

Estudo Geológico – Geotécnico

**Terreno para Construção de Central Solar
Fotovoltaica Híbrida da Ilha do Faial**

Santa Bárbara, Angústias, Horta, Açores

**Azores PV & BESS Parque Solar do Faial,
Unipessoal Lda**

Setembro de 2024

Informação sobre o documento e autores

Azores PV & BESS Parque Solar do Faial, Unipessoal, Lda.

Promotor

Travessa do Monturo

9900-100, Horta

914 640 844 anton@forca.pt

Descrição do Documento

Estudo Geológico e Geotécnico: Terreno para Construção de Central Solar Fotovoltaica de Santa Bárbara, Angústias, Horta, Ilha do Faial

Versão

1.0

Referência do Ficheiro

RTXXIV_34_EGG_APVF

N.º de Páginas

27

LabGeo – Engenharia e Geotecnologia

Estrada dos Portões Vermelhos, 20

9650-450 Rosário, Lagoa

96 373 02 87 info@labgeo.pt

Execução do Estudo

Diogo Caetano

Geólogo, Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental

Diana Ponte

Geóloga, Pós-Graduação em Vulcanologia e Riscos Geológicos

Adriano Pacheco

Carla Cordeiro

Rúben Cabral

Diogo Caetano

Responsável pelo Estudo

Data

Setembro de 2024

Índice

1	Introdução	1
2	Enquadramento da Área de Estudo	2
2.1	Descrição Sumária da Área de Estudo.....	2
2.2	Localização Geográfica	2
2.3	Geomorfologia e Tectónica.....	2
2.4	Geologia	5
2.5	Geotecnia	7
2.6	Hidrografia e Recursos Hídricos	8
3	Riscos Naturais.....	10
3.1	Sismicidade.....	10
3.2	Atividade Vulcânica.....	11
3.3	Movimentos de Vertente	11
3.4	Cheias e Inundações.....	12
4	Resultados da Prospecção realizada.....	14
5	Zonamento Geológico e Geotécnico.....	18
5.1	Zonamento Geológico	18
5.2	Zonamento Geotécnico	19
6	Síntese Conclusiva e Recomendações	21
7	Bibliografia	22

Índice de Figuras

Figura 2.1 Enquadramento geográfico da área de estudo (IGeoE, 2001; https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial).....	2
Figura 2.2 Enquadramento do local de estudo no contexto geomorfológico da ilha do Faial (adaptado de Pacheco, 2001)	3
Figura 2.3 Representação esquemática do mapa de declives da área de estudo e perfis topográficos interpretativos (base geográfica de https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial)	4
Figura 2.4 Enquadramento da área de estudo no contexto da tectónica da ilha do Faial (Pacheco, 2001)	4
Figura 2.5 Contexto geodinâmico dos Açores (adaptado de Hipólito, 2009 e França <i>et al.</i> , 2003).....	5
Figura 2.6 Enquadramento do local de estudo no contexto vulcanológico da ilha do Faial (adaptado de Forjaz, 2004).....	6
Figura 2.7 Cartografia litológica da área de estudo e envolvente (adaptado de Forjaz <i>et al.</i> , 2001; base geográfica de https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial).....	6
Figura 2.8 Zonas sísmicas para a Região Autónoma dos Açores (Anexo Nacional ao Eurocódigo 8, NP EN 1998-1:2009).....	7
Figura 2.9 Enquadramento da área de estudo no contexto da hidrogeologia, hidrografia e recursos hídricos da ilha do Faial (dados do PRA, 2001; PGRH-Açores, 2021; base geográfica de https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial).....	9
Figura 3.1 Carta da sismicidade instrumental na ilha do Faial e envolvente entre 2002 e 2010 (CIVISA, 2011 <i>in Rodrigues, 2013</i>)	10
Figura 3.2 Carta de isossistas de intensidade máxima (EMS-98) para a ilha do Faial (adaptado de Silva, 2005)	11
Figura 3.3 Enquadramento da área de estudo no contexto do mapa de suscetibilidade a movimentos de vertente (dados da SRAAC; base geográfica de https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial)	12
Figura 3.4 Risco de inundações na bacia hidrográfica onde se enquadra a área de estudo (dados do PGRIA, 2022; base geográfica de https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial)	13
Figura 4.1 Representação esquemática da localização dos poços de inspeção realizados sobre ortomosaico da área de estudo (Labgeo, 01/02/2024)	14
Figura 4.2 Aspetos fotográficos dos poços de inspeção efetuados (Labgeo, 09/09/2024).....	17

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Classificação geotécnica das formações geológicas dos Açores (Forjaz <i>et al.</i> , 2001).....	7
Tabela 2.2 Tipos de terreno e valores do parâmetro Smax segundo o Eurocódigo 8 - Parte 1 (2009) ...	8
Tabela 3.1 Lista dos perigos vulcânicos genéricos	11
Tabela 4.1 Dados dos elementos de prospeção – poços de inspeção	14
Tabela 4.2 Descrição do poço de inspeção P1	15
Tabela 4.3 Descrição do poço de inspeção P2	15
Tabela 4.4 Descrição do poço de observação P3	15
Tabela 4.5 Descrição do poço de inspeção P4	16
Tabela 4.6 Descrição do poço de inspeção P5	16
Tabela 5.1 Perfil de terreno inferido pela interpretação geológica.....	19
Tabela 5.2 Características gerais das formações geológicas intercetadas pelos trabalhos de prospeção, segundo a classificação de Forjaz <i>et al.</i> (2001)	20
Tabela 5.3 Caracterização sísmica segundo o Eurocódigo 8 - Parte 1 (2009) e respetivo Smax estimado para os valores médios esperados	20

1 Introdução

Considerando a intenção de analisar, sob o ponto de vista geológico-geotécnico, um terreno localizado na freguesia de Angústias, concelho da Horta, ilha do Faial, com vista à construção de central solar fotovoltaica, foi solicitado à LabGeo – Engenharia e Geotecnologia a realização do presente estudo.

O estudo em questão compreendeu as seguintes fases distintas:

- Levantamento de informação bibliográfica e cartográfica da área de estudo;
- Trabalhos de prospeção do terreno;
- Processamento de informação;
- Elaboração de relatório técnico.

O presente documento constitui o relatório técnico do estudo geológico-geotécnico efetuado e tem como objetivos fundamentais:

1. Caracterização do local de estudo do ponto de vista geológico, geomorfológico e geotécnico;
2. Identificação dos riscos geológicos inerentes ao local de estudo;
3. Apresentação de considerações finais e recomendações.

Os trabalhos de gabinete e de campo que resultaram na elaboração do presente relatório foram desenvolvidos no decorrer dos meses de abril a setembro de 2024.

2 Enquadramento da Área de Estudo

2.1 Descrição Sumária da Área de Estudo

O presente estudo pretende aferir as condições geológicas e geotécnicas de um prédio no qual se perspetiva a construção de central solar fotovoltaica, assim como efetuar uma análise dos riscos geológicos do local. É definida como zona de análise do presente estudo o terreno em apreço.

2.2 Localização Geográfica

A área de estudo comprehende um terreno de 108 034 m², o qual se situa na freguesia de Angústias, concelho da Horta, na ilha do Faial, Região Autónoma dos Açores. A localização geográfica, no contexto da cartografia militar e fotografia aérea, é apresentada na Figura 2.1:

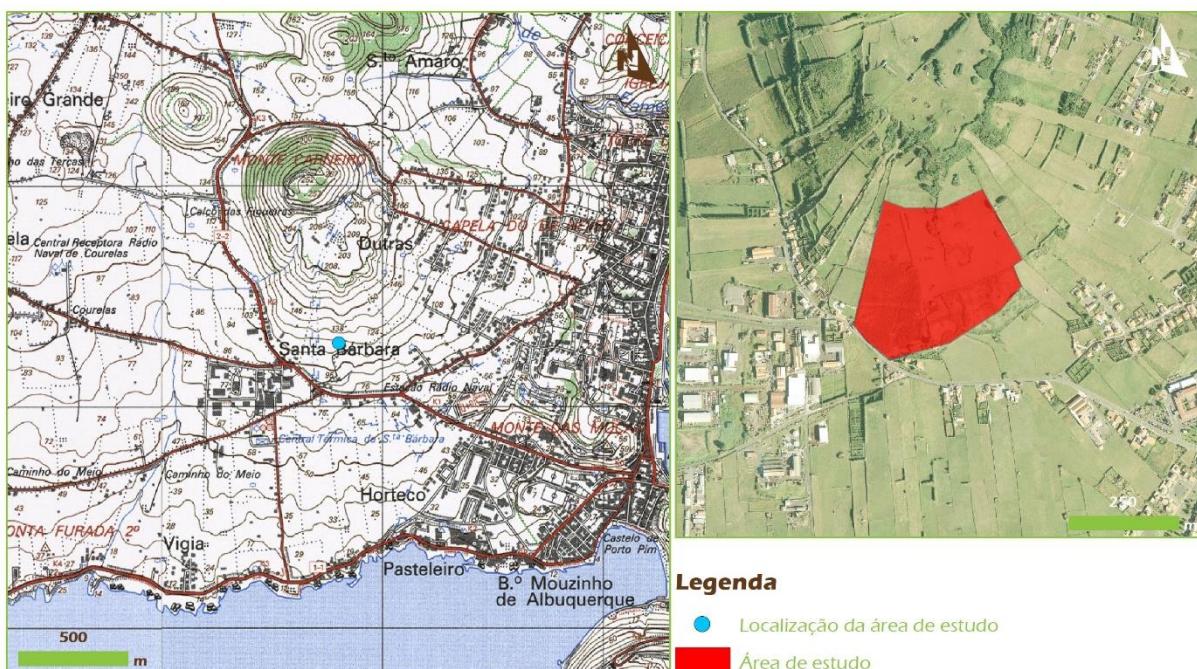


Figura 2.1 | Enquadramento geográfico da área de estudo (IGeoE, 2001; <https://ot.azores.gov.pt/InformacaoGeografica.aspx?ilha=faial>)

2.3 Geomorfologia e Tectónica

A ilha do Faial ocupa uma área de 170 km², apresentando comprimento máximo de 21 km e largura máxima de 14 km. O seu ponto de maior altitude situa-se no Cabeço Gordo aos 1 043 m.

A geomorfologia da ilha do Faial é marcada por formas vulcânicas e tectónicas, identificando-se unidades geomorfológicas (Madeira, 1998; Pacheco, 2001); Península do Capelo; Vulcão da Caldeira; Graben de Pedro Miguel; e Região Horta-Flamengos-Feteira (ou Plataforma da Horta).

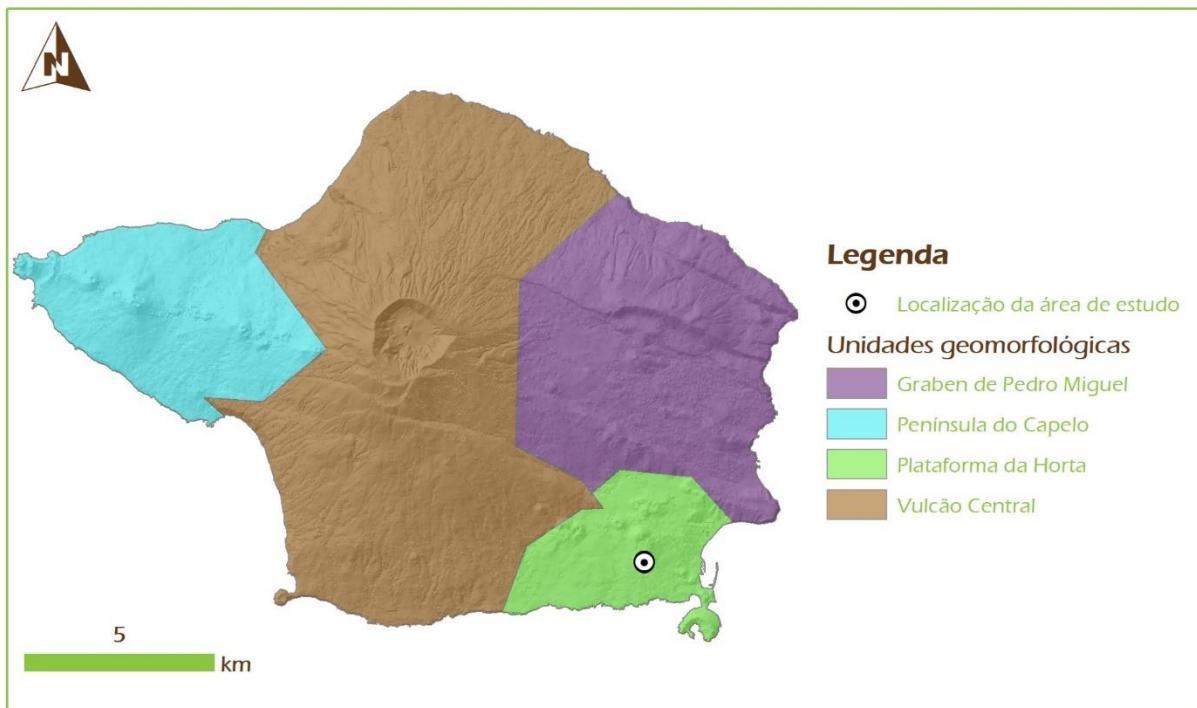


Figura 2.2 | Enquadramento do local de estudo no contexto geomorfológico da ilha do Faial (adaptado de Pacheco, 2001)

Nesse contexto, a área de estudo enquadra-se na unidade geomorfológica Plataforma da Horta, localizada no sector sudeste da ilha, e que consiste numa área de declive suave, onde os principais relevos correspondem a cones de escórias basálticas – estruturas cónicas resultantes da acumulação de piroclásticos basálticos durante erupções vulcânicas do tipo estromboliano. A área âmbito do estudo desenvolve-se, aproximadamente, entre os 85 e os 154 m de altitude, no flanco sul de um desses cones de escórias, o Monte Carneiro.

De modo a interpretar a morfologia da área de estudo e sua envolvente apresenta-se na Figura 2.3 o mapa de declives da zona. Na mesma figura são também apresentados dois perfis topográficos interpretativos, perpendiculares entre si.

A área de estudo enquadra-se numa zona de relevo moderado, com declives maioritariamente inferiores a 15°, e com uma exposição fisiográfica predominantemente para o quadrante sudoeste.

As principais estruturas tectónicas da ilha do Faial têm direção geral WNW-ESE, destacando-se com esta direção o *Graben* de Pedro Miguel. Com menor representatividade, identificam-se, também, estruturas de direção NNW-SSE a NW-SE e lineamentos de direções próximas de NE-SW (Madeira, 1998).

Os alinhamentos dos cones de escórias existentes na plataforma da Horta, na qual se insere o Monte Carneiro, definem alinhamentos vulcânicos (Figura 2.4).

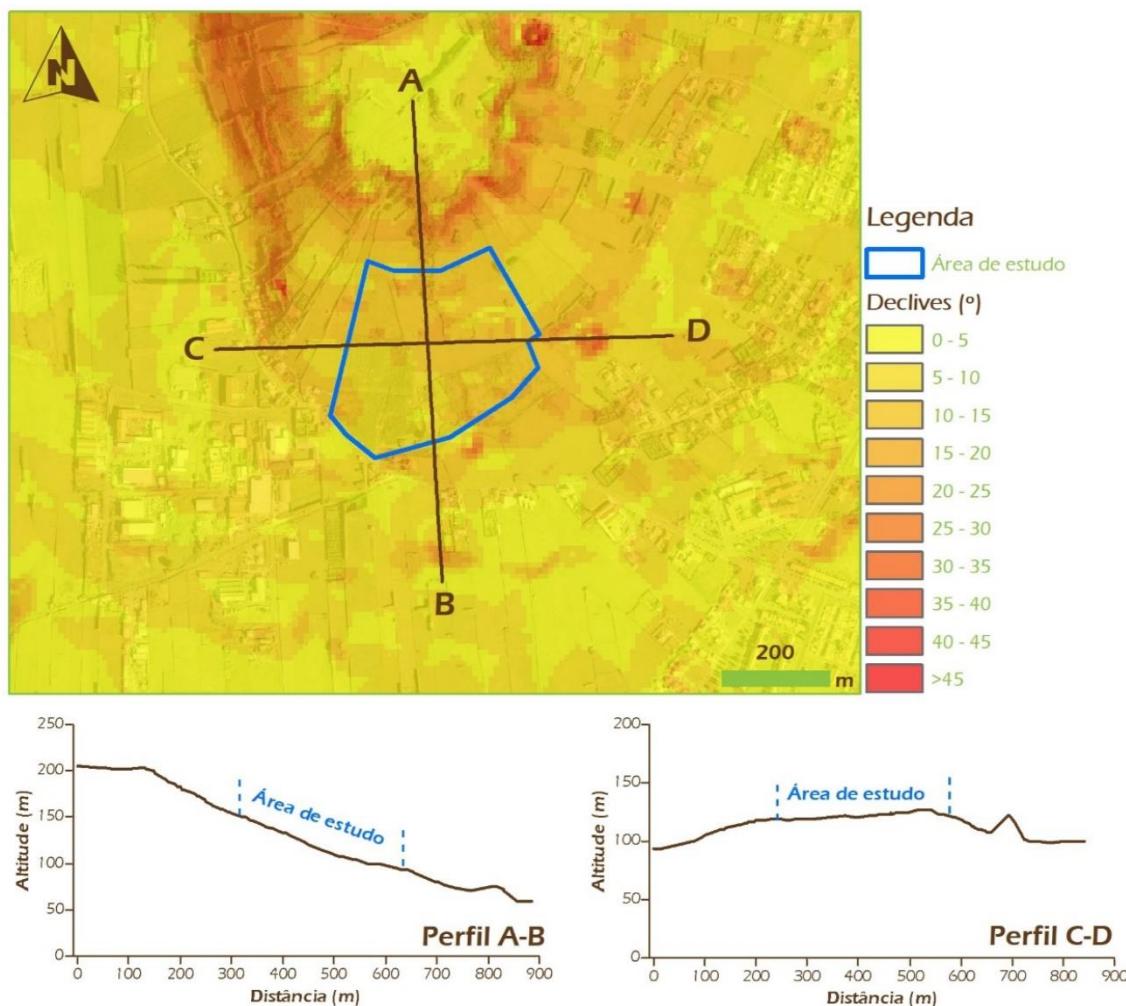


Figura 2.3 | Representação esquemática do mapa de declives da área de estudo e perfis topográficos interpretativos (base geográfica de <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial>)

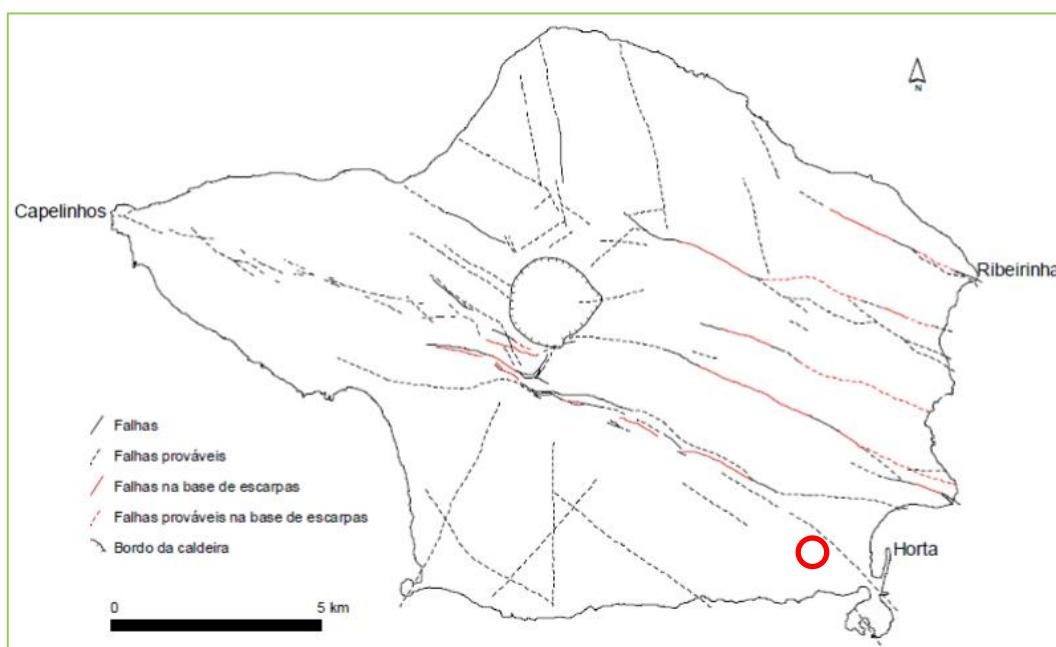


Figura 2.4 | Enquadramento da área de estudo no contexto da tectónica da ilha do Faial (Pacheco, 2001)

2.4 Geologia

Os Açores encontram-se numa zona de convergência de três placas litosféricas – Euroasiática, Africana (Núbia) e Norte Americana – e outras estruturas tectónicas menores, cuja dinâmica é responsável pela sismicidade e vulcanismo atuantes nestas ilhas (França *et al.*, 2003).

As principais estruturas tectónicas estão representadas na figura seguinte, destacando-se a Crista Média Atlântica, que limita a placa Norte Americana, a oeste, das placas Euroasiática e Africana, a leste, o Rifte da Terceira – estrutura transformante com uma orientação NW-SE que limita, na plataforma dos Açores, a placa Africana da Euroasiática – e a Falha Gloria, que materializa esse limite para leste da ilha de Santa Maria (Figura 2.5).

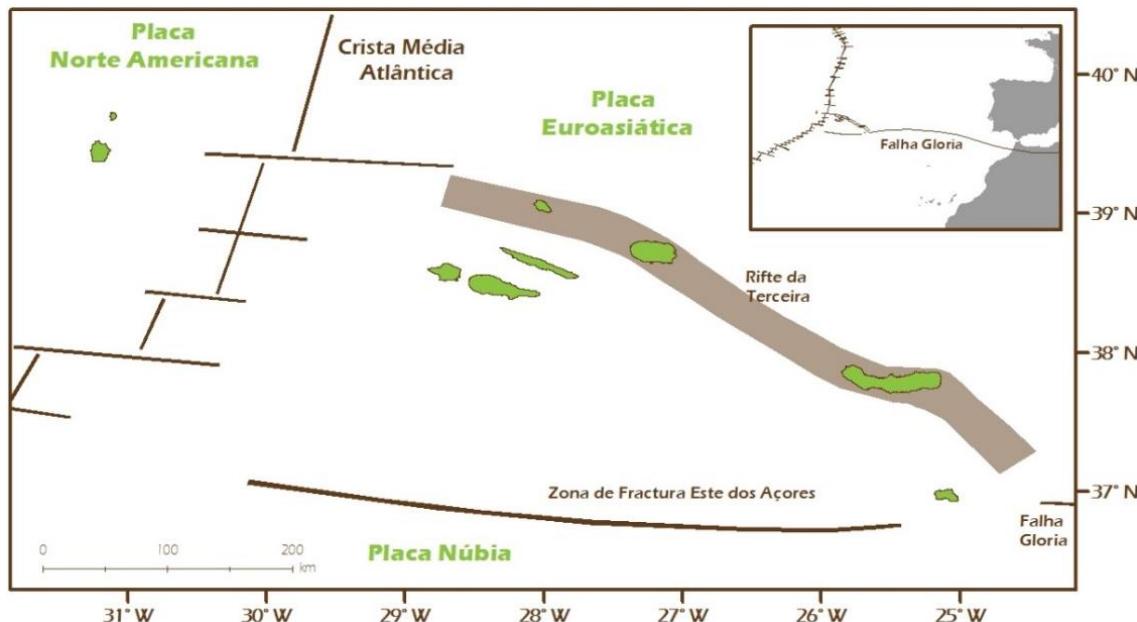


Figura 2.5 | Contexto geodinâmico dos Açores (adaptado de Hipólito, 2009 e França *et al.*, 2003)

Segundo Forjaz (2004), na ilha do Faial identificam-se o Vulcão da Ribeirinha, o Vulcão da Caldeira, a Zona Basáltica da Horta e o Complexo Vulcânico do Capelo. Considerando as unidades referidas, a área de estudo enquadra-se na Zona Basáltica da Horta (Figura 2.6).

A Zona Basáltica da Horta inclui produtos vulcânicos resultantes de atividade fissural, predominando, como resultado, as escadas lávicas basálticas e cones de escórias (piroclastos basálticos), e encontrando-se também tufos hidromagmáticos.

De forma a caracterizar a área de estudo sob o ponto de vista geológico, apresenta-se a cartografia geológica da área de estudo. A cartografia permite fazer um reconhecimento geológico de superfície do local, com a identificação dos materiais geológicos aflorantes (Figura 2.7).

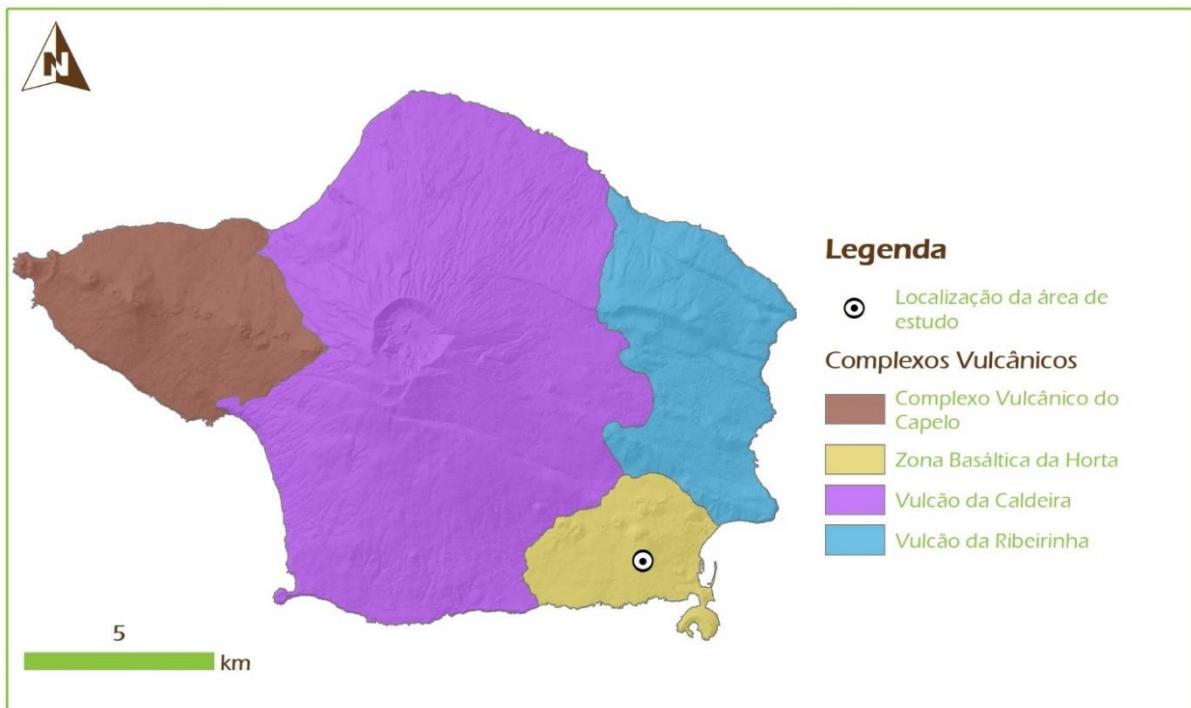


Figura 2.6 | Enquadramento do local de estudo no contexto vulcanológico da ilha do Faial (adaptado de Forjaz, 2004)

De acordo com Forjaz *et al.* (2001), a área em estudo situa-se num local dominado, maioritariamente por escoadas lávicas basálticas e num pequeno sector por depósitos pomíticos indiferenciados.



Figura 2.7 | Cartografia litológica da área de estudo e envolvente (adaptado de Forjaz *et al.*, 2001; base geográfica de <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial>)

2.5 Geotecnia

As formações geológicas do arquipélago dos Açores podem ser classificadas em função da natureza dos materiais vulcânicos e das suas características geotécnicas, considerando o seu comportamento sísmico, em três grupos – duro, intermédio e brando (Forjaz *et al.*, 2001) (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 | Classificação geotécnica das formações geológicas dos Açores (Forjaz *et al.*, 2001)

Grupo	Subgrupo	Descrição	Velocidade ondas de corte (m/s)	N _{SPT} (bl/30cm)	Resistência ao corte (kPa)	Atrito interno (°)
Duro (I)	Ia	Escoadas lávicas traquíticas s.l. (incluindo domos)	>400	Nega	>200	-
	Ib	Escoadas lávicas basálticas s.l.		Nega	>200	-
	Ic	Ignimbritos soldados		Nega	>200	-
	Id	Tufos surtseianos (haloclastitos)		Nega	>200	-
Intermédio (II)	IIa	Ignimbritos não soldados e <i>lahars</i>	200-400	05-40	30-120	10-45°
	IIb	Depósitos de vertente, aluvões e areias de praia		00-20	00-30	05-20°
Brando (III)	IIIa	Pedra-pomes e materiais pomálicos indiferenciados	<200	05-50	00-10	05-15°
	IIIb	Escórias basálticas s.l. ("bagacina")		30>60	10-100	>45°

Relativamente às zonas sísmicas, a ilha do Faial enquadra-se, segundo o Eurocódigo 8 (NP EN 1998-1), na zona sísmica associada a sismo próximo (ação do tipo 2), mais concretamente na zona vermelha - 2.1 (Figura 2.8).

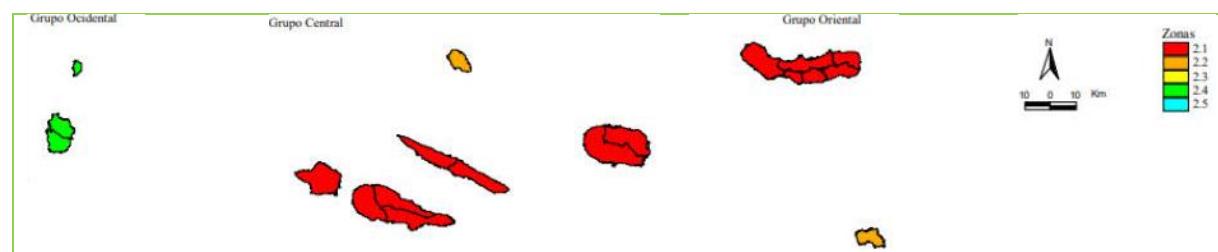


Figura 2.8 | Zonas sísmicas para a Região Autónoma dos Açores (Anexo Nacional ao Eurocódigo 8, NP EN 1998-1:2009).

Na Tabela 2.2 apresentam-se os tipos de terreno segundo o Eurocódigo 8 - Parte 1 (2009), bem como os valores do coeficiente máximo do solo (S_{max}), os quais são determinados conforme os diferentes tipos de terreno.

Tabela 2.2 | Tipos de terreno e valores do parâmetro *Smax* segundo o Eurocódigo 8 - Parte 1 (2009)

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros			
		vs,30 (m/s)	NSPT (pancadas/30 cm)	u (kPa)	<i>Smax</i>
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	> 800	-		1,00
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360–800	> 50	> 250	1,35
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180–360	15 - 50	70-250	1,60
D	Depósitos de solos não coesivos de compacidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70	2,00
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de vs do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com vs > 800 m/s				1,80
S ₁	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltos moles com um elevado índice de plasticidade (PI > 40) e um elevado teor em água	< 100 (indicativo)	-		10-20
S ₂	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S ₁				

2.6 Hidrografia e Recursos Hídricos

Na ilha do Faial, a generalidade das linhas de água apresenta um regime temporário e marcadamente torrencial. Apenas as ribeiras dos Flamengos e das Águas Claras têm caudal permanente (PGRH-Açores, 2021). As zonas com maior densidade de drenagem ocorrem nos flancos do Vulcão da Caldeira. Nas regiões do Capelo e Horta a densidade de drenagem é muito baixa, não existindo praticamente cursos de água definidos.

A área de estudo situa-se a cerca de 210 m a sudeste de uma linha de água de nome desconhecido.

No que concerne as águas subterrâneas, na ilha do Faial estão delimitadas duas massas de água subterrânea ou sistemas aquíferos: Capelo; e Vulcão Central. Nesse contexto, a área de estudo enquadra-se na massa de água Vulcão Central, constituída por aquíferos porosos e fissurados de altitude e basais, admitindo-se a existência de conexão hidráulica aos sistemas aquíferos subjacentes e a possibilidade de existência de aquíferos livres e semiconfinados descontínuos (PGRH-Açores, 2021). Nas proximidades da área de estudo ou na sua envolvente não se identifica qualquer nascente ou furo.

A Figura 2.9 enquadra a área de estudo no contexto da hidrogeologia, hidrografia e recursos hídricos da ilha do Faial.

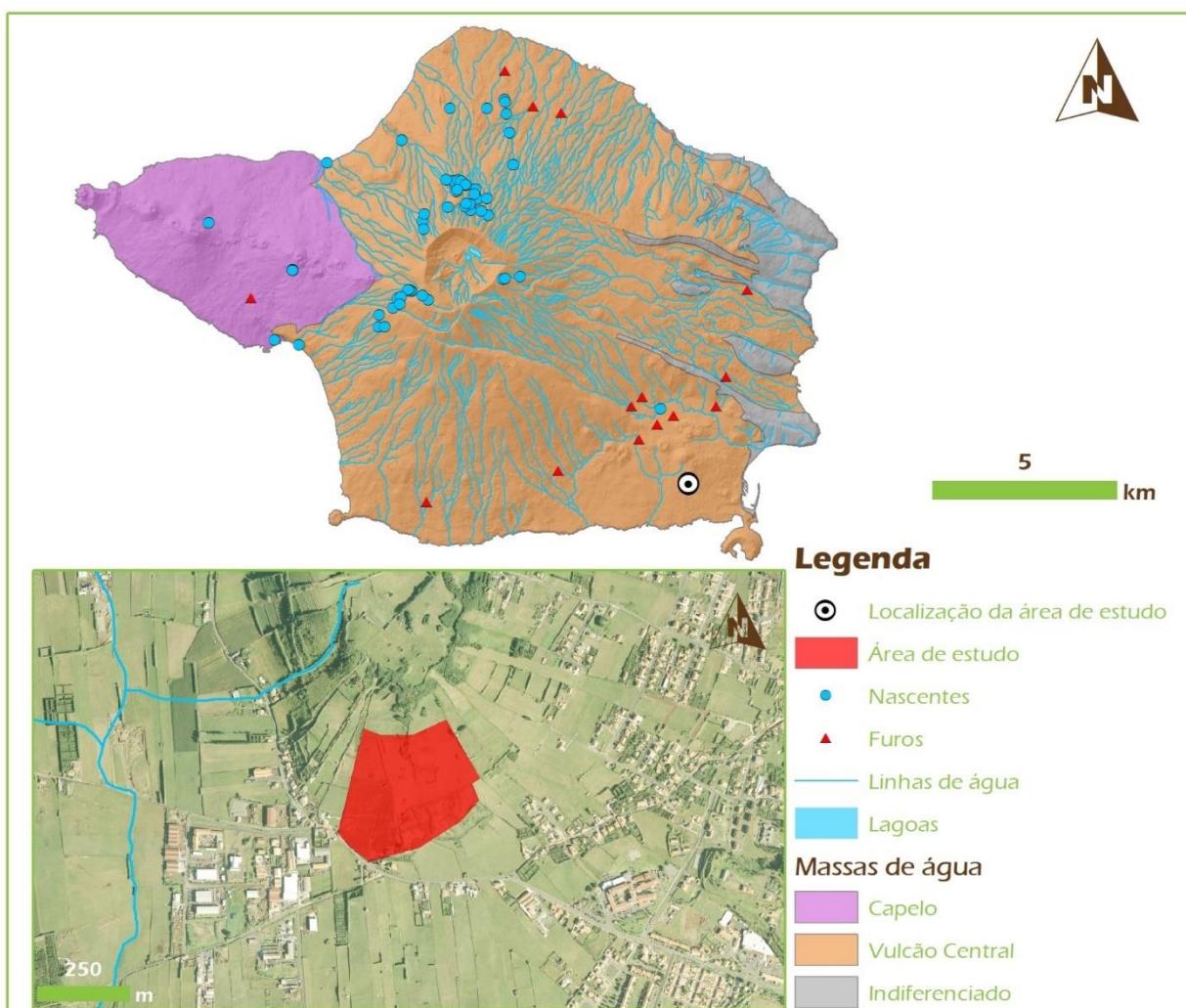


Figura 2.9 | Enquadramento da área de estudo no contexto da hidrogeologia, hidrografia e recursos hídricos da ilha do Faial (dados do PRA, 2001; PGRH-Açores, 2021; base geográfica de <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial>)

3 Riscos Naturais

O enquadramento geodinâmico do arquipélago dos Açores expressa-se pela ocorrência de fenómenos vulcânicos e sísmicos, que comportam riscos para a sociedade. Desta forma, a análise de riscos de um qualquer local da Região Autónoma dos Açores deve atender a estes aspectos, analisando quer o risco derivado da atividade vulcânica, quer o risco derivado de fenómenos sísmicos.

Por outro lado, atendendo ao enquadramento específico da área de estudo, o presente documento analisa igualmente a suscetibilidade a movimentos de vertente e cheias e inundações.

3.1 Sismicidade

No que concerne à sismicidade, a região Faial-Pico é particularmente ativa no contexto do arquipélago dos Açores e a ilha do Faial tem registado diversos sismos de elevada intensidade desde o seu povoamento (Pacheco, 2001). O último sismo violento sentido nesta ilha ocorreu a 9 de julho de 1998, com epicentro a cerca de 7,5 km da Ponta da Ribeirinha e foi sentido com intensidade máxima de VIII na Escala de Mercalli Modificada (MM-56). Para o período entre 2002 e 2010, a ilha do Faial apresentou uma elevada densidade de epicentros na Península do Capelo e a leste e nordeste da ilha.

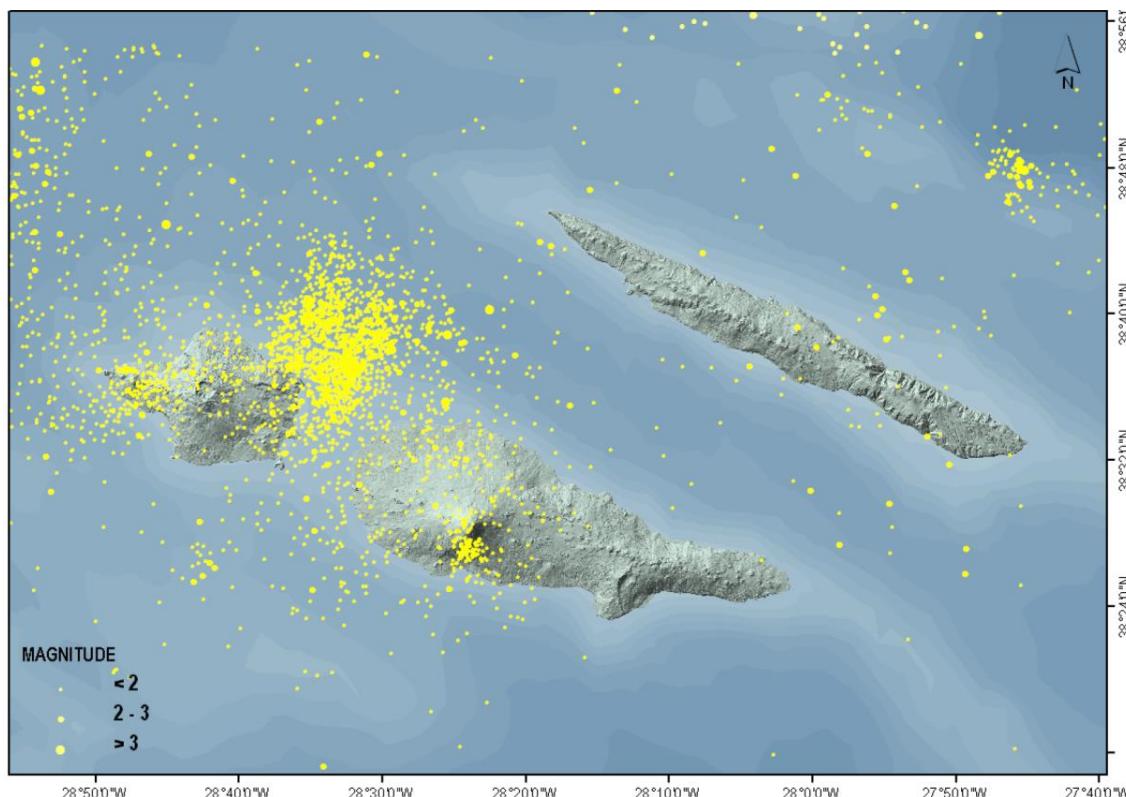


Figura 3.1 | Carta da sismicidade instrumental na ilha do Faial e envolvente entre 2002 e 2010 (CIVISA, 2011 *in* Rodrigues, 2013)

Segundo a carta de intensidades máximas históricas da ilha do Faial, a área de estudo registou, na Escala Macrossísmica Europeia - 1998 (EMS-98), uma intensidade máxima de VIII – Muito Danificante e IX – Destrutivo (Figura 3.2).

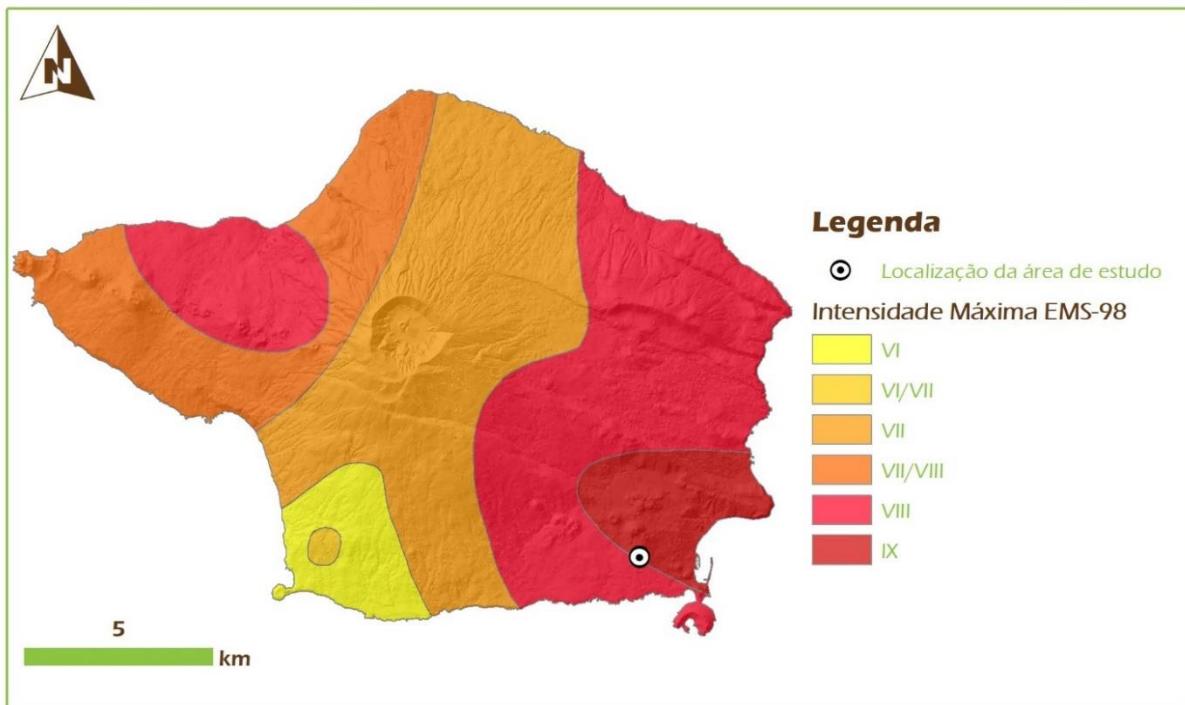


Figura 3.2 | Carta de isossistas de intensidade máxima (EMS-98) para a ilha do Faial (adaptado de Silva, 2005)

3.2 Atividade Vulcânica

Em termos vulcânicos, atendendo à sua localização, a área em estudo encontra-se especialmente exposta a perigos como escoadas lávicas e queda de piroclastos (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 | Lista dos perigos vulcânicos genéricos

Perigos Vulcânicos	Consequências Prováveis em Infraestruturas
Escoadas lávicas	Destrução de edifícios e infraestruturas. Incêndios. Soterramentos.
Piroclastos de queda – trajetória ballística	Incêndios. Danos por impacto.
Piroclastos de queda – cinzas e <i>lapilli</i> de queda	Colapso de infraestruturas por acumulação de depósitos.

3.3 Movimentos de Vertente

De acordo com a cartografia de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente elaborada para a Direção Regional do Ambiente pelo Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores no âmbito do estudo “Avaliação de perigos geológicos e delimitação de áreas vulneráveis a considerar em termos de riscos no ordenamento do território da RAA”, desenvolvida à escala 1:25 000, a área de estudo enquadra-se em zona de suscetibilidade baixa à ocorrência de movimentos de vertente.

Esse enquadramento é apresentado na Figura 3.3, com base na carta disponível na página do Ordenamento do Território do Governo dos Açores (<http://ot.azores.gov.pt/>).

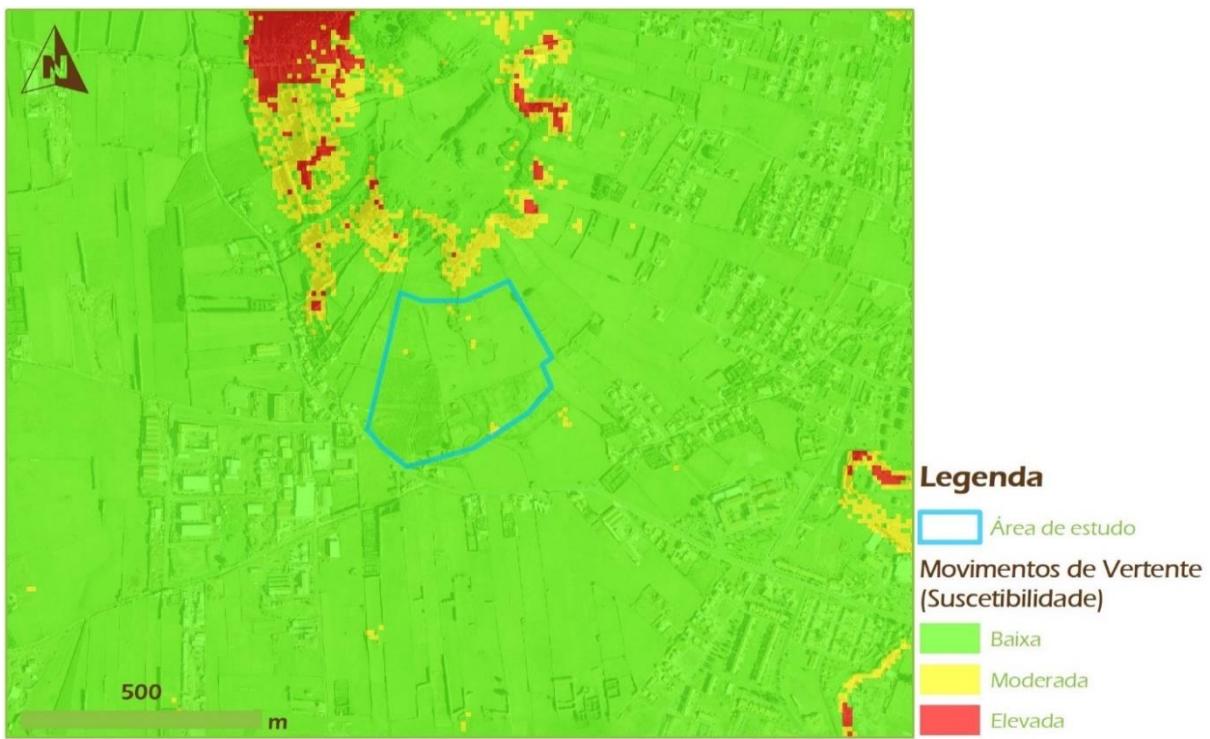


Figura 3.3 | Enquadramento da área de estudo no contexto do mapa de suscetibilidade a movimentos de vertente (dados da SRAAC; base geográfica de <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial>)

3.4 Cheias e Inundações

A área de estudo enquadra-se numa bacia hidrográfica, com referência FAA8 – Bacia Agregada no PGRH-Açores (2021). As bacias agregadas são caracterizadas por não terem uma linha de água principal associada ou uma delimitação própria. No caso da bacia hidrográfica na qual se enquadra a área de estudo, não existe nenhuma linha de água delimitada ou identificada.

De acordo com o Plano de Gestão de Riscos de Inundações da Região Autónoma dos Açores (PGRIA, 2022), a bacia hidrográfica em apreço apresenta risco de inundações baixo ou nulo (Figura 3.4).

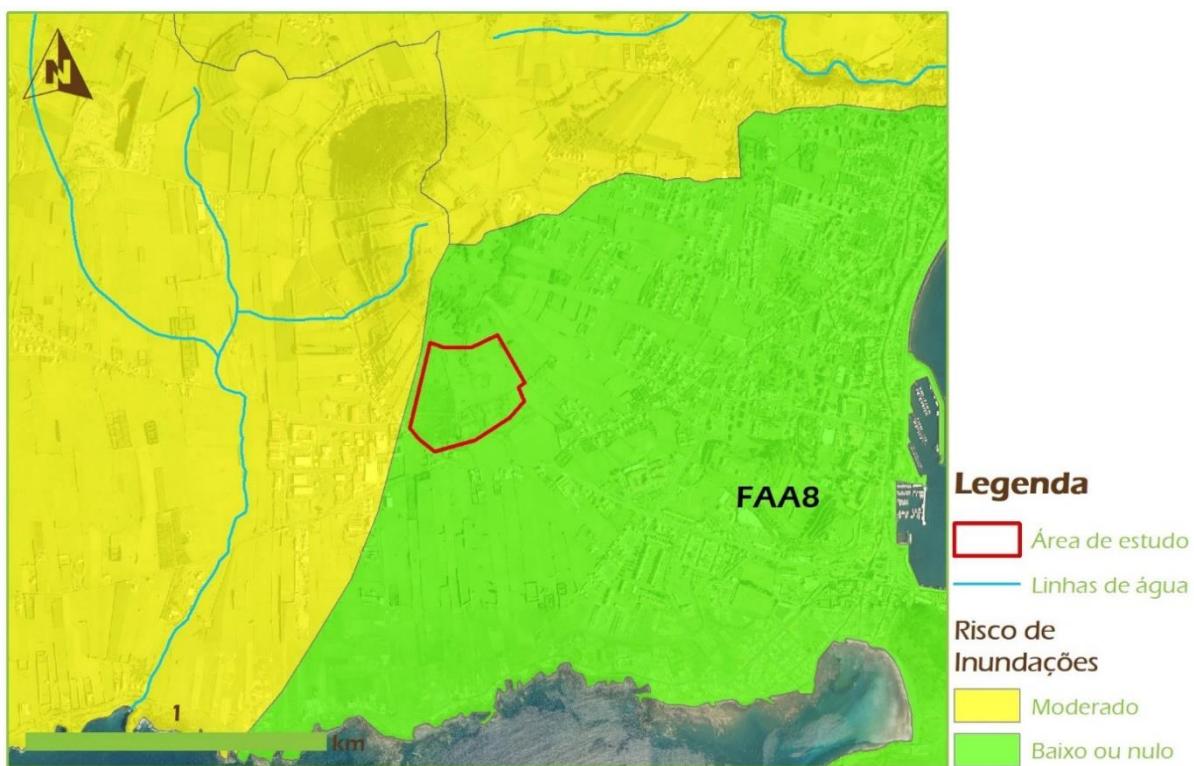


Figura 3.4 | Risco de inundações na bacia hidrográfica onde se enquadra a área de estudo (dados do PGRIA, 2022; base geográfica de <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial>)

4 Resultados da Prospecção realizada

Para avaliação *in situ* das formações geológicas que ocorrem na área de estudo foram realizados poços de inspeção, os quais foram abertos com o recurso a retroescavadora, permitindo a observação da constituição geológica do terreno.

Na Figura 4.1 apresenta-se a localização dos poços realizados no contexto da implantação prevista no projeto.



Figura 4.1 | Representação esquemática da localização dos poços de inspeção realizados sobre ortomosaico da área de estudo (Labgeo, 01/02/2024)

Na Tabela 4.1 sintetizam-se os parâmetros físicos de cada um dos poços realizados.

Tabela 4.1 | Dados dos elementos de prospecção – poços de inspeção

ID Poço	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)			Prof. Máxima (m)	Presença de água
		M	P	H		
P1		356665	4266173	96	1,8	
P2		356805	4266279	115	4,0	
P3	09/09/2024	356965	4266324	125	3,1	Não
P4		356690	4266381	138	1,2	
P5		356903	4266451	148	4,0	

Não foi detetado nível de água durante os trabalhos realizados.

A descrição macroscópica das formações geológicas e as profundidades encontram-se resumidas nas tabelas seguintes (Tabela 4.2, Tabela 4.3, Tabela 4.4, Tabela 4.5 e

0,0 – 0,2	Solo vegetal Solo vegetal com intercalação de areias e cascalhos pomíticos (pedra pomes), de cor castanha.
0,2 – 1,2	Depósitos piroclásticos pomíticos Cinzas e <i>lapilli</i> pomíticos, de cor clara, com intercalações de blocos rochosos basálticos (<200 mm).
1,2 – (...)	Escoada lávica basáltica Basaltos alterados a muito alterados correspondentes ao topo de escoa lávica basáltica.

Tabela 4.6).

Tabela 4.2 | Descrição do poço de inspeção P1

ID	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)		
P1	09/09/2024	M: 356665	P: 4266173	H: 96
Profundidade (m)	Descrição geológica do terreno			
0,0 – 0,2	Solo vegetal Solo vegetal com intercalação de areias e cascalhos pomíticos (pedra pomes), de cor castanha.			
0,2 – 1,8	Depósitos piroclásticos pomíticos Cinzas e <i>lapilli</i> pomíticos, de cor clara, com intercalações de blocos rochosos basálticos (<200 mm).			
1,8 – (...)	Escoada lávica basáltica Basaltos alterados a muito alterados correspondentes ao topo de escoada lávica basáltica.			

Tabela 4.3 | Descrição do poço de inspeção P2

ID	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)		
P2	09/09/2024	M: 356805	P: 4266279	H: 115
Profundidade (m)	Descrição geológica do terreno			
0,0 – 0,2	Solo vegetal Solo vegetal com intercalação de areias e cascalhos pomíticos (pedra pomes), de cor castanha.			
0,2 – 4,0	Depósitos piroclásticos pomíticos Cinzas e <i>lapilli</i> pomíticos, de cor clara, com intercalações de blocos rochosos basálticos (<400 mm) característicos do topo de escoada lávica basáltica (<i>clinker</i>).			

Tabela 4.4 | Descrição do poço de observação P3

ID	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)		
P3	09/09/2024	M: 356965	P: 4266324	H: 125

Profundidade (m)	Descrição geológica do terreno
0,0 – 0,2	Solo vegetal Solo vegetal com intercalação de areias e cascalhos pomíticos (pedra pomes), de cor castanha.
0,2 – 3,1	Depósitos piroclásticos pomíticos Cinzas e <i>lapilli</i> pomíticos, de cor clara, com intercalações de blocos rochosos basálticos (<400 mm).
3,1 – (...)	Escoada lávica basáltica Basaltos alterados a muito alterados correspondentes ao topo de escoada lávica basáltica.

Tabela 4.5 | Descrição do poço de inspeção P4

ID	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)		
P4	09/09/2024	M: 356690	P: 4266381	H: 138
Profundidade (m)	Descrição geológica do terreno			
0,0 – 0,2	Solo vegetal Solo vegetal com intercalação de areias e cascalhos pomíticos (pedra pomes), de cor castanha.			
0,2 – 1,2	Depósitos piroclásticos pomíticos Cinzas e <i>lapilli</i> pomíticos, de cor clara, com intercalações de blocos rochosos basálticos (<200 mm).			
1,2 – (...)	Escoada lávica basáltica Basaltos alterados a muito alterados correspondentes ao topo de escoada lávica basáltica.			

Tabela 4.6 | Descrição do poço de inspeção P5

ID	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)		
P5	09/09/2024	M: 356903	P: 4266451	H: 148
Profundidade (m)	Descrição geológica do terreno			
0,0 – 0,2	Solo vegetal Solo vegetal com intercalação de areias e cascalhos pomíticos (pedra pomes), de cor castanha.			
0,2 – 4,0	Depósitos piroclásticos pomíticos Cinzas e <i>lapilli</i> pomíticos, de cor clara, com intercalações de blocos rochosos basálticos (<400 mm) característicos do topo de escoada lávica basáltica (<i>clinker</i>).			

Na Figura 4.2 apresenta-se aspectos fotográficos dos poços de inspeção efetuados:



Figura 4.2 | Aspectos fotográficos dos poços de inspeção efetuados (Labgeo, 09/09/2024)

5 Zonamento Geológico e Geotécnico

5.1 Zonamento Geológico

A informação cartográfica consultada foi verificada no terreno através dos trabalhos de prospeção realizados, tendo sido identificadas as seguintes unidades litológicas, com as características genéricas a seguir descritas:

- **Solo vegetal – SV:** Camada de solo vegetal, de cor, predominantemente, castanha, com tonalidades variadas, de cores claras a escuras, dependentes, entre outros aspectos, da quantidade de matéria orgânica no solo e dos clastos resultantes da desagregação.
- **Pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados – DPP:** Os depósitos de pedra pomes de queda correspondem a fragmentos piroclásticos de queda, geneticamente associados à atividade vulcânica explosiva, com características ácidas (composição siliciosa a intermédia), normalmente de cor clara, podendo, no entanto, apresentar cor escura, e muito baixa densidade, sendo esta propriedade associada à elevada porosidade. Os depósitos de queda podem apresentar elevadas espessuras. Normalmente apresentam elevada permeabilidade. No entanto, quando são intercalados por níveis de cinzas finas, constituindo níveis impermeabilizantes, podem formar-se aquíferos suspensos.

Os depósitos de piroclastos indiferenciados são resultantes de escoadas piroclásticas, depósitos de queda e escoadas de lama, com predominância para clastos de granulometria cinza (<2 mm). O largo espectro de variação nas propriedades desta unidade, nomeadamente sob os pontos de vista composicional, textural e estrutural podem conduzir a variabilidades nas propriedades mecânicas, nomeadamente dureza e permeabilidade.

- **Escoada lávica basáltica – β :** Dependendo, entre outros fatores, do teor em sílica, da quantidade de gases, da taxa de efusão e do paleorelevo, as escoadas lávicas podem atingir espessuras submétricas até mais de 20 metros. A sua expressão lateral também é muito variável. Os basaltos (*s.l.*) podem ser vacuolares ou compactos (estes mais densos). Normalmente fraturados, apresentam-se escoriáceos na base e no topo (*clinker*), constituindo-se, normalmente, e devido a estas características físicas, como materiais geológicos permeáveis.

As escoadas basálticas mais recentes são, normalmente, sãs a pouco alteradas. Os basaltos mais antigos podem apresentar-se alterados a muito alterados, nomeadamente nas superfícies de fratura, formando blocos com boa esfericidade e arredondamento.

A análise dos resultados decorrentes dos poços efetuados permite reconhecer solo vegetal numa espessura de 0,2 m em toda a extensão da área de estudo, sobre uma camada de depósitos piroclásticos pomíticos, com espessura a variar entre 1,0 e 3,8 m, sobre escoada lávica basáltica. A escoada lávica basáltica surge a profundidades variáveis, entre 1,2 e 4,0 m (profundidade máxima atingida pelos poços e onde se começa a encontrar blocos rochosos basálticos, característicos de topo de escoada lávica – poços P2 e P5) (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 | Perfil de terreno inferido pela interpretação geológica

Profundidade das Camadas	Materiais das Camadas
m	
0,0 – 0,2	Solo vegetal – SV
0,2 – 1,2/4,0	Pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados – DPP
1,2/4,0	Eescoada lávica basáltica – β

5.2 Zonamento Geotécnico

Da caracterização macroscópica realizada aos terrenos atravessados pelos poços de prospeção, agruparam-se as litologias nas seguintes unidades geotécnicas:

A unidade **Solos Vegetais – SV** corresponde a areias e cascalhos pomíticos (solo vegetal) de cor castanho-claro; não plástico.

A unidade **Pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados – DPP** apresenta-se com clastos de pedra pomes, de cor branca a amareizada, com granulometria de cinzas a *lapilli*, e com vestígios de líticos indiferenciados de cor castanho a cinzento; não plástico.

A unidade **Eescoada lávica basáltica – β** apresenta-se como rocha massiva de natureza basáltica de cor acinzentada a avermelhada, com material escoriáceo no topo da escoada (*clinker*).

De acordo com a classificação dos materiais vulcânicos e das suas características geotécnicas, considerando o seu comportamento sísmico (Forjaz *et al.*, 2001), apresentada na Tabela 2.1, as formações de pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados constituem formações de características brandas (IIIa) com as seguintes características gerais: velocidade de ondas de corte inferior a 200 m/s; ensaios de penetração dinâmica (SPT) com valores entre 5 e 50 bl/30 cm; resistência ao corte que varia entre 0 e 10 kPa e ângulo de atrito entre 5 e 15º. As formações de escoadas lávicas basálticas constituem formações de características duras (Ib) com as seguintes características gerais: velocidade de ondas de corte superior a 400 m/s e resistência ao corte superior a 200 kPa (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 | Características gerais das formações geológicas intercetadas pelos trabalhos de prospecção, segundo a classificação de Forjaz *et al.* (2001)

Descrição	Grupo	Velocidade ondas de corte (m/s)	N _{SPT} (bl/30cm)	Resistência ao corte (kPa)	Atrito interno (°)
Pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados	Brando	<200	05-50	00-10	05-15°
Escoada lávica basáltica s./.	Duro	>400	Nega	>200	-

Tendo por base as diferentes zonas geotécnicas, classificaram-se os terrenos de acordo com a Tabela 2.2 (Eurocódigo 8 – Parte 1) e estimaram-se os valores do parâmetro Smax para a unidade geotécnica intercetada (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 | Caracterização sísmica segundo o Eurocódigo 8 - Parte 1 (2009) e respetivo Smax estimado para os valores médios esperados

Unidade Geotécnica	Tipo de Terreno	Smax
DPP	D	2,00
β	A	1,00

6 Síntese Conclusiva e Recomendações

A área de estudo apresenta, de forma genérica, suscetibilidade a riscos geológicos que estão associados às condicionantes geológicas regionais do arquipélago, como a sismicidade e a atividade vulcânica.

Em sequência dos trabalhos de prospeção realizados foi verificado que ocorrem, de forma homogénea em toda a área estudada, solo vegetal com espessura média de 0,2 m, o qual encontra-se sobre depósitos pomíticos pouco espessos, permitindo alcançar escoadas lávicas basálticas a profundidades normalmente inferiores a 4 metros e superiores a 1 m.

No caso de não serem ultrapassadas, para finalidade de obras, as cotas alcançadas aquando dos trabalhos de prospeção, considera-se que os materiais geológicos analisados são ripáveis e passíveis de ser movimentados através de equipamentos de movimentação de terras convencionais (lâmina/balde).

No entanto, e em caso de eventuais desaterros, dadas as suas características físico-mecânicas, devem os depósitos pomíticos e pedra pomes escavados ser levados a vazadouro.

Dada a capacidade de carga admissível nos terrenos estudados, não se recomenda a utilização de fundações diretas ao nível dos depósitos pomíticos, caso estas venham a ser necessárias, em função das construções que possam vir a ser projetadas.

A espessura da escavação deverá ter em atenção a largura das fundações e das cargas previstas. Recomenda-se que a eventual substituição de terrenos (aterros técnicos/melhoramento de solos) ocorra numa profundidade aproximada de duas vezes a largura da fundação prevista.

Os aterros devem ser compactados em camadas de materiais naturais não alterados (e.g. bagacinas) com espessura máxima de 30 cm. Recomenda-se uma capacidade de carga máxima nos aterros a construir de 150 kPa, a qual poderá ser aferida, caso necessário, mediante a execução de ensaios de carga em fase de obra.

7 Bibliografia

- FORJAZ, V.H. (Editor). 2004. Atlas Básico dos Açores. OVGA - Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores (Ed.). 112 pp.
- FORJAZ, V.H., NUNES, J.C., GUEDES, J.H.C. e OLIVEIRA, C.S., 2001. Classificação Geotécnica dos Solos Vulcânicos dos Açores: Uma Proposta. In: Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica (Ed.), *Actas do II Simpósio de Meteorologia e Geofísica – Comunicações de Geofísica*. Évora; 76-81.
- FRANÇA, Z., CRUZ, J.V., NUNES, J.C., FORJAZ, V.H. & BORGES, P., 2003. Geologia dos Açores: Uma Perspectiva Actual. *Açoreana*. 10: 11-140.
- HIPÓLITO, A., 2009. *Geologia estrutural da ilha Graciosa – Enquadramento no âmbito da geodinâmica da junção tripla dos Açores*. Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores, 155p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (IGeoE), 2001. Carta Militar de Portugal, Feteira (Faial - Açores), Folha 6, Escala 1:25 000, Série M889. Edição 2. Lisboa.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (IGeoE), 2001. Carta Militar de Portugal, Horta (Faial - Açores), Folha 7, Escala 1:25 000, Série M889. Edição 2. Lisboa.
- MADEIRA, J., 1998. *Estudos de Neotectónica nas Ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. 428 pp.
- NP. EN 1998-1. 2009. Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos.
- PACHECO, J., 2001. *Processos Associados ao Desenvolvimento de Erupções Vulcânicas Hidromagmáticas Explosivas na Ilha do Faial e sua Interpretação numa Perspectiva de Avaliação do Hazard e Minimização do Risco*. Tese de Doutoramento em Geologia, especialidade de Vulcanologia. Univ. dos Açores. 330 pp.
- PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS AÇORES 2022-2027 (PGRH-AÇORES), 2021. Relatório Técnico. Caracterização e Diagnóstico da Situação de Referência, Volume 7 – Faial. Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas – Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. Ponta Delgada, dezembro de 2021. 275 pp.
- PLANO DE GESTÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÕES DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES 2022-2027 (PGRIA), 2022. Volume 2_Atualização e Alteração da Caracterização e Diagnóstico (Fase III). Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas – Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. Ponta Delgada, novembro de 2022. 273 pp.
- PLANO REGIONAL DA ÁGUA (PRA), 2001. Relatório técnico. Versão para consulta pública. Secretaria Regional do Ambiente, Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. 414 pp.
- RODRIGUES, R.M.M.T.C., 2013. *Aplicação de Técnicas de Geodesia Espacial ao Estudo dos Sistemas Vulcânico-Tectónicos e Hidrotermais do Segmento Definido pelas Ilhas Terceira, São Jorge e Graciosa*. Dissertação de doutoramento em Geologia, especialidade de Geodesia. Universidade dos Açores. 210 pp.
- SILVA, M.A., 2005. *Caracterização da Sismicidade Histórica dos Açores com Base na Reinterpretacão de Dados de Macrossísmica: Contribuição para a Avaliação do Risco Sísmico nas Ilhas do Grupo Central*. Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores, Ponta Delgada. 146 pp.

Projeto das Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição dos Solos

**Central Solar Fotovoltaica Híbrida da Ilha
do Faial**

Santa Bárbara, Angústias, Horta - Açores



**Azores PV & BESS Parque Solar do Faial,
Unipessoal Lda**

Setembro de 2024

Informação sobre o documento e autores

Azores PV & BESS Parque Solar do Faial, Unipessoal Lda

Promotor

Travessa do Monturo

9900-100, Horta

914 640 844 ☎ anton@força.pt

Descrição do Documento

Projeto das Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição
dos Solos | Central Solar Fotovoltaica Híbrida do Faial

Versão

1.0

Referência do Ficheiro

RTXXIV_35_PRAR_APVF

N.º de Páginas

37

LabGeo – Engenharia e Geotecnologia

Estrada dos Portões Vermelhos, 20

9650-450 Rosário, Lagoa

96 373 02 87 ☎ info@labgeo.pt

Autores

Diogo Caetano

Adriano Pacheco

Carla Cordeiro

Diana Ponte

Outras Contribuições

Rúben Cabral

Diogo Caetano

Geólogo, Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental

Responsável pelo Estudo

Data

Setembro de 2024

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Identificação do Projeto, Proponente e Entidades Licenciadoras.....	1
2	Enquadramento e Síntese do Projeto.....	3
2.1	Enquadramento Geográfico	3
2.2	Objetivo e Justificação do Projeto	3
2.3	Principais Características Técnicas.....	3
2.4	Implantação Prevista	5
2.5	Sistemas de Drenagem e Minimização de Riscos.....	8
2.6	Infraestruturas e Redes	9
2.6.1	Abastecimento de Água	9
2.6.2	Eletricidade e Telecomunicações	9
2.7	Fases e Duração do Projeto.....	9
2.8	Projetos Complementares	9
3	Situação de Referência.....	11
3.1	Reserva Agrícola Regional.....	11
3.2	Geologia e Geomorfologia	12
3.2.1	Zonamento Geológico.....	13
3.2.2	Quantificação de Solos.....	15
3.3	Capacidade de Uso do Solo	15
3.4	Ocupação do Solo	16
3.5	Erosão do Solo	18
4	Identificação de Impactes Significativos	19
4.1	Impactes do Projeto nos Solos e RAR	19
4.1.1	Fase de Construção	20

4.1.2 Fase de Exploração	21
4.1.3 Fase de Desativação.....	22
5 Medidas de Minimização	24
6 Considerações Finais	26
7 Bibliografia	27

Índice de Figuras

Figura 2.1 Enquadramento geográfico da área do projeto (IGeoE, 2002; https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial).....	3
Figura 2.2 Planta geral prevista do empreendimento (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch).....	5
Figura 2.3 Planta Geral do Acesso, Arruamento e Substaçao (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch).....	6
Figura 2.4 Detalhes da subestaçao (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch).....	6
Figura 2.5 Detalhes da BESS e inversor (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch).....	7
Figura 2.6 Plantas com pormenor da instalação dos painéis solares (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch).....	7
Figura 2.7 Plantas com pormenor da vedação a instalar (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch).....	8
Figura 3.1 Enquadramento da área do projeto no contexto da carta da Reserva Agrícola Regional (base geográfica de http://sig-sraa.azores.gov.pt/)	11
Figura 3.2 Enquadramento do local do projeto no contexto geomorfológico da ilha do Faial (adaptado de Zbyszewski, 1961).....	12
Figura 3.3 Cartografia litológica da área do projeto e envolvente (adaptado de Moore, 1991; base geográfica de https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial).....	13
Figura 3.4 Representação esquemática da localização dos poços de inspeção realizados sobre ortofotomapa (base https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial).....	14
Figura 3.5 Enquadramento da área do projeto no contexto da capacidade de uso do solo do Faial (adaptado de Sampaio <i>et al.</i> , 1987; base geográfica de http://sig-sraa.azores.gov.pt/).....	16
Figura 3.6 Enquadramento da área do projeto no contexto da carta de ocupação do solo (nível 3) da ilha do Faial (adaptado de COS.A/2018)	17
Figura 3.7 Enquadramento da área do projeto estudo no contexto da vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha do Faial (adaptado de PGRH-Açores).....	18

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Síntese das principais características e elementos do projeto (dados do PIP)	4
Tabela 3.1 Dados dos elementos de prospeção – poços de inspeção (dados do estudo geológico geotécnico - © LabGeo)	14
Tabela 3.2 Perfil de terreno inferido pela interpretação geológica.....	15
Tabela 3.3 Estimativa do volume de solos existentes na área de projeto	15
Tabela 3.4 Classes de capacidade de uso do solo (Sampaio <i>et al.</i> , 1986)	15
Tabela 3.5 Ocupação do solo (nível hierárquico 1) na ilha do Faial e na RAA (COS.A/2018).....	17
Tabela 4.1 Síntese e descrição dos parâmetros adotados na análise dos impactes.....	19
Tabela 4.2 Estimativa do volume de materiais a movimentar no contexto da área de projeto	19
Tabela 4.3 Principais propriedades e área afeta à implantação dos painéis solares fotovoltaicos	20
Tabela 5.1 Listagem de medidas de minimização complementares	24

1 Introdução

O projeto de construção de uma central solar fotovoltaica híbrida, que terá a designação comercial de Azores PV & BESS Parque Solar do Faial, incide sobre um prédio rústico, avante melhor descrito e caracterizado, o qual se enquadra em área de Reserva Agrícola Regional (RAR), conforme delimitação que consta da Portaria n.º 25/2013, de 24 de abril, que aprova a Carta da Reserva Agrícola Regional.

O uso proposto pelo projeto em apreço é compatível e enquadra-se no âmbito das exceções previstas no âmbito do Regime Jurídico da Reserva Agrícola Regional, nomeadamente no que respeita a alínea e) do n.º 1 do artigo 5.º do referido regime jurídico.

Neste sentido, o presente documento constitui o Projeto de Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição dos Solos em conformidade com previsto na alínea d) do artigo 7.º do Decreto Regulamentar Regional (DRR) n.º 27/2020/A, de 2 de dezembro, alterado e republicado pelo DRR n.º 26/2021/A, de 27 de outubro, o qual estabelece os limites e as condições para a viabilização das utilizações não agrícolas referidas no Regime Jurídico da Reserva Agrícola Regional.

O presente documento tem por base a memória descriptiva e justificativa e as peças desenhadas do Pedido de Informação Prévia do Projeto submetido junto da Câmara Municipal de Angra do Heroísmo (Açores), disponibilizado pelo proponente.

Considera-se que os conteúdos propostos ao longo do documento, particularmente no que concerne as medidas de minimização estabelecidas, devam ser integradas no âmbito do projeto de execução e/ou especialidades.

1.1 Identificação do Projeto, Proponente e Entidades Licenciadoras

O projeto Azores PV & BESS Parque Solar do Faial comprehende a construção de uma Central Solar Fotovoltaica Híbrida de 10 MW e localiza-se no lugar de Santa Bárbara, freguesia de Angústias, concelho de Horta, ilha do Faial.

Constitui-se como proponente do projeto, o qual se encontra em fase de estudo prévio, a empresa Azores PV & BESS Parque Solar do Faial, Unipessoal Lda., pessoa coletiva n.º 517421925, com sede na Travessa do Monturo, Nº2, 9900-100 Horta, entidade a qual solicitou à LabGeo-Engenharia e Geotecnologia, Lda. a elaboração do presente documento.

A IROA, S.A. é entidade responsável pela análise do pedido e emissão de parecer prévio quanto às exceções constantes do artigo 5.º do Regime Jurídico da Reserva Agrícola Regional. Por

sua vez, compete à Secretaria Regional da Agricultura e Alimentação – órgão do governo regional com competência em matéria agrícola – e à Secretaria Regional do Turismo, Mobilidade e Infraestruturas – órgão do governo regional com competência na área do projeto – a emissão de eventual despacho conjunto que autorize a exceção e consequente desafetação da RAR objeto do presente documento (Instalação de equipamentos para produção de energia).

2 Enquadramento e Síntese do Projeto

2.1 Enquadramento Geográfico

O projeto em análise enquadra-se em prédio rústico com 108 034 m² de área, o qual se localiza na freguesia de Angústias, concelho da Horta, ilha do Faial, Região Autónoma dos Açores (Figura 2.1).

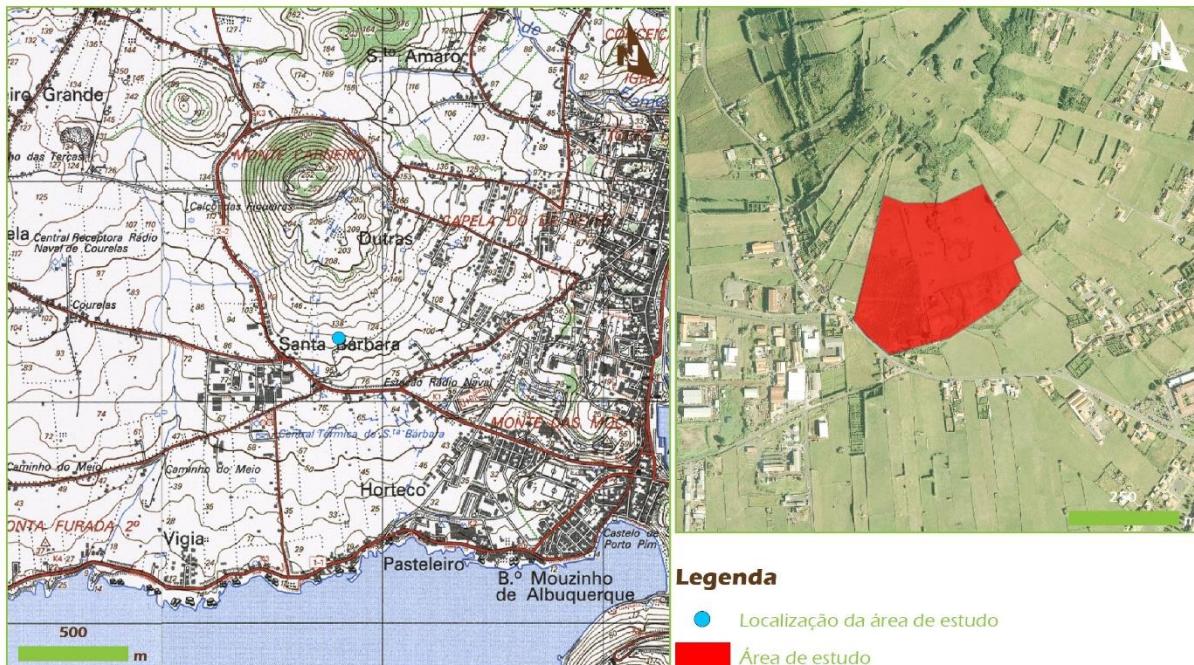


Figura 2.1 | Enquadramento geográfico da área do projeto (IGeoE, 2002; <https://ot.azores.gov.pt/InformacaoGeografica.aspx?ilha=faial>)

2.2 Objetivo e Justificação do Projeto

O projeto contempla a construção de uma Central Solar Fotovoltaica Híbrida de 10 MW com previsão de ligação à rede da EDA para fornecimento da energia elétrica produzida.

A proposta de projeto prevê um sistema de armazenamento de baterias BESS (Battery Energy Storage System), que totalizarão 12 Mwh e uma capacidade de produção de aproximadamente 14.3 Gwh por ano. Prevê, ainda, que o projeto possa contribuir anualmente com pelo menos 12 Gwh para a rede elétrica da ilha do Faial.

2.3 Principais Características Técnicas

A proposta de projeto consiste num sistema de Energia Solar Fotovoltaica (PV) conectado à rede, com capacidade de 10 Megawatts (MW) em corrente contínua (CC).

Os componentes básicos do projeto incluem:

- 14288 painéis solares bifaciais de tipo n de 700 watts, montados num sistema de suporte não móvel a uma altura média de 2 metros acima do solo;
- 30 km de cablagem de corrente contínua (CC) disposta no sistema de suporte e em caleiras subterrâneas, incluindo todos os acessórios necessários;
- 2 estações inversoras Sunny Central (SMA) 4000 UP(-US) de 4 MVA consistindo num transformador elevador de 4 MVA de 1500 V a 15 kV por estação inversora;
- 5.33 MW BESS com capacidade de armazenamento de 10MWh e 2 conversores de armazenamento bidirecionais de 2.66 MVA a 15kV Sunny Central Storage UP 2660-S2;
- Sistema de coletor DC, incluindo cabeamento, caixas combinadoras e disjuntores;
- Área de estacionamento e área de construção temporária;
- Vias de acesso incluindo acesso para a EDA aceder às torres localizadas *in site*;
- Subestação switchgear de 15 kV e equipamento de medição com linhas subterrâneas de 15 kV, ligada à rede no barramento de 15 kV na Central Termoelétrica de Santa Bárbara (CTSB) da EDA;
- Sistema de Gerenciamento de Energia da Planta (EMS), bem como Sistema de Software de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA);
- Arruamentos internos e perimetrais em gravilha para acesso de veículos e para manutenção temporária das subestações e outros equipamentos;
- Vedação perimetral das instalações e da subestação, e instalação de sistema de portões digitais e equipamento de monitorização de segurança 24 horas;
- Área para futura instalação de Centro Interpretativo;
- Área para estacionamento de público e funcionários.

Na Tabela 2.1 apresenta-se um resumo dos componentes básicos do projeto.

Tabela 2.1 | Síntese das principais características e elementos do projeto (dados do PIP)

Característica	Descrição
Área total do terreno (m ²)	108 034
Área de movimentação de terras (escavação e aterro)	7 850
Área em terreno natural (m ²)	100 184
Painéis Fotovoltaicos (nº)	14 288
Inversores (nº)	2
Conversores (nº)	2
Contentores para BESS (nº)	5
Subestações (nº)	1

Na Figura 2.2 apresenta-se a planta geral prevista para o empreendimento.

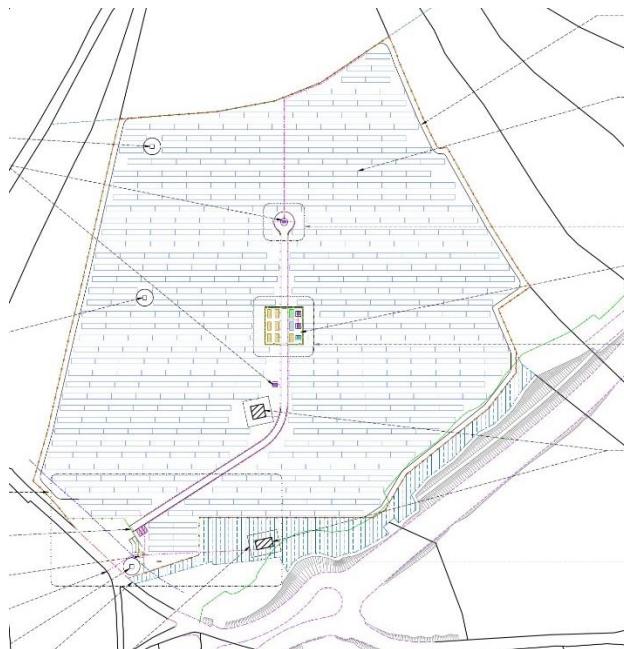


Figura 2.2 | Planta geral prevista do empreendimento (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch)

2.4 Implantação Prevista

A proposta de projeto prevê que os arruamentos e áreas de estacionamento devam ser construídos de acordo com seguintes orientações:

- Escavação de 1 m de profundidade ao longo do traçado;
- Aterro de 80 cm com material de granulometria média em camadas de 20 cm regadas e compactadas até 8 a 10 cm de compactação com cilindro de 5 toneladas ou superior;
- Aterro com detrito, com espessura de 10 cm;
- Acabamento final em gravilha com pendentes de 2% do centro do arruamento para as laterais.

Projeto das Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição dos Solos

Terreno para construção da Central Solar Fotovoltaica Híbrida de Angústias, Horta

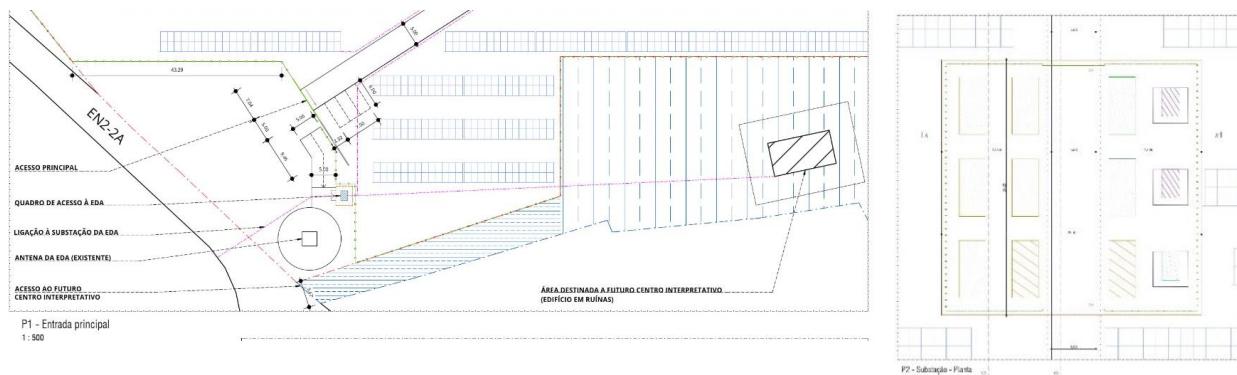


Figura 2.3 | Planta Geral do Acesso, Arruamento e Substituição (Elemento do Pedido de Informação Prévias, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch)

De acordo com o projeto, as áreas onde serão colocados os inversores, transformador e BESS serão construídas da mesma forma, mas em vez de possuírem acabamento final em gravilha, terão acabamento em lajes de betão armado com 20 cm de espessura, para garantir condições adequadas à salubridade, preservação e manutenção destes equipamentos. As baterias serão instaladas em contentores estanques, minimizando assim o risco de contaminação do solo por via do eventual escoamento de materiais poluentes (Figura 2.4 e Figura 2.5).

Prevê-se que o pavimento geral das subestações nas áreas livres entre os equipamentos e das áreas circundantes dos dois inversores será executado da seguinte forma:

- Escavação de 0,45 m de profundidade;
 - Enrocamento com 0,20cm de espessura em material de granulometria média, regadas e compactadas até 8 a 10cm de compactação com cilindro de 5t ou superior;
 - Aterro com detrito, com espessura de 10 cm;
 - Acabamento final em gravilha.

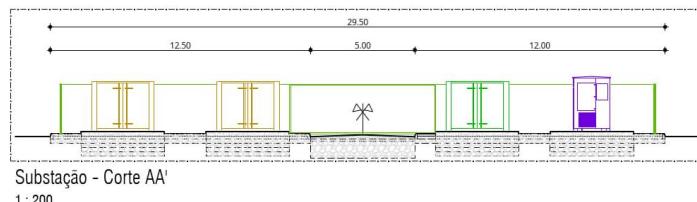


Figura 2.4 | Detalhes da subestação (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millennium)

Projeto das Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição dos Solos

Terreno para construção da Central Solar Fotovoltaica Híbrida de Angústias, Horta

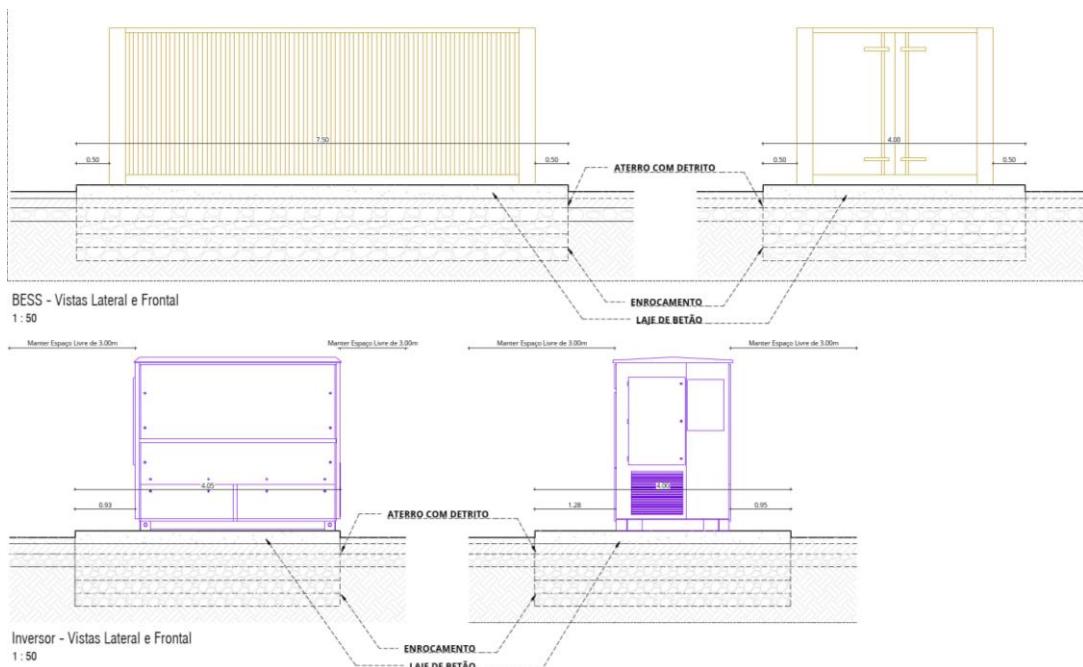


Figura 2.5 | Detalhes da BESS e inversor (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch)

Com o objetivo da redução da perturbação do solo, a proposta de projeto prevê que os painéis solares sejam instalados através da aplicação de estacas helicoidais, com a perspetiva de adaptação à topografia do terreno, sem necessidade de alteração da topografia ou trabalhos de escavação (Figura 2.6).

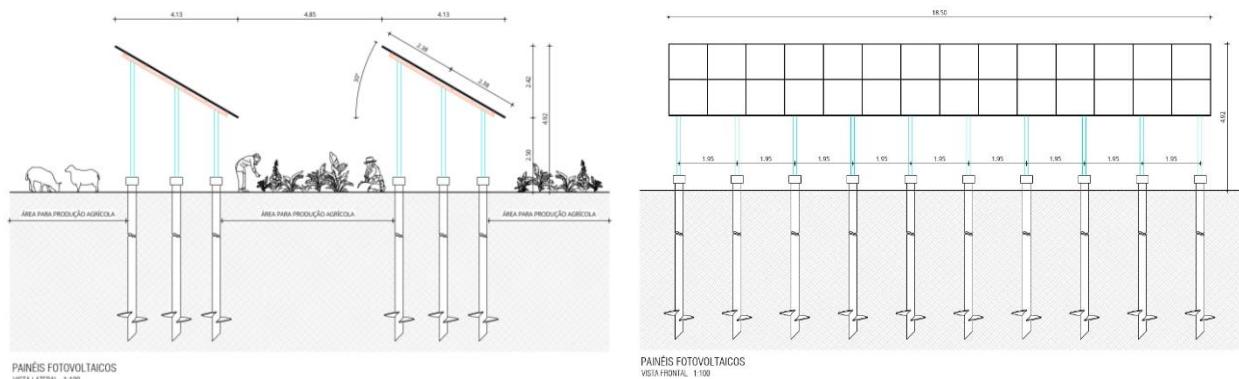


Figura 2.6 | Plantas com pormenor da instalação dos painéis solares (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch)

Com objetivo idêntico, a vedação perimetral será também instalada através da aplicação de estacas helicoidais, junto ao muro de pedra existente (Figura 2.7).

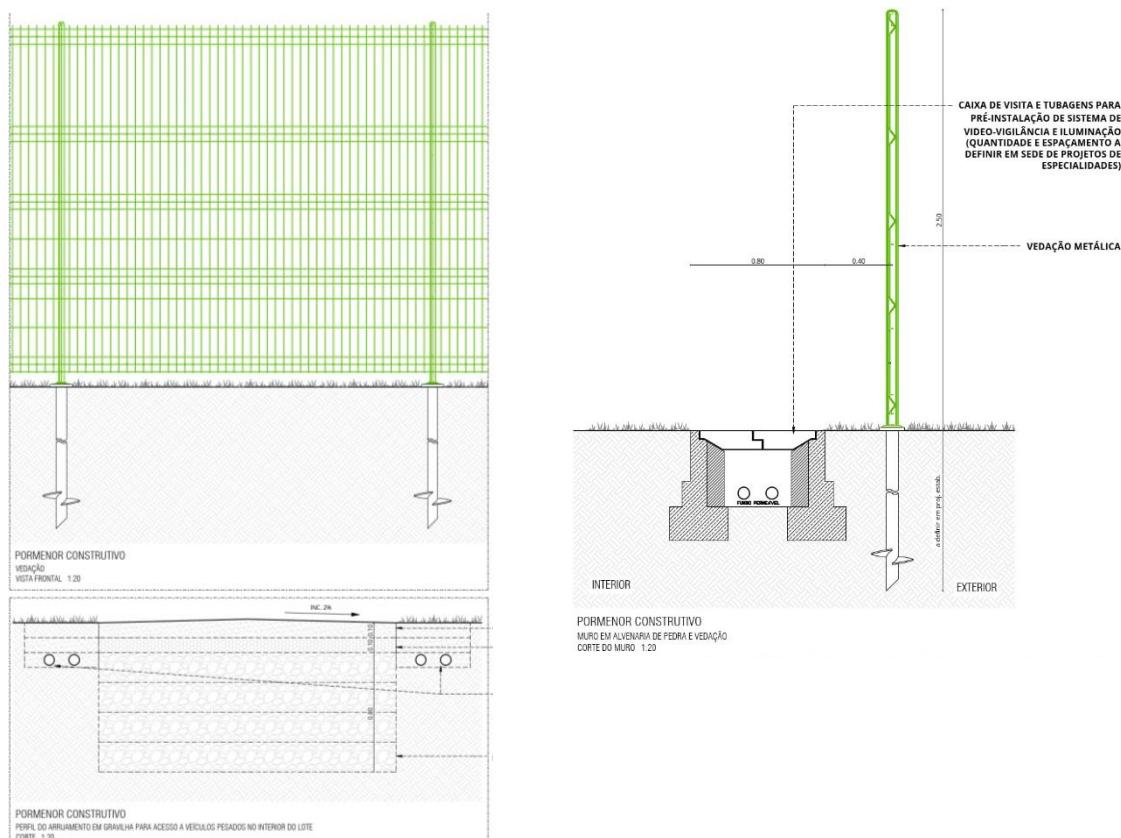


Figura 2.7 | Plantas com pormenor da vedação a instalar (Elemento do Pedido de Informação Prévia, disponibilizado pelo promotor - © Millenniarch)

Os restantes espaços serão para manter em terreno natural, coberto com relva de sementeira.

2.5 Sistemas de Drenagem e Minimização de Riscos

A drenagem natural do terreno será respeitada através da implementação de medidas adequadas.

A maioria do solo da área do projeto será mantida no seu estado atual, em terreno de pastagem, com cobertura de vegetação rasteira, podendo também ser utilizado para a atividade agrovoltaica.

Nas áreas destinadas a subestações e vias de acesso, o solo será pavimentado com gravilha, a fim de preservar a sua permeabilidade e permitir a fácil remoção desse material no fim de vida do projeto, restaurando a situação pré-existente. Caso seja necessário, serão instalados sistemas de drenagem, como valas e canais, para controlar o escoamento das águas pluviais, evitando problemas de acumulação de

água e minimizando a erosão dos solos. No entanto, essa abordagem será utilizada apenas quando estritamente necessário, a fim de minimizar os trabalhos de escavação.

Durante a fase de construção e exploração, serão adotadas práticas que minimizam a contaminação ou erosão do solo, como o adequado armazenamento de materiais e resíduos, bem como a utilização de barreiras de contenção.

2.6 Infraestruturas e Redes

2.6.1 Abastecimento de Água

Relativamente ao abastecimento e distribuição de água, é prevista a ligação à rede pública de abastecimento existente no local. São previstos esgotos sanitários unicamente para o centro interpretativo, com tratamento através de ligação a fossa séptica e sumidouro.

2.6.2 Eletricidade e Telecomunicações

Para efeitos operacionais é prevista uma rede de infraestruturas de eletricidade e telecomunicações, que deverá estar ligada à rede pública de abastecimento.

2.7 Fases e Duração do Projeto

A fase de obra (fase de construção do projeto) terá uma duração estimada de 18 meses.

A vida útil do projeto (fase de exploração do projeto) é baseada na vida útil prevista do equipamento principal, que consiste nos painéis solares. Os painéis solares atualmente fabricados têm uma vida útil prevista de 30 a 40 anos, sendo vida útil projetada para este projeto de 35 anos. Outros equipamentos, como inversores, serão substituídos uma vez no meio da vida útil do projeto. O BESS tem uma vida útil mais curta e será substituído duas vezes durante a vida útil do projeto.

No final da vida útil do projeto (fase de desativação do projeto), todos os equipamentos serão desmontados e enviados para fora da ilha. Prevê-se que todos os componentes elétricos e estruturais sejam reciclados. O local será restaurado ao seu estado original pré-projeto, em conformidade com a situação de referência.

2.8 Projetos Complementares

Um dos objetivos do projeto passa pelo fomento e implementação, de forma complementar à central solar, da prática agrovoltaica. Para o efeito, é previsto que sejam contratados produtores agrícolas locais, com vista ao estabelecimento de parcerias no sentido de promover o cultivo de hortofrutícolas no terreno do projeto.

Projeto das Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição dos Solos

Terreno para construção da Central Solar Fotovoltaica Híbrida de Angústias, Horta

Existe a possibilidade de produção de diferentes hortofrutícolas entre as várias fileiras de painéis solares, tirando partido da sua distribuição para organização do cultivo.

3 Situação de Referência

No âmbito do presente capítulo procedeu-se à caracterização da situação de referência no que concerne o enquadramento do projeto no âmbito da componente ambiental Solos e Reserva Agrícola Regional. Esta caracterização ambiental possibilita a identificação dos principais impactes decorrentes do projeto ao nível dos Solos e RAR, os quais, por sua vez, suportam a definição e estabelecimento das medidas de manutenção, recuperação e reposição dos solos afetados pelo projeto.

3.1 Reserva Agrícola Regional

A Reserva Agrícola Regional (RAR) é constituída por solos de elevada aptidão agrícola para a realização de investimentos, tendo em vista a preservação e ou aumento da sua produtividade e o aproveitamento do seu potencial, na perspetiva de uma agricultura moderna, racional e sustentável.

De acordo com a Carta da Reserva Agrícola Regional, aprovada e publicada pela Portaria n.º 25/2013, de 24 de abril, parte da área do projeto ($71\ 300\ m^2$) abrange solos integrados na Reserva Agrícola Regional (Figura 3.1).



Figura 3.1 | Enquadramento da área do projeto no contexto da carta da Reserva Agrícola Regional (base geográfica de <http://sig-sraa.azores.gov.pt/>)

3.2 Geologia e Geomorfologia

A ilha do Faial ocupa uma área de 170 km², apresentando comprimento máximo de 21 km e largura máxima de 14 km. O seu ponto de maior altitude situa-se no Cabeço Gordo aos 1 043 m.

A geomorfologia da ilha do Faial é marcada por formas vulcânicas e tectónicas, identificando-se quatro regiões: Vulcão Central da Caldeira, *Graben* de Pedro Miguel, Plataforma da Horta e Península do Capelo (Coutinho et al., 2008) (Figura 3.2).

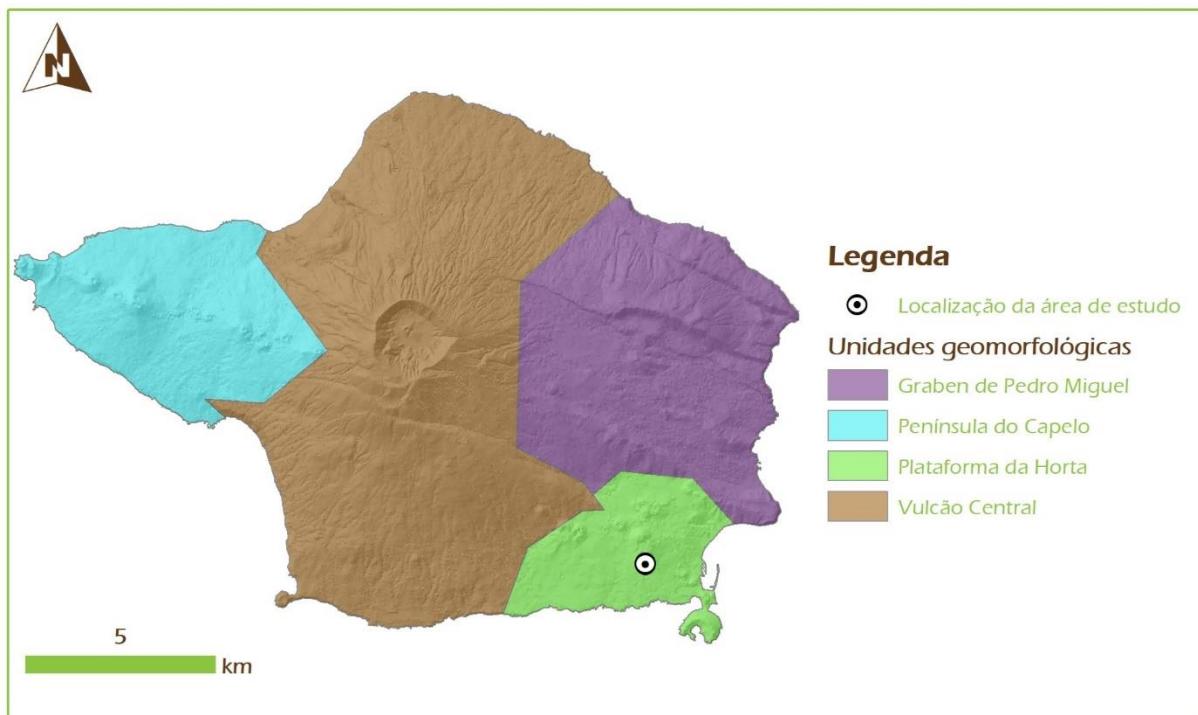


Figura 3.2 | Enquadramento do local do projeto no contexto geomorfológico da ilha do Faial (adaptado de Zbyszewski, 1961)

Em termos geomorfológicos, a área de estudo enquadra-se no flanco sudeste da unidade geomorfológica da Plataforma da Horta, delimitada a norte pelo *Graben* de Pedro Miguel e a oeste pelo Vulcão Central da Caldeira. A Plataforma da Horta é caracterizada por diversos cones de escórias de depósitos de piroclastos basálticos, escoadas lávicas basálticas intercaladas com níveis de *clinker*, leitos piroclásticos com dispersão restrita, declives pouco acentuados e uma rede de drenagem praticamente inexistente (Madeira, 1988; Coutinho et al., 2008; Pacheco, 2001; Neves et al., 2014).

A área de estudo enquadra-se numa zona de relevo moderado, situada sensivelmente entre os 85 e os 154 m de altitude, com declives maioritariamente inferiores a 15º.

De acordo com Forjaz *et al.* (2001), a área em estudo situa-se num local dominado, maioritariamente por escoadas lávicas basálticas e num pequeno sector por depósitos pomíticos indiferenciados.



Figura 3.3 | Cartografia litológica da área do projeto e envolvente (adaptado de Forjaz *et al.*, 2001; base geográfica de <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=fajal>)

3.2.1 Zonamento Geológico

Para avaliação *in situ* das formações geológicas que ocorrem na área de implantação do projeto, foram realizados, no âmbito do estudo geológico-geotécnico, poços de inspeção, os quais foram abertos com o recurso a retroescavadora, permitindo a observação da constituição geológica do terreno.

Na Figura 3.4 apresenta-se a localização dos poços realizados no contexto da implantação prevista do projeto.



Figura 3.4 | Representação esquemática da localização dos poços de inspeção realizados sobre ortofotomap (base <https://ot.azores.gov.pt/Informacao-Geografica.aspx?ilha=faial>)

Na Tabela 3.1 sintetizam-se os parâmetros físicos de cada um dos poços realizados.

Tabela 3.1 | Dados dos elementos de prospeção – poços de inspeção (dados do estudo geológico geotécnico - © LabGeo)

ID Poço	Data	Coordenadas (PTRA08 UTM 26N)			Prof. Máxima (m)	Presença de água
		M	P	H		
P1	09/09/2024	356665	4266173	96	1,8	Não
P2		356805	4266279	115	4,0	
P3		356965	4266324	125	3,1	
P4		356690	4266381	138	1,2	
P5		356903	4266451	148	4,0	

A análise dos resultados decorrentes dos ensaios efetuados permitiu identificar, até às profundidades máximas amostradas (4 metros, exceto quando alcançada escoada basáltica), a ocorrência de solo vegetal em toda a extensão da área de estudo sobre pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados, formação sobre escoada basáltica (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 | Perfil de terreno inferido pela interpretação geológica

Espessura das Camadas	Materiais das Camadas
m	
0,0 – 0,2	Solo vegetal – SV
0,2 – 1,0/4,0	Pedra-pomes e materiais pomíticos indiferenciados – DPP
1,0/4,0 – (...)	Escoada lávica basáltica s.l. (β)

3.2.2 Quantificação de Solos

Mediante análise dos dados resultantes da interpretação geológica, os quais identificam a existência de solo vegetal em toda a extensão da área de estudo até cerca de 0,2 metros de profundidade, foi possível estimar a volumetria de solos existentes na área de projeto (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 | Estimativa do volume de solos existentes na área de projeto

Característica	Quantidade
Área total do terreno (m ²)	108 034
Volume total de solos vegetais– estimativa (m ³)	21 607

3.3 Capacidade de Uso do Solo

O sistema de classificação da capacidade de uso do solo é estabelecido com base na identificação das limitações permanentes do solo, ou seja, das características do solo que em combinação com o clima exercem sobre o primeiro um efeito adverso que condicione o seu uso.

O sistema de classificação de capacidade de uso do solo, desenvolvido por Sampaio *et al.* (1986), que consta da tabela seguinte, considera sete classes de uso, em que a intensidade das limitações vai aumentando gradualmente da classe I para a classe VII (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 | Classes de capacidade de uso do solo (Sampaio *et al.*, 1986)

Grupos/Critérios	Solos Aráveis			Solos Não Aráveis		
	Uso arável permanente	Uso arável ocasional	Pastagem melhorada	Pastagem natural e/ou floresta	Reserva natural	
Classes	I	II	III	IV	V	VI
Declive (%)	<3	<10	<20	<20	<30	<50
Profundidade (cm)	>90	>60	>30	>30	>30	Qualquer
Textura	Equilibrada	Equilibrada	Equilibrada	Qualquer	Qualquer	Qualquer
Pedregosidade (%) ($\emptyset < 25$ cm)	Nula	<10	<20	<50	Qualquer	Qualquer
Pedregosidade (%)	Nula	Nula	<3	<10	<25	Qualquer
						Qualquer

Grupos/Critérios (%) ($\varnothing > 25$ cm)	Solos Aráveis			Solos Não Aráveis		
	Uso arável permanente	Uso arável ocasional	Pastagem melhorada	Pastagem natural e/ou floresta	Reserva natural	
Afloramentos Rochosos (%)	Nulos	<2	<10	<25	<50	Qualquer
Encharcamento	Nulo	Nulo	Períodos curtos	Períodos curtos	Períodos curtos	Qualquer
Micorelevo	Nulo	Nulo	Fraco	Moderado	Moderado	Acentuado

Conforme Figura 3.5, a área do projeto incide sobre espaços com a capacidade de uso do solo classificada em área do tipo V, correspondente a solos não aráveis de pastagem melhorada, cujo fator dominante de limitação, subclasse e, é o risco de erosão e escoamento superficial nos solos.

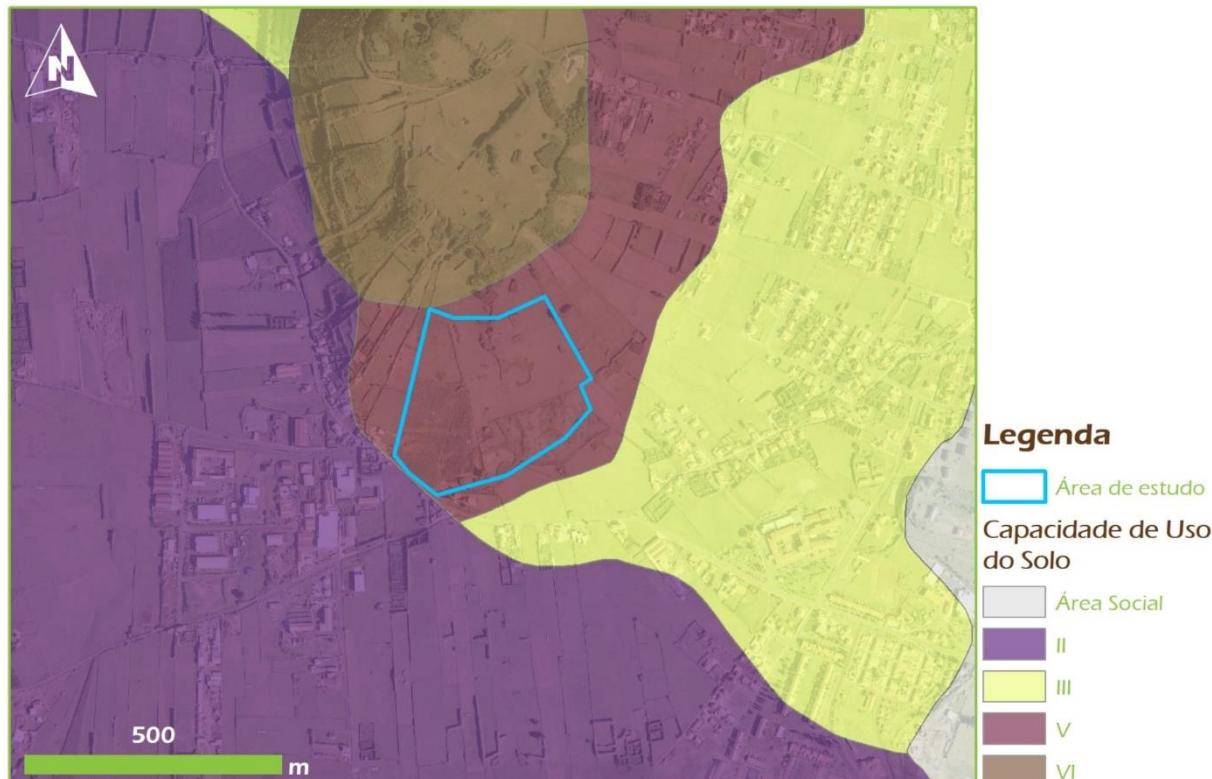


Figura 3.5 | Enquadramento da área do projeto no contexto da capacidade de uso do solo do Faial (adaptado de Sampaio *et al.*, 1987; base geográfica de <http://sig-sraa.azores.gov.pt/>)

3.4 Ocupação do Solo

De acordo com a carta de ocupação do solo da Região Autónoma dos Açores (COS.A/2018), cerca de 90% do território da ilha do Faial é ocupado pelas classes agricultura e florestas e meios naturais e seminaturais. A agricultura representa mais de metade da superfície da ilha (53.91 %), uma ocupação

superior à média regional (48,82%). A classe territórios artificializados (4,43 %), onde se inclui a subclasse áreas de extração de massas minerais, apresenta também na ilha do Faial uma ocupação inferior à média da RAA (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 | Ocupação do solo (nível hierárquico 1) na ilha do Faial e na RAA (COS.A/2018)

Classes (Nível 1)	Ilha do Faial (%)	RAA (%)
Territórios artificializados	4,43	5,00
Agricultura	53,91	48,82
Florestas e meios naturais e seminaturais	41,04	42,60
Zonas húmidas	0,56	3,13
Massas de água	0,06	0,45

Conforme Figura 3.6, e analisando a ocupação do solo de forma desagregada, por subclasses, a área do projeto enquadra-se, na sua quase totalidade, em zona com ocupação por parte prados/pastagens (classe agricultura), correspondendo a áreas permanentemente ocupadas com vegetação essencialmente do tipo herbácea, quer cultivada, quer natural, que não estejam incluídas no sistema de rotação da exploração. São geralmente sujeitas a pastoreio e têm frequentemente estruturas agrícolas, tais como sebes ou cercados, abrigos, comedouros e bebedouros (COS.A/2018).

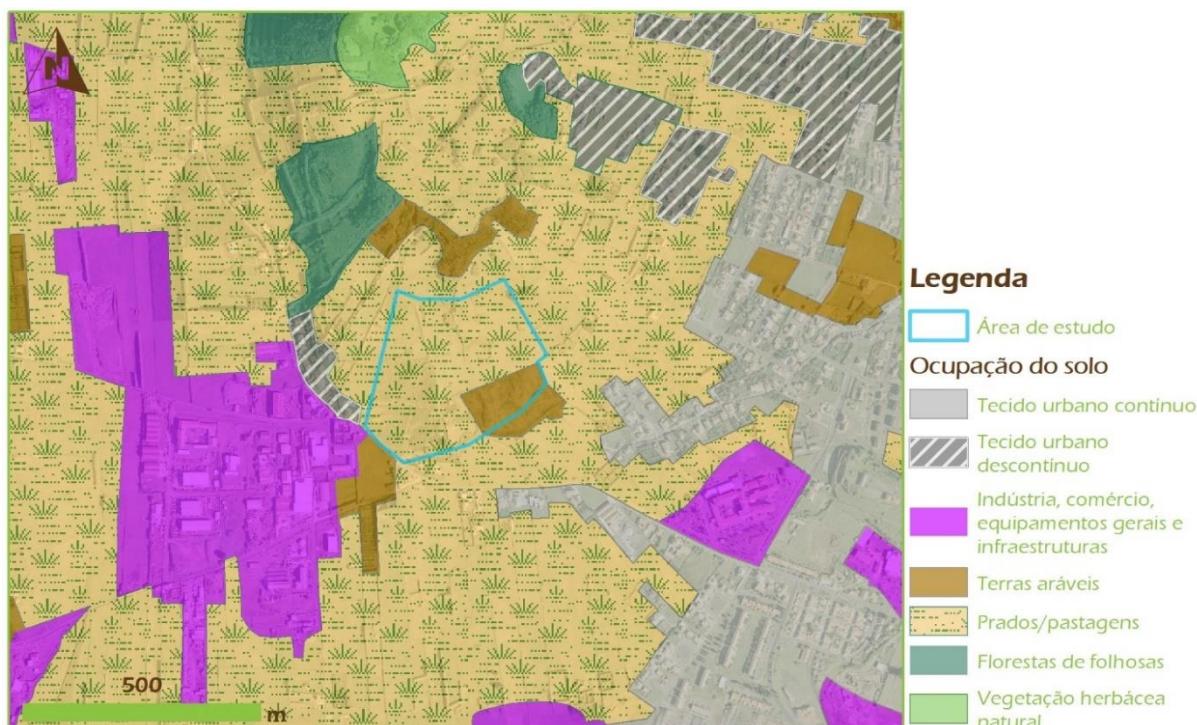


Figura 3.6 | Enquadramento da área do projeto no contexto da carta de ocupação do solo (nível 3) da ilha do Faial (adaptado de COS.A/2018)

3.5 Erosão do Solo

Tendo em consideração as consequências significativas que podem resultar dos fenómenos de erosão hídrica – nomeadamente a perda de solo e consequente redução da capacidade de infiltração e de retenção de água do solo, o que induz uma menor capacidade de absorção da água da chuva e, consequentemente, um maior escoamento e menor disponibilidade de água para a vegetação – a análise da vulnerabilidade à erosão hídrica na ilha do Faial é fator importante para o planeamento territorial.

O PGRH-Açores aplica uma metodologia que tem como suporte o cruzamento de mapas temáticos com informação relativa à densidade de drenagem, ao declive, à precipitação média anual, à litologia e à ocupação do solo.

Segundo os dados do referido plano, a área do projeto enquadra-se predominantemente em zona de vulnerabilidade média a alta à erosão hídrica (Figura 3.7).

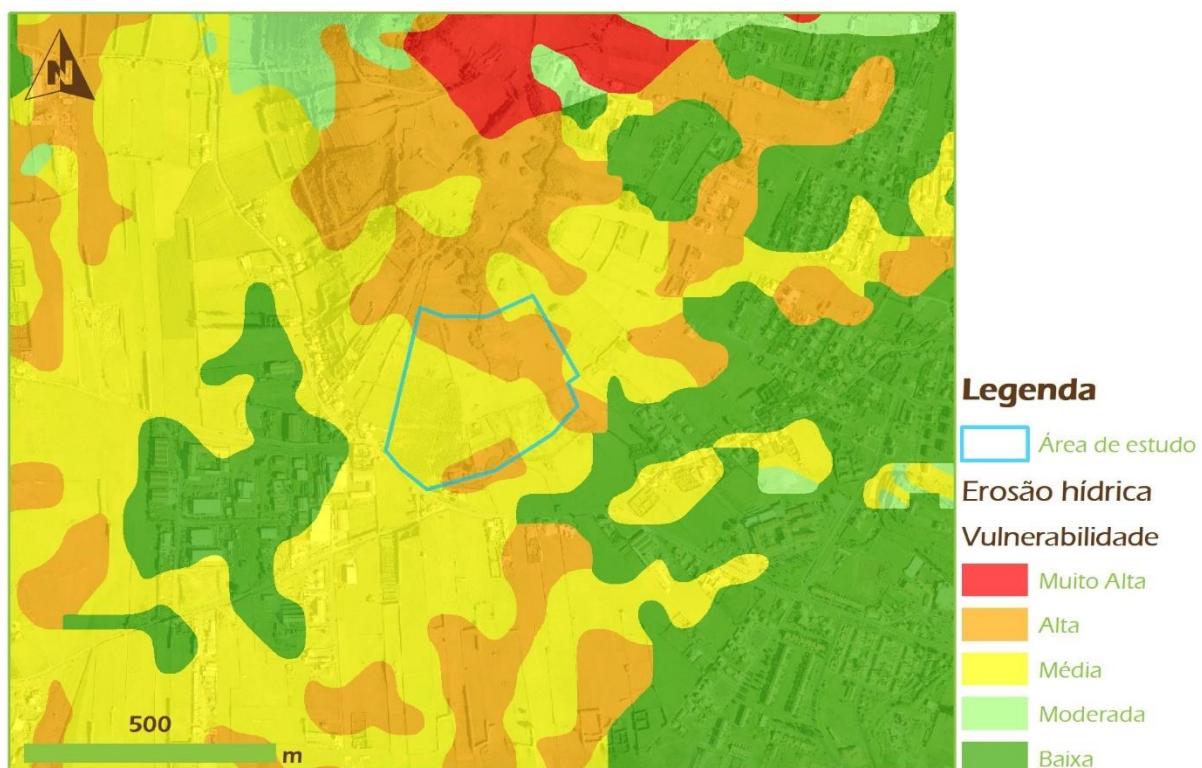


Figura 3.7 | Enquadramento da área do projeto estudo no contexto da vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha do Faial (adaptado de PGRH-Açores)

4 Identificação de Impactes Significativos

No contexto do presente capítulo, é feita uma descrição e caracterização dos principais impactes suscetíveis de serem gerados pelo projeto ao nível dos Solos e RAR.

Foi como tal adotado um sistema simplificado de análise de impactes assente em dois parâmetros básicos, o carácter dos impactes (positivo ou negativo) e o seu significado (muito significativo, significativo, pouco significativo) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 | Síntese e descrição dos parâmetros adotados na análise dos impactes

	Conceito	Definição
Carácter	Positivo (+)	Impacte considerado benéfico, do qual possam resultar alterações favoráveis produzidas em parâmetros ambientais e sociais.
	Negativo (-)	Impacte considerado prejudicial, do qual possam resultar alterações desfavoráveis produzidas em parâmetros ambientais e sociais.
Significado	Muito significativo	Impacte que tem um grau de repercussão ambiental bastante expressivo.
	Significativo	Impacte que tem um grau de repercussão ambiental expressivo.
	Pouco significativo	Impacte que tem um grau de repercussão ambiental pouco expressivo ou negligenciável.

4.1 Impactes do Projeto nos Solos e RAR

Mediante a análise da área afeta a arruamentos, estacionamento e subestação prevista pelo projeto, bem como a necessidade de execução de escavações até 1 metro de profundidade para a respetiva infraestruturação, estima-se, com base nos dados e prospecção resultantes do estudo geológico e geotécnico desenvolvido, que estes trabalhos incidam fundamentalmente em solos.

Deste modo, apresenta-se, na Tabela 4.2, uma estimativa da quantidade de solos a movimentar no âmbito do projeto.

Tabela 4.2 | Estimativa do volume de materiais a movimentar no contexto da área de projeto

Característica	Área (m ²)	Volume Estimado (m ³)
Área total do terreno (A _T)	108 034 (100,00 %)	21 607 (V _{Sv}) (Solo Vegetal - 20,00 %) 86 427 (V _{DPP}) (Depósitos Pomíticos - 80,00 %)
Área de movimentação de terras (arruamentos, estacionamento e subestação)	7 850 (7,27 % de A _T)	1 570 (7,27 % de V _{Sv}) 6 280 (7,27 % de V _{DPP})

Para além da movimentação de terras e embora se preveja que os painéis solares sejam instalados através da aplicação de estacas helicoidais, sem alteração da topografia e sem necessidade de movimentação de terras, deverá considerar-se também a superfície de solo afetada por esta ação.

Deste modo e com base nos dados do projeto, procurou-se sintetizar os principais elementos e área afeta à implantação dos painéis solares fotovoltaicos previstos (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 | Principais propriedades e área afeta à implantação dos painéis solares fotovoltaicos

Elementos	Quantificação
Módulos fotovoltaicos	21 448
Painéis solares fotovoltaicos	752
Apoios ao solo dos painéis solares fotovoltaicos	22 560 (30 apoios por painel)
Dimensão dos painéis solares fotovoltaicos	57 460.32 m ² (76,41 m ² por painel)

Com a implementação do projeto consideram-se expectáveis os impactes identificados nos subcapítulos 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3.

4.1.1 Fase de Construção

Para a fase de obra (fase de construção do projeto), a qual terá uma duração estimada de 18 meses, avaliam-se os seguintes impactes:

1) Alteração das características naturais dos solos

Ações da fase de construção, como a movimentação de terras (escavações e aterros) necessárias ao estabelecimento dos arruamentos internos, estacionamento e implantação de estruturas, assim como a circulação e operação de viaturas/equipamentos para efeitos de aplicação das estacas helicoidais e encastre dos painéis, bem como para a construção da vedação, irão promover a alteração das características naturais dos solos em termos de consolidação, compactação, arejamento e substrato biológico.

Embora nas zonas onde ocorra a movimentação de terras este efeito assuma maior magnitude, decorrerão impactes ao nível da generalidade da área do projeto.

Face à aptidão agrícola dos solos (RAR) presentes na área, considera-se este impacte como negativo e significativo.

2) Erosão e dispersão de solos

Ações da fase de construção, tais como a movimentação de terras (escavações e aterros) necessária ao estabelecimento dos arruamentos internos, estacionamento e implantação de estruturas, implicarão a exposição de solos aos agentes atmosféricos, particularmente ao vento e precipitação, promovendo-se a sua erosão, bem como a sua eventual dispersão e/ou perda.

Face à aptidão agrícola dos solos (RAR) presentes na área do projeto, bem como atendendo a que a área a intervençinar apresenta, predominantemente, vulnerabilidade alta à erosão hídrica, situação que as ações da fase de construção irão, temporariamente, potenciar, considera-se este impacte como negativo e significativo.

3) Ocupação do solo pelos trabalhos de instalação do parque solar

No decurso dos trabalhos da fase de construção, a instalação do parque solar promoverá uma progressiva ocupação do solo e respetiva artificialização, com a introdução de elementos inorgânicos relacionados com as vias, estruturas e circulação de viaturas como serão os arruamentos, estacionamentos e implantação de estruturas.

Atendendo à extensão da área afetada e à sua classificação enquanto RAR, classifica-se este impacte como negativo e significativo.

4) Contaminação de solos

A circulação e operação de veículos e equipamentos afetos à construção das infraestruturas do projeto, bem como o manuseio de materiais necessários à fase de obra, poderão originar derrames acidentais de substâncias poluentes, nomeadamente derivados de hidrocarbonetos os quais poderão infiltrar-se no solo.

Considerando que a eventual poluição de solos decorrerá de situações acidentais de pequenos derrames, classifica-se este impacte como negativo e pouco significativo.

4.1.2 Fase de Exploração

No contexto da fase de exploração do projeto, que terá uma duração estimada de 35 anos, avaliam-se os seguintes impactes:

1) Alteração da ocupação do solo e condicionamento do seu uso

No decurso da fase de exploração, uma extensa área de pastagem, a qual faz parte da classe de ocupação do solo com maior representatividade na ilha de São Miguel, registará uma alteração da sua ocupação do solo, para territórios artificializados, ficando assim condicionado o uso agrícola da área do projeto.

Apesar do condicionamento e alteração do uso do solo ser temporário (revertido no final da vida útil do projeto mediante a sua desativação), atendendo à extensão da área afetada e à sua classificação enquanto RAR, classifica-se este impacte como negativo e significativo.

2) Ensombramento do solo

No decurso da fase de exploração, os painéis solares implantados promoverão uma vasta área de ensombramento predominante ou permanente de áreas de coberto vegetal, condicionando o potencial fotossintético dessas secções, o que irá contribuir para um gradual empobrecimento biológico e mineral do solo.

Face à duração da fase de exploração e atendendo à extensão da área afetada e à sua classificação enquanto RAR, classifica-se este impacte como negativo e significativo.

3) Contaminação de solos

A rejeição de águas residuais, a circulação e operação de veículos e equipamentos afetos à manutenção das infraestruturas do projeto, bem como o manuseio de materiais necessários para o efeito, poderão originar derrames acidentais de substâncias poluentes, nomeadamente derivados de hidrocarbonetos os quais poderão infiltrar-se no solo.

Considerando que a eventual poluição de solos decorrerá de situações acidentais de pequenos derrames, classifica-se este impacte como negativo e pouco significativo.

4.1.3 Fase de Desativação

No contexto da fase de desativação do projeto, que prevê o desmonte de todos os componentes e infraestruturas do projeto e restauro da situação de referência, avaliam-se os seguintes impactes:

1) Erosão e dispersão de solos

Ações da fase de desativação, tais como a movimentação de terras com vista à reposição da situação de referência, implicarão a exposição de solos aos agentes atmosféricos, particularmente ao vento e precipitação, promovendo-se a sua erosão, bem como a sua eventual dispersão e/ou perda.

Face à aptidão agrícola dos solos (RAR) presentes na área do projeto, bem como atendendo a que a área a intervençinar apresenta, predominantemente, vulnerabilidade alta à erosão hídrica, situação que as ações da fase de desativação irão, temporariamente, potenciar, considera-se este impacte como negativo e significativo.

2) Contaminação de solos

A circulação e operação de veículos e equipamentos afetos à desativação e desmonte das componentes e infraestruturas do projeto poderão originar derrames acidentais de substâncias poluentes, nomeadamente derivados de hidrocarbonetos os quais poderão infiltrar-se no solo. Considerando que a eventual poluição de solos decorrerá de situações acidentais de pequenos derrames, classifica-se este impacte como negativo e pouco significativo.

5 Medidas de Minimização

Na sequência da identificação dos impactes associados à implementação do projeto, são apresentadas medidas mitigadoras dos impactes previstos, a implementar durante as fases de construção, exploração e desativação, de modo a perseverar pela manutenção, recuperação e reposição dos solos.

Propõe-se como medidas de minimização fundamentais ao desenvolvimento do projeto:

- Preservar a totalidade do solo existente na área de intervenção do projeto, assegurando a utilização total do volume previsto de solos a escavar/movimentar ($1\ 570\ m^3$) em trabalhos de correção de drenagens e reparação de eventuais danos ou anomalias que possam ocorrer em fase de obra, bem como para recuperação da zona de estaleiro;
- Garantir uma intervenção mínima em termos da morfologia da área a intervencionar, tanto ao nível da movimentação de solos, como das estruturas a implantar no terreno, ações que se devem restringir ao estritamente necessário e ficar integradas, tanto quanto possível, na topografia original do terreno;
- Fomentar a atividade agrovoltaica entre as várias fileiras de painéis solares ao longo de toda a vida útil do projeto;
- Assegurar a manutenção de substrato vegetal nas áreas de solo sob os painéis solares, utilizando espécies vegetais adequadas à baixa insolação, mantendo o solo vivo ao longo de toda a vida útil do projeto.

Na Tabela 5.1 apresenta-se uma listagem de medidas de minimização complementares recomendadas, por fase do projeto.

Tabela 5.1 | Listagem de medidas de minimização complementares

Fase	Medidas
Construção	Implantar o estaleiro de obra na zona onde atualmente já existe infraestrutura de apoio à atividade agrícola e na qual os solos se encontram mais alterados
	Otimizar os circuitos de circulação para construção de arruamentos e estruturas, bem como para instalação dos painéis solares e vedação
	Promover um adequado acondicionamento, acumulação e proteção dos materiais solos movimentados, protegendo-os da erosão eólica e hídrica
	Assegurar que o eventual transporte de materiais de natureza pulverulenta ou do tipo particulado ocorre em veículos adequados, com a carga coberta e devidamente acondicionada
	Quando os solos a movimentar não sejam aplicados noutra finalidade imediata, deverão ser armazenados em pargas, com execução de sementeira de leguminosas para garantir o arejamento e manutenção das suas características físico-químicas

Projeto das Medidas de Manutenção, Recuperação e Reposição dos Solos

Terreno para construção da Central Solar Fotovoltaica Híbrida de Angústias, Horta

Fase	Medidas
Exploração	Monitorizar periodicamente as condições de drenagem da área do projeto e, sempre que necessário, efetuar correções, com vista a minimizar a perda de solos
Desativação	Otimizar os circuitos de circulação para desativação de arruamentos e estruturas, bem como para remoção dos painéis solares e vedação Retificar a morfologia do terreno, com vista à reposição de solos nas zonas desativadas.
	Proceder à manutenção e revisão regular e periódica de todos os veículos e equipamento afetos à obra.
Todas as fases	O armazenamento de materiais, resíduos e substâncias perigosas no estaleiro deverá efetuar-se em zonas próprias, devidamente identificadas e impermeabilizadas e se necessário, face ao produto armazenado, dotado de bacia de retenção.

6 Considerações Finais

O presente relatório técnico teve como objetivo analisar projeto de construção de uma central solar fotovoltaica híbrida, a qual se enquadra na sua quase totalidade em área da Reserva Agrícola Regional, identificando os seus previsíveis impactes ao nível dos solos, propondo um conjunto de medidas mitigadoras.

Embora a área do projeto incida sobre 108 034 m² (66% dos quais em RAR) considera-se que a magnitude dos impactes seja maior nas zonas de arruamentos internos, estacionamento e instalação de estruturas (7,27 % da área total), uma vez que os trabalhos previstos para estas zonas implicam movimentação de terras.

Considera-se que o volume de solos a movimentar, embora seja significativo (cerca de 1 570 m³), deva ser mantido na área do projeto ao longo de todas as fases previstas, na perspetiva da sua conservação. De realçar que todo o volume de depósitos pomíticos deve ser utilizado para aterro ou vazadouro.

A intervenção mínima em termos da morfologia da área a intervençinar, quer ao nível da movimentação de solos, quer ao nível das estruturas a implantar ao nível do solo, assume-se como fundamental para assegurar as condições topográficas e hidrológicas compatíveis com as originais do terreno.

Embora não impliquem movimentação de solos, considera-se que a aplicação de estacas helicoidais e encastre dos painéis, bem como para a construção da vedação, representem impactes de menor magnitude, incidindo, no entanto, sobre uma área de intervenção mais vasta, a minimizar através da otimização dos respetivos circuitos.

Considera-se ainda que a implementação das práticas agrovoltáicas propostas se assumem fundamentais para a manutenção de atividade agrícola em grande parte do terreno, bem como para manutenção da componente biológica dos solos ao longo da fase de exploração do projeto.

Na fase de desativação, as ações de restauro do solo garantirão a recuperação das características originais do terreno, devolvendo a sua capacidade plena para uso agrícola, permitindo o regresso de atividades de cultivo sem impactes permanentes à fertilidade ou ao substrato biológico.

A equipa responsável pelo presente projeto considera que as medidas propostas, ao serem asseguradas em projeto de execução e/ou especialidades, contribuirão para a preservação do solo, sem prejuízo da capacidade produtiva da central a instalar, disponibilizando-se, no entanto, para avaliação de qualquer apreciação técnica que a IROA venha a formular.

7 Bibliografia

- CARMO, R.L., 2013. *Estudos de neotectónica na ilha de S. Miguel, uma contribuição para o estudo do risco sísmico no arquipélago dos Açores*. Tese de doutoramento em Geologia, especialidade em Vulcanologia. Universidade dos Açores, 307p.
- COUTINHO, R., PIMENTEL, A., PACHECO, J., 2008. Na Rota dos Vulcões- Guia Geológico da Ilha do Faial.
- FORJAZ, V.H., NUNES, J.C., GUEDES, J.H.C. e OLIVEIRA, C.S., 2001. Classificação Geotécnica dos Solos Vulcânicos dos Açores: Uma Proposta. In: Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica (Ed.), *Actas do II Simpósio de Meteorologia e Geofísica – Comunicações de Geofísica*. Évora; 76-81.
- FERREIRA, T., 2000. *Caracterização da Actividade Vulcânica da Ilha de S. Miguel (Açores): Vulcanismo Basáltico Recent e Zonas de Desgaseificação. Avaliação de riscos*. Tese de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade de Vulcanologia. Universidade dos Açores, Ponta Delgada. 248 pp.
- FRANÇA, Z., CRUZ, J.V., NUNES, J.C., FORJAZ, V.H. e BORGES, P., 2003. Geologia dos Açores: Uma Perspectiva Actual. *Açoreana*. 10: 11-140.
- HIPÓLITO, A., 2009. *Geologia estrutural da ilha Graciosa – Enquadramento no âmbito da geodinâmica da junção tripla dos Açores*. Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Universidade dos Açores, 155 pp.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (IGeoE), 2002. Carta Militar de Portugal, Vila Franca do Campo (S. Miguel - Açores), Folha 33, Escala 1:25 000, Série M889. Edição 2. Lisboa.
- MADEIRA, J. (1998) - Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores.
- MEDEIROS, A., 2009. *Base de dados para a divulgação da Geologia dos Açores*. Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores, 207p.
- MOORE, R.B., 1991. Geologic Map of São Miguel, Azores. Escala 1:50 000. In: Miscellaneous Investigation Series. U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey (Ed.).
- NEVES, S., BORGES, J., CASACÃO, J., CALDEIRA, B., BEZZEGHOUD, M., 2014. Caracterização da estrutura sub-superficial da ilha do Faial (Açores)
- NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos.
- PACHECO, J.M. (2001) - Processos associados ao desenvolvimento de erupções vulcânicas hidromagmáticas explosivas na ilha do Faial e a sua interpretação numa perspectiva de avaliação do hazard e minimização do risco.
- PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS AÇORES 2022-2027 (PGRH-AÇORES), 2021. Relatório Técnico. Caracterização e Diagnóstico da Situação de Referência, Volume 2 – São Miguel. Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas – Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. Ponta Delgada, dezembro de 2021. 588 pp.
- PLANO DE GESTÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÕES DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES 2022-2027 (PGRIA), 2022. Volume 2_Atualização e Alteração da Caracterização e Diagnóstico (Fase III). Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas – Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. Ponta Delgada, novembro de 2022. 273 pp.

PLANO REGIONAL DA ÁGUA (PRA), 2001. Relatório técnico. Versão para consulta pública. Secretaria Regional do Ambiente, Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. 414 pp.

SILVEIRA, D., 2002. *Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico*. Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores, 149p.

SERRALHEIRO, A., MATOS ALVES, C.A., FORJAZ, V.H. e RODRIGUES, B. (1989) - Carta Vulcanológica dos Açores - ilha do Faial à escala 1:15000.

WALKER, G.P.L. & CROASDALE, R., 1971. Two Plinian-type eruptions in the Azores. *Journal of the Geological Society of London*. 127: 17-55.

WALLENSTEIN, N.M.B.A., 1999. Estudo da História Eruptiva Recente e do Comportamento Eruptivo do Vulcão do Fogo (S. Miguel, Açores). Avaliação Preliminar do Hazard. Tese de doutoramento no ramo de Geologia, especialidade de Vulcanologia. Universidade dos Açores. 266 pp.

ZBYSZEWSKI, G., 1961. Étude géologique de l'île de S. Miguel (Açores). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. 45: 5-79.

ZBYSZEWSKI, G., MEDEIROS, A.C., ALMEIDA, F.M. & FERREIRA, O.V., 1958. Carta Geológica de Portugal. Folha B - São Miguel (Açores). Escala 1:50.000. Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos.

ZBYSZEWSKI, G. e VEIGA FERREIRA, O. (1959) - Le volcanisme de l'île Fayal et l'éruption du volcan Capelinhos: rapport de la deuxième mission géologique.

AGÊNCIA ESTATAL DE METEOROLOGIA DE ESPANHA (AEMet) & INSTITUTO DE METEOROLOGIA DE PORTUGAL (IM), 2011.

Atlas Climático dos Arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores – Temperatura do Ar e Precipitação (1971-2000). 78 pp.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA), 2011. Mapas Municipais de Ruído – Modelo e Formato de Dados.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2023. Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído. Método CNOSSOS-EU – versão 2.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2010. Nota Técnica para Avaliação do Descritor Ruído em AIA.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2009. Critérios para Análise de Relações Exposição – Impacte do Ruído de Infraestruturas de Transporte – CAPS – IST.

AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Fifth Edition, US Environmental Protection Agency.

BERANEK, L.L., 1971. Noise and Vibration Control. McGraw-Hill Book Company, New York.

BORGES, P.A.V., CARDOSO, P., CUNHA, R., GABRIEL, R., GONÇALVES, V., HORTAL, J., MARTINS, A.F., MELO, I., RODRIGUES, P., SANTOS, A.M.C., SILVA, L., TRIANTIS, K.A., VIEIRA, P. & VIEIRA, V., 2011. Macroecological patterns of species distribution, composition and richness of the Azorean terrestrial biota. *Ecología* 1, 22-35.

BORGES, P.A.V., COSTA, A., CUNHA, R., GABRIEL, R., GONÇALVES, V., MARTINS, A.F., MELO, I., PARENTE, M., RAPOSEIRO, P., RODRIGUES, P., SANTOS, R.S., SILVA, L., VIEIRA, P. & VIEIRA, V., 2010. *Listagem dos Organismos Terrestres e Marinhos dos Açores*. Princípia Editora, Lda. 429 pp.

CARMO, R., 2013. Estudos de Neotectónica na ilha de S. Miguel, uma contribuição para o estudo do risco sísmico no arquipélago dos Açores. Tese de doutoramento no ramo de Geologia especialidade de Vulcanologia. Universidade dos Açores. 307 pp.

CARTA DE OCUPAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES 2018 (COS.A/2018). Secretaria Regional da Energia, Ambiente e Turismo – Direção Regional do Ambiente.

CARVALHO, A.P. & ROCHA, C., 2008. Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído. Ed. Agência Portuguesa do Ambiente. 255 pp.

CETUR, 1980. *Guide de bruit des transports terrestres – Prévision des niveaux sonores*.

DE LA FUENTE DE VAL, G., ATAURI, J.A. & DE LUCIO, J.V., 2006. Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices: A test study in Mediterranean-climate landscapes. *Landscape and Urban Planning* 77: 393-407.

DOMINGOS, D.J.J., PINTO, M.F. & PONTES, M.T., 1980. Ocorrência média anual no território português das classes de estabilidade atmosférica Pasquill-Gifford. *Revista de Engenharia Técnica* 460: 27-41.

FORJAZ, V.H., NUNES, J.C., GUEDES, J.H. & OLIVEIRA, C.S., 2001. Classificação geotécnica dos solos vulcânicos dos Açores: uma proposta. In: Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica - Comunicações de Geofísica. Évora; 76-81.

HARRIS, C.M., 1997. Manual de medidas acústicas y control del ruido. Ed. McGraw-Hill, 3.ª ed.

INSTITUTO DO AMBIENTE, 2001. Recomendações para a seleção de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros.

INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (IGeoE), 2001. Carta Militar de Portugal, Ponta Delgada (S. Miguel - Açores), Folha 32, Escala 1:25 000, Série M889. Edição 2. Lisboa.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE), 2012. Censos 2011. Resultados Definitivos – Região Autónoma dos Açores. Lisboa – Portugal.

IUCN, 2021-1. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acedido em abril de 2021.

MARTINS DA SILVA, P. 1975. Ruído de tráfego rodoviário. Informação Técnica de Edifícios n.º 7. LNEC. Lisboa.

MOORE, R.B., 1991. Geologic Map of São Miguel, Azores. Esc. 1:50 000. In: Miscellaneous Investigation Series. U. S. Department of the Interior, U. S. Geological Survey (Ed.).

NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), publicado no "Arrêté du 5 Mai. 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 MAI 1995, article 6".

PIMENTA, L., BELTRÃO, N.E., GEMAQUE, A.M. & TAVARES, P., 2018. Processo Analítico Hierárquico (AHP) em ambiente SIG: temáticas e aplicações voltadas à tomada de decisão utilizando critérios espaciais. Interações (Campo Grande) vol. 20 n.º 2 Campo Grande Apr./June 2019 Epub Aug 08, 2019.

PIRES, P.S., 1993. Avaliação da Qualidade Visual da Paisagem na Região Carbonífera de Criciúma -SC, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS AÇORES 2022-2027 (PGRH-AÇORES), 2021. Relatório Técnico. Caracterização e Diagnóstico da Situação de Referência, Volume 7 – Faial. Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas – Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos. Ponta Delgada, dezembro de 2021. 275 pp.

QUEIROZ, M.G.P.S., 1997. *Vulcão das Sete Cidades /S. Miguel, Açores. História Eruptiva e Avaliação do Hazard*. Tese de Doutoramento no Ramo de Geologia especialidade de Vulcanologia, Universidade dos Açores, 226 pp.

RAMOS, A., 2012. Cartografia de suscetibilidade a deslizamentos e unidades territoriais de risco à escala regional: o caso da região da Figueira da Foz - Nazaré. Cadernos de Geografia – Universidade de Coimbra.

RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR DOS AÇORES (ROA) 2020. Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas. Julho de 2021.

RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR DOS AÇORES (ROA) 2021. Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas. Setembro de 2022.

RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR DOS AÇORES (ROA) 2022. Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas. Dezembro de 2023.

RICARDO, R., MADEIRA, M., MEDINA, J., MARQUES, M & FURTADO, A., 1977. Esboço pedológico da Ilha de São Miguel (Açores). Anais do Instituto Superior de Agronomia, XXXVII: 275-385.

RODRIGUES, P. & MICHELSEN, G., 2010. *Observação de Aves nos Açores*. Editora Artes & Letras. 164 pp.

SAATY, T.L.; 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

SAMPAIO, J., PINHEIRO, J. & MADRUGA, J., 1986. Reserva Agrícola Regional – Classes de Capacidade de Usos do Solo. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

SAMPAIO, J., PINHEIRO, J. & MADRUGA, J., 1987. Carta de Capacidade de Uso do Solo da Ilha de S. Miguel – Açores. Escala 1: 50 000. Universidade dos Açores.

SANTOS, H., 2001. Identificação e Caracterização de Unidades de Paisagem com base na Análise de Clusters – Estudo de Caso do Concelho de Tavira, Universidade de Évora, Évora.

SCHÄFER, H., 2005. Flora of the Azores: A Field Guide. Second enlarged edition. Margraf Publishers, Weikersheim.

SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR/DIREÇÃO REGIONAL DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E RECURSOS HÍDRICOS (SRAM/DROTRH), 2005. Livro das Paisagens dos Açores. Contributos para a identificação e caracterização das paisagens dos Açores, Ponta Delgada.

SERVIÇO REGIONAL DE ESTATÍSTICA DOS AÇORES (SREA), 2022a. CENSOS 2021 – Principais Resultados Definitivos. Região Autónoma dos Açores. Novembro de 2022. Disponível em <https://srea.azores.gov.pt/Conteudos/Media/file.aspx?id=11060>.

SERVIÇO REGIONAL DE ESTATÍSTICA DOS AÇORES (SREA), 2022. Anuário Estatístico. Região Autónoma dos Açores 2020. Ed. Serviço Regional de Estatística dos Açores. Disponível em [SREA \(azores.gov.pt\)](#).

SERVIÇO REGIONAL DE ESTATÍSTICA DOS AÇORES (SREA). Inquérito ao Emprego. 1.º trimestre de 2021. *In:* <https://srea.azores.gov.pt/upl/%7B900fa022-1f2d-454a-9c28-d3831c9ad752%7D.pdf> (consultado a 12/05/2021)

SERVIÇO REGIONAL DE ESTATÍSTICA DOS AÇORES (SREA). Estatísticas do Emprego. Região Autónoma dos Açores. 4.º Trimestre 2023. *In:* <https://srea.azores.gov.pt/Conteudos/Media/file.aspx?id=11347> (última consulta a 06/03/2024).

SILVA, L., OJEDA LAND, E. & RODRÍGUEZ LUENGO, J.L., (EDS.), 2008. *Flora e Fauna Terrestre Invasora na macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. ARENA, Ponta Delgada, 546 pp.

SILVEIRA, D., 2002. Caracterização da Sismicidade Histórica da Ilha de S. Miguel com Base na Reinterpretação de Dados de Macrossímica: Contribuição para a Avaliação do Risco Sísmico. Tese de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores, Ponta Delgada. 149 pp.

THANH, LN. & De SMEDT, F., 2012. Application of an analytical hierarchical process approach for landslide susceptibility mapping in A Luoi district, Thua Thien Hue Province, Vietnam. Environ Earth Sci 66:1739–1752.

TRIANTIS, K.A., BORGES, P.A.V., HORTAL, J. & WHITTAKER, R.J., 2010. *The Macaronesian Archipelago: patterns of species richness and endemism of arthropods*. Capítulo 3, 49-71.

WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL NOISE (WG-AEN), 2006. Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. 2.ª ed.

ZBYSZEWSKI, G., 1961. Étude géologique de l'Île de S. Miguel (Açores). Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal. 45: 5-79.

ZÉZERE, J.L., 2005. Dinâmica de Vertentes e Riscos Geomorfológicos; Centro de Estudos Geográficos Área de Geografia Física e Ambiente, Relatório 41.

AÇORGEÓ, 2023. Estudo Geológico E Geotécnico De Terreno Em Ponta Delgada. Memória Descritiva e Justificativa. 56 pp.