoiadas em postes de madeira. Os dois postes existentes na zona com intervenção entrarão em conflito com a construção do talude, pelo que terá de ser alterada a infraestrutura no local.

Será ainda considerado o levantamento dos elementos da infraestrutura existente a abandonar e respetivo transporte a vazadouro.

PG.11.2.1-Normas e Regulamentos

O Projeto foi elaborado tendo em conta as seguintes Normas e Regulamentos:

- Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa
- Tensão;
- Recomendações e normativos da EDM, DGE;
- Decreto-Lei 446/76 e Portaria 401/76.
- Portaria 454/2001.
- Normas Portuguesas NP e Normas Europeias EN;
- Outras recomendações CIE.

PG.11.2.2-Proposta de intervenção

A estrada não sofrerá alterações no perfil transversal. Assim, propõe-se que seja iluminada com soluções idênticas às existentes, nomeadamente na altura das colunas de iluminação. Propõe-se, no entanto, uma atualização da tecnologia a utilizar nas fontes de luz de forma a acompanhar o atual estado da arte (nomeadamente, através da utilização de fontes LED, que aumentam consideravelmente a vida útil dos equipamentos e reduzem os custos com manutenção). Adicionalmente (e em linha com a infraestrutura existente num dos extremos da área de intervenção, ligada a outro Posto de Transformação), a iluminação será instalada em colunas metálicas e com rede do tipo enterrado.

Propõe-se que a nova infraestrutura no local da intervenção seja ligada à rede subterrânea (a montante da intervenção – assumindo o sentido ascendente da estrada), em substituição da atual situação de alimentação pela rede aérea (a jusante da intervenção), mais antiga e menos robusta. Tratando-se de apenas 2 colunas novas, não afetará o dimensionamento da rede à qual serão ligadas. Adicionalmente, considera-se a substituição das luminárias nas duas últimas colunas da rede subterrânea existente, instaladas sobre a curva que antecede a zona de intervenção, de forma a criar uma extensão maior com condições luminotécnicas constantes

(nomeadamente incluindo a zona de maior perigo rodoviário e onde se exigem melhores condições de iluminação, sobretudo no que diz respeito à uniformidade de iluminação e coerência de soluções).

PG.11.2.3-Cálculos

De forma a aferir a melhor solução para a iluminação do troço, foi realizado um estudo luminotécnico, cujas premissas de cálculo e resultados se resumem seguidamente:

PG.11.2.3.1-Regulamentos e bases do projeto

Este projeto foi elaborado segundo NP 4485 (EN13201-1), a Norma Europeia 13201-2 e as recomendações CIE para a iluminação pública. Para a definição dos índices de iluminação foram tidos em conta os parâmetros mínimos previstos na Portaria 454/2001, de 5 de Maio. Os cálculos foram efetuados no programa DIALux (versão 4.13).

PG.11.2.3.2-Classificação da via

A via a iluminar apresenta as seguintes características de utilização:

- Velocidade de circulação maior do que 60 km/h;
- Utilizador principal tráfego motorizado;
- Outros tipos de utilizador autorizados veículos lentos, ciclistas e peões;

a que corresponde, segundo NP 4485 (EN 13201-1) uma situação de iluminação tipo A3.

De acordo com as tabelas da EN 13201-2 e as características do traçado:

- Via sem separação de faixas;
- Via sem cruzamentos de nível afastados;
- Tráfego estimado <7000 por dia;
- Número de nós de nível <3;

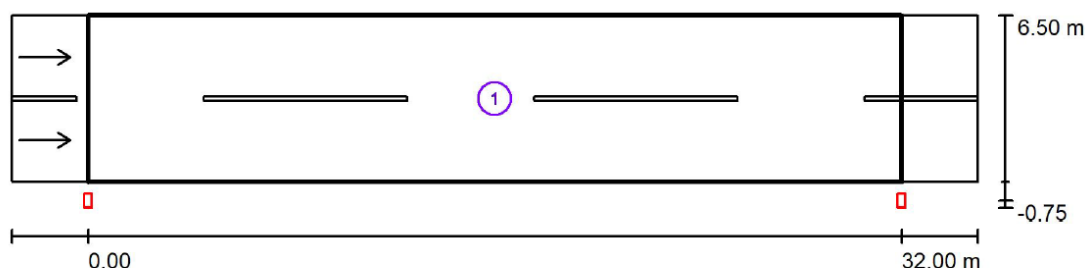
considera-se a via classificada com a classe de iluminação ME4x, que em função das características adicionais:

- Ausência de zonas de conflito;
- Complexidade do campo visual normal;
- Dificuldade de circulação normal;
- Luminância ambiente baixa;

resulta numa classificação da via com a classe de iluminação ME4a, para a qual se recomendam 0.75 cd/m^2 para a luminância média, 40% para a uniformidade global e 60% para a uniformidade longitudinal e taxa limiar de incremento inferior a 15 (%).

PG.11.2.3.3-Resultados

O estudo luminotécnico realizado resulta numa implantação de colunas com 8 m de altura útil com uma interdistância de 32 m. Os resultados do estudo são apresentados em anexo à Memória Descritiva.



Factor de manutenção: 0.84

Escala 1:272

Lista de campo de avaliação

- 1 Campo de avaliação Pista de rodagem 1
Comprimento: 32.000 m, Largura: 6.500 m
Grelha: 11 x 6 Pontos
Elementos de rua correspondentes: Pista de rodagem 1.
Pavimento: R3, q_0 : 0.070
Classe de iluminação seleccionada: ME4a

(Todas as exigências fotométricas foram cumpridas.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reais segundo o cálculo:	0.76	0.52	0.75	12	0.70
Valores nominais segundo a classe:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumprido/não cumprido:	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 27 – Resumo dos resultados do estudo luminotécnico.

PG.11.2.4-Tipo

A alimentação da instalação de iluminação será do tipo subterrânea, com cabos LXV 4x16, com derivação nas caixas de proteção/seccionamento das portinholas das colunas. Constituição e traçado conforme as plantas em anexo.

PG.11.2.5-Colunas e luminárias

Serão consideradas luminárias com corpo em liga de alumínio injetado a alta pressão com acabamento com pintura eletroestática com tinta de poliéster, acessórios elétricos incorporados, índices de proteção IP 66, compartimento ótico de estanquicidade reforçada e difusor em vidro liso plano e temperado com um índice de resistência mecânica ao impacto da classe IK09, equipadas com 3 módulos LED @ 700 mA, 6300 lm, proporcionando um tempo de vida $L(90) = 100.000$ horas, temperatura de cor de 4000 K, instaladas sobre colunas metálicas de secção octogonal, galvanizada interior e exteriormente por imersão a quente, com 8 m de altura e fixação ao solo por flange e chumbadouros a muro de ameias, com braço simples com 750mm de balanço, para fixação lateral da luminária, com 5° de inclinação. As colunas comportarão junto da base (a 50 cm da base) uma portinhola onde serão instalados os órgãos de proteção elétrica dos cabos e dos equipamentos instalados na coluna. Os órgãos de proteção elétrica serão do tipo corta-circuito fusível de rolo de $I_n = 6$ A com 10,3 x 38 mm.

Cada luminária será protegida e ligada individualmente à base do corta-circuito por cabo do tipo FVV 3 x 2,5 (fase + neutro + cond. Proteção), amarrado em ambas as extremidades, com seio suficiente para as contrações que venham a verificar-se nas épocas frias do ano e não permita o seu balanceamento pela ação do vento nos períodos quentes evitando a perda do seu isolamento pelo esmagamento contra as paredes interiores da coluna.

PG.11.2.6-Ligações à terra

Nas colunas novas será considerado um eletrodo de terra do tipo "piquet" para ligação das massas metálicas à terra, em conjunto com um cabo de terra que assegurará a interligação às mesmas.

O sistema de terras adotado será o de Terra pelo Neutro. Os circuitos de terra, as ligações para proteção das pessoas contra contactos diretos/indiretos, bem como os materiais a utilizar, serão conforme o definido nos documentos normativas da EEM.

O valor da resistência de terra de qualquer elétrodo, individualmente, não deverá ser superior a 20Ω . Por sua vez, o valor da resistência de terra do neutro não deverá ser superior a 10Ω , em cada quilómetro ou fração, ao longo das canalizações, nas condições mais desfavoráveis, nem a resistência global de terra do neutro ser superior a 5Ω , conforme estipulado no art.º 155º do RSRDEEBT.

PG.12-Desvio Provisório de tráfego

PG.12.1-Introdução

O presente capítulo tem como objetivo mencionar os cuidados necessários aos desvios provisórios de obra, garantindo os níveis mínimos adequados para a segurança de circulação dos utentes da via e trabalhadores afetos à empreitada. Contudo e desde logo se esclarece que os esquemas de desvios de tráfego apresentados deverão ser considerados a título informativo, devendo o adjudicatário em fase de obra adequá-los às reais condições do local da execução dos trabalhos.

O troço rodoviário que lhe diz respeito tem uma extensão total de aproximadamente 85 m.

PG.12.2-Considerações gerais

Sem prejuízo do exposto nos parágrafos e nos pontos seguintes, nomeadamente nas recomendações e definições respeitantes aos desvios provisórios, chama-se a particular atenção para o facto de que as mesmas são resultantes da análise possível em fase de projeto, pelo que, caso seja entendimento do Adjudicatário, em função do planeamento e da programação a adotar para a execução da empreitada, a execução de quaisquer outros desvios provisórios, deverão ter em consideração a garantia da circulação rodoviária ao longo das vias existentes e

a implementação de adequados sistemas de sinalização temporária, devendo ser previamente submetidos à aprovação da Fiscalização.

Os Desvios Provisórios de Tráfego considerados no projeto incluem a Sinalização Temporária para preservar o correto funcionamento das vias e salvaguardar a segurança tanto dos seus utilizadores, como dos trabalhadores da obra.

A Sinalização foi projetada com base no Manual de Sinalização Temporária da EP – Estradas de Portugal SA.

A Sinalização provisória indicada nos respetivos desenhos tem como objetivo definir as linhas gerais a observar em obra.

Antes da entrada em serviço de cada desvio provisório, o Empreiteiro deverá adaptar a cada caso concreto o projeto de sinalização temporária anteriormente referido, de acordo com as “Normas de Sinalização Temporária” da ex-JAE e do “Plano de Segurança e Saúde”, após o qual deverá submeter o mesmo à aprovação da Fiscalização.

Face à interferência dos trabalhos com o tráfego local será necessário garantir sempre a circulação viária ainda que condicionada.

PG.12.3-Perfil transversal tipo

- Na implementação dos esquemas de sinalização deve ser assegurada uma largura livre de circulação de 2,90 m (via destinada a veículos ligeiros e pesados).

Prevê-se que seja implanta o esquema da ficha F06 do caderno de encargos da JAE correspondente a trabalhos na totalidade da via com circulação alternada por sinalização luminosa.

PG.12.4-Medições

No que respeita à Sinalização Temporária, a respetiva rubrica considera um valor global incluído no Capítulo 6 – Diversos. Quanto aos Desvios Provisórios, considera-se que este trabalho inclui realização de todos os desvios necessários durante a obra e que se encontra incluído nos preços unitários da presente empreitada.

PG.13-Materiais

Para além das características referidas ao longo da presente memória descritiva, no dimensionamento dos elementos a que se refere a presente memória, foram considerados os seguintes materiais:

Betão para órgãos de drenagem:

- Classe NP EN 206-1: C25/30; XC2 (P); CL 1,0; D_{máx} 22; S3
- Recobrimento nominal mínimo: 35 mm

Betão Projetado com fibras:

- Classe NP EN 206-1: C25/30; XC2 (P); CL 0,40; D_{máx} 12; S3
- Dosagem mínima de cimento: 400 kg/m³
- Capacidade de absorção energética: 700 J

Fibras metálicas:

- Dosagem mínima: 30 kg/m³;
- Resistência à tração ≥ 1000 MPa;
- Comprimento das fibras ≥ 35 mm;
- Razão comprimento/diâmetro ≥ 65 .

Aço:

- Para pregagens: A500 NR
- Para placas de fixação de pregagens: S235JR (EN 10025-2: 2004)
- Para armaduras ordinárias: A500 NR

Pregagens de varão injetadas

- Placa de fixação: 150 x 150 x 12 mm (galvanização: espessura de revestimento média mínima de 85 μm – ISO 1461:2009)
- Tensão de cedência (do varão de aço) $\geq 500 \text{ MPa}$
- Tensão de rotura (do varão de aço) $\geq 550 \text{ MPa}$
- Ø de Furação: 101,6 mm (varões Ø32 mm)
- Ø do Varão: 32 mm

Caldas de cimento para injeção:

- Tipo de cimento: CEM I 42,5 R
- Resistência à compressão mínima
 - 2 dias: 20,0 MPa
 - 28 dias: 42,5 Mpa

Drenos sub-horizontais profundos e bueiros:

- Tubo em PVC rígido Ø90mm nos negativos.
- Tubo em PVC rígido Ø75mm nas ponteiras.
- Tubo em PP Ø65mm canelado e perfurado envolvido em geotêxtil PP com gramagem igual ou superior a 125g/m², a instalar em furos de 76 mm.

Geocompósito drenante

- Espessura $\geq 11\text{mm}$.
- Geotêxtil associado com gramagem $\geq 125\text{g/m}^2$.
- Resistência à compressão $\geq 650\text{kN/m}^2$.

De modo a prevenir a ocorrência de corrosão, as chapas de fixação e as pregagens deverão ser galvanizadas com uma solução 90% Zn / 10% Al, devendo-se aplicar as gramagens/espessuras de revestimento de acordo com o recomendado para o ambiente de corrosão local (C5) e todos os normativos aplicáveis.

PG.14-Prazo de execução da empreitada

Tendo em conta os condicionamentos e trabalhos necessários à realização da obra descritos na nesta memória descritiva e caderno de encargos estima-se que o prazo de execução da empreitada é de 4 meses.

Colaboração

Colaboraram neste projeto os seguintes elementos:

Coordenação e Direção Técnica:

Duarte Nuno Pereira

João Espírito Santo

Projeto:

António Dinis

Mário Freire

Raquel Henriques Rosa

Desenho:

Ana Duro

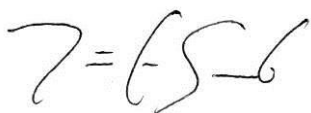
Organização de processo:

Paula Reis

Lisboa, em Janeiro de 2020

P' la NRV, Consultores de Engenharia, S.A.

(João Espírito Santo)



Eng.º Civil – Responsável pelo projeto de
estruturas

(Pedro Chitas)



Eng.º Civil – Responsável pelo projeto
geotécnico

(Duarte Nuno Pereira)



Eng.º Civil – Coordenador de Projeto

Anexos

Anexo I – Relatório fotográfico. Talude do Sítio das Casas Próximas

Dono da Obra: DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

**PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO DE DERROCADAS EM TALUDES
SOBRANCEIROS ÀS ESTRADAS REGIONAIS 103, 104, 107 E 110**

DATA: 14-JAN-18

REPORTAGEM FOTOGRÁFICA



Foto nº1 – panorâmica no início do talude Km, 0+000



Foto nº2 – km, 0+010 rede de proteção para queda de materiais aplicada, alguma vegetação



Foto nº3 – km, 0+020 depósito, alguma vegetação



Foto nº4 – km, 0+030 depósito, alguma vegetação



Foto nº5 – km, 0+050 depósito, alguma vegetação



Foto nº6 – km, 0+060 depósito, alguma vegetação, rede de proteção

Dono da Obra: DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

**PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO DE DERROCADAS EM TALUDES
SOBRANCEIROS ÀS ESTRADAS REGIONAIS 103, 104, 107 E 110**

DATA: 14-JAN-18

REPORTAGEM FOTOGRÁFICA



Foto nº7 – km, 0+070 depósito, alguma vegetação, rede de proteção



Foto nº8 – km, 0+085 depósito, vegetação



Foto nº9 – panorâmica do talude



Foto nº10 – pavimento em bom estado, não tem sinalização horizontal



Foto nº11 – valeta (0,40m) danificada, queda de material



Foto nº12 – valeta danificada, queda de material

Dono da Obra: DIREÇÃO REGIONAL DE ESTRADAS

**PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO DE DERROCADAS EM TALUDES
SOBRANCEIROS ÀS ESTRADAS REGIONAIS 103, 104, 107 E 110**

DATA: 14-JAN-18

REPORTAGEM FOTOGRÁFICA



Foto nº13 – valeta danificada, queda de material



Foto nº14 – valeta danificada, queda de material



Foto nº15 – valeta danificada, queda de material



Foto nº16 – infraestrutura de saneamento na via do lado do talude

Observações: O talude do Sítio das Casas no Porto da Cruz, é um talude com cerca de **85 m** de comprimento. As vias encontram-se com o pavimento em bom estado e não tem sinalização horizontal, o órgão de drenagem (valeta 0,40m) está danificada e pontualmente obstruída com material.

Anexo II – Estudo Luminotécnico

INT08 - Sitio das Casas Próximas

Interlocutor(a):
N° do pedido:
Empresa:
N° do cliente:

Data: 16.07.2019
Editor(a):



Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

Índice

INT08 - Sítio das Casas Próximas	
Página de rosto do projecto	1
Índice	2
AEC ILLUMINAZIONE SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M I-TRON Zero 0C8 ...	
I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M	
Folha de dados CDL	3
Folha de dados de ofuscamento	4
Rua 1	
Dados de planeamento	5
Resultados Luminotécnicos	6
Campos de avaliação	
Campo de avaliação Pista de rodagem 1	
Linhas isográficas (E)	7
Observador	
Observador 1	
Linhas isográficas (L)	8
Observador 2	
Linhas isográficas (L)	9

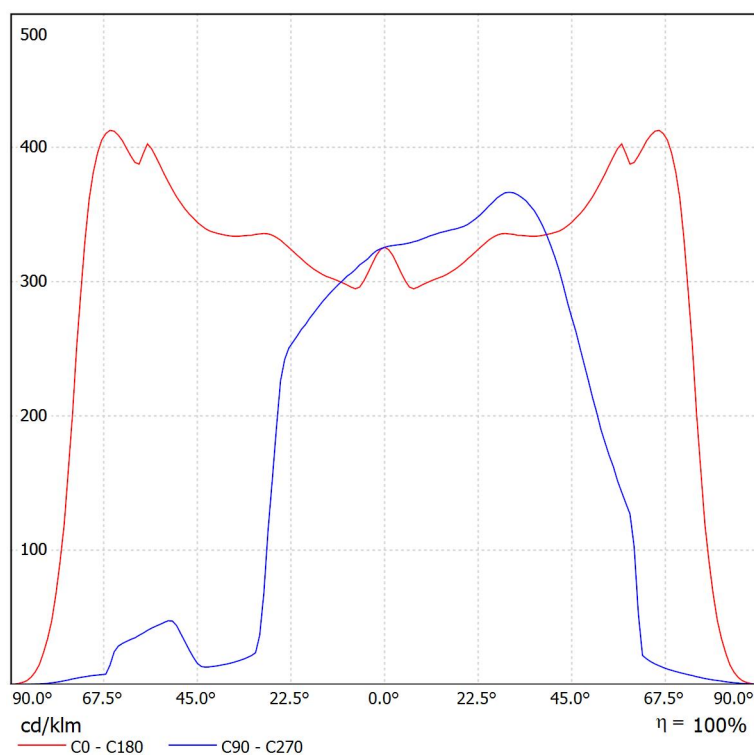
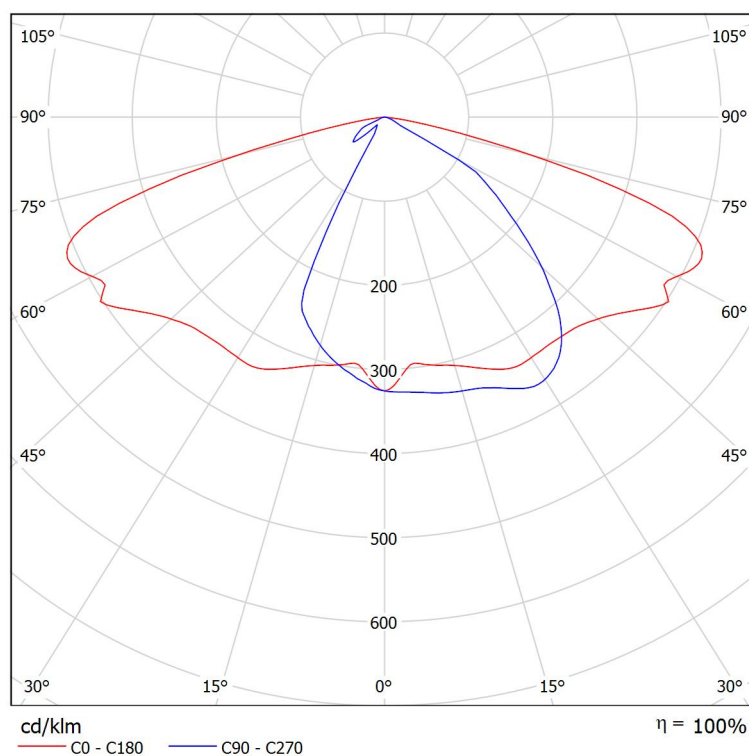


Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

AEC ILLUMINAZIONE SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M / Folha de dados CDL

Luminária: AEC ILLUMINAZIONE
SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M
I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M

Lâmpadas: 1 x L-ITR-0C8-4000-700-3M-70-25





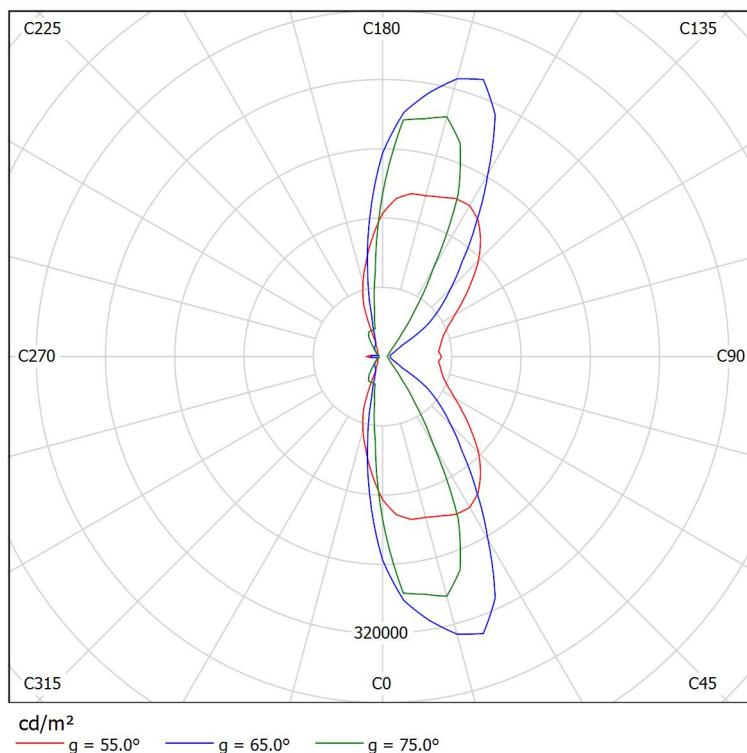
Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

AEC ILLUMINAZIONE SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M / Folha de dados de ofuscamento

Luminária: AEC ILLUMINAZIONE
SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-
3M I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-
3M

Lâmpadas: 1 x L-ITR-0C8-4000-
700-3M-70-25

Não é possível representar tabela UGR para esta luminária porque faltam propriedades de simetria.



Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

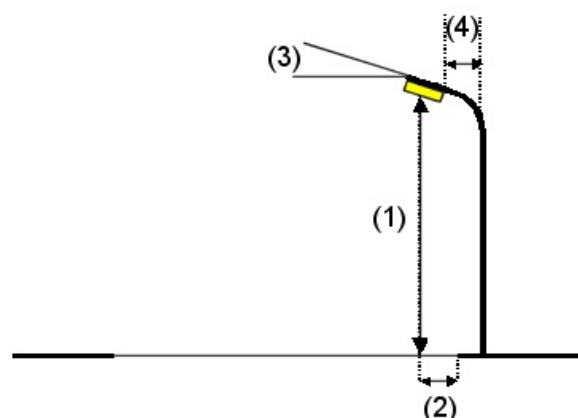
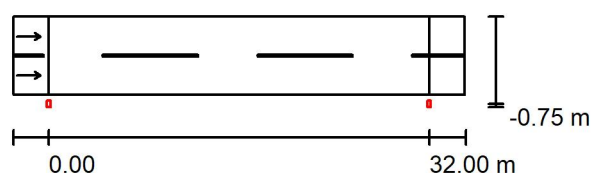
Rua 1 / Dados de planeamento

Perfil da rua

Pista de rodagem 1 (Largura: 6.500 m, Quantidade das faixas de rodagem: 2, Pavimento: R3, q0: 0.070)

Factor de manutenção: 0.84

Distribuições de luminárias

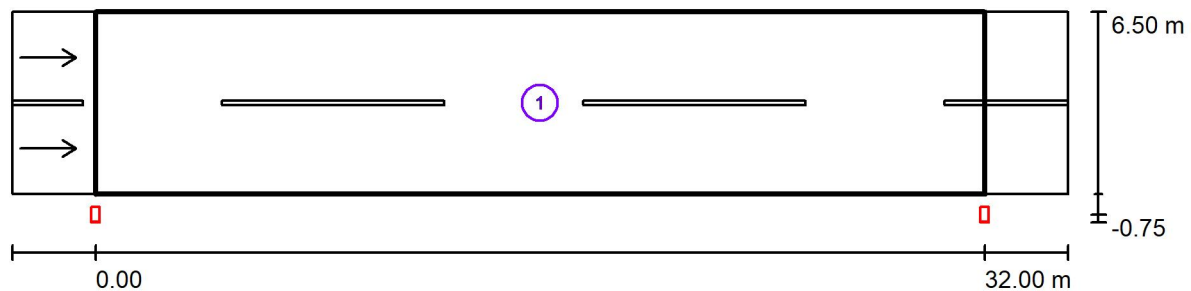


Luminária:	AEC ILLUMINAZIONE SRL I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M I-TRON Zero 0C8 STU-M 4.7-3M	
Corrente luminosa (Luminária):	6360 lm	Valor máximo da potência luminosa
Corrente luminosa (Lâmpadas):	6360 lm	a 70°: 577 cd/klm
Potência luminosa:	57.0 W	a 80°: 134 cd/klm
Distribuição:	de um lado embaixo	a 90°: 1.58 cd/klm
Distância entre postes:	32.000 m	Em todas as direcções que, em uma luminária correctamente instalada, formam o ângulo dado com as verticais inferiores.
Altura de montagem (1):	8.000 m	Sem potência luminosa acima de 95°.
Altura do ponto de luz:	7.890 m	A distribuição cumpre a classe de potência luminosa G2.
Pendor (2):	-0.740 m	A distribuição cumpre a classe de índice de ofuscamento D.3.
Inclinação do braço extensor (3):	5.0 °	
Comprimento do braço extensor (4):	0.750 m	



Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

Rua 1 / Resultados Luminotécnicos



Factor de manutenção: 0.84

Escala 1:272

Lista de campo de avaliação

- 1 Campo de avaliação Pista de rodagem 1
Comprimento: 32.000 m, Largura: 6.500 m
Grelha: 11 x 6 Pontos
Elementos de rua correspondentes: Pista de rodagem 1.
Pavimento: R3, q0: 0.070
Classe de iluminação seleccionada: ME4a

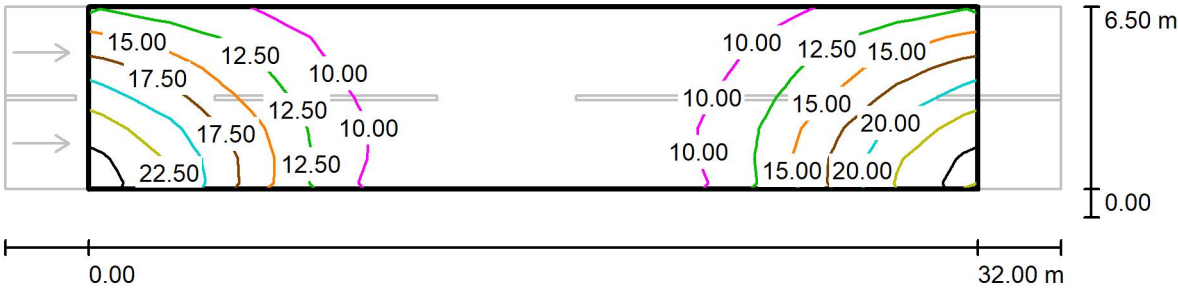
(Todas as exigências fotométricas foram cumpridas.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reais segundo o cálculo:	0.76	0.52	0.75	12	0.70
Valores nominais segundo a classe:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumprido/não cumprido:	✓	✓	✓	✓	✓



Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

Rua 1 / Campo de avaliação Pista de rodagem 1 / Linhas isográficas (E)



Valores em Lux, Escala 1 : 272

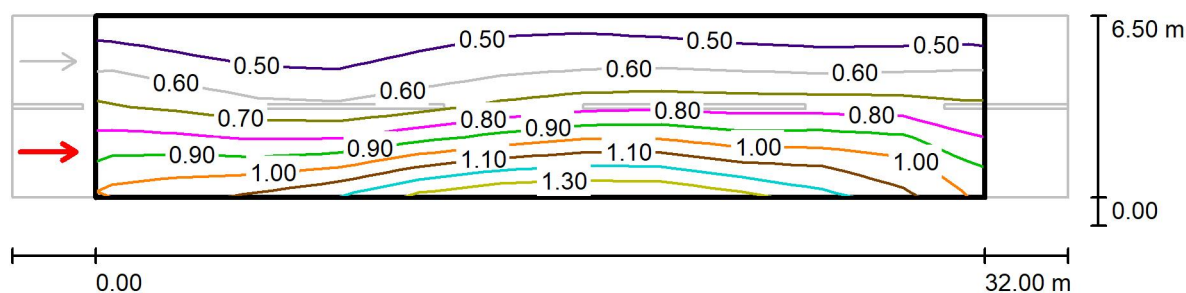
Grelha: 11 x 6 Pontos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	6.59	25	0.529	0.268



Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

Rua 1 / Campo de avaliação Pista de rodagem 1 / Observador 1 / Linhas isográficas (L)



Valores em Candela/m², Escala 1 : 272

Grelha: 11 x 6 Pontos

Posição do observador: (-60.000 m, 1.625 m, 1.500 m)

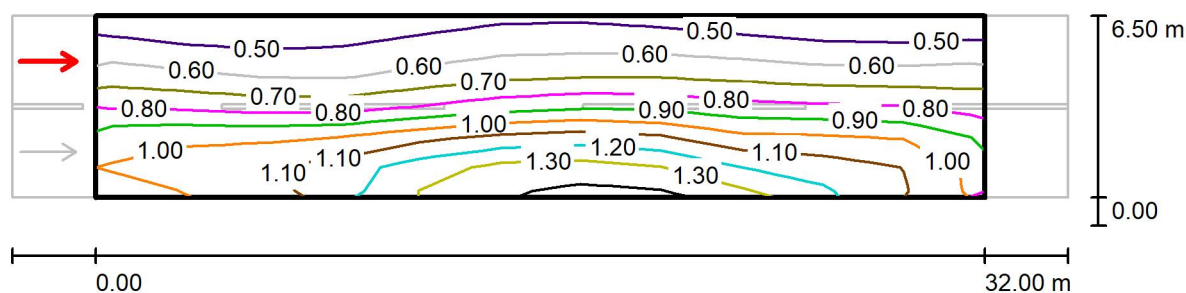
Pavimento: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reais segundo o cálculo:	0.76	0.54	0.75	12
Valores nominais segundo a classe ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumprido/não cumprido:	✓	✓	✓	✓



Editor(a)
Telefone
Fax
e-Mail

Rua 1 / Campo de avaliação Pista de rodagem 1 / Observador 2 / Linhas isográficas (L)



Valores em Candela/m², Escala 1 : 272

Grelha: 11 x 6 Pontos

Posição do observador: (-60.000 m, 4.875 m, 1.500 m)

Pavimento: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reais segundo o cálculo:	0.84	0.52	0.85	8
Valores nominais segundo a classe ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumprido/não cumprido:	✓	✓	✓	✓

Anexo III – F06 (Desvio provisório de tráfego)

Trabalhos na totalidade da via Circulação alternada por sinalização luminosa

