

**Estudo da vulnerabilidade dos depósitos de materiais de escavação e
de construção (aterros) no concelho do Funchal: inventariação,
cartografia e caracterização**

Duarte Nuno Gouveia Araújo

Dissertação de Mestrado em

Gestão do Território – Planeamento e Ordenamento do Território

Abril de 2013

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território - Planeamento e Ordenamento do Território, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria José Roxo (Professora Associada do Departamento de Geografia e Planeamento Regional da FCSHUNL) e co-orientação do Doutor Engenheiro João Baptista Pereira Silva (Membro Investigador da Unidade de Investigação GEOBIOTEC, Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Universidade de Aveiro)

“Não sou nada, não posso ser nada.

À parte disso tenho em mim todos os sonhos do mundo.”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Mesmo tendo noção da exiguidade do meu ser e do meu saber na grandiosidade do conhecimento, alimento em mim o desejo de ser e saber mais. Assim os meus agradecimentos vão para aqueles que, de alguma forma, me ajudaram nesta dissertação de mestrado aos quais estou profundamente reconhecido, pelo que quero aqui expressar os meus agradecimentos:

À Professora Doutora Maria José Roxo pela orientação e forma cordial como sempre acompanhou e se dedicou a esta dissertação;

Ao Doutor Engenheiro João Baptista Pereira Silva pela orientação, que extravasou largamente o campo científico, ao qual exprimo o meu apreço pela motivação, orientação, interesse e amizade demonstrada;

À Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais (SRA), nas pessoas do Exmo. Sr. Secretário Regional, Dr. Manuel António Correia, do seu Chefe do Gabinete, Eng.º Miguel Branco e do Diretor de Serviços de Ordenamento do Território (DSOT) da Direção Regional de Ordenamento do Território e Ambiente (DROTA), Arquitecto Paulo Silva, pela cedência e acesso à informação sobre aterros detida por este organismo do Governo Regional da Madeira e pelo facto de me ter sido concedido, enquanto funcionário desta Secretaria, o estatuto de equiparado a bolseiro, estatuto este que em termos profissionais facilitou muito a realização deste trabalho técnico, científico e académico;

À ex-Direção Regional de Informação Geográfica e Ordenamento do Território (DRIGOT), nas pessoas da sua ex-Diretora Regional, Dra. Maria João Neves, do Mestre Luís Antunes e do Dr. Duarte Costa pela cedência dos suportes cartográficos e ortofotomapas, base do Sistema de Informação Geográfica que está na génese desta dissertação, e por todo o apoio prestado na troca de informação e conhecimentos;

À Câmara Municipal do Funchal (CMF) nas pessoas do seu ex-Vice-presidente, Dr. Bruno Pereira, do vereador com o pelouro do urbanismo, Eng.º João Rodrigues e da responsável pelo Gabinete de Informação Geográfica (GIG), Dra. Raquel Brazão Lopes pela cedência e autorização de utilização nesta dissertação de dados e cartografia produzida no âmbito do Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Concelho do Funchal, assim como outros suportes cartográficos do concelho detidos pelo município;

À Intergraph Portugal, na pessoa do Eng.º João Pereira Santos, *Senior Sales Account Manager*, pela cedência, a título gracioso, da licença de utilização do software de Sistemas de Informação Geográfica, GeoMedia Professional 6.1;

Ao Doutor Romeu Vieira pela partilha de conhecimentos e apoio na elaboração de cartografia na área dos riscos geológicos associados à erosão costeira - recuo e instabilidade de arribas;

Um agradecimento especial ao Mestre Luís Antunes pelo apoio prestado na elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT);

Ao Mestre Uriel Abreu pela partilha e troca de conhecimentos e informação;

Ao Sr. João Henriques das empresas Santos & Jesus, Lda. e Irmãos Abreu Henriques, Lda. pela preciosa informação prestada relativa à localização dos antigos aterros dispersos pelo concelho do Funchal;

Ao Sr. Juvenal de Abreu, proprietário da exploração agrícola com cerca de 9 mil m² que confina a poente com o antigo aterro da Montanha, pela ajuda na delimitação deste antigo vazadouro;

Ao Sr. Francisco Pinto, presidente do Clube de Tiro e Caça da Madeira, pelos esclarecimentos prestados acerca do aterro onde se encontra implantado o clube;

Ao Sr. Cónego João Francisco Dias, pároco da Igreja de São Martinho e ao Sr. Jaime Rodrigues, morador no pico de São Martinho há cerca de 40 anos, que me transmitiram o conhecimento que têm do local, ajudando na delimitação do antigo aterro ali existente;

Ao Sr. José António, levadeiro da zona do Monte e Livramento pela ajuda na delimitação e identificação do aterro do Sr. Saúl e da linha de água que atravessa a sua propriedade e posteriormente o aterro, a jusante deste;

À Associação Insular de Geografia (AIG), nas pessoas dos seus dirigentes, pela oportunidade criada na Região Autónoma da Madeira (RAM) de se concretizar esta parceria com a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH) da Universidade Nova de Lisboa (UNL), possibilitando a cerca de vinte colegas geógrafos a oportunidade de desenvolverem os seus estudos e conhecimentos, através da elaboração das suas dissertações de mestrado;

Ao Diário de Notícias da Madeira, nas pessoas do seu administrador, Dr. José Câmara e da sua repórter fotográfica, Teresa Gonçalves, pela cedência das fotografias aéreas captadas na orla costeira do Funchal, num voo realizado em janeiro de 2013;

À Print-Color - Artes Gráficas e Publicidade, Unipessoal, Lda. pelo apoio prestado e pelo trabalho feito na impressão e encadernação da presente dissertação, nos seus formatos papel e digital;

Manifesto o meu agradecimento a todos os amigos e colegas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação;

Aos meus pais, irmãos e restante família pela compreensão e o apoio dispensados desde sempre.

Por último, mas não menos importante, uma palavra muito especial de profunda gratidão à minha esposa Ângela e aos meus filhos Salvador e Alice pelo amor, constante companhia, compreensão pela minha ausência nos momentos familiares em que não pude estar presente, motivação e incentivo sempre demonstrados.

Duarte Araújo

ESTUDO DA VULNERABILIDADE DOS DEPÓSITOS DE MATERIAIS DE ESCAVAÇÃO E DE CONSTRUÇÃO (ATERROS) NO CONCELHO DO FUNCHAL: INVENTARIAÇÃO, CARTOGRAFIA E CARATERIZAÇÃO

Duarte Nuno Gouveia Araújo

RESUMO

O conhecimento do território, nomeadamente dos elementos que neste podem oferecer riscos, é um fator fundamental no âmbito das atividades do planeamento e do ordenamento do território, contribuindo para uma gestão equilibrada da atividade humana sobre o meio envolvente, ao prevenir ou minimizar situações de perigo e atenuar os seus efeitos.

Tendo por “cenário de atuação” o concelho do Funchal, de orografia extremamente vigorosa, caracterizada por profundos e extensos vales encaixados, sujeito a condições climáticas muito particulares e com um passado marcado por episódios catastróficos provocados por movimentos de massa, fluxos hiperconcentrados e pelas águas torrenciais das ribeiras, o território foi sendo ocupado pelo homem insular ao longo de quase seis séculos.

Sendo o solo apto à fixação humana tão escasso e valioso, nas últimas décadas foram colocados/despejados elevados volumes de materiais de escavação e de construção em locais “menos adequados”, dando origem a grandes e espessos depósitos. Tudo indica ter sido um antigo depósito de materiais de escavação e de construção, sem licenciamento, que esteve na origem de uma das situações mais dramáticas ocorridas na aluvião de 20 de Fevereiro de 2010.

A escolha do tema desta dissertação de mestrado surgiu do facto de se ter constatado, aquando dos trabalhos de elaboração do Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Funchal, do qual fiz parte enquanto membro da equipa técnica que o elaborou, a falta de estudos, documentos ou outros elementos que caracterizassem os antigos e atuais depósitos de materiais de escavação e de construção no concelho do Funchal. Pareceu-nos um tema original, oportuno e de extrema utilidade, face à problemática atual da gestão do território, no que diz respeito a esta matéria.

Foi objetivo da presente tese de dissertação fornecer às entidades regionais um documento onde conste o inventário, cartografia e caracterização dos principais depósitos de materiais de escavação e de construção (aterros), distribuídos aleatoriamente por todo o concelho do Funchal, contribuindo para um melhor conhecimento da suscetibilidade destes poderem vir a conferir algum grau de vulnerabilidade à população, às infraestruturas e aos ecossistemas.

As investigações realizadas permitiram estabelecer os níveis de vulnerabilidade, de perigosidade e de risco dos vinte e dois principais aterros de média e grande dimensão no concelho do Funchal. Pretende-se que os resultados obtidos e os elementos de suporte apresentados sirvam de base à decisão, promovendo a tomada de medidas sobre a localização, monitorização e manutenção dos antigos e atuais aterros, reduzindo o grau de risco para a população, os bens e o ambiente.

Conhecer a vulnerabilidade do território para enfatizar a prevenção e a mitigação do risco é a melhor forma de atuação num cenário que tem bem vivas e registadas no seu passado, histórias que não se quer que voltem novamente a acontecer.

PALAVRAS-CHAVE: depósitos, aterros, materiais, inventariação, cartografia, território, população, infraestruturas, planeamento, ordenamento, riscos, vulnerabilidade, decisão, prevenção, mitigação.

STUDY OF THE VULNERABILITY OF DEPOSITS OF EXCAVATION AND CONSTRUCTION MATERIALS (LANDFILL) IN THE MUNICIPALITY OF FUNCHAL: INVENTORY, MAPPING AND CHARACTERIZATION.

Duarte Nuno Gouveia Araújo

ABSTRACT

The knowledge of the territory, including the elements that can offer risk is a key factor in the activities of planning and land management, contributing to a balanced management of human activity on the environment, to prevent or minimize risk situations and mitigate its effects.

Having as "scenario of action" the city of Funchal, the terrain extremely vigorous, carved by deep and long valleys, subject to very specific climatic conditions and with a past marked by episodes caused by mass movements and by the torrential waters streams, the territory was being occupied by humans over five and a half centuries.

Since the soil fit for human settlement is so scarce and valuable, in recent decades have been placed / dumped large volumes of materials, excavation and construction sites in "less suitable places", giving origin to large and thick deposits. Everything indicates it was an unlicensed former landfill that has led to one of the most dramatic situations that occurred in the alluvium of the 20th of February 2010.

The theme of this dissertation arose from the fact that we have found, during the work of drafting the Municipal Emergency Plan for Civil Protection of Funchal, which I took part as a member of the technical team that developed, documents or other elements that characterize the old and current deposits of materials excavation and construction in the municipality of Funchal. It seemed to me an original, timely and extremely useful, in the face of current problems of territory management, in respect to this matter.

It was the aim of this thesis dissertation provide regional entities with a document stating the inventory, mapping and characterization of main deposits of materials excavation and construction (landfills), randomly distributed throughout the

municipality of Funchal, contributing to a better understanding of the susceptibility of these may come to confer some degree of vulnerability to population, infrastructure and ecosystems.

The investigations performed here allowed establishing the levels of vulnerability, hazard and risk of the twenty two main medium and large dimension landfills in municipality of Funchal. It is intended that the results and the support elements presented here as a basis for decision, promoting measures to be taken regarding the location, monitoring and maintenance of current and former landfills, reducing the degree of risk to population, property and the environment.

Knowing the vulnerability of the territory to emphasize prevention and risk mitigation is the best course to work in a setting that is well present registered on their past, stories that we do not want that to happen never again.

KEYWORDS: deposits, landfills, materials, inventory, mapping, territory, population, infrastructure, planning, ordering, risk, vulnerability, decision, prevention, mitigation.

ÍNDICE GERAL

| | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO I | - INTRODUÇÃO | 1 |
| CAPÍTULO II | - ÁREA DE ESTUDO..... | 5 |
| II.1. | - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA..... | 5 |
| II.2. | - CARATERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 8 |
| II.2.1. | - CLIMA | 8 |
| II.2.2. | - GEOLOGIA..... | 12 |
| II.2.3. | - GEOMORFOLOGIA..... | 18 |
| II.2.4. | - HIDROGRAFIA..... | 27 |
| II.2.4.1. | - BREVE ANÁLISE QUANTITATIVA DAS BACIAS DE DRENAGEM | 30 |
| II.2.4.1.1. | - PROPRIEDADES LINEARES | 30 |
| II.2.4.1.2. | - PROPRIEDADES SUPERFICIAIS | 31 |
| II.2.4.1.3. | - PROPRIEDADES DO RELEVO | 32 |
| II.2.5. | - HIDROGEOLOGIA..... | 34 |
| II.3. | - NOTAS HISTÓRICAS | 36 |
| II.3.1. | - ASPETOS SOCIOECONÓMICOS | 40 |
| II.4. | - EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO..... | 44 |
| CAPÍTULO III | - A PROBLEMÁTICA..... | 49 |
| III.1. | - OS DEPÓSITOS DE MATERIAIS DE ESCAVAÇÃO E DE CONSTRUÇÃO | 49 |
| III.1.1. | - LEGISLAÇÃO | 49 |

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------|----|
| III.1.2. | - ASPETOS GERAIS..... | 55 |
| III.1.3. | - METODOLOGIA..... | 59 |
| III.1.4. | - INVENTARIAÇÃO, CARTOGRAFIA E CARATERIZAÇÃO | 64 |
| III.1.4.1. | - ATERRO DA CANCELA..... | 69 |
| III.1.4.2. | - ATERRO DA MONTANHA..... | 70 |
| III.1.4.3. | - ATERRO DO ESTÁDIO DA MADEIRA | 71 |
| III.1.4.4. | - ATERRO DA CHROUPANA | 72 |
| III.1.4.5. | - ATERRO DAS CARREIRAS | 73 |
| III.1.4.6. | - ATERRO DA HERDADE DA ACHADA GRANDE..... | 74 |
| III.1.4.7. | - ATERRO DAS BABOSAS..... | 75 |
| III.1.4.8. | - ATERRO DO SR. SAÚL..... | 76 |
| III.1.4.9. | - ATERRO DA TECNOVIA | 77 |
| III.1.4.10. | - ATERRO DO MONTADO DO COELHO | 78 |
| III.1.4.11. | - ATERRO MARÍTIMO DA AVENIDA DO MAR..... | 79 |
| III.1.4.12. | - ATERRO DA FUNDOA DE BAIXO | 80 |
| III.1.4.13. | - ATERRO DA FUNDOA I (TERRACON)..... | 81 |
| III.1.4.14. | - ATERRO DA FUNDOA II..... | 82 |
| III.1.4.15. | - ATERRO DA FUNDOA III..... | 83 |
| III.1.4.16. | - ATERRO DA BRIMADE..... | 84 |
| • | (CÉLULAS I E II)..... | 85 |
| • | (CÉLULAS III E IV) | 86 |
| • | (CÉLULA V)..... | 87 |

| | | |
|--------------------|------------------------------------------------------|------------|
| III.1.4.17. | - ATERRO DA RIBEIRA DA LAPA | 88 |
| III.1.4.18. | - ATERRO DA ESTRELA | 89 |
| III.1.4.19. | - ATERRO DO PICO DA CRUZ | 90 |
| III.1.4.20. | - ATERRO DO PICO DE SÃO MARTINHO | 91 |
| III.1.4.21. | - ATERRO DO PAPAGAIO VERDE..... | 92 |
| III.1.4.22. | - ATERRO JUNTO À FOZ DA RIBEIRA DOS SOCORRIDOS | 93 |
| III.2. | - AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DOS DEPÓSITOS | 94 |
| III.2.1. | - ASPETOS GERAIS | 94 |
| III.2.2. | - OCORRÊNCIAS – DADOS HISTÓRICOS | 94 |
| III.2.2.1. | - O 20 DE FEVEREIRO DE 2010..... | 95 |
| III.2.3. | - OS FATORES DE RISCO..... | 98 |
| CAPÍTULO IV | - CASOS DE ESTUDO..... | 101 |
| IV.1. | - ASPETOS GERAIS | 101 |
| IV.2. | - PROSPEÇÃO GEOFÍSICA..... | 105 |
| IV.2.1. | - SÍSMICA DE REFRAÇÃO | 105 |
| IV.2.2. | - PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS..... | 107 |
| IV.3. | - PROSPEÇÃO GEOMECÂNICA | 108 |
| IV.3.1. | - SONDAGENS MECÂNICAS | 108 |
| IV.3.2. | - PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS..... | 109 |
| IV.4. | - RESULTADOS OBTIDOS..... | 110 |
| IV.4.1. | - ATERRO DA CANCELA..... | 111 |
| IV.4.2. | - ATERRO DA MONTANHA..... | 119 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| IV.4.3. - ATERRO DO SR. SAÚL | 123 |
| IV.4.4. - ATERRO DA BRIMADE..... | 125 |
| CAPÍTULO V - SUGESTÕES..... | 133 |
| V.1. - RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DOS RISCOS NOS ATERROS ESTUDADOS..... | 133 |
| CAPÍTULO VI - NOTAS FINAIS | 139 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 144 |
| SITES | 149 |
| MAPAS | 150 |
| APOIOS | 151 |
| ANEXO I | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura I.1 - Capítulos que compõem a estrutura da dissertação..... | 2 |
| Figura I.2 - Cicatriz de deslizamento do depósito de materiais de escavação e desmonte de rocha, que foi colocado na margem direita do curso superior da Ribeira de Santa Luzia, no sítio da Fundoa de Cima | 3 |
| Figura II.1 - Localização do arquipélago da Madeira no Oceano Atlântico | 5 |
| Figura II.2 - Divisão Administrativa (Concelhos) da ilha da Madeira..... | 6 |
| Figura II.3 - Divisão Administrativa (Freguesias) do Concelho do Funchal | 7 |
| Figura II.4 - Perspetiva marítima do “anfiteatro” do Funchal..... | 7 |
| Figura II.5 - Distribuição da temperatura média diária do ar na ilha da Madeira..... | 8 |
| Figura II.6 - Distribuição da precipitação média anual na ilha da Madeira | 9 |
| Figura II.7 - Esquema de formação de nuvens e nevoeiros orográficos na ilha da Madeira | 10 |
| Figura II.8 - Dissipação das nuvens e nevoeiros orográficos na transição da costa Norte para a costa Sul na área da Encumeada, a cerca de 1000 m de altitude..... | 10 |
| Figura II.9 - Linha de água, originada pelo somatório da precipitação direta com a precipitação oculta no interior da Floresta Laurissilva..... | 11 |
| Figura II.10 - Mapa batimétrico, montes submarinos e grupos de ilhas a Este do Atlântico Norte | 12 |
| Figura II.11 - Perfil Sul-Norte do vulcão-escudo da ilha da Madeira, visto a partir da Ponta de São Lourenço para oeste | 13 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura II.12 - Excerto da Carta Geológica da Ilha da Madeira (Silveira, A. <i>et al.</i> , 2010) em Sistemas de Informação Geográfica e onde estão representados os principais complexos e unidades geológicas do concelho do Funchal | 14 |
| Figura II.13 - Aspeto da disposição dos depósitos dos materiais piroclásticos e da densa rede filoneana que os atravessa no sector do Pico do Areeiro | 15 |
| Figura II.14 - Perspetiva sobre os materiais de origem torrencial que foram transportados, transbordados e depositados na Rua do Visconde Anadia, no curso inferior da Ribeira de João Gomes, Funchal, na aluvião de 20-02-2010 | 16 |
| Figura II.15 - Depósito de materiais fluviais desmontados na escavação do Edifício Santa Luzia, no Funchal | 17 |
| Figura II.16 - Unidades Geomorfológicas Regionais Clássicas da ilha da Madeira | 18 |
| Figuras II.17 a) e b) - Planalto do Paul da Serra e Maciço Vulcânico Central, duas das três grandes Unidades Geomorfológicas Regionais Clássicas da ilha da Madeira | 19 |
| Figura II.18 - Ponta de São Lourenço, situada no extremo nascente da ilha da Madeira..... | 20 |
| Figura II.19 - Localização dos canhões submarinos do Funchal e da Ponta de São Lourenço identificados por Giermann, G. (1967) na costa sul da ilha da Madeira | 21 |
| Figura II.20 - Esboço morfo estrutural sintético da ilha da Madeira apresentado por Silveira, A. <i>et al.</i> , (2010) onde se encontra representado o “Mega Deslizamento do Funchal” | 22 |
| Figura II.21 - Aspeto das arribas litorais rochosas na extremidade nascente do município do Funchal..... | 23 |
| Figura II.22 - Aspeto da morfologia costeira no sector poente do município do Funchal | 23 |
| Figura II.23 - Alinhamento NNO – SSE dos antigos cones vulcânico no sector poente do “anfiteatro” do Funchal | 24 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura II.24 - Alinhamento NNO – SSE dos vestígios de antigos cones vulcânicos no sector nascente do “anfiteatro” do Funchal | 24 |
| Figuras II.25 a), b), c) e d) - Diferentes classes de declives observadas no concelho do Funchal com referência às respetivas formas de ocupação do território | 25 |
| Figura II.26 - Ocupação do território nas zonas altas da freguesia de Santo António.. | 26 |
| Figura II.27 - Localização das bacias hidrográficas das cinco principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal com indicação da respetiva área em km ² | 27 |
| Figura II.28 - Perfis longitudinais, com as respetivas classes de declive, das principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal | 28 |
| Figura II.29 - Rede de drenagem segundo a hierarquização de Strahler das cinco principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal..... | 29 |
| Figura II.30 - Distribuição hipsométrica da área ocupada pelas bacias hidrográficas das cinco principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal..... | 33 |
| Figura II.31 - Modelo tridimensional com o encaixe e cota máxima das cinco principais ribeiras que atravessam os concelhos do Funchal e de Câmara de lobos | 33 |
| Figura II.32 - Modelo hidrogeológico conceptual para a ilha da Madeira apresentado por Prada, S. <i>et al.</i> , 2005 | 35 |
| Figura II.33 - Aspeto de uma das inúmeras levadas e cascatas de água existentes na ilha da Madeira | 35 |
| Figura II.34 - Planta antiga da cidade do Funchal datada de 1804 | 37 |
| Figura II.35 - Gravura que representa a vista de nascente para poente da cidade do Funchal..... | 38 |
| Figura II.36 - Distribuição da população (%) por freguesias no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011 | 40 |
| Figura II.37 - Distribuição da população (%) por grupos etários no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011 | 42 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura II.38 - Distribuição da população ativa (%) por sectores de atividade no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011 | 43 |
| Figura II.39 - Gravura da cidade do Funchal na segunda metade do Séc. XVII | 44 |
| Figura II.40 - Gravura da cidade do Funchal no Séc. XVIII | 45 |
| Figura II.41 - Evolução do crescimento da população ao longo do último século e meio na Região Autónoma da Madeira e no concelho do Funchal..... | 46 |
| Figura II.42 - Carta de ocupação do solo do concelho do Funchal (2007) simplificada | 47 |
| Figuras III.1 a), b), c) e d) - Aspeto de despejos clandestinos de vários tipos de materiais ocorridos ao longo dos anos em diversos locais do concelho do Funchal | 55 |
| Figura III.2 - Cartas no formato A0 e à escala 1/10000 onde foram esboçados os limites preliminares dos aterros nas recolhas orais e nas reuniões de campo | 60 |
| Figura III.3 - Pormenor do trabalho de digitalização dos aterros em ambiente GeoMedia Professional 6.1 | 61 |
| Figura III.4 - Pormenor de uma das saídas de campo onde se procedeu à recolha de novos elementos “in situ” e à validação da informação já digitalizada com recurso às cartas no formato A4 e com escala ajustada a cada um dos aterros identificados | 62 |
| Figura III.5 - Pormenor do trabalho realizado na criação dos Modelos Digitais do Terreno | 63 |
| Figura III.6 - Distribuição geográfica dos aterros no concelho do Funchal..... | 64 |
| Figura III.7 - Aterro da Cancela | 69 |
| Figura III.8 - Aterro da Montanha..... | 70 |
| Figura III.9 - Aterro do Estádio da Madeira..... | 71 |
| Figura III.10 - Aterro da Choupana..... | 72 |
| Figura III.11 - Aterro das Carreiras | 73 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura III.12 - Aterro da Herdade da Achada Grande | 74 |
| Figura III.13 - Aterro das Babosas..... | 75 |
| Figura III.14 - Aterro do Sr. Saúl..... | 76 |
| Figura III.15 - Aterro da Tecnovia..... | 77 |
| Figura III.16 - Aterro do Montado do Coelho | 78 |
| Figura III.17 - Aterro da Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses | 79 |
| Figura III.18 - Aterro da Fundoa de Baixo | 80 |
| Figura III.19 - Aterro da Fundoa I | 81 |
| Figura III.20 - Aterro da Fundoa II..... | 82 |
| Figura III.21 - Aterro da Fundoa III..... | 83 |
| Figura III.22 - Aterro da Brimade..... | 84 |
| Figura III.23 - Aterro da Brimade (Células I e II) | 85 |
| Figura III.24 - Aterro da Brimade (Células III e IV) | 86 |
| Figura III.25 - Aterro da Brimade (Célula V)..... | 87 |
| Figura III.26 - Aterro da Ribeira da Lapa | 88 |
| Figura III.27 - Aterro da Estrela..... | 89 |
| Figura III.28 - Aterro do Pico da Cruz..... | 90 |
| Figura III.29 - Aterro do Pico de São Martinho..... | 91 |
| Figura III.30 - Aterro do Papagaio Verde | 92 |
| Figura III.31 - Aterro junto à foz da Ribeira dos Socorridos | 93 |
| Figura III.32 - Hietograma (Pico do Areeiro) representando o dia 20 de Fevereiro de 2010 | 95 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura III.33 - Destruição causada por movimento de massa do “tipo barragem” seguido de rebentamento, ocorrido no ribeiro do Vale pelo suposto deslizamento de terras num aterro não licenciado na freguesia do Monte a 20 de Fevereiro de 2010..... | 96 |
| Figura III.34 - Cicatriz de deslizamento no aterro da Brimade, provocada pelo caudal elevado e erosivo da ribeira de Santa Luzia, aquando da aluvião de 20 de Fevereiro de 2010..... | 97 |
| Figura IV.1 - Mapa de localização da prospeção realizada nos aterros da Cancela e da Montanha e representação das cicatrizes de escorregamento e depósitos de sopé | 102 |
| Figura IV.2 - Mapa de localização da prospeção realizada nos aterros do Sr. Saúl e da Brimade | 103 |
| Figura IV.3 - Esquema de aquisição de dados (à esquerda) e pormenor dos equipamentos montados no campo (à direita)..... | 105 |
| Figura IV.4 - Sonda rotativa | 108 |
| Figura IV.5 - Amostrador de parede dupla | 108 |
| Figuras IV.6 a), b), c), d), e) e f) - Aspeto dos diferentes tipos de materiais depositados no aterro da Cancela..... | 111 |
| Figura IV.7 - Aspeto da parte frontal do aterro da Cancela onde são bem visíveis as cicatrizes de deslizamento que vão alimentando os depósitos de materiais no sopé da vertente (assinalados pelas linhas vermelhas)..... | 112 |
| Figuras IV.8 a), b), c), d), e) e f) - Evidencias da forte instabilidade da plataforma, zona envolvente e parte frontal do aterro da Cancela | 113 |
| Figuras IV.9 a), b) e c) - Aspeto da plataforma de aterro na base da pista de automodelismo e que colmatou por completo uma antiga linha de água (assinalado pela linha de cor vermelha)..... | 114 |
| Figura IV.10 - Futura sede e centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC) a jusante da plataforma de aterro que está na base da pista de automodelismo da Cancela | 114 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura IV.11 - Aspeto da obra de construção da sede e centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC). No Canto superior esquerdo (assinalado pela linha de cor vermelha) pode observar-se a plataforma de aterro que colmatou por completo a Ribeira das Árvores | 115 |
| Figura IV.12 - Áreas de ganho e perda de cota na sobreposição cartográfica de 1967 e 2004 | 115 |
| Figura IV.13 - Modelos tridimensionais do vale da Ribeira das Árvores (atualmente colmatado por uma espessa plataforma de aterro) com base na cartografia de 1967 e 2004 | 116 |
| Figura IV.14 - Pormenor da evolução da escarpa, com base na análise da cartografia de 1967 e 2004, onde se registam retrocessos (setas a vermelho) na ordem dos 20 a 30 metros..... | 117 |
| Figuras IV.15 a), b), c), d), e) e f) - Pormenor das diferentes camadas de materiais que compõem o aterro da Montanha | 120 |
| Figura IV.16 a), b), c), d), e) e f) - Diversos tipos de perturbações estruturais observadas em várias moradias, devido ao movimento de massa lento em curso na Urbanização da Montanha | 121 |
| Figura IV.17 a), b), c), d), e) e f) - Obras de reabilitação e recuperação de uma das moradias da Urbanização da Montanha após o colapso parcial do módulo frontal da moradia, ocorrido a 12 de Março de 2011 | 121 |
| Figura IV.18 - Corte de um perfil de aterro visível onde decorreram as obras de recuperação de uma moradia na Urbanização da Montanha | 122 |
| Figura IV.19 - Aspeto da parte frontal do aterro da Montanha onde é bem visível uma cicatriz de deslizamento e os depósitos de materiais no sopé da vertente (linhas vermelhas)..... | 122 |
| Figura IV.20 - Vista parcial do aterro onde se assinala com a linha azul o sentido da linha de água que foi colmatada e com a linha vermelha a canalização subterrânea de outra linha de água..... | 123 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura IV.21 - Aspeto parcial da região frontal do aterro do Sr. Saúl onde se pode observar parte da plataforma ocupada atualmente por um depósito de materiais de construção civil | 124 |
| Figura IV.22 - Perspetiva geral sobre as formações geológicas e a exploração do depósito na antiga frente de desmonte da pedreira | 126 |
| Figura IV.23 - Pormenor das formações geológicas, lávicas (tonalidade cinzenta) e piroclásticas (castanho avermelhado), na antiga frente de desmonte da pedreira..... | 126 |
| Figura IV.24 - Orientação da exploração do depósito mineral na antiga frente de desmonte da pedreira..... | 127 |
| Figura IV.25 - Rampa, zona de pré-stock e central de britagem da Brimade - Sociedade de Britas da Madeira | 127 |
| Figura IV.26 - Pormenor dos materiais finos ou lamas, provenientes da lavagem de agregados da Brimade | 127 |
| Figura IV.27 - Perspetiva sobre os atuais tanques de deposição de lamas da Brimade nas margens da Ribeira de Santa Luzia..... | 127 |
| Figura IV.28 - Conjunto de sulcos de erosão torrencial e escorregamento de materiais na vertente de um depósito de lamas..... | 128 |
| Figura IV.29 - Cicatriz de escorregamento de materiais de aterro, para o curso superior da ribeira de Santa Luzia..... | 128 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro II.1 - Comprimento dos troços principais e número de troços segundo a hierarquização de Strahler das cinco principais ribeiras do concelho do Funchal | 31 |
| Quadro II.2 - Área e perímetro das bacias hidrográficas das principais ribeiras do Funchal..... | 32 |
| Quadro II.3 - Distribuição da população (número de habitantes) por freguesias no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011 | 41 |
| Quadro II.4 - Distribuição da população (número de habitantes) por grupos etários no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011 | 42 |
| Quadro III.1 - Requisitos mínimos a que os aterros devem obedecer | 53 |
| Quadro III.2 - Distribuição do número de aterros por freguesias no concelho do Funchal..... | 65 |
| Quadro IV.1 - Quadro síntese dos locais onde foram realizados os perfis sísmicos (Ps) e as sondagens mecânicas (S) | 103 |
| Quadro IV.2 - Quadro resumo dos perfis sísmicos (Ps)..... | 106 |
| Quadro IV.3 - Quadro resumo das sondagens mecânicas (S)..... | 109 |
| Quadro IV.4 - Resultados obtidos nos perfis sísmicos e nas sondagens mecânicas com indicação da espessura média atingida e caracterização dos principais tipos litológicos atravessados | 110 |

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Em termos metodológicos, a presente dissertação divide-se em seis capítulos (**Figura I.1**). O primeiro diz respeito à introdução, onde é apresentada de forma sucinta a estrutura da dissertação e respetivos objetivos.

No segundo capítulo é apresentada a área de estudo, com referências à sua localização geográfica e à caracterização física do seu território, aludindo-se ainda a algumas notas históricas e à evolução da ocupação do território.

No terceiro capítulo é abordada a problemática da suscetibilidade dos depósitos de materiais de escavação e de construção neste concelho. Inicia-se este capítulo fazendo referência à legislação nacional e comunitária, seguindo-se a apresentação dos aspetos metodológicos e os procedimentos operacionais utilizados. Neste ponto foi feita a inventariação, em trabalho de campo, através da recolha oral junto de pessoas e empresários ligados ao sector das escavações e transporte deste tipo de materiais e outras com conhecimento de causa. Simultaneamente procedeu-se à recolha de muita informação referente à localização e forma de laboração de antigos aterros que funcionaram no concelho do Funchal. Paralelamente a esta fonte de informação, foi cedida pela Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, entidade com a responsabilidade de licenciamento e fiscalização desta atividade, a lista oficial e características de todos os aterros legalmente em laboração na ilha da Madeira. O passo seguinte passou pelos reconhecimentos de campo, com a recolha “in situ” de todos os elementos relevantes a este estudo e consequente elaboração de cartografia pormenorizada dos respetivos aterros. O trabalho de campo foi muitas vezes dificultado pela ausência de permissão de acesso ao perímetro dos locais, à dificuldade em chegar ao diálogo com os responsáveis e à falta de informações técnicas sobre a forma como foram implementados e geridos os depósitos, a maioria dos quais atualmente desativados e sem monitorização, sendo difícil perceber em alguns casos o seu estado comportamental. Maioritariamente de iniciativa privada, alguns destes espaços foram promovidos por entidades públicas, e poucos licenciados à luz da legislação então em vigor. No presente e oficialmente em laboração apenas se mantém um desses aterros. Ainda neste capítulo, procedeu-se à avaliação da sua vulnerabilidade focando os fatores de risco a que podem estar submetidos a população, as infraestruturas e o ambiente.

No quarto capítulo são apresentados quatro casos de estudo aplicados aos aterros da Cancela, da Montanha, do Sr. Saúl e da Brimade, tendo por base os trabalhos de prospeção geofísica e geomecânica desenvolvidos no âmbito do Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Município do Funchal, em que o autor da presente dissertação participou.

No quinto capítulo apresentam-se algumas recomendações para implementação de medidas de prevenção e mitigação dos riscos associados à instabilidade dos depósitos constituídos por materiais de escavação e de construção na área em estudo.

Por fim no sexto e último capítulo são apresentadas de forma resumida algumas reflexões sobre os resultados obtidos na presente dissertação de mestrado.

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAPÍTULO I Introdução | <ul style="list-style-type: none">•Estrutura•Objetivos |
| CAPÍTULO II Área de estudo | <ul style="list-style-type: none">•Localização geográfica•Caraterização física•Notas históricas•Evolução da ocupação do território |
| CAPÍTULO III A problemática | <ul style="list-style-type: none">•Legislação•Metodologia•Os depósitos de materiais•Avaliação da vulnerabilidade dos depósitos |
| CAPÍTULO IV Casos de estudo | <ul style="list-style-type: none">•Prospeção geofísica•Prospeção geomecânica•Resultados obtidos |
| CAPÍTULO V Sugestões | <ul style="list-style-type: none">•Recumendações para a implementação de medidas de prevenção e mitigação dos riscos nos aterros estudados |
| CAPÍTULO VI Notas Finais | <ul style="list-style-type: none">•Notas finais |

Figura I.1 - Capítulos que compõem a estrutura da dissertação

A pesquisa realizada e o contacto estabelecido com diferentes instituições públicas e privadas, permitiram constatar a não existência de estudos sobre a inventariação, localização, caraterização e vulnerabilidade dos vários depósitos de materiais de escavação e de construção existentes no concelho do Funchal.

A presente dissertação tem por isso o objetivo de fornecer às entidades regionais com competência na matéria um documento onde conste o inventário, cartografia e caraterização dos principais depósitos de materiais de escavação e de construção (aterros) (**Figura I.2**), distribuídos aleatoriamente por todo o concelho do Funchal, avaliando o grau de vulnerabilidade da população, das infraestruturas e dos ecossistemas, no âmbito do planeamento de emergência da área em questão. Este estudo pretende oferecer elementos de suporte, de decisão e contribuir para um melhor conhecimento da suscetibilidade dos aterros, promovendo a tomada de medidas sobre a sua localização, manutenção e monitorização, reduzindo os graus de risco para a população, os bens e o ambiente e enfatizar a prevenção e a mitigação do risco.



Foto: Duarte Araújo (26 de março de 2011)

Figura I.2 - Cicatriz de deslizamento do depósito de materiais de escavação e desmonte de rocha, que foi colocado na margem direita do curso superior da Ribeira de Santa Luzia, no sítio da Fundoa de Cima

Neste trabalho foram incluídos um conjunto de considerações e de recomendações, com o propósito de serem úteis na tomada de decisões relacionadas com a gestão do território (ordenamento e planeamento).

CAPÍTULO II - ÁREA DE ESTUDO

A presente dissertação tem como objeto de estudo o concelho do Funchal, capital da Região Autónoma da Madeira. De seguida far-se-á a apresentação da área de estudo começando-se pela sua localização geográfica, aludindo-se às suas características físicas, algumas notas históricas e aspetos socioeconómicos e fazendo-se uma resenha da evolução da ocupação do seu território.

II.1. - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Localizado no Oceano Atlântico entre os paralelos 30°01'N e 32°24'N e os meridianos 15°51'W e 17°15'W, o arquipélago da Madeira (**Figura II.1**) é constituído pelas ilhas da Madeira e do Porto Santo e ainda pelas reservas naturais das ilhas Desertas (Ilhéu Chão, Deserta Grande e Bugio) e das ilhas Selvagens (Selvagem Grande e Selvagem Pequena). Este arquipélago constitui, juntamente com os arquipélagos atlânticos dos Açores, Canárias e Cabo Verde a região biogeográfica da Macaronésia.



Fonte: Adaptado de Google Earth (Antunes, L. C., 2013)

Figura II.1 - Localização do arquipélago da Madeira no Oceano Atlântico

A ilha da Madeira situa-se entre os paralelos 32°37'N e 32°52'N e os meridianos 16°39'W e 17°15'W. Tem uma área de 756,5 Km². Mede no seu maior comprimento 57 Km, entre a ponta de São Lourenço e a Ponta do Pargo (Este-Oeste), e tem uma largura máxima de 23 Km, no sentido Norte-Sul, entre a Ponta de São Jorge e a Ponta da Cruz. Dista aproximadamente 845 Km de Portugal Continental e cerca de 650 Km da costa Norte de África.

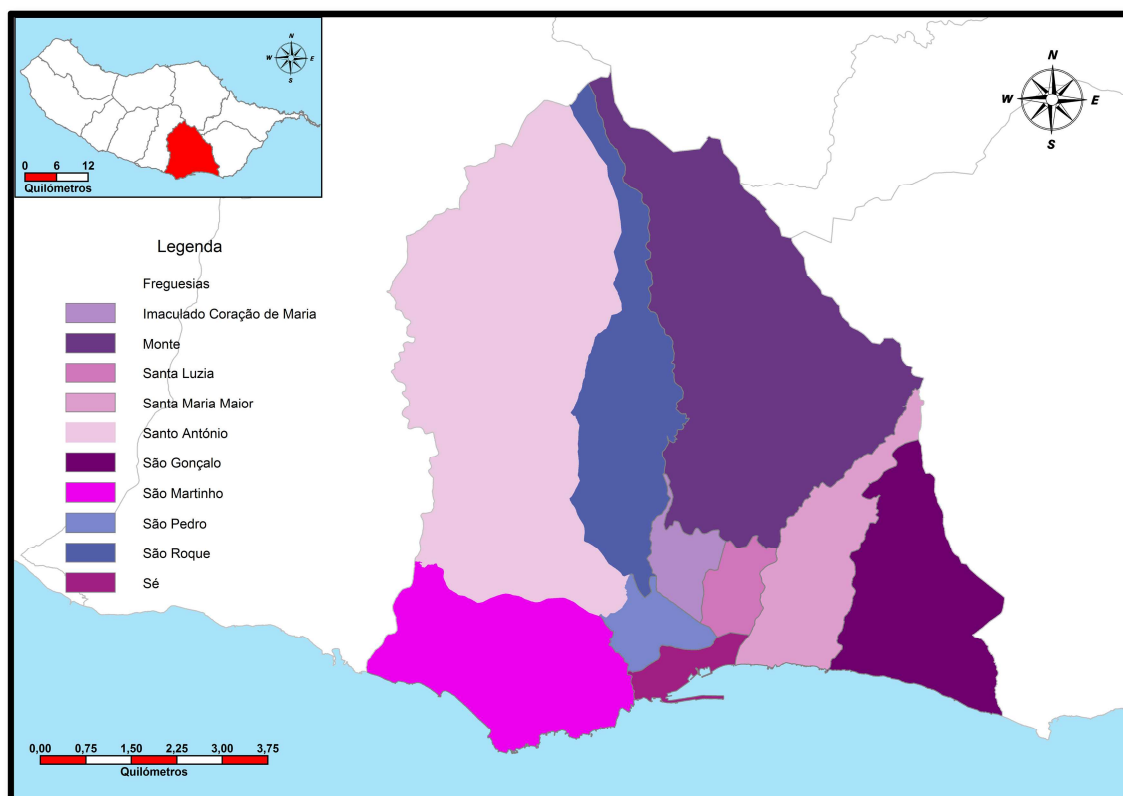
A ilha está administrativamente dividida em 10 concelhos e 53 freguesias, sendo a capital a cidade do Funchal (**Figura II.2**).



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.2 - Divisão Administrativa (Concelhos) da ilha da Madeira

O concelho do Funchal situa-se na metade Sul da ilha da Madeira entre os paralelos 32° 37' N e 32° 43' N e os meridianos 16° 51'W e 16 °57' W, tendo por limites: a Norte, os cumes do maciço montanhoso central que divide as vertentes das costas Norte e Sul da ilha; a Sul, o Oceano Atlântico; a Oeste, a Ribeira dos Socorridos e a Leste, a Ribeira da Quinta, que separa a freguesia de São Gonçalo da do Caniço. Administrativamente divide-se por 10 freguesias (**Figura II.3**).



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.3 - Divisão Administrativa (Freguesias) do Concelho do Funchal

A morfologia da paisagem em que a área urbana funchalense se implanta, apresenta-se como um “anfiteatro de grandes dimensões”, que sobe rapidamente desde o nível do mar até um conjunto montanhoso que culmina para além dos 1800 metros de altitude, no Pico do Areeiro (1818 m) (**Figura II.4**).

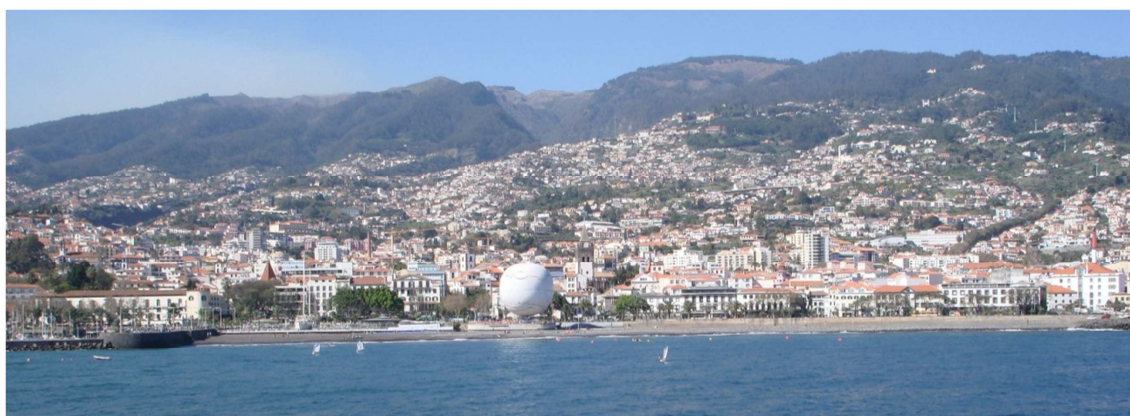


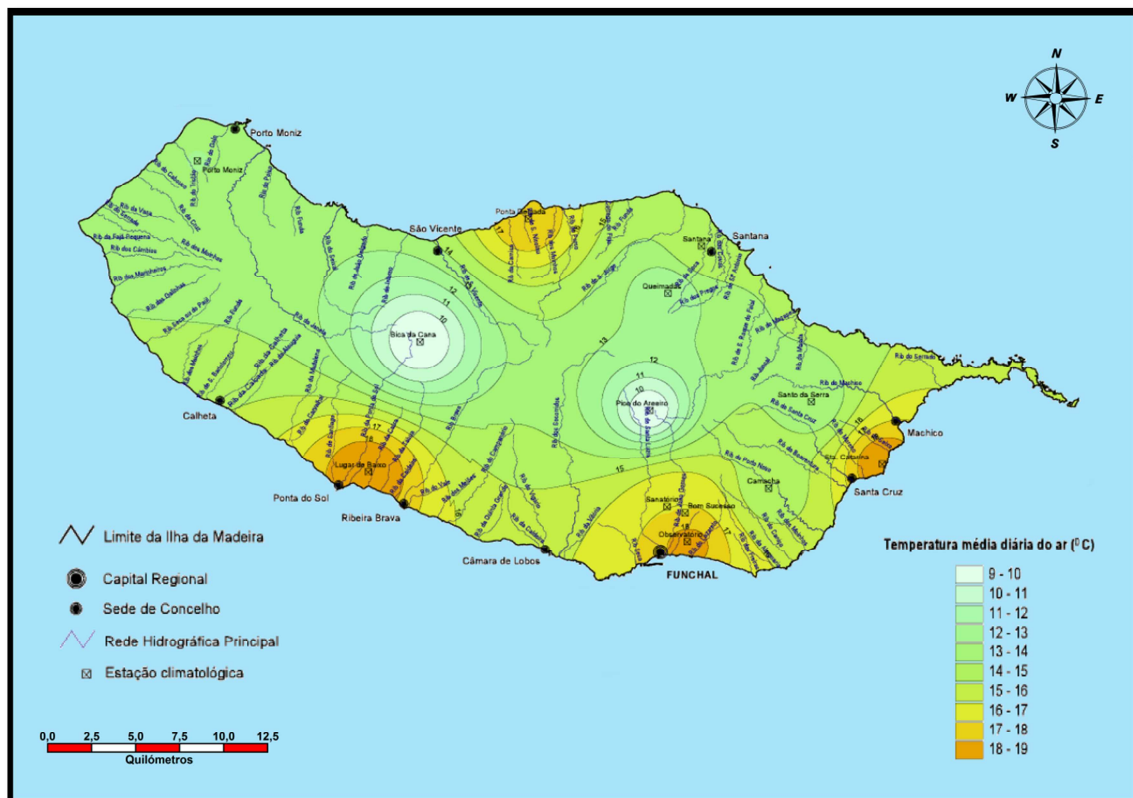
Foto: Duarte Araújo (10 de março de 2007)

Figura II.4 - Perspetiva marítima do “anfiteatro” do Funchal

II.2. - CARATERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

II.2.1. - CLIMA

O clima na Madeira é fortemente condicionado pela intensidade e localização do anticiclone dos Açores, sendo o relevo, a configuração e a orientação da ilha fatores preponderantes na génese dos diferentes microclimas que existem um pouco por toda a ilha. O acidentado do relevo, além do efeito da altitude, induz uma diferenciação climática local, consequência da configuração alongada da ilha e da sua orientação E-O, perpendicular à direção do vento dominante de Norte. Estes condicionalismos geram temperaturas do ar (**Figura II.5**) e precipitações (**Figura II.6**) distintas à mesma cota em vertentes com diferente exposição aos ventos dominantes (Silveira, A. *et al.*, 2010).

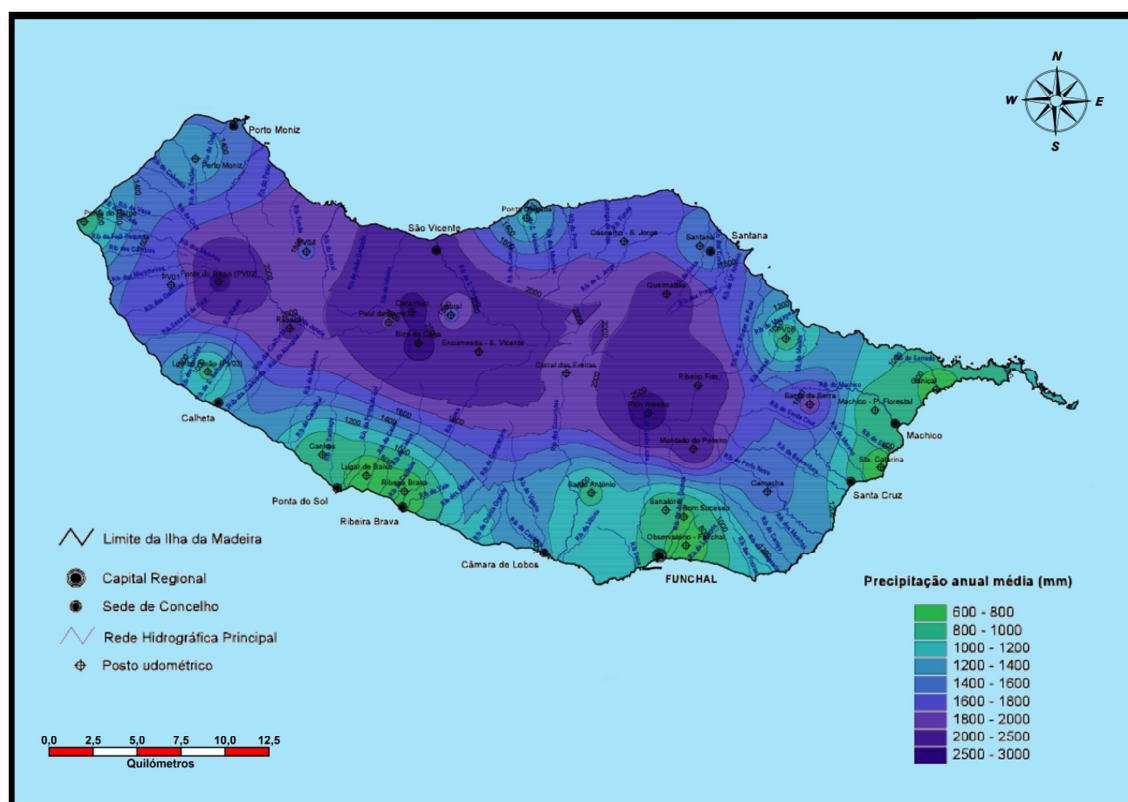


Fonte: Adaptado de PRAM (2003)

Figura II.5 - Distribuição da temperatura média diária do ar na ilha da Madeira

A região conta com um clima ameno assente numa temperatura média anual de $18,7^{\circ}\text{C}$ e uma amplitude térmica de apenas $6,4^{\circ}\text{C}$. Agosto é o mês mais quente ($22,3^{\circ}\text{C}$) em contraponto com Fevereiro, que se apresenta como o mês mais fresco ($15,9^{\circ}\text{C}$). Com a altitude a crescer sucedem-se os microclimas, que fomentam uma notável variação da vegetação (Quintal, R., 2007).

As médias anuais da precipitação (**Figura II.6**) aumentam com a altitude, sendo, por norma, mais elevadas na encosta Norte comparativamente às registadas na encosta Sul, para a mesma altitude. Os valores médios anuais de maior precipitação são registados nas estações meteorológicas da Bica da Cana (1560 m) e do Areiro (1510 m) com valores totais máximos próximos dos 3000 mm/ano; a precipitação média anual para toda a ilha da Madeira é de 1636 mm (Prada, S. *et al.*, 2003).

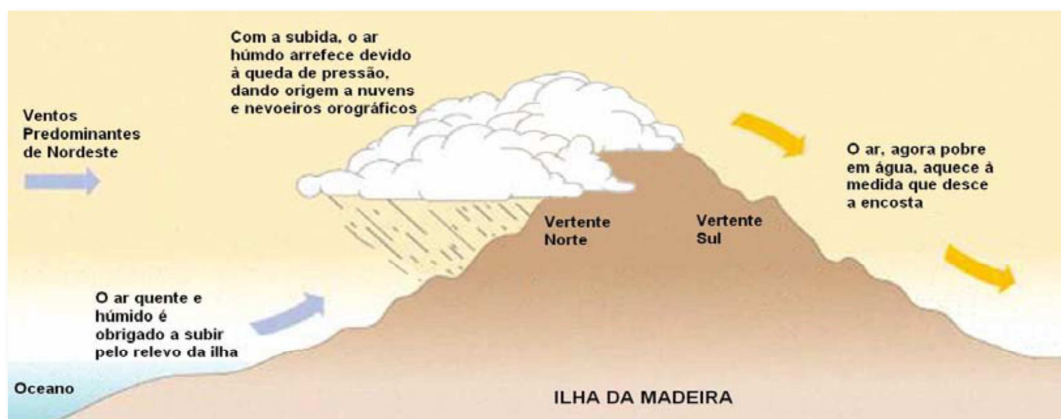


Fonte: Adaptado de PRAM (2003)

Figura II.6 - Distribuição da precipitação média anual na ilha da Madeira

Comparativamente aos valores registados sobre o oceano, as médias da nebulosidade sobre a ilha da Madeira são mais elevadas, fruto da formação de nuvens e nevoeiros orográficos. O ar húmido marítimo, ao “colidir” contra a ilha (barreira montanhosa perpendicular à direção predominante do vento) é forçado a subir em

altitude, arrefecendo adiabaticamente e condensando em pequenas partículas suspensas na atmosfera, o que origina nuvens ou nevoeiros, consoante a condensação se faça em altitude ou junto da superfície (**Figura II.7**).



Fonte: (Figueira, C. *et al.*, 2006)

Figura II.7 - Esquema de formação de nuvens e nevoeiros orográficos na ilha da Madeira

As nuvens e nevoeiros orográficos, formados a barlavento do maciço montanhoso central (encosta Norte), têm tendência para se dissipar a sotavento (encosta Sul) aquando da transposição dessa grande barreira formada pelas montanhas, conforme se pode observar na **Figura II.8**.



Foto: Didier Cortial (22 de agosto de 2006)

Figura II.8 - Dissipação das nuvens e nevoeiros orográficos na transição da costa Norte para a costa Sul na área da Encumeada, a cerca de 1000 m de altitude

Para além da tradicional precipitação direta sob a forma de chuva, e principal fonte de recarga dos aquíferos, existe na ilha da Madeira um outro tipo de precipitação, designada por precipitação oculta, originada pela retenção na vegetação das pequenas gotículas de água que constituem os nevoeiros. Neste processo a vegetação funciona como um obstáculo à passagem dos nevoeiros arrastados pelo vento, promovendo a retenção das pequenas gotículas de água que, por coalescência, adquirem peso suficiente e precipitam no solo. Estudos isotópicos demonstram que a composição das águas subterrâneas resulta da mistura entre água da chuva e água do nevoeiro (Prada, S. & Silva, M. O., 2001; Prada, S. *et al.*, 2008, 2009, 2010) (**Figura II.9**).

Segundo Neves, H. C. (2004) este fenómeno da precipitação oculta atinge valores absolutamente impressionantes no Pico do Areeiro (1818 m) onde o autor calcula que sejam produzidos por ano num metro quadrado de superfície revestida por Urzes (*Erica arbórea*, L.) 7 685,6 litros de água, que em comparação com a média anual de precipitação em forma de chuva no mesmo local (cerca de 3 000 l/m²/ano) é duas vezes e meia superior a esta. Referindo-se aos dados do consumo de água potável no concelho do Funchal no ano de 2003 (30 479 784 m³), o autor afirma que “...teoricamente, a quantidade de água produzida num ano através do fenómeno da precipitação de contacto seria suficiente para suprir as necessidades de fornecimento à cidade...” (p. 6).

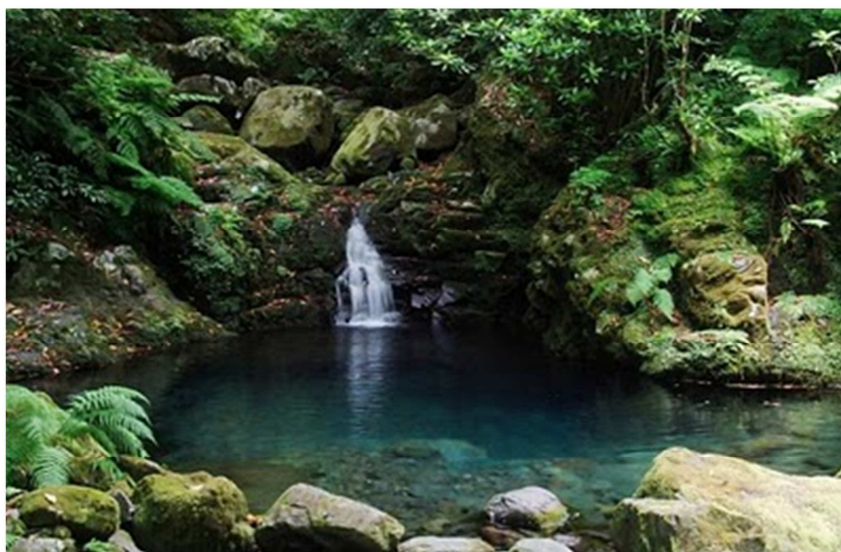
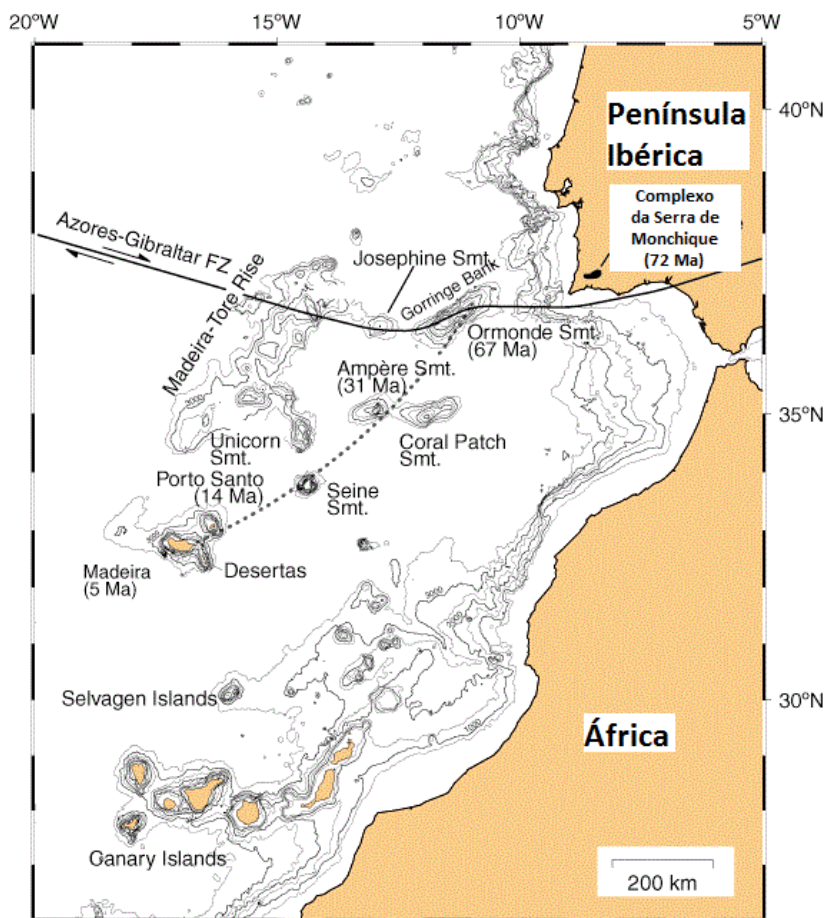


Foto: Vitor Reinecke (3 de junho de 2010)

Figura II.9 - Linha de água, originada pelo somatório da precipitação direta com a precipitação oculta no interior da Floresta Laurissilva

II.2.2. - GEOLOGIA

O território insular da Madeira está situado em pleno domínio Atlântico (**Figura II.10**). É no maciço montanhoso central da ilha da Madeira onde ocorrem os picos mais altos, elevando-se cerca de 5 300 m acima da planície abissal envolvente, denominada Planície Abissal da Madeira (Silva, J., 2002).



Fonte: Silva, J. (2002)

Figura II.10 - Mapa batimétrico, montes submarinos e grupos de ilhas a Este do Atlântico Norte

Segundo Silveira, A. *et al.*, (2010) o edifício vulcânico que constitui o arquipélago, tem idade Mio-Holocénica tendo sido construído sobre crosta oceânica de idade cretácica. Desenvolve-se em forma de um grande vulcão escudo (forma convexa idêntica à dos escudos usados pelos antigos guerreiros) (**Figura II.11**), formado entre as anomalias magnéticas M4 (126,7 Ma) e M16 (139,6 Ma), localizando-se em plena

Placa Africana, a Sul da Diretriz de Compressão Açores-Gibraltar e a Leste da Crista Média Atlântica (**Figura II.10**). A origem do vulcanismo que está na gênese deste relevo submarino é consensualmente atribuída a um ponto quente (hotspot), em que a ascensão de magma está associada a uma pluma mantélica (Morgan, W. J., 1981; Geldmacher, J. *et al.*, 2000).

As ilhas da Madeira e das Desertas que hoje se conhecem, correspondem à parte emersa de um edifício vulcânico que se eleva do fundo oceânico, desde os cerca de 3 500 metros de profundidade, até aos 1 862 m de altitude no Pico Ruivo (Ribeiro, M. L. *et al.*, 2009). A sua edificação ocorreu durante três grandes períodos eruptivos separados por vastos períodos temporais de inatividade vulcânica, no decurso dos quais a atividade terá sido escassa ou mesmo inexistente. As primeiras erupções originaram uma pequena ilha de contorno circular que posteriormente foi crescendo e sendo moldada pelos diferentes agentes erosivos ao longo de mais de 5 milhões de anos, tornando-se hoje na conhecida “Pérola do Atlântico”.



Fonte: Silveira, A. *et al.*, (2010)

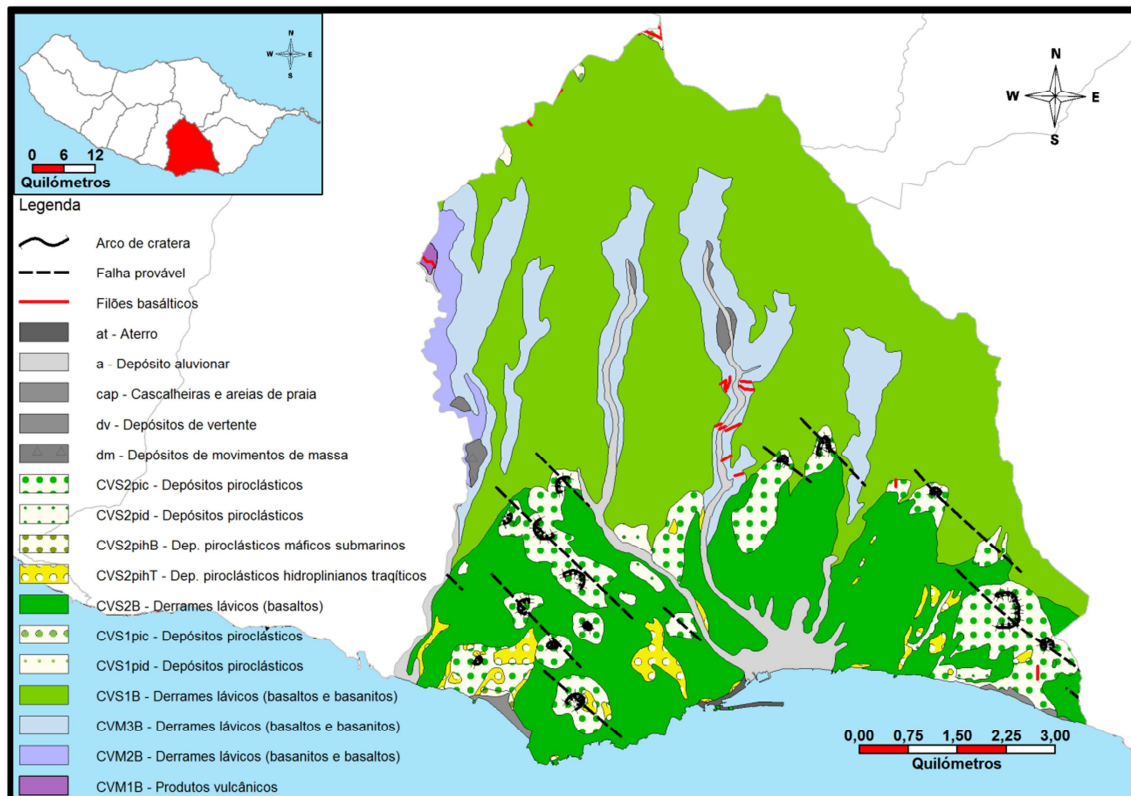
Figura II.11 - Perfil Sul-Norte do vulcão-escudo da ilha da Madeira, visto a partir da Ponta de São Lourenço para oeste

A Notícia Explicativa da Carta Geológica da Ilha da Madeira à escala 1:50 000 folhas A e B (Silveira, A. *et al.*, 2010), considera três fases principais de construção do grande vulcão escudo da Madeira que se traduzem numa estratigrafia composta por três complexos vulcânicos principais, separados por intervalos de idades distintas. Assim os autores da mais recente carta geológica da ilha da Madeira consideram, da base para o topo: o Complexo Vulcânico Inferior (CVI) de idade estimada superior a 5,57 Ma, o Complexo Vulcânico Intermédio (CVM) de idade estimada compreendida entre os 5,57 e os 1,8 Ma e o Complexo Vulcânico Superior (CVS) de idade estimada entre os 1,8 e os 0,007 Ma.

Para a parte emersa da ilha da Madeira, os autores consideram a existência de sete unidades estratigráficas principais: no Complexo Vulcânico Inferior as Unidades do Porto da Cruz (CVI1) e dos Lameiros (CVI2); no Complexo Vulcânico Intermédio as Unidades da Encumeada (CVM1), da Penha d'Águia (CVM2) e do Curral das Freiras (CVM3); e no Complexo Vulcânico Superior, mais recente, as unidades dos Lombos (CVS1) e do Funchal (CVS2).

Cada complexo é pois composto por várias unidades representativas das diferentes fases do vulcanismo que deu origem à ilha, muitas delas cobertas por diferentes tipos de depósitos sedimentares mais recentes (aluviões, cascalheiras e areias de praia, depósitos de vertente e coluviões, depósitos de movimentos de massa, depósitos de areias eólicas, depósitos glaciares e peri glaciares e depósitos de lahar).

Na **Figura II.12** pode observar-se o excerto da Carta Geológica da Ilha da Madeira (Silveira, A. *et al.*, 2010) para o concelho do Funchal.



Fonte dos dados: SRA

Figura II.12 - Excerto da Carta Geológica da Ilha da Madeira (Silveira, A. *et al.*, 2010) em Sistemas de Informação Geográfica e onde estão representados os principais complexos e unidades geológicas do concelho do Funchal

No concelho do Funchal afloram sobretudo as manifestações eruptivas mais recentes da ilha da Madeira, expressas num modelado vulcânico de construção que se relaciona diretamente com a morfologia atual (**Figura II.13**). Estes afloramentos materializam a terceira fase de edificação do vulcão escudo da Madeira e foram enquadrados pelos autores da Carta Geológica da Ilha da Madeira (Silveira, A. *et al.*, 2010), no designado Complexo Vulcânico Superior (CVS) (Plistocénico e Holocénico com idades compreendidas entre os 1,8 e os 0,007 Ma). Este complexo é composto por lavas maioritariamente alcalinas que deram origem a basanitos e basaltos. Também aqui muitos destes afloramentos estão cobertos por diversos tipos de depósitos sedimentares mais recentes, surgindo afloramentos do Complexo Vulcânico Intermédio (CVM) (Plio-Plistocénico com idades compreendidas entre os 5,57 e os 1,8 Ma) apenas nos vales encaixados dos cursos superiores das principais ribeiras que atravessam o concelho.



Foto: Duarte Araújo (09 de maio de 2009)

Figura II.13 - Aspeto da disposição dos depósitos dos materiais piroclásticos e da densa rede filoneana que os atravessa no sector do Pico do Areeiro

No caso da área de estudo do presente trabalho, vamos dar particular importância aos depósitos de natureza sedimentar representados por:

- **Aluviões:** materiais grosseiros, torrenciais e instáveis;
- **Aterros:** depósitos de materiais originados pelo desenvolvimento de atividades antrópicas, cujas acumulações podem ter grande possança e cuja natureza e composição é diversa;

- **Cascalheiras e areias de praia:** materiais rochosos de diferentes calibres acumulados junto ao litoral;
- **Depósitos de vertente e coluviões:** mistura heterogénea de material que se acumula na base das vertentes;
- **Depósitos resultantes de movimentos de massa:** acumulações por gravidade, resultantes de movimentos de massa de vertente (vales fluviais e arribas). Compostos essencialmente por materiais detríticos, heterométricos, oriundos de capas de alteração, produtos piroclásticos pouco coesos, etc.;
- **Depósitos de cobertura:** solos resultantes da alteração de formações vulcânicas que não sofreram transporte. Compostos por materiais detríticos, heterométricos de pequena espessura.

Foram os referidos depósitos que contribuíram com maior volume de material mobilizado na aluvião de 20 de Fevereiro de 2010 (**Figura II.14**) e constituem ainda uma fonte de material disponível para futuros eventos.



Foto: Duarte Araújo (21 de fevereiro de 2010)

Figura II.14 - Perspetiva sobre os materiais de origem torrencial que foram transportados, transbordados e depositados na Rua do Visconde Anadia, no curso inferior da Ribeira de João Gomes, Funchal, na aluvião de 20-02-2010

Este tipo de acontecimento (aluvião) não é um fenómeno novo na Madeira, antes pelo contrário. Os terrenos da baixa citadina do Funchal compreendem, essencialmente, depósitos fluviais e marinhos do Plistocénico que, muitas vezes, cobrem depósitos vulcânicos piroclásticos e/ou derrames lávicos (Zbyszewski, G. *et al.*, 1975). Tratam-se de materiais pétreos de transporte torrencial, muito heterométricos e heterogéneos (bloco, calhau, areia, silte e argila), mal calibrados e pouco coesos (sendo o teor dos materiais finos, areia, silte e, particularmente, de argila, responsável pela maior ou menor coesão). Os materiais pétreos dos depósitos fluviais e marinhos apresentam, normalmente, porosidade e permeabilidade elevada, podendo ser observados aquando da abertura de valas ou em escavações em obras subterrâneas na baixa citadina do Funchal (Silva, J. *et al.*, 2006) (**Figura II.15**).



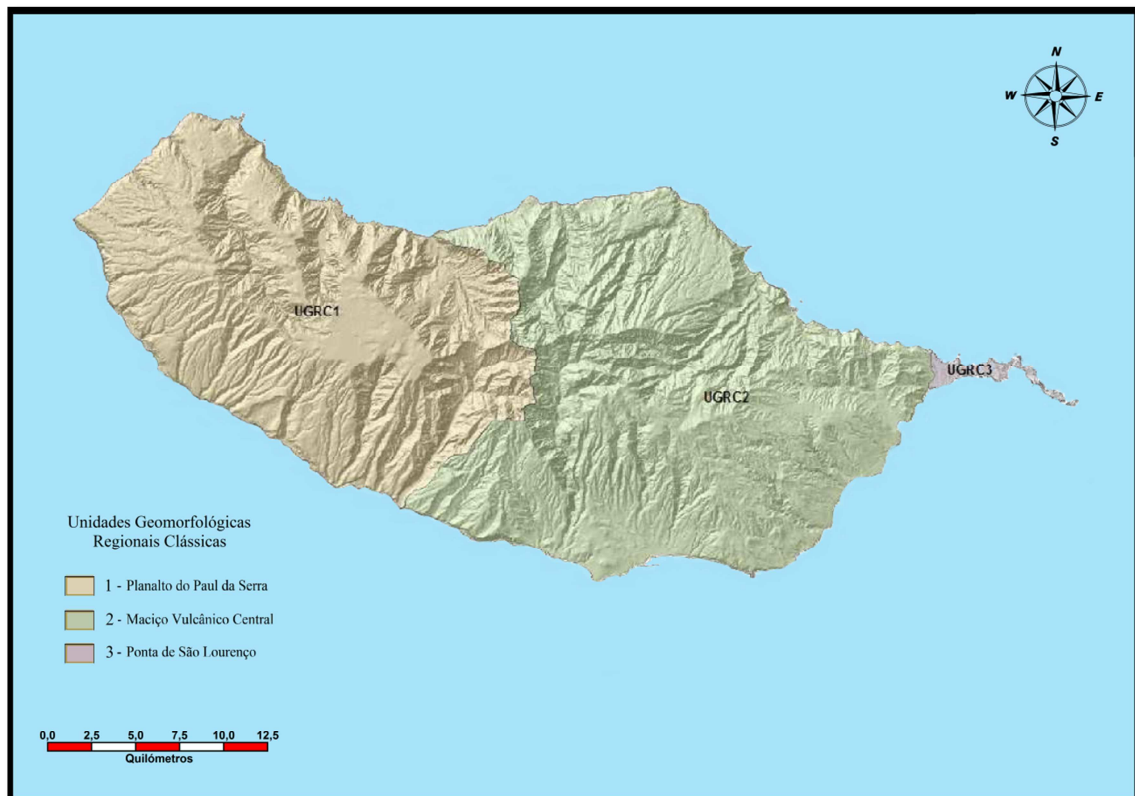
Foto: João Silva (17 de janeiro de 2006)

Figura II.15 - Depósito de materiais fluviais desmontados na escavação do Edifício Santa Luzia, no Funchal

II.2.3. - GEOMORFOLOGIA

A ilha da Madeira apresenta 35% da sua superfície com altitudes superiores a 1000 m. Se se considerar a cota dos 500 metros aí está representado cerca de 90% do seu território. Já durante as diferentes etapas da formação da ilha, os agentes modeladores externos, destacando-se aqui o fator água, começaram o seu trabalho erosivo “construindo” novas formas de relevo.

Geomorfologicamente a ilha é por muitos autores dividida em três grandes conjuntos: Planalto do Paul da Serra, Maciço Vulcânico Central e Ponta de São Lourenço (Unidades Geomorfológicas Regionais Clássicas) (**Figura II.16**).



Fonte: Adaptado de Abreu, U., 2007

Figura II.16 - Unidades Geomorfológicas Regionais Clássicas da ilha da Madeira

O conjunto mais a ocidente está separado do Maciço Vulcânico Central pelos profundos vales de São Vicente e da Ribeira Brava e estende-se até à extremidade Oeste da ilha. Aqui destaca-se em termos morfológicos o Planalto do Paul da Serra. Esta

extensa área aplanada, a maior de todo o arquipélago, ocupa uma área de quase 25 Km² e as altitudes variam entre os 1 200 e os 1 500 m. Dada a sua elevada extensão e os seus fracos declives, o Paul da Serra (**Figura II.17**) representa uma unidade hidrogeológica muito importante na captação, retenção e infiltração da água. É por excelência um natural repositório de águas subterrâneas e é aqui que se localizam as cabeceiras de muitas linhas de água que se dirigem tanto para a costa Norte (casos da Ribeira da Janela, a mais extensa da ilha, e da Ribeira de São Vicente) como para a costa Sul da ilha (Ribeiras da Tabua, Ponta do Sol e Ribeira Brava, por exemplo).

O Maciço Vulcânico Central (**Figuras II.17 a) e b)**), tal como o próprio nome indica, localiza-se na parte central da ilha e é lá que se situam os picos de maior altitude na ilha. Quatro deles ultrapassam mesmo os 1 800 m (Pico Ruivo com 1 862 m, Pico das Torres com 1 851 m, Pico do Areeiro com 1 818 m e Pico Cidrão com 1 802 m). Em contraponto a estes relevos salientes existem inúmeros vales encaixados (Boa Ventura, São Jorge, Socorridos, Santa Luzia e João Gomes, como exemplo) e é também aí que se localiza a depressão circular do Curral das Freiras. Os relevos planos são protagonizados pelos pequenos planaltos do Chão dos Balcões (Chão da Lagoa) e do Santo da Serra. O primeiro situa-se a Sudeste do Pico do Areeiro e tem uma altitude semelhante à do Paul da Serra e o segundo um pouco mais a Leste apresenta uma pequena cratera vulcânica bem conservada, hoje transformada numa lagoa de retenção de água para o regadio agrícola. É, pois neste maciço montanhoso onde têm origem e se localizam as bacias hidrográficas das três grandes ribeiras que atravessam e desaguam no concelho do Funchal.



Fotomontagem: Duarte Araújo (2012)

Figuras II.17 a) e b) - Planalto do Paul da Serra e Maciço Vulcânico Central, duas das três grandes Unidades Geomorfológicas Regionais Clássicas da ilha da Madeira

A Ponta de São Lourenço corresponde à extremidade oriental da ilha e é caracterizada por pequenos relevos, que não vão além dos 175 m, desprovidos de grande vegetação e por um importante campo dunar fóssil, características que conferem ao local uma morfologia completamente distinta da restante parte da ilha (**Figura II.18**).



Foto: Wojciech Czardybon (10 de maio de 2009)

Figura II.18 - Ponta de São Lourenço, situada no extremo nascente da ilha da Madeira

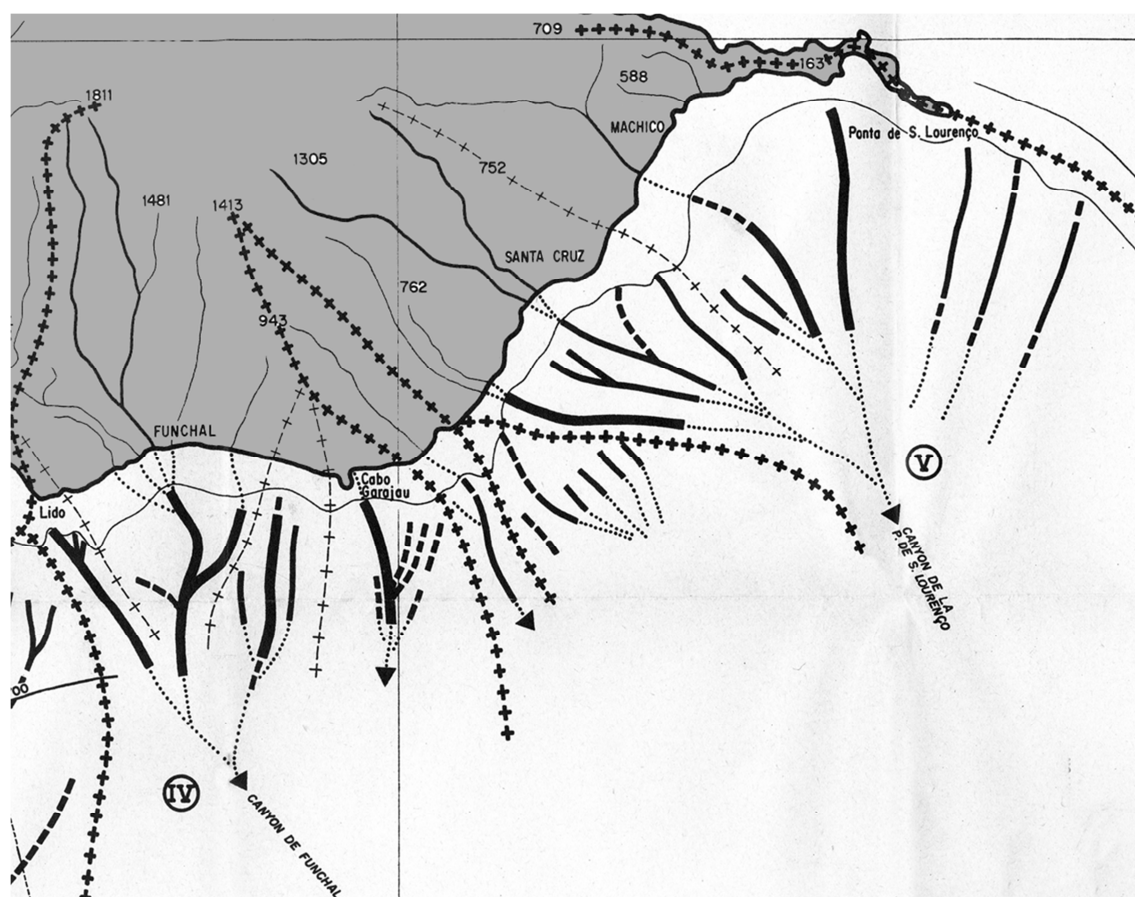
Na morfologia da ilha da Madeira, para além da forma do vulcão escudo (forma convexa idêntica à dos escudos usados pelos antigos guerreiros), na parte imersa do edifício vulcânico da Madeira, conhece-se também a presença de canhões submarinos na continuação dos vales terrestres, até à base do edifício vulcânico, a cerca de 3 400 metros de profundidade (**Figura II.19**). Num estudo realizado por Giermann G.(1967) e citado por Rodrigues, D. (2005), estes canhões submarinos funcionam como condutas que drenam, para águas mais profundas, os sedimentos resultantes da erosão verificada nas ribeiras entre a Ribeira Brava e a Ponta de São Lourenço. Neste sector, foram identificados quatro sistemas fluviais terrestres e um sistema fluvial imerso, sendo clara a relação entre a disposição das linhas de águas, da parte emersa, com os vales da parte imersa. Deste modo, o autor concluiu que a rede fluvial terrestre tem continuidade em vales submarinos. Da mesma forma que existem afluentes na parte emersa, existem afluentes que surgem por completo na parte imersa.

Existe uma teoria que defende que “...os canhões submarinos são a consequência dos processos erosivos, que formam os vales na parte emersa da ilha, através dos quais as torrentes de fluxos de detritos e de sedimentos, com grande capacidade erosiva, atingem a parte submersa da vertente, continuando a sua forte acção erosiva e formando os canhões submarinos. A presença, de muitos canhões

próximos da foz das ribeiras corrobora esta teoria. Estes canhões submarinos funcionam como condutas que drenam para as zonas mais profundas os sedimentos resultantes da erosão...” (Rodrigues, D., 2005, p. 126-128).

Na **Figura II.19** está representada na região do Funchal, por Giermann, G. (1967), um grande canhão submarino que reúne a cerca de 3 km da linha de costa todas as principais ribeiras do Funchal. Segundo ao mesmo autor, a uma profundidade de 190 metros, este canhão apresenta uma largura de 1 000 metros, aumentando esta para os 1 800 metros a uma profundidade de 250 metros e a 4,5 km da costa.

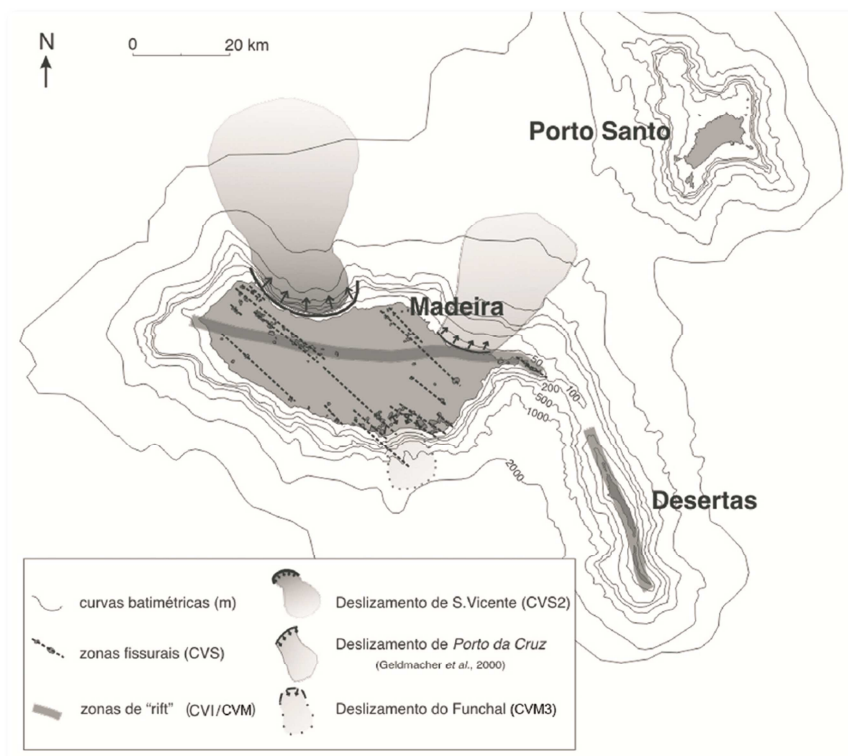
Para além do canhão submarino do Funchal, o autor refere os canhões submarinos da Ribeira Brava, Câmara de Lobos e Ponta de São Lourenço que apresentam características bastante idênticas a este, nomeadamente na sua relação com a estrutura fluvial da parte emersa da ilha.



Fonte: Rodrigues, D. (2005) citando Giermann, G. (1967)

Figura II.19 - Localização dos canhões submarinos do Funchal e da Ponta de São Lourenço identificados por Giermann, G. (1967) na costa sul da ilha da Madeira

No Funchal a paisagem geomorfológica é fortemente marcada pela forma “em anfiteatro” do relevo onde a cidade se desenvolveu. Esta eleva-se rapidamente desde o nível do mar até às montanhas, para além dos 1800 metros de altitude no Pico do Areeiro. Silveira, A. *et al.*, (2010) refere que na origem desta morfologia se encontra o “Mega Deslizamento do Funchal”. Os autores narram que esta depressão terá sido originada por um grande deslizamento num setor do flanco sul do vulcão da Madeira (Figura II.20), cuja rampa lateral (NNE – SSO) intercepta a arriba litoral entre o Cabo Girão e Câmara de Lobos. Esta estrutura de colapso gravítico e a sua posterior fossilização estará pois na origem da atual morfologia “em anfiteatro” da região de Câmara de Lobos – Funchal.



Fonte: Silveira, A. *et al.* (2010), p.33

Figura II.20 - Esboço morfo estrutural sintético da ilha da Madeira apresentado por Silveira, A. *et al.*, (2010) onde se encontra representado o “Mega Deslizamento do Funchal”

Na orla costeira do Funchal observam-se grandes arribas litorais rochosas, maioritariamente alcantiladas (declives > 50%), principalmente na extremidade nascente do município, entre o Ribeiro da Quinta e o Complexo Balnear da Barreirinha, que chegam a atingir os 280 metros de altura no Miradouro do Pináculo (Figura II.21).



Foto: Duarte Araújo (11 de setembro de 2010)

Figura II.21 - Aspeto das arribas litorais rochosas na extremidade nascente do município do Funchal

No sector poente também se observam algumas arribas e outros relevos altos (entre a fozes das ribeiras de São João e dos Socorridos), embora não tão elevados como os anteriores e intercalados por algumas zonas naturais (toda a Praia Formosa e Praia do Gorgulho) e humanizadas (caís norte do Porto do Funchal, Praça do Mar, Avenida Sá Carneiro, complexos balneares Poças do Governador, Ponta Gorda e Lido e sectores de piscina e solários de diversas unidades hoteleiras) de cota mais baixa (**Figura II.22**). Entre o Complexo balnear da Barreirinha e a foz da Ribeira de São João, a linha de costa é marcada pela bacia portuária, pela construção de novas infraestruturas e pelos baixos relevos da frente mar da cidade.



Foto: João Silva (23 de fevereiro de 2011)

Figura II.22 - Aspeto da morfologia costeira no sector poente do município do Funchal

Destacam-se igualmente na paisagem do Funchal os alinhamentos NNO – SSE dos antigos cones vulcânicos que correspondem à fase mais recente do vulcanismo, representados na Carta Geológica da ilha da Madeira à escala 1:50000 (Silveira, A. *et al.*, 2010) pelo Complexo Vulcânico Superior, Unidade do Funchal (CVS2) (**Figura II.12**).

No flanco poente da cidade destacam-se: Pico das Romeiras (435m), Pico dos Barcelos (355m), Pico de São Martinho (301m) e Pico da Cruz (261m), que bem caracterizam a etapa do vulcanismo pós-erosão, isto é, contemporâneo da morfologia atual com cones de contornos muito bem delineados (**Figura II.23**).

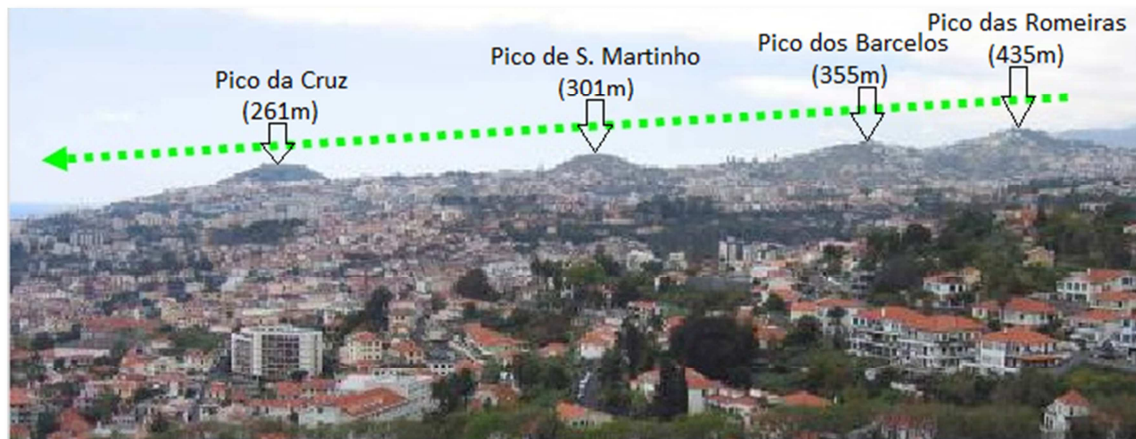


Foto: João Silva (15 de junho de 2008)

Figura II.23 - Alinhamento NNO – SSE dos antigos cones vulcânico no sector poente do “anfiteatro” do Funchal

No sector nascente também se identifica um alinhamento com sensivelmente a mesma direção, embora aqui apenas restem vestígios desses antigos cones vulcânicos, como sejam os casos do Cabeço de São Gonçalo (195m), Montanha (541m) e Pico Alpires (944m) (**Figura II.24**).

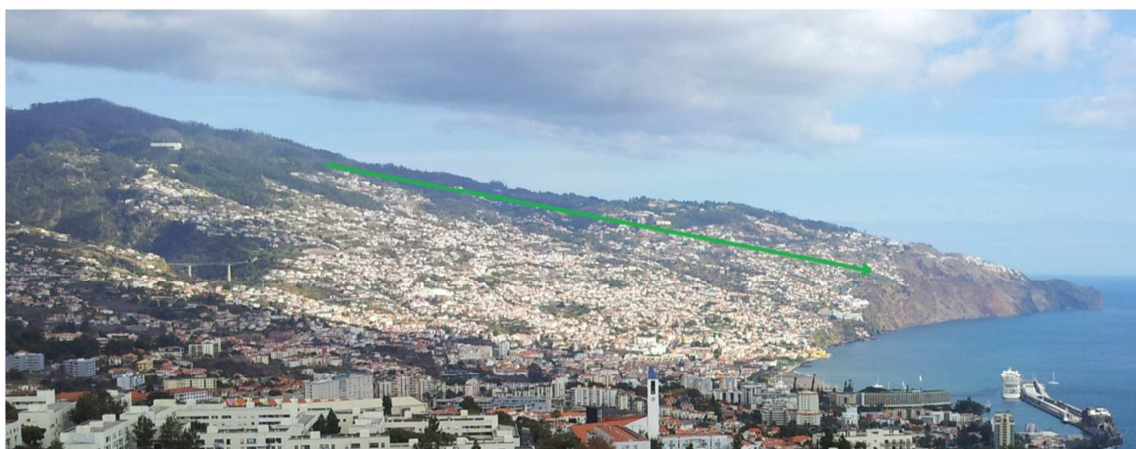


Foto: Duarte Araújo (11 de fevereiro de 2012)

Figura II.24 - Alinhamento NNO – SSE dos vestígios de antigos cones vulcânicos no sector nascente do “anfiteatro” do Funchal

As vertentes no concelho do Funchal apresentam declives bastante acentuados. Neste contexto, mais de metade do concelho apresenta declives superiores a 30%, considerados muito acentuados, o que condiciona fortemente a ocupação do território.



Figura II.25.a)

e 16% - corresponde às áreas consideradas de declives moderados e surgem quase exclusivamente na metade sul do concelho, com aglomerados de características periurbanas (**Figura II.25.b**); os declives entre 16 e 30% - corresponde às áreas com declives considerados acentuados, localizando-se



Figura II.25.b)

também espacialmente na metade sul do concelho e, apenas pontualmente, na metade



Figura II.25.c)

norte onde surgem nas vertentes dos vales encaixados das linhas de água. Também nestas áreas, existe uma forte implantação urbana apesar dos fortes declives, especialmente nas áreas circundantes ao núcleo consolidado da cidade do Funchal (**Figura II.25.c**); e finalmente os declives

superiores a 30% - corresponde às áreas com declives considerados muito acentuados, e surgem na quase totalidade na metade norte do concelho, onde o relevo é extremamente vigoroso e mesmo escarpado. Nestas áreas, o uso é quase exclusivamente natural, sendo a implantação urbana quase nula, com algumas raras exceções (**Figura II.25.d**).

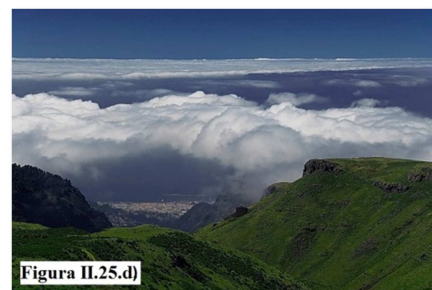


Figura II.25.d)

Fotos: Duarte Araújo e internet (2006 e 2010)

Figuras II.25 a), b), c) e d) - Diferentes classes de declives observadas no concelho do Funchal com referência às respetivas formas de ocupação do território

A ocupação urbana nas ‘zonas altas’ e inter-fluviais chega a atingir a cota dos 800 metros de altitude como acontece, por exemplo, na freguesia de Santo António, nos sítios dos Três Paus, Boliqueime e Trapiche (**Figura II.26**).

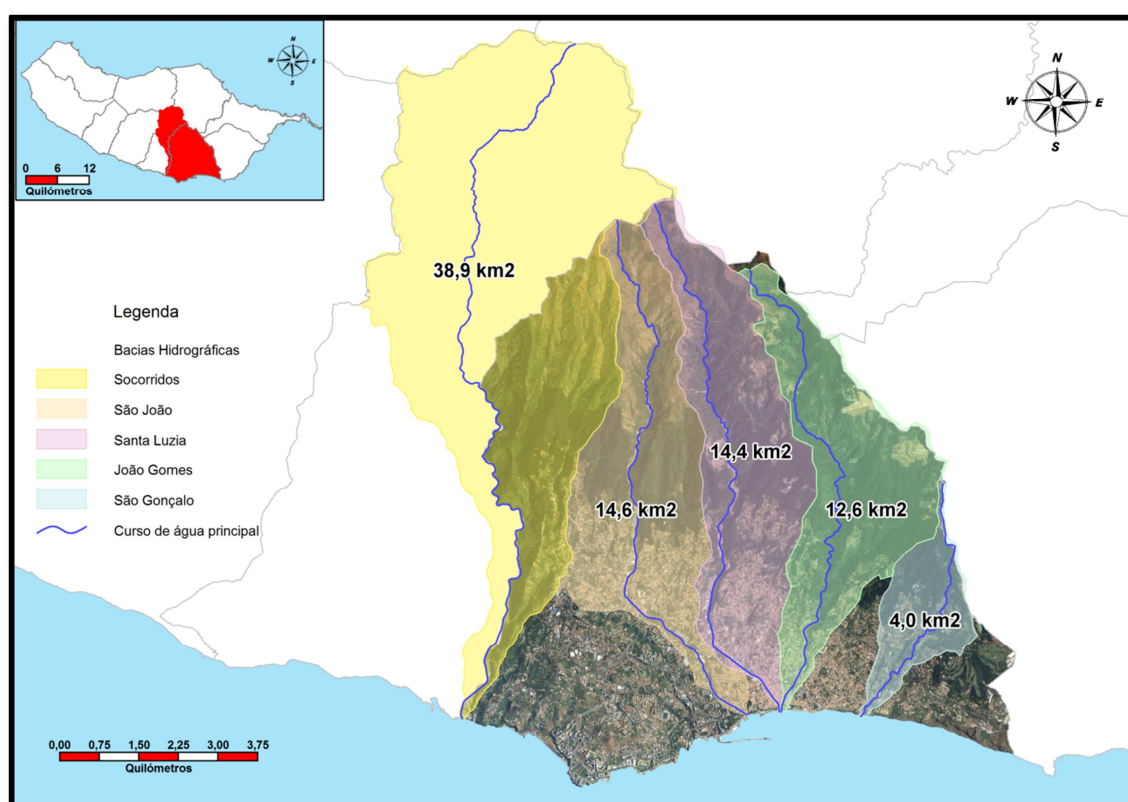


Foto: João Silva (16 de julho de 2010)

Figura II.26 - Ocupação do território nas zonas altas da freguesia de Santo António

II.2.4. - HIDROGRAFIA

O concelho do Funchal é entalhado (“rasgado”) por cinco cursos de água principais que são relativamente extensos e que apresentam uma orientação aproximadamente perpendicular à linha da costa (**Figura II.27**). De nascente para poente posicionam-se os cursos inferiores e a foz das Ribeiras de São Gonçalo, de João Gomes, de Santa Luzia, de São João e dos Socorridos.

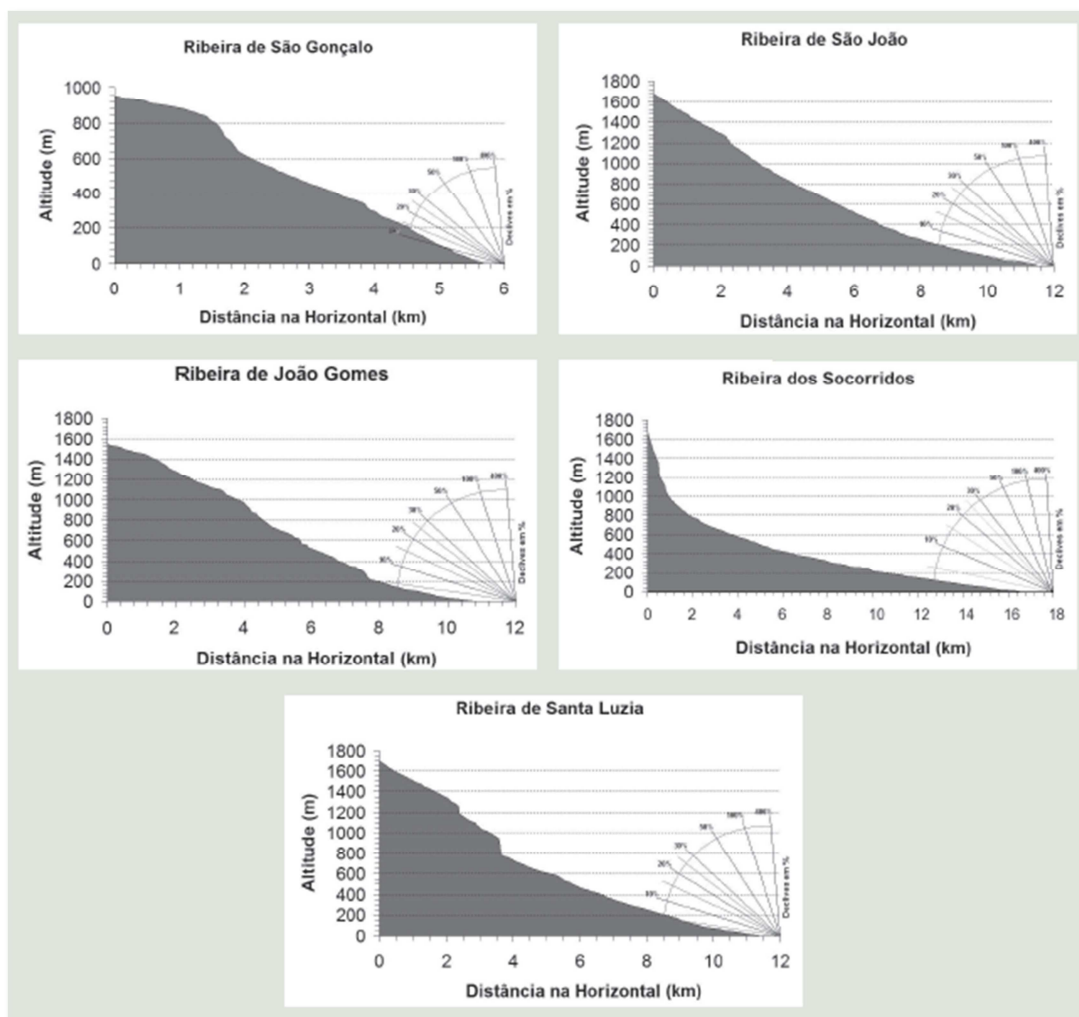


Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.27 - Localização das bacias hidrográficas das cinco principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal com indicação da respetiva área em km²

Na **Figura II.27** estão representadas as bacias hidrográficas e a área (em km²) que ocupam no concelho do Funchal as ribeiras de São João, de Santa Luzia, de João Gomes e de São Gonçalo e ainda a bacia hidrográfica da ribeira dos Socorridos cuja área, para além do concelho do Funchal, também ocupa parte significativa do concelho de Câmara de Lobos.

Ao longo do seu trajeto, de montante para jusante, as ribeiras vão assumindo diferentes designações e apresentam declives que variam em média entre 20% e 35% mas que podem atingir picos na ordem dos 450% (cerca de 77°) nos cursos, superior e médio, e de 10% (6° - 7°) no curso inferior (**Figura II.28**).



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.28 - Perfis longitudinais, com as respetivas classes de declive, das principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal

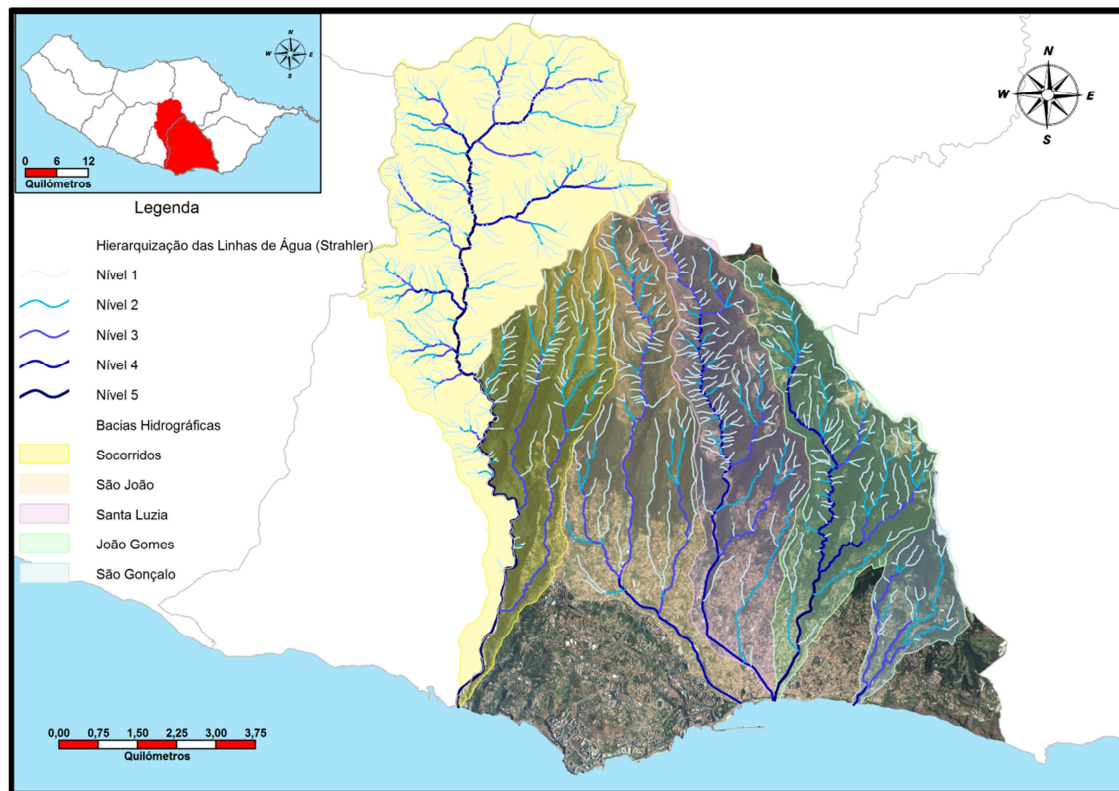
A rede hidrográfica da ilha da Madeira apresenta indícios de uma extrema juventude que se traduz, por exemplo, na reduzida importância da erosão lateral das vertentes e das capturas, bem como nos perfis longitudinais com declives acentuados que se observam mesmo nas ribeiras com maior grau de maturidade.

Daqui resultam vales recentes e bastante encaixados. Consoante a natureza e dureza dos materiais geológicos, estes apresentam-se mais apertados na base e mais

ampos no topo (em forma de “V”) quando associados a materiais geológicos mais duros (escoadas lávicas e/ou depósitos piroclásticos coesos), com secções estreitas e desenvolvimento de paredes subverticais; ou largos, tanto no topo como na base (vales encaixados de fundo plano), com paredes verticais quando estão associados à presença de materiais mais brandos, como sejam os piroclásticos pouco coesos e/ou alterados (Silva, J. *et al.*, 2010).

O quadro geral é o de torrentes vigorosas e muito ativas nas estações pluviosas, com transporte de abundante carga sólida, heterométrica, e com grande capacidade de transporte até ao mar (Ribeiro, O., 1985). Durante o período de verão os leitos das ribeiras da vertente sul da ilha encontram-se, no geral, quase secos e repletos de detritos grosseiros, incluindo grandes blocos, que se imobilizam a meio do transporte por perda de competência das águas, até que novas enxurradas possam retomar o seu transporte a caminho do litoral (Prada, S. *et al.*, 2003).

No Funchal contam-se cinco grandes bacias hidrográficas com um nível de hierarquização bastante forte e que ocupam grande parte do concelho (**Figura II.29**).



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.29 - Rede de drenagem segundo a hierarquização de Strahler das cinco principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal

II.2.4.1. - BREVE ANÁLISE QUANTITATIVA DAS BACIAS DRENAGEM

A análise quantitativa, com base na enumeração das características físicas das bacias hidrográficas, procura facilitar a comparação entre estas. As características físicas das bacias de drenagem podem ser agrupadas em lineares, superficiais e do relevo (Lourenço, L., 1998). As primeiras dizem respeito ao número, comprimento e hierarquização dos canais que compõem a rede de drenagem; as segundas às áreas e formas das bacias; e as terceiras à altimetria.

II.2.4.1.1. - PROPRIEDADES LINEARES

A elevada altitude média da ilha da Madeira, associada à elevada pluviosidade, confere ao agente exógeno, água, uma grande capacidade modeladora do relevo. O tipo de linhas de água varia em função dos materiais sobre os quais a água circula. Em termos gerais, verifica-se que quando estas se deslocam sobre escoadas lávicas de derrame subaéreo não alteradas e em formações resistentes à erosão, os vales respetivos apresentam-se geralmente profundos, muito encaixados e estreitos, com desenvolvimento de paredes subverticais a verticais e perfis transversais em forma de V, e a rede hidrográfica ramifica-se, adquirindo, num estado mais evoluído, um padrão dendrítico. Este facto está bem patente nos cursos médio e superior das principais ribeiras (Silva, J. *et al.*, 2010).

Em materiais piroclásticos não soldados e em formações geológicas muito alteradas por meteorização e, por conseguinte, menos resistentes, os cursos de água que apresentam perfis encaixados de fundo plano, exibem secções mais abertas, facto este que pode ser observado no curso inferior das Ribeiras de João Gomes, S. Luzia, S. João e Socorridos (Silva, J. *et al.*, 2010).

Os diferentes troços que constituem a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica podem, e devem, ser ordenados hierarquicamente segundo diversos critérios, o mais frequente dos quais é o utilizado por Strahler (**Figura II.29**). Este modelo consiste na atribuição da ordem 1 aos canais extremos. Da junção de dois canais de ordem 1 origina-se um canal de ordem 2 que se prolonga até encontrar outro canal de ordem 2 de cuja união resulta um canal de ordem imediatamente superior, e assim sucessivamente. No Funchal, apenas duas ribeiras atingem o nível 5 (**Quadro II.1**).

Quadro II.1 - Comprimento dos troços principais e número de troços segundo a hierarquização de Strahler das cinco principais ribeiras do concelho do Funchal

| Ribeira | Comprimento do troço principal (km) | Troços (nº) | | | | | |
|--------------|-------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | Total | Niv. 1 | Niv. 2 | Niv.3 | Niv. 4 | Niv. 5 |
| Socorridos | 16,5 | 722 | 365 | 179 | 84 | 37 | 57 |
| São João | 11,5 | 142 | 72 | 33 | 34 | 3 | 0 |
| Santa Luzia | 11,4 | 281 | 141 | 44 | 40 | 56 | 0 |
| João Gomes | 10,7 | 202 | 103 | 49 | 17 | 29 | 4 |
| São Gonçalo | 5,7 | 37 | 19 | 8 | 9 | 1 | 0 |
| Total | 56,4 | 1384* | 700 | 313 | 184 | 126 | 61 |

* 849 são exclusivos do concelho do Funchal

Fonte dos dados: DRIGOT

O **Quadro II.1** resume as cinco ribeiras mais importantes do concelho do Funchal, quanto ao comprimento do seu curso de água principal, o nº de troços e hierarquização da sua rede hidrográfica segundo o modelo de Strahler. A interpretação destes dados, a observação da **Figura II.29** e o conhecimento científico de que se dispõe relativamente a outras regiões Atlânticas insulares, leva a admitir-se que o concelho do Funchal apresenta uma rede hidrográfica com características muito próprias dentro das ilhas do grande arquipélago da Macaronésia e, talvez, únicas no panorama das restantes cidades europeias. Poder-se-á considerar que o tipo de rede hidrográfica é uma consequência da geodiversidade exprimindo o estado atual das 849 linhas de água (Silva, J. *et al.*, 2010).

II.2.4.1.2. - PROPRIEDADES SUPERFICIAIS

As propriedades superficiais relacionam-se essencialmente com a forma e extensão das bacias hidrográficas, por delas dependerem os quantitativos de precipitação e de insolação recebidos. Existem inúmeros índices que podem ser calculados por forma a se poder comparar entre si as diferentes bacias hidrográficas. A forma das bacias é difícil de definir, por isso dizem-se com uma forma alongada, retangular, triangular, circular, entre outras, ou seja, procuramos compará-las com formas geométricas conhecidas, através das quais seja fácil fazer a sua comparação.

No caso concreto das cinco bacias hidrográficas referidas, três destas (Socorridos, João Gomes e São Gonçalo) apresentam-se sob a forma de triângulo invertido, sendo que as outras duas (São João e Santa Luzia) apresentam uma forma alongada com uma inflexão para nascente no seu curso médio-inferior (**Figura II.27**).

O **Quadro II.2** resume as bacias hidrográficas das ribeiras mais importantes que desaguam no concelho do Funchal no que se refere à sua área (km²) e ao seu perímetro (km).

Quadro II.2 - Área e perímetro das bacias hidrográficas das principais ribeiras do Funchal

| Ribeira | Área (km ²) | Perímetro (km) |
|--------------|-------------------------|----------------|
| Socorridos | 38,9 | 36,3 |
| São João | 14,6 | 23,7 |
| Santa Luzia | 14,4 | 23,3 |
| João Gomes | 12,6 | 22,2 |
| São Gonçalo | 4 | 11,8 |
| Total | 84,5 | 117,3 |

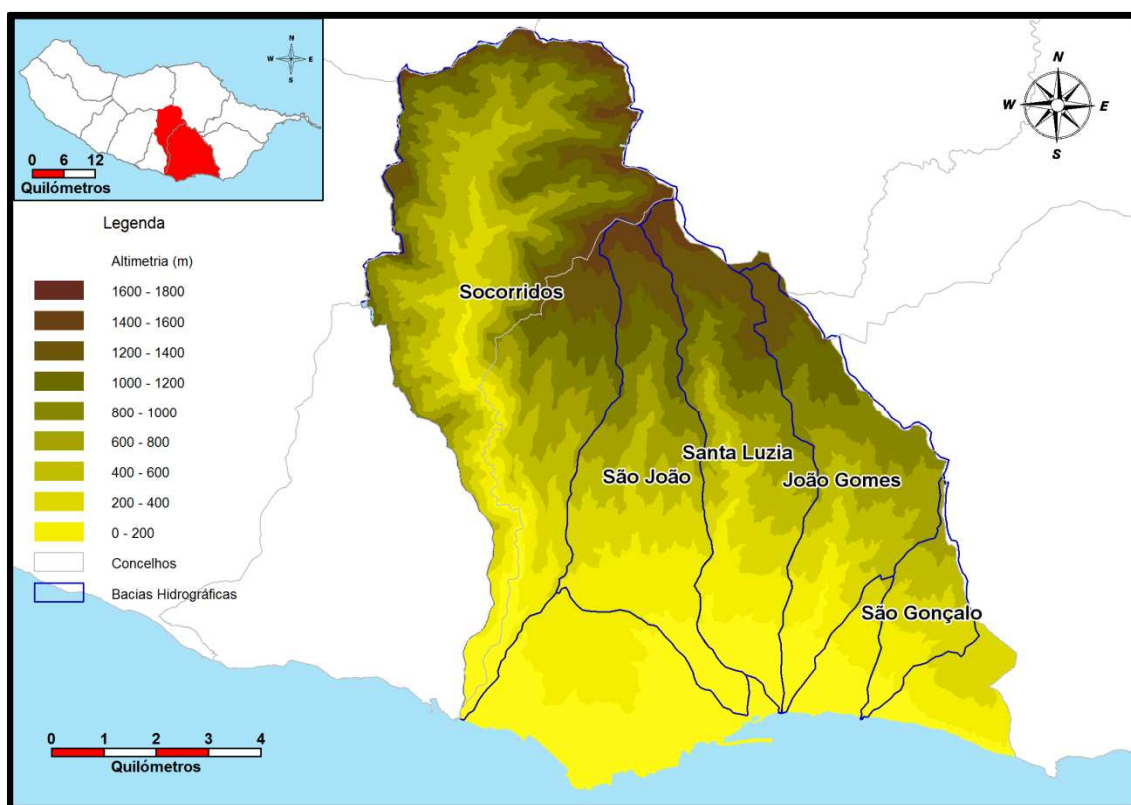
Fonte dos dados: DRIGOT

II.2.4.1.3. - PROPRIEDADES DO RELEVO

Torna-se necessário conhecer a distribuição de altitudes numa determinada bacia hidrográfica, já que os declives dependem da variação de altitude que, por outro lado, influencia a precipitação. As altitudes de uma bacia hidrográfica são observadas através das curvas de nível, correspondendo os pontos de maior e de menor cota, respetivamente à máxima e mínima altitude.

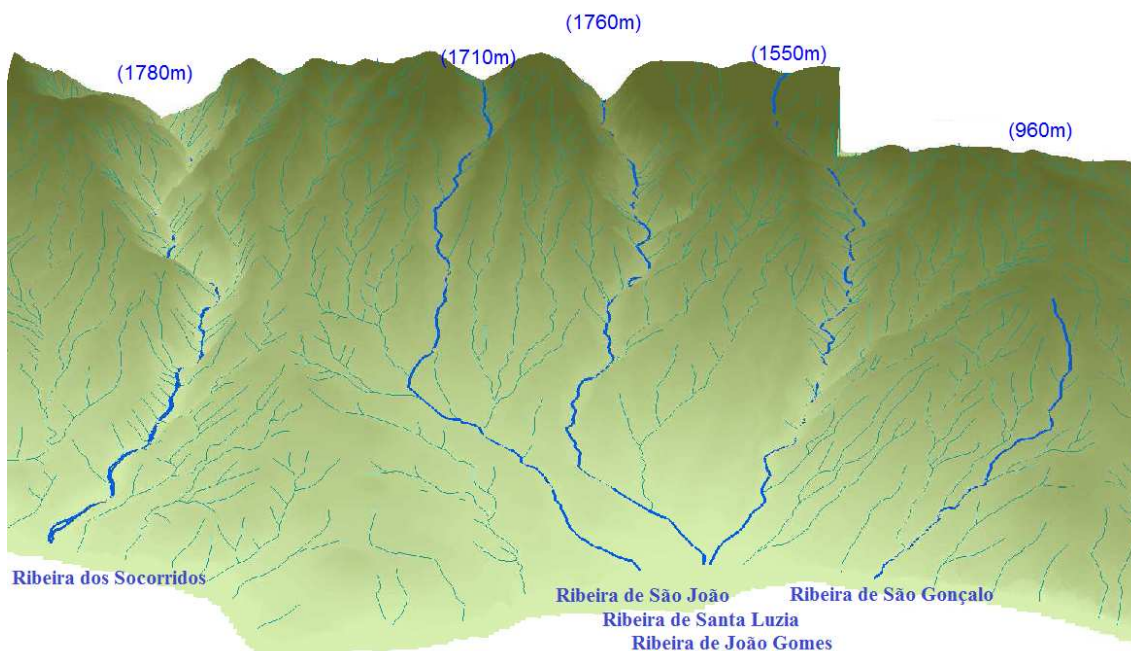
Apesar de apresentarem uma área relativamente reduzida, as bacias hidrográficas das ribeiras em apreço, apresentam declives bastante acentuados, principalmente nos seus cursos superior e médio, fruto da orografia da ilha que se eleva rapidamente desde o nível do mar até ao Maciço Vulcânico Central, para além dos 1800 metros de altitude (**Figura II.30**).

No modelo tridimensional da **Figura II.31** são apresentadas as cotas máximas do curso de água principal para cada uma das bacias hidrográficas das ribeiras mais importantes que desaguam na baía do Funchal, sendo, portanto, a cota 0 a altitude mínima das mesmas.



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.30 - Distribuição hipsométrica da área ocupada pelas bacias hidrográficas das cinco principais ribeiras que desaguam no concelho do Funchal



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.31 - Modelo tridimensional com o encaixe e cota máxima das cinco principais ribeiras que atravessam os concelhos do Funchal e de Câmara de lobos

II.2.5. - HIDROGEOLOGIA

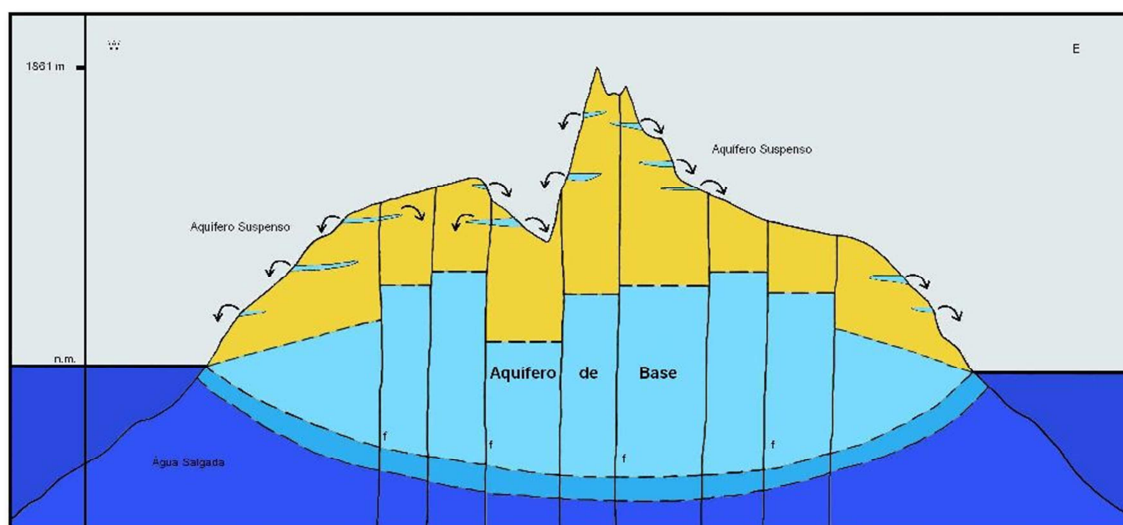
Com 262 302 habitantes (dados dos Censos 2011) e visitada anualmente por cerca de 865 mil turistas, a ilha da Madeira regista um consumo de 185 milhões de metros cúbicos de recursos hídricos subterrâneos (Prada, S. *et al.*, 2003), distribuídos pelo abastecimento público, indústria, rega e produção de energia. Dadas as suas especificidades decorrentes do carácter heterogéneo e anisótropo o abastecimento de água à população é assegurado quase em exclusivo pelas águas captadas subterraneamente.

Os principais locais de recarga dos aquíferos subterrâneos correspondem às cotas mais elevadas e aplanadas da ilha com formações vulcânicas mais recentes e, em geral, mais permeáveis e onde a precipitação é mais abundante (**Figura II.16**). Estas características favorecem a infiltração que é por norma formada por um fluxo descendente, não saturado, originando aquíferos suspensos sempre que essa infiltração é impedida ou dificultada pela presença de níveis de permeabilidade nula ou reduzida. São disso exemplo os planaltos do Paul da Serra, do chão da Lagoa, da Meia Serra e do Santo da Serra (Silveira, A., *et al.* 2010).

A circulação subterrânea é também fortemente condicionada pela rede de fraturas e acidentes tectónicos, constituindo estes a principal via de circulação das águas subterrâneas.

Prada, S. *et al.*, (2005) apresenta o modelo hidrogeológico conceptual (**Figura II.32**) onde considera a existência de dois tipos de aquíferos principais: os aquíferos suspensos e os aquíferos de base. Os primeiros surgem associados a níveis de impermeabilidade reduzida (como tufos, escoadas muito alteradas, níveis de cozimento em paleossolos, formações argilosas, etc...) dando normalmente origem, à superfície, a nascentes, cujo caudal pode ser variável ao longo do ano, consoante a precipitação. Os segundos, (aquíferos de base), que tal como o nome indica, localizam-se na base, correspondem a uma extensa lentícula de água doce que flutua sobre a água salgada mais densa.

Dado o facto do vulcanismo na Madeira ser do tipo fissural, a ilha apresenta-se abundantemente cortada/atravessada por filões com orientações sub-verticais, daí resultando desigualdades no nível de saturação geral.



Fonte: Prada, S. *et al.*, (2005)

Figura II.32 - Modelo hidrogeológico conceitual para a ilha da Madeira apresentado por Prada, S. *et al.*, 2005

O aproveitamento hídrico para uso humano deste enorme potencial subterrâneo, processa-se por meio de perfurações horizontais de grande diâmetro (galerias e túneis de captação de água) e verticais de pequeno diâmetro (furos), assim como através do aproveitamento do caudal das inúmeras nascentes que alimentam os mais de 2000 Km de levadas que serpenteiam a ilha, transportando a água desde os locais onde ela existe em maior abundância (costa norte da ilha) para onde é mais necessária (costa sul) (**Figura II.33**).



Foto: Hugo Reis (22 de fevereiro de 2006)

Figura II.33 - Aspetto de uma das inúmeras levadas e cascatas de água existentes na ilha da Madeira

II.3. - NOTAS HISTÓRICAS

Foi sob a égide d'El Rei D. João I e do Infante D. Henrique que, em 1419, João Gonçalves Zarco e Tristão Vaz Teixeira aportaram pela primeira vez na ilha do Porto Santo, depois de uma violentíssima tempestade os ter “empurrado” para aquela que viria a ser a primeira descoberta da grandiosa odisseia realizada pelos navegadores portugueses através dos mares, até então, nunca antes navegados.

Esta pequena ilha atlântica foi a primeira estância marítima onde aportaram esses ousados navegadores, constituindo o início do glorioso marco dos Descobrimentos, um dos mais notáveis e grandiosos acontecimentos de toda a história do nosso País, tendo sido também a partir dela que esses mesmos navegadores viriam, passado cerca de um ano, em 1420, a descobrir a maior ilha de todo o Arquipélago, a ilha da Madeira.

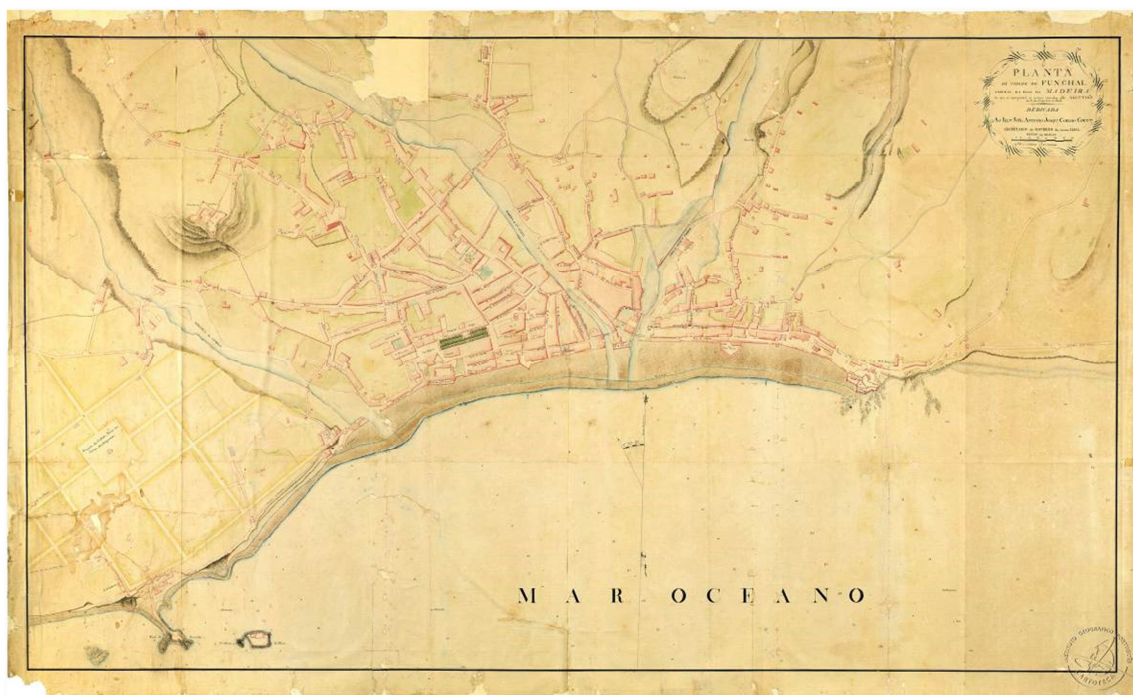
Contudo, parece haver alguma incerteza quanto às datas das descobertas das duas ilhas. Segundo Silva, Pe. F. A. e Meneses, C. A. (1984), “...*Há varias lendas, conjecturas e hipóteses que fazem remontar o conhecimento da Madeira e outras ilhas do Oceano Atlântico a épocas remotissimas...*”p. 677.

Mais romântica parece ser a história da descoberta da Madeira relatada na Lenda de Machim. Reza esta lenda que um tal Robert Machim, um pobre aldeão inglês, ao apaixonar-se por uma nobre donzela, terá tomado a decisão de viver esse amor fora do reino britânico, tendo para isso iniciado viagem com destino a França.

Contudo, uma forte tempestade terá feito com que a frota onde navegavam se tivesse separado, tendo o navio onde seguia Robert Machim e a sua amada, Anne d'Frank, ido bater a uma ilha que, segundo reza a lenda, seria a ilha da Madeira. Baseados nesta lenda, alguns autores dizem aqui encontrar a origem para o topónimo Machico, nome da cidade e do concelho do sector leste da Madeira.

Contudo, para alguns autores é hoje ponto assente que estas ilhas foram mesmo descobertas em 1419 e 1420, sendo o seu povoamento logo iniciado, com os primeiros passos dados nesse sentido por João Gonçalves Zarco, Tristão Vaz Teixeira e Bartolomeu Perestrelo.

Apesar do primeiro desembarque ter ocorrido na baía de Machico, foi no Funchal (**Figura II.34**) onde os navegadores encontraram as melhores condições para ai centralizarem o povoamento da ilha da Madeira. Em forma de anfiteatro e com uma vegetação extremamente densa e impenetrável, reza a história que a ilha esteve sete anos a arder como forma de os primeiros povoadores conseguirem controlar a pojante floresta que cobria por completo a ilha, e por forma a criar condições para a fixação humana, a criação de gado e de campos aráveis.



Fonte: Quintal, R. e Policarpo, N. (2012), p.39

Figura II.34 - Planta antiga da cidade do Funchal datada de 1804

O povoamento da Capitania do Funchal foi tarefa confiada a João Gonçalves Zarco, primeiro Capitão Donatário do Funchal. O núcleo primitivo da cidade teve origem na margem esquerda da Ribeira de João Gomes e não distante da sua foz, existindo simultaneamente outros focos onde o crescimento da cidade se fez graças às condições aí existentes. “...*E certo que este local e as suas mais próximas imediações ofereciam vantagens apreciáveis para um largo povoamento em virtude da sua vastidão, do abrigo que lhes ofereciam as altas montanhas que o circundavam, dum bom porto de mar, das abundantes linhas de águas que o atravessavam, do clima temperado que nele predominava, além de muitas outras circunstancias dignas da*

maior ponderação. Mas também não deixava de apresentar seus graves perigos, por se achar exposto a iminentes inundações, quando as caudalosas ribeiras, saindo dos seus leitos e galgando as suas margens se tornassem elementos terríveis de destruição e de morte, como por vezes aconteceu...” (Silva, Pe. F. A. e Meneses, C. A., 1984, p. 115).

O desenvolvimento desse povoamento foi logo adquirindo um notável grau de prosperidade, ao mesmo tempo que em outros pontos da ilha se iam também constituindo importantes núcleos de povoamento, transformados sem demora em paróquias autónomas e posteriormente em vilas e municípios.



Fonte: arquivo DRAC

Figura II.35 - Gravura que representa a vista de nascente para poente da cidade do Funchal no início do séc. XIX

Em 1452 D. Afonso V deu foral á vila do Funchal (CMF, 2007), que à época era constituída por uma área substancialmente mais vasta e que compreendia a antiga capitania com mesmo nome que se estendia desde a Ponta da Oliveira pelo sul e costa oeste da Madeira, até à Ponta do Tristão. Passado meio século, esta área foi drasticamente reduzida com a criação das vilas e municípios da Ponta do Sol e da Calheta, a primeira criada no ano de 1501 e a segunda logo de seguida. Passados pouco mais de 50 anos depois da criação da vila do Funchal, esta é elevada à categoria de cidade, no dia 21 de Agosto de 1508.

Em 1834 o Concelho do Funchal estendia-se desde a parte oriental da atual freguesia da Ponta do Sol até ao Caniço, sendo somente em 1835 que adquiriu os atuais limites administrativos. O município funchalense é hoje composto pelas freguesias da Sé, São Pedro, Santa Luzia, Imaculado Coração de Maria, Santa Maria Maior, São Gonçalo, São Martinho, Monte, São Roque e Santo António (**Figura II.3**).

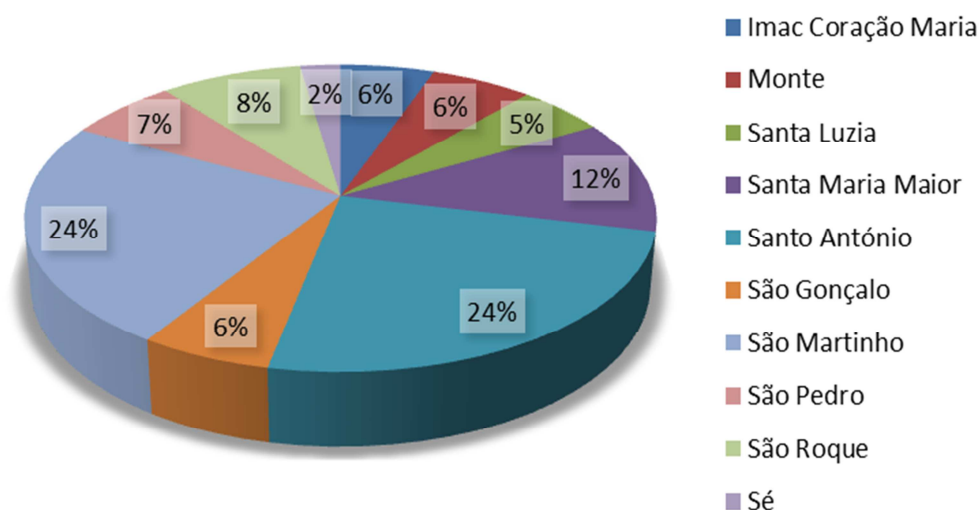
II.3.1. - ASPETOS SOCIOECONÓMICOS

Em toda a ilha da Madeira a distribuição da população é feita de uma forma bastante assimétrica. Segundo os dados dos Censos 2011, na metade Sul da ilha habitam 93,8 % dos residentes, enquanto os três concelhos do norte apenas somam 6,2% da população total.

Mas mesmo a sul as assimetrias populacionais são significativas. O Funchal, que apenas ocupa cerca de 10 % do território, concentra 42,7 % da população, ou seja em cerca de 76 km² habitam perto de 112 000 pessoas o que daí resulta uma densidade populacional de aproximadamente 1470 h/km², mais de 12 vezes superior à média nacional, facto que está bem patente na ocupação do território.

Neste concelho estão três das quatro freguesias mais populosas da Região Autónoma da Madeira: Santo António, São Martinho e Santa Maria Maior, sendo que quase metade da população está concentrada em apenas duas dessas freguesias: Santo António e São Martinho (**Figura II.36 e Quadro II.3**).

Distribuição da população por freguesias no Funchal



Fonte dos dados: Censos 2011

Figura II.36 - Distribuição da população (%) por freguesias no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011

Quadro II.3 - Distribuição da população (número de habitantes) por freguesias no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011

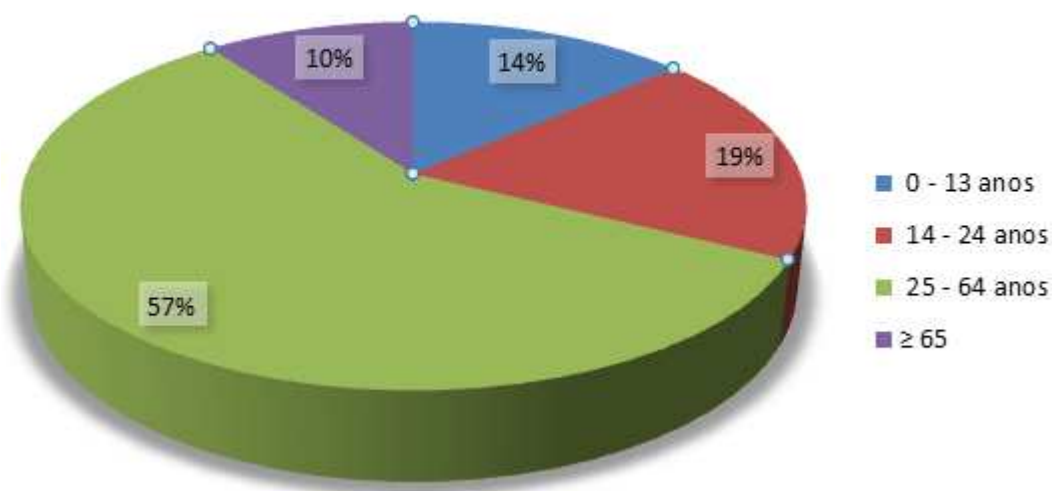
| Freguesia | Número habitantes |
|----------------------------|-------------------|
| Imaculado Coração de Maria | 6207 |
| Monte | 6701 |
| Santa Luzia | 5866 |
| Santa Maria Maior | 13352 |
| Santo António | 27383 |
| São Gonçalo | 6587 |
| São Martinho | 26482 |
| São Pedro | 7273 |
| São Roque | 9385 |
| Sé | 2656 |
| Total Funchal | 111892 |

Fonte dos dados: Censos 2011

Da análise dos dados constantes na **Figura II.36** e **Quadro II.3** facilmente se conclui que também dentro do concelho do Funchal as assimetrias se fazem sentir, embora de uma forma diferente. É nas freguesias em torno do centro da cidade (Santo António, São Martinho, Santa Maria Maior, São Roque, Monte e São Gonçalo) que se concentra a grande maioria da população. Este facto para além de estar diretamente relacionado com a dimensão das próprias freguesias, explica-se também por estas se localizarem em torno do grande centro urbano do Funchal (freguesias da Sé, São Pedro, Santa Luzia e Imaculado Coração de Maria), ocupado principalmente pelo comércio e pelos serviços. São por isso, naturalmente as freguesias periurbanas aquelas que apresentam uma maior taxa de população residente.

Relativamente à estrutura etária (**Figura II.37** e **Quadro II.4**), o concelho do Funchal apresenta uma distribuição da população por idades que pode ser dividida em dois grandes grupos: 57% da população tem entre 25 e 64 anos de idade (população em idade ativa), sendo que os restantes 43% da população se distribui pelos restantes grupos etários (10% com 65 ou mais anos de idade; 14% até aos 13 anos de idade e 19% com idades compreendidas entre os 14 e os 24 anos de idade).

Grupos Etários Funchal



Fonte dos dados: Censos 2011

Figura II.37 - Distribuição da população (%) por grupos etários no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011

Quadro II.4 - Distribuição da população (número de habitantes) por grupos etários no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011

| Grupos etários | 0-13 | 14-24 | 25-64 | ≥ 65 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| Nº Habitantes | 15159 | 21037 | 64265 | 11431 |

Fonte dos dados: Censos 2011

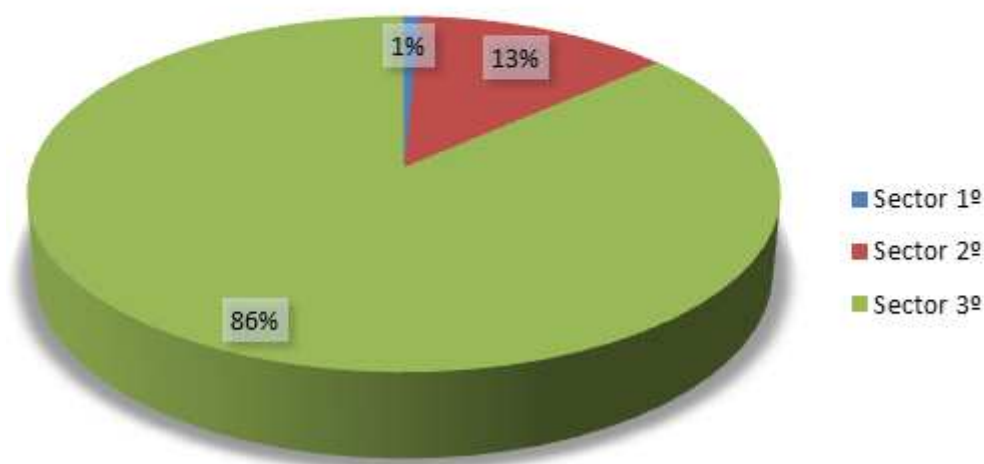
Quanto à distribuição da população empregada por sectores de atividade (**Figura II.38**) nota-se no Funchal, tal como nas grandes cidades, um forte peso do sector do comércio e dos serviços, relativamente aos sectores primário e secundário. Assim, e em termos percentuais, o concelho do Funchal apresenta um sector terciário com um peso de 86% no total do seu tecido trabalhador, enquanto o sector da indústria representa apenas 13% do total da força de trabalho. O sector ligado à agricultura e à pecuária não emprega mais de 1% da população do concelho.

Estes factos estão bem patentes na estrutura da sociedade funchalense, bastante cosmopolita e que trabalha maioritariamente nos serviços e no comércio espalhados um pouco por toda a cidade, mas com especial destaque para a sua faixa litoral, onde se localizam as principais infraestruturas públicas de apoio à população, como sejam as

escolas, hospitais e os serviços da administração pública regional e local; as unidades hoteleiras e a esmagadora maioria dos grandes centros comerciais.

Nas áreas envolventes ao grande núcleo urbano observa-se uma ocupação agro-urbana, caracterizada por uma mescla de habitações unifamiliares, pequenas explorações hortofrutícolas (de uso familiar e de ocupação dos tempos livres), unidades de habitação coletiva e pequenas unidades industriais, ligadas sobretudo ao artesanato (Quintal, R., 2007).

Distribuição da população do Funchal por sectores de actividade



Fonte dos dados: Censos 2011

Figura II.38 - Distribuição da população ativa (%) por sectores de atividade no concelho do Funchal segundo os dados dos Censos 2011

Seguindo uma política de centralização das atividades ligadas ao sector industrial, por norma mais poluentes, o Funchal conta com dois grandes parques industriais localizados nas suas extremidades; nascente (Parque Empresarial da Cancela situado na freguesia de São Gonçalo) e poente (Parque Empresarial da Zona Oeste - PEZO, localizado nas margens da Ribeira dos Socorridos, na fronteira com o concelho de Câmara de Lobos). Dentro deste sector contam-se igualmente inúmeras unidades de extração e transformação de inertes, localizadas preferencialmente junto ao leito das ribeiras, de onde extraem a matéria-prima.

II.4. - EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO

Com início em 1425, o povoamento da Ilha da Madeira teve origem no primitivo pequeno burgo, localizado “*em um vale formoso de singular arvoredos, cheio de funcho até o mar*”, como referem os primeiros cronistas, tendo por isso recebido o nome de Funchal. Rapidamente este núcleo populacional se impôs, graças a um fulgurante desenvolvimento urbano, tornando-se no principal núcleo do Arquipélago. Com o melhor porto natural e um clima ameno na costa sul da ilha, a mais produtiva, depressa o Funchal, na segunda metade do século XV, começa a entrar no circuito das principais rotas comerciais portuguesas, graças ao exponencial crescimento da produção de cana sacarina. Nesta época os canaviais proliferavam um pouco por toda a costa sul da Ilha, desde Machico até a Fajã da Ovelha, cabendo ao Funchal os dividendos mais importantes deste surto económico açucareiro (**Figura II.39**).

O crescimento populacional do concelho, elevado a cidade em 1508, desenvolveu-se, contornando as três principais ribeiras que desagüam na baía do Funchal. Com o passar do tempo a Madeira começa a apostar noutras culturas, tão ou mais lucrativas que a cana sacarina, com especial destaque para a produção de vinho, sendo parte significativa do território reservada a esta cultura.



Fonte: F. de Wit, Wikipédia

Figura II.39 - Gravura da cidade do Funchal na segunda metade do Séc. XVII

No século XVII (**Figura II.39**), fruto do cada vez mais importante comércio vinícola, instalam-se na ilha importantes mercadores ingleses que, progressivamente, acabaram por fazer prosperar a cidade com a edificação de casas senhoriais urbanas, voltadas para o mar de onde era possível ver o movimento do porto e controlar as chegadas e as partidas dos navios que vinham carregar o já afamado Vinho Madeira.

Com a presença destes mercadores, desde logo desenvolveu-se no Funchal uma atividade, que é até aos dias de hoje o principal motor da economia madeirense – o turismo. Graças ao seu clima ameno e paisagem natural única, o Funchal foi catalogado como estância turística terapêutica. Ao longo dos séculos XVIII e XIX passou a figurar nos roteiros do *Grand Tour* do então nascente turismo internacional, transformando-se em ponto de passagem obrigatória para personalidades como a Imperatriz Sissi da Áustria, a Rainha Adelaide de Inglaterra, a Princesa Maria Amélia, a Princesa Carlota da Bélgica, e muitos outros nomes sonantes da nobreza europeia.

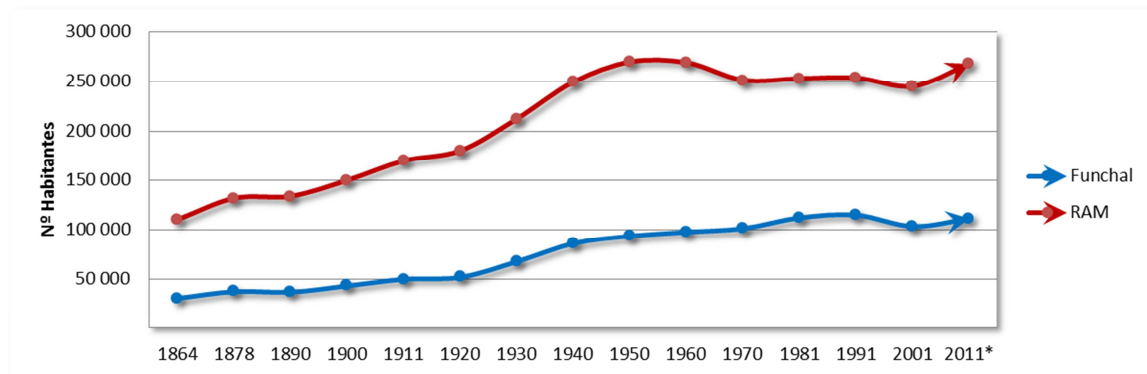
O facto de o Funchal se ter afirmado desde cedo como estância turística e terapêutica marca a evolução da ocupação do território. Um pouco por todo o concelho do Funchal nasceram unidades e instalações hoteleiras para dar resposta à crescente procura. A partir dos finais do século XVIII a cidade “espraiou-se” pela encosta, até ao Monte, com pequenas residências senhoriais, dotadas de parques com árvores exóticas e mirantes sobre a baía, nascendo assim a quinta madeirense e passando grande parte das residências urbanas para funções essencialmente comerciais (**Figura II.40**).



Fonte: <http://passosnacalcada.wordpress.com>

Figura II.40 - Gravura da cidade do Funchal no Séc. XVIII

O crescimento populacional tem sido na Região Autónoma da Madeira, e no Funchal em particular, uma constante ao longo dos tempos. Tirando alguns períodos na história onde se observou um ligeiro decréscimo da população, tal como na década de 60/70 do século passado resultado das grandes vagas emigratórias, e mais recentemente com os pêndulos migratórios dentro do próprio território, o crescimento tem sido contínuo e constante (**Figura II.41**).



*Dados dos Censos 2011

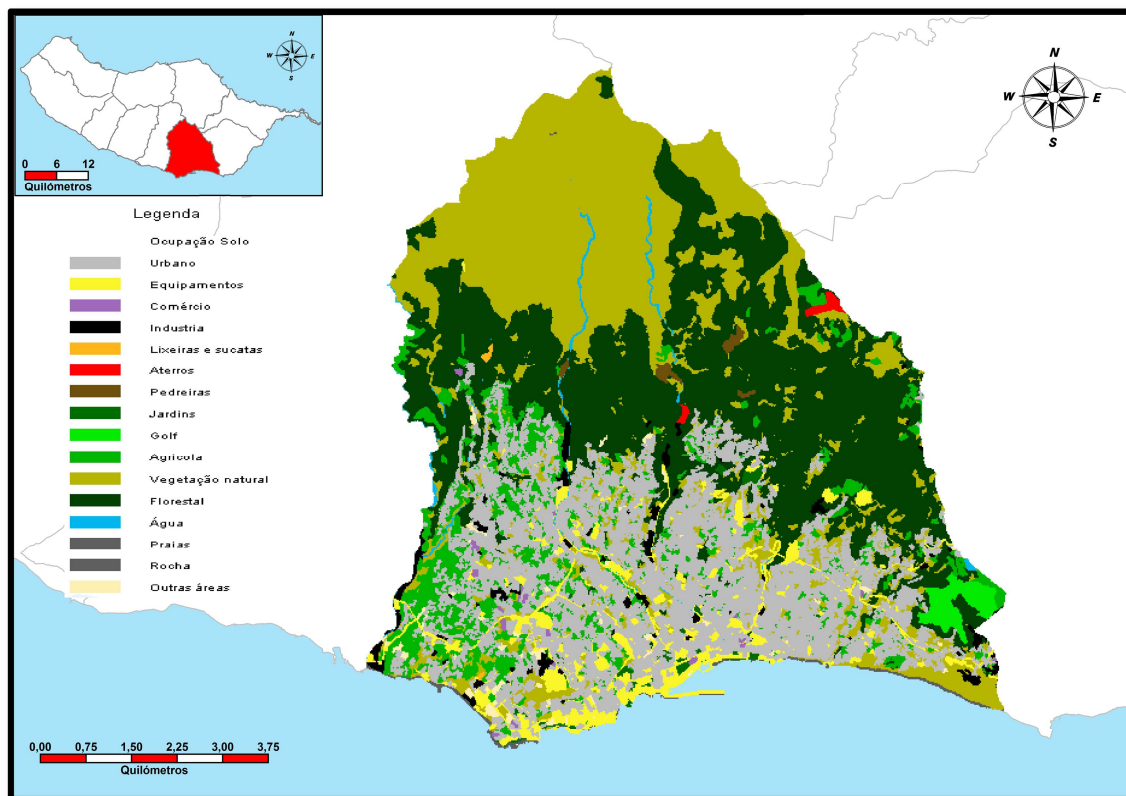
Fonte dos dados: DRES

Figura II.41 - Evolução do crescimento da população ao longo do último século e meio na Região Autónoma da Madeira e no concelho do Funchal

Analisando a **Figura II.41** é possível observar que ao longo dos tempos o crescimento da população tem tido maior expressão no contexto do concelho do Funchal do que a nível regional, uma vez que se regista um aumento da percentagem de população da RAM que habita a capital (de 27,7% em 1864 para os 45,5% registados em 2011). Em 1864 residiam no Funchal 30 583 pessoas, tendo esse número mais que triplicado em menos de 150 anos, sendo esse aumento mais significativo a partir dos anos 20 do século passado.

Como resultado deste crescimento populacional exponencial nas últimas décadas, o território foi sendo ocupado deste as cotas mais baixas, densamente edificadas, até à cota dos 800 metros. Depois de inicialmente ter ocupado locais menos vulneráveis (linhas de cumeada e afastados das linhas de água) o ser humano procurou contrariar a Natureza, instalando-se e desenvolvendo as suas atividades ao longo das linhas de água, em áreas de leito de cheia, e em terrenos declivosos, propícios a movimentos de massa.

Tendo por “cenário de atuação” o território anteriormente descrito, o concelho foi sendo ocupado ao longo de cinco séculos e meio (**Figura II.42**).



Fonte dos dados: DRIGOT

Figura II.42 - Carta de ocupação do solo do concelho do Funchal (2007) simplificada

Conforme é possível observar no **Figura II.42**, onde se apresenta uma simplificação para o concelho do Funchal da Carta de Ocupação dos Solos da Região Autónoma da Madeira (COSRAM 2007), a ocupação do solo neste município é bastante diversificada, observando-se um forte cariz urbano na metade Sul do concelho, sendo a metade Norte ocupada essencialmente pelos espaços florestais e por vegetação natural, espaços estes bastante fustigados recentemente pelos grandes incêndios florestais de agosto de 2010 e julho de 2012. As margens dos cursos médios e inferiores das principais ribeiras estão densamente ocupados por área urbana, equipamentos e espaços industriais.

Nesta Carta de Ocupação do Solo datada de há apenas cinco anos, é feita referência a apenas dois aterros e a oito pedreiras em todo o município do Funchal. No capítulo seguinte é possível ver que estes números pecam por defeito, prova inequívoca

que este tipo de depósitos continua a ser desconhecido/ignorado por parte das entidades oficiais e competentes, podendo constituir, alguns deles, um enorme perigo para as populações.

Fruto do crescimento populacional e conseqüente aumento do volume de construções e de material disponível, nas últimas décadas proliferaram na ilha da Madeira e em particular no concelho do Funchal locais onde foram vazados/colocados materiais provenientes de escavações de obras públicas e particulares e de demolição de infraestruturas. Para a maioria destes depósitos de origem antrópica não foram desenvolvidos estudos prévios de localização, e estes não foram projetados para o acondicionamento de resíduos. No capítulo seguinte faz-se a inventariação, cartografia e caraterização dos principais aterros existentes no concelho do Funchal, aferindo a suscetibilidade de aqui ocorrerem situações que confirmam perigo às populações, infraestruturas e meio ambiente.

CAPÍTULO III - A PROBLEMÁTICA

Feita a apresentação da área de estudo neste terceiro capítulo será abordada a problemática da vulnerabilidade associada aos depósitos de materiais de escavação e de construção no concelho do Funchal. Inicia-se este capítulo fazendo referência à legislação nacional e comunitária existente sobre esta matéria, seguindo-se a apresentação dos aspetos metodológicos e os procedimentos operacionais utilizados, seguindo-se a inventariação, a localização, a cartografia e a caraterização dos referidos depósitos no concelho do Funchal. Por fim procede-se à avaliação da sua vulnerabilidade focando os fatores de risco a que podem estar submetidos a população, as infraestruturas e o ambiente.

III.1. - OS DEPÓSITOS DE MATERIAIS DE ESCAVAÇÃO E DE CONSTRUÇÃO

III.1.1. - LEGISLAÇÃO

Foi pela primeira vez aprovado em Portugal, por meio do Decreto-Lei nº 488/85, de 25 de Novembro, o primeiro regime jurídico para a gestão dos resíduos no País. A rápida e constante evolução do Direito Comunitário determinaria a revogação daquele diploma por sucessivos novos Decretos-Lei (310/95, de 20 de Novembro; nº 239/97, de 9 de Setembro; 152/2002, de 23 de Maio; 85/2005, de 28 de Abril), até chegar-se ao Decreto-Lei nº 178/2006 de 5 de Setembro. Posteriormente foram publicados os Decretos-Lei nº 46/2008, de 12 de Março, que estabelece o regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, abreviadamente designados por resíduos de construção e demolição (RCD), e o nº 183/2009 de 10 de Agosto, atualmente em vigor e que estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, e os requisitos gerais a observar na conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, incluindo as características técnicas específicas para cada classe de aterros.

Vários fatores concorreram para a necessidade de aprovação de sucessivos novos regimes jurídicos para a gestão de resíduos. Desde logo, a necessidade de transpor para o ordenamento jurídico interno as Diretivas do Parlamento Europeu e do Conselho, resultantes da evolução do direito e da ciência que nesta área atingiu, no quadro europeu, princípios da maior importância em matéria de gestão de resíduos. Assim foram definidos os seguintes princípios gerais:

1. Princípio da autossuficiência (que determina que as operações de gestão de resíduos devem decorrer preferencialmente em território nacional, reduzindo ao mínimo possível os movimentos transfronteiriços de resíduos);
2. Princípio da responsabilidade pela gestão (a gestão do resíduo constitui parte integrante do seu ciclo de vida, sendo esta da responsabilidade do respetivo produtor);
3. Princípios da prevenção e redução (com o objetivo de evitar e reduzir a produção de resíduos, tendo também em linha de conta o seu carácter nocivo, devendo-se evitar ou, pelo menos, reduzir o risco para a saúde humana e para o ambiente);
4. Princípio da hierarquia das operações de gestão de resíduos (que preconiza, por ordem decrescente de prioridades, a prevenção e redução de resíduos, a sua reutilização, a reciclagem, outros tipos de valorização e só em última instância a eliminação);
5. Princípio da responsabilidade do cidadão (onde os cidadãos são incentivados a adotar comportamentos de carácter preventivo em matéria de produção de resíduos, bem como práticas que facilitem a respetiva reutilização e valorização);
6. Princípio da regulação da gestão de resíduos (fazendo verter para a lei todo o processo de gestão de resíduos);
7. Princípio da equivalência (o regime económico e financeiro das atividades de gestão de resíduos visa a compensação tendencial dos custos sociais e ambientais que o produtor gera à comunidade ou dos benefícios que a comunidade lhe possa facultar, de acordo com um princípio geral de equivalência).

Toda a legislação entretanto aprovada e em vigor visa, no geral, evitar ou reduzir os efeitos negativos sobre o ambiente da deposição de resíduos em aterro, quer à escala local, em especial a poluição das águas superficiais e subterrâneas, do solo e da atmosfera, quer à escala global, em particular o efeito de estufa, bem como quaisquer riscos para a saúde humana (Alves, C., 2009).

Contudo, foram surgindo dificuldades ao nível da aplicação das disposições do regime geral aos designados resíduos de construção e demolição (RCD) atendendo às questões muito específicas que lhe estão associadas. Assim surgiu o Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de Março, que estabelece o regime das operações de gestão deste tipo de resíduos. Este novo regime pretende garantir a aplicação das políticas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos, inclusive na fase de projeto, através da prevenção da produção de RCD e da sua perigosidade, aliando a utilização das melhores tecnologias disponíveis à utilização de materiais com melhor potencial de reutilização e reciclagem.

Assim, prevê a reutilização de solos e rochas não contendo substâncias perigosas e obriga à existência em obra de sistemas de triagem ou ao encaminhamento para operador de gestão licenciado para realizar essa operação. No mesmo sentido, condiciona a deposição de RCD em aterro a uma triagem prévia, contribuindo para um incremento da reciclagem ou de outras formas de valorização. Estabelece uma cadeia de responsabilidade que vincula os donos da obra, os empreiteiros e as câmaras municipais. Paralelamente, criam-se mecanismos inovadores ao nível do planeamento, da gestão e do registo de dados de RCD, que permitem, em articulação com os regimes jurídicos das obras públicas e das obras particulares, condicionar os atos administrativos associados ao início e conclusão das obras à adequada gestão de RCD.

O sector das obras e da construção civil é responsável por uma parte muito significativa dos resíduos gerados em Portugal, situação comum à generalidade dos demais Estados Membros da União Europeia em que se estima uma produção anual global de 100 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD).

O Decreto Lei nº 183/2009 de 10 de Agosto (que define regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, e os requisitos gerais a observar na conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, incluindo as características técnicas específicas para cada classe de aterros), define aterros como

sendo “...a instalação de eliminação de resíduos através da sua deposição acima ou abaixo da superfície natural, incluindo: as instalações de eliminação internas, considerando-se como tal os aterros onde o produtor de resíduos efetua a sua própria eliminação de resíduos no local de produção; uma instalação permanente, considerando-se como tal a que tiver uma vida útil superior a um ano, usada para armazenagem temporária” p. 5 171.

Segundo o mesmo diploma os aterros são classificados numa das seguintes classes: aterros para resíduos inertes; aterros para resíduos não perigosos; ou aterros para resíduos perigosos.

Em função da respetiva classe, os aterros, estão sujeitos ao cumprimento dos requisitos técnicos referentes à localização, ao controlo de emissões e proteção do solo e das águas, à estabilidade, aos equipamentos, às instalações e infraestruturas de apoio e ao encerramento e integração paisagística.

À luz da atual lei, e no que diz respeito à localização, um aterro tem de ter em consideração a distância do seu perímetro relativamente às áreas residenciais e recreativas, cursos de água, massas de água e outras áreas agrícolas e urbanas; a existência na zona de águas subterrâneas ou costeiras, ou de áreas protegidas; as condições geológicas e hidrogeológicas locais e da área envolvente; os riscos de cheias, de aluimento, de desabamento de terra ou de avalanches na área; a proteção do património natural e cultural.

A realidade constatada no concelho do Funchal é bem distinta da preconizada pela lei atualmente em vigor. Embora sabendo que os vinte e dois aterros identificados nesta dissertação são anteriores à entrada em vigor desta legislação, à luz do atual quadro jurídico nenhum deles teria condições para se instalar nos locais onde agora se encontram, ora por se localizarem junto a áreas residenciais e recreativas (Estádio da Madeira, Choupana, Babosas, Sr. Saúl, Tecnovia, Estrela, Pico da Cruz, Pico de São Martinho e Papagaio Verde), cursos de água (Choupana, Carreiras, Herdade da Achada Grande, Sr. Saúl, Tecnovia, Montado do Coelho, Fundoa de Baixo, Fundoa I, II, e III, Brimade, Ribeira da Lapa e Estrela), áreas protegidas (Cancela, Montanha, Pico da Cruz e Pico de São Martinho) ou águas costeiras (Avenida do Mar e foz da Ribeira dos Socorridos), ora pelo facto dos locais onde estão implantados não oferecerem condições geológicas e hidrogeológicas capazes de evitar riscos de movimentos de massa.

Atualmente a instalação de um aterro só é autorizada se, face às características do local, no que se refere aos aspetos acima mencionados, e às medidas corretivas a implementar, não acarretar qualquer risco grave para o ambiente e para a saúde pública. Assim os aterros, em função da respetiva classe, devem obedecer aos requisitos mínimos apresentados no **Quadro III.1**.

Quadro III.1 - Requisitos mínimos a que os aterros devem obedecer

| Classe do aterro | Aterro para resíduos inertes | Aterro para resíduos não perigosos | Aterro para resíduos perigosos |
|------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Sistema de proteção ambiental passivo: | | | |
| Barreira de segurança passiva | Sim | Sim | Sim |
| Sistema de proteção ambiental ativo: | | | |
| Barreira da impermeabilização artificial | - | Sim | Sim |
| Sistema de drenagem de águas pluviais | - | Sim | Sim |
| Sistema de drenagem e recolha de lixiviados | - | Sim | Sim |
| Sistema de drenagem e tratamento de biogás | - | (*) | (*) |
| Sistema de selagem final: | | | |
| Camada de drenagem de gases | - | (*) | (*) |
| Barreira de impermeabilização artificial | - | - | Sim |
| Camada mineral impermeável | - | Sim | Sim |
| Camada de drenagem > 0,5 m | - | Sim | Sim |
| Cobertura final com material terroso > 1 m | Sim | Sim | Sim |
| Instalações e infraestruturas de apoio: | | | |
| Vedação | Sim | Sim | Sim |
| Portão | Sim | Sim | Sim |
| Vias de circulação | Sim | Sim | Sim |
| Queimador de biogás | Sim | (*) | (*) |

(*) A definir em função do tipo de resíduos admitidos no aterro

Fonte: DL 183/2009

Relativamente à estabilidade o Decreto Lei nº 183/2009 determina que a deposição dos resíduos nos aterros deve ser realizada de modo a assegurar a estabilidade da massa de resíduos e das estruturas associadas, nomeadamente no sentido de evitar deslizamentos e ou outros movimentos de massa similares.

Sempre que for criada uma barreira artificial, deve garantir-se que o substrato geológico, considerando a morfologia do aterro, é suficientemente estável para conseguir evitar assentamentos (pressão vertical) que possam danificar essa barreira.

Não obstante o manifesto esforço levado a cabo pelas entidades regionais, nomeadamente pelos serviços da Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, para a adaptação da realidade à lei em vigor e aos elevados padrões de exigência ambiental, importa referir que todos os aterros inventariados neste estudo, têm o seu início de atividade antes do atual regime jurídico.

Apesar disso alguns deles continuaram ativos depois da entrada em vigor da lei, sem que tivessem sido levadas em linha de conta as novas determinações jurídicas. Refira-se a título de exemplo o aterro junto à Ribeira da Lapa, no sítio da Volta da Malhada, Eira do Serrado que teve o seu início em 2002 resultado da iniciativa pública de aqui depositar os materiais provenientes da abertura do túnel rodoviário de acesso à freguesia do Curral da Freiras, sem que tivessem sido acauteladas as devidas medidas de proteção ambiental. Passados quase dez anos, é novamente uma obra pública a responsável pelo crescimento deste aterro; desta feita a abertura da estrada que liga as zonas altas de Santo António e São Roque ao Pico do Areeiro. A deposição dos materiais de escavação (terra e fragmentos rochosos de diferentes calibres) foi na ocasião considerada provisória, mas o que é facto é que lá continuam, sem que tenham obedecido ao atual regime jurídico, nomeadamente o estabelecido no Decreto Lei nº 183/2009 de 10 de Agosto (que define regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, e os requisitos gerais a observar na conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, incluindo as características técnicas específicas para cada classe de aterros).

III.1.2. - ASPETOS GERAIS

O despejo de materiais de escavação e de construção na ilha da Madeira tem vindo a criar situações que põem em causa não só o ambiente, mas sobretudo a segurança das populações. Segundo os dados da Direção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território, e só em termos de Resíduos de Construção e de Demolição (RCD), considerando o valor de referência, 500kg RCD / per capita / ano, estima-se uma produção deste tipo de resíduos na ordem das 350 toneladas / dia na Região Autónoma da Madeira durante o *boom* da construção, entre a década de 90 do século passado e a primeira década do século XXI.

Ao longo dos anos a maioria dos materiais de escavação e de construção teve como destino final o despejo em aterros não licenciados, muitas vezes os mesmos usados para os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), ou o despejo em áreas protegidas, diretamente no mar, nas bermas das estradas e ao longo das margens e leitos de várias ribeiras existentes um pouco por toda a ilha onde eram abandonados longe do olhar das entidades licenciadoras/fiscalizadoras (**Figuras III.1 a), b), c) e d)**). Esta situação, motivada pela grande pressão exercida pelo crescimento económico e pelo consequente aumento do volume de obras públicas e privadas nas últimas três décadas, levou a que fossem cometidos vários atentados ambientais e a que fossem colocadas em risco as próprias populações.



Fotos: Carina Alves (2009)

Figuras III.1 a), b), c) e d) - Aspeto de despejos clandestinos de vários tipos de materiais ocorridos ao longo dos anos em diversos locais do concelho do Funchal

Já há dez anos atrás, Rui Correia (2002) fazia referência a artigos publicados na comunicação social madeirense demonstrando a duração e a gravidade desta atividade: “... *A criação do Vazadouro da Cancela aparece na sequência do anteriormente instalado na Ribeira dos Socorridos. Este vazadouro funcionou durante quatro anos, recebia toda a terra removida de obras públicas e privadas do concelho do Funchal, a qual era despejada directamente no mar, à semelhança do que se verifica na Reserva Natural do Garajau, em que o litoral daquela zona apresentava uma enorme mancha acastanhada principalmente na baía de Câmara de Lobos...*” (in Diário de Notícias - Madeira, 12 de Março de 1991); “... *Nada foi feito e o vazadouro ganhou dimensões de um lado e outro da estrada. A população está cansada e receia pelas consequências. É que a ribeira do Natal está diminuída e foi desviada. Para além disso, há a convicção de que uma chuvada poderá fazer deslizar o vazadouro pela encosta, pondo em perigo a paisagem e as pessoas...*” (in Diário de Notícias – Madeira, 6 de Julho de 1993); “... *Foi criado muito recentemente um vazadouro de terras no sítio da Vereda da Eira – água de Pena. Com uma entrada vedada, em propriedade cujos titulares são desconhecidos, a verdade é que as terras ali despejadas, num permanente movimento de camiões, estão a encurtar a distância das margens da aludida ribeira bem como alterando o seu leito...*” (in Diário de Notícias - Madeira, 30 de Janeiro de 1995); “... *A Cosmos denunciou ontem, o facto de as grandes obras públicas em curso na Região não contemplarem a criação de aterros. O que está a obrigar a que toneladas de terra sejam sistematicamente lançadas ao mar...*” (in Diário de Notícias - Madeira, 1 de Fevereiro de 1998) ; “... *O deslizamento de terras que se está a verificar num vazadouro situado no Santo António da Serra está a assustar os moradores da zona. Receiam uma derrocada em grandes proporções, sentimento agravado pelas chuvas contínuas...*” (in Diário de Notícias - Madeira, 18 de Janeiro de 2000).

Foi a partir do ano 2000 que a administração ambiental regional (SRA) assumiu a necessidade de definir locais com capacidade para absorver o depósito controlado de materiais de escavação e de construção em condições de segurança e estabilidade. O reforço da fiscalização, o incentivo à criação por parte das entidades privadas de locais aptos à deposição desses materiais e o aumento da sensibilidade ambiental, levou ao surgimento de aterros com elevada capacidade para absorver este tipo de resíduos, sendo no concelho do Funchal o mais significativo o aterro das Carreiras, localizado no

sítio da Achada do Gil, freguesia do Monte. Trata-se do único aterro legalmente em execução neste momento no concelho e que foi desenvolvido em duas fases (Carreiras I e Carreiras II). A primeira teve início no ano 2001 e prolongou-se no tempo até 2007, tendo absorvido 367 007,5 m³ de resíduos. A segunda fase iniciou-se em 2004 e à presente data conta com uma taxa de execução de cerca de 80%, tendo ainda capacidade para absorver cerca de 200 000 m³.

No dicionário da língua portuguesa a palavra aterro está definida como: “... *ato, efeito ou trabalho de encher de terra; local que cobriu ou nivelou com terra ou entulho; obra constituída por um maciço artificial de terras...*” (infopédia.pt).

Em ecologia aterro significa: “... *terreno onde são depositados, em camadas compactadas, resíduos sólidos, que são tratados de maneira a reduzir ao mínimo os efeitos nocivos sobre o ambiente ou a saúde pública...*” (infopédia.pt).

Por outro lado vazadouro significa “... *local onde são depositados os resíduos sólidos, sem que sejam adotadas medidas de proteção ao meio ambiente. Depósito de imundícies, terras, materiais sobrantes, etc...*” (vidasustentavel.net).

Tendo em conta a complexidade e diversidade de definições consultadas e a realidade da área de estudo, propõe-se a adoção nesta dissertação de apenas um termo (aterro) que englobe todo o local onde são depositados, acima ou abaixo da superfície natural, a título provisório ou definitivo, materiais provenientes de escavações, construção, materiais estéreis e resíduos resultantes da atividade das explorações de pedreiras, ou materiais inertes resultantes das operações de limpeza de linhas de água ou vias de comunicação. A deposição destes materiais nestes locais pode ou não ter sido alvo de licenciamento por parte das autoridades competentes e obedecendo, ou não, às regras de conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento pré-estabelecidas pela lei.

Nos termos da Diretiva 1999/31/CE do Conselho, de 26 de Abril, transposta para o ordenamento jurídico português pelo DL 152/2002 de 23 de Maio, entende-se por resíduos inertes, “... *os resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas importantes, não podendo estes ser solúveis nem inflamáveis, nem ter qualquer outro tipo de reação física ou química e não podem ser biodegradáveis, nem afetar negativamente outras substâncias com as quais entrem em contacto, de forma*

suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana...”
p.4681.

Dos vinte e dois aterros inventariados neste trabalho, quinze são compostos, essencialmente, por resíduos mistos (de construção e de escavação); três por fragmentos rochosos (material estéril ou "ganga" resultante da atividade extrativa e transformadora de pedreiras); dois por resíduos sólidos urbanos (correspondem a duas antigas lixeiras municipais); um pelo material proveniente das operações de limpeza da cidade aquando das enxurradas de 20 de Fevereiro de 2010 e outras que se lhe seguiram; e um composto por materiais rochosos diversos e terra resultantes da abertura do túnel do Curral da Freiras e da estrada florestal que liga as áreas altas da freguesia de Santo António ao Pico do Areeiro.

Para o presente estudo foram apenas tidos em consideração os principais depósitos de materiais de escavação e de construção espalhados um pouco por todo o concelho do Funchal ao longo das últimas três décadas. A grande maioria destes aterros teve o seu período áureo de funcionamento durante as décadas de 80 e 90 do século passado, já não estando ativos no presente e onde eram cobrados cerca de dois contos (moeda da altura) por carrada (cerca de 10 m³). A dimensão média dos vinte e dois aterros aqui referidos é de 51 070,46 m². O maior é o aterro das Carreiras ocupando uma área com 272 277,4 m², seguindo-se os aterros da Brimade (175 334,6 m²), da Herdade da Achada Grande (158 441,7 m²) e Montado do Coelho (117 952, 0 m²), todos acima da centena de metros quadrados. Os mais pequenos são os aterros da Fundoa de Baixo (5 445,7 m²), do Pico da Cruz (6 758,6 m²) e da Fundoa II (7276,9 m²). Localizam-se preferencialmente (16) no interior do concelho e junto a linhas de água, existindo quatro situados junto à orla costeira (Cancela e Montanha no topo de uma arriba sobranceira ao mar, Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses na bacia portuária do Funchal e o localizado junto à foz da ribeira dos Socorridos).

De acordo com os objetivos definidos para a presente dissertação, aqui não é feita referência aos inúmeros pequenos depósitos de materiais e que resultaram dos despejos ao longo de caminhos, encostas, arribas, orla costeira e espaços florestais mais escusos. No entanto recomenda-se a inventariação e monitorização destes pequenos depósitos, pois alguns deles, numa pequena escala, poderão oferecer algum tipo de risco às populações, infraestruturas ou meio ambiente.

III.1.3. - METODOLOGIA

Para a inventariação, localização e cartografia dos depósitos de materiais de escavação e de construção no concelho do Funchal, principalmente os mais antigos, começou-se no campo por recolher os testemunhos de profissionais que trabalharam diretamente no sector ou que de alguma forma tivessem conhecimento pormenorizado sobre a localização, características físicas dos locais onde foram implantados os aterros e modo de funcionamento destes.

Assim foram promovidas duas reuniões com o proprietário das empresas Santos & Jesus, Lda. e Irmãos Abreu Henriques, Lda., empresas de escavações, terraplanagens e transporte de materiais de escavação e de construção, que operam no mercado local há cerca de 25 anos. Estas empresas efetuaram inúmeros despejos deste tipo materiais na grande maioria dos aterros aqui inventariados. Recolheu-se também o testemunho do proprietário da exploração agrícola com cerca de 9 mil m² que confina a poente com o antigo aterro da Montanha. Morador e conhecedor desde sempre do local, este interlocutor recorda-se perfeitamente de naquele lugar ter surgido o vazadouro de terras que foi durante alguns anos explorado pelo então proprietário do terreno, que a troco de algumas dezenas de contos (na moeda da altura), permitia o despejo de materiais provenientes de escavações e de obras públicas e privadas para enchimento da topografia original do local, com vista ao nivelamento do terreno sobranceiro ao mar e com uma vista deslumbrante sobre a baía do Funchal. Sem qualquer tipo de contenção periférica ou frontal nalguns sectores, este aterro foi crescendo, tendo sido anos mais tarde loteado e vendido, aí nascendo uma urbanização de luxo, onde atualmente se encontram algumas moradias em risco de deslizamento.

Falou-se igualmente com o presidente do Clube de Tiro e Caça da Madeira, cujas instalações desportivas estão localizadas sobre o antigo aterro da Cancela, com o pároco da Igreja de São Martinho e com um morador no Pico de São Martinho há cerca de 40 anos, conhecedores profundos do antigo aterro ali existente. Testemunhou-se igualmente os conhecimentos de um levadeiro (pessoa responsável pela distribuição da água de rega) da área do Monte e do Livramento e proprietário do terreno a Norte do aterro do Sr. Saúl, na freguesia do Monte.

Esta recolha oral foi acompanhada pela impressão de duas cartas em papel no formato A0 e à escala 1/10 000, com a impressão dos ortofotomapas, vias de comunicação, linhas de água, toponímia e divisão administrativa do concelho, base sobre a qual foram desenhados os limites aproximados dos aterros aí identificados, assim como outros elementos relevantes, como sejam as linhas de água primitivas e/ou outras que tenham sido desviadas do seu curso original (**Figura III.2**).



Foto: Duarte Araújo (14 de janeiro de 2012)

Figura III.2 - Cartas no formato A0 e à escala 1/10000 onde foram esboçados os limites preliminares dos aterros nas recolhas orais e nas reuniões de campo

Numa fase posterior, foi essa informação digitalizada em Sistemas de Informação geográfica (SIG). Um SIG, não é mais do que uma integração organizada de hardware, software, dados geográficos e pessoas, capazes de executar procedimentos de aquisição, entrada, armazenagem e análise dos referidos dados, tendo em vista a resolução dos problemas propostos. Para o efeito recorreu-se ao software GeoMedia Professional 6.1, onde se criou uma base de dados (Microsoft Access) específica para

armazenamento dos dados recolhidos. Assim foi digitalizada a informação referente aos aterros, tentando-se, na medida do possível, ajustar os dados recolhidos à cartografia disponível. Com o auxílio das curvas de nível, das linhas de água e dos ortofotomapas foi possível definir melhor os limites e outros elementos relativos aos aterros (**Figura III.3**).

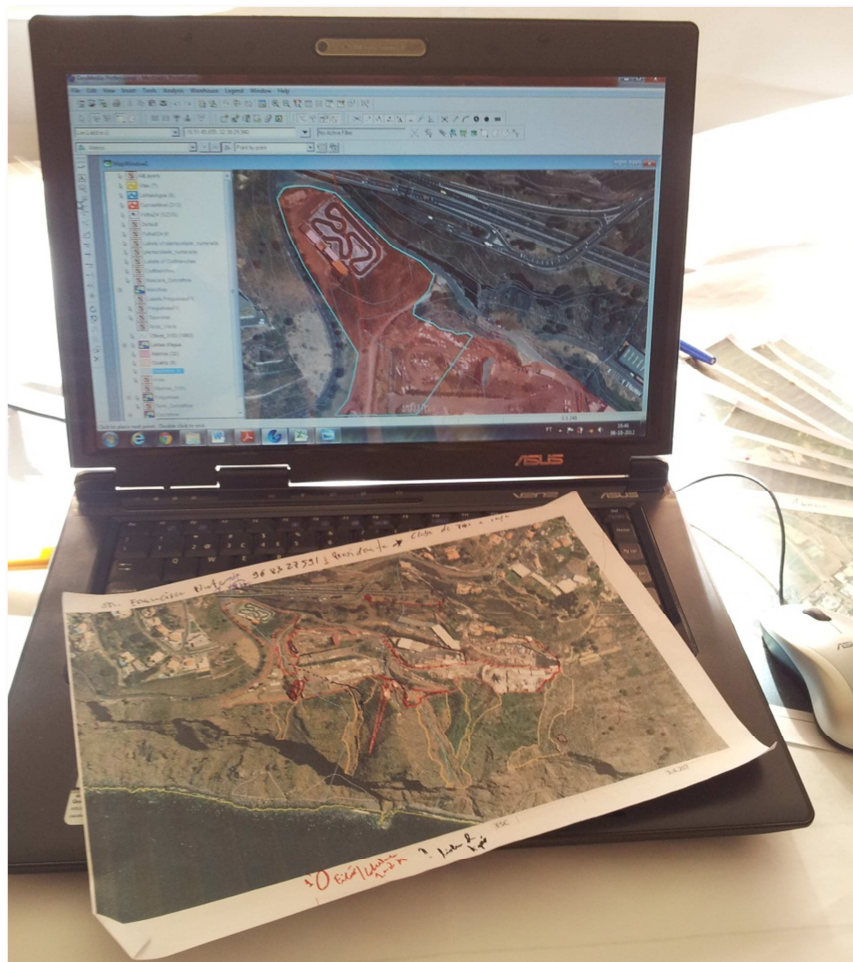


Foto: Duarte Araújo (14 de janeiro de 2012)

Figura III.3 - Pormenor do trabalho de digitalização dos aterros em ambiente GeoMedia Professional 6.1

Depois da criação do SIG em gabinete procedeu-se à impressão de novas cartas, individualizadas para cada um dos aterros identificados, no formato A4, a uma escala mais próxima da realidade e já com os elementos recolhidos oralmente digitalizados, passando-se ao trabalho de campo para aferição e confirmação desses dados e recolha de novos elementos no local (**Figura III.4**).

Foram feitas dez saídas de campo (16/12/2011, 29/12/2011, 30/12/2011; 04/02/2012, 11/02/2012; 17/03/2012, 20/03/2012; 12/05/2012; 01/06/2012 e 20/10/2012). Em alguns locais foi possível ter acesso total à área ocupada pelo aterro, em outros a visita foi feita na área envolvente dos depósitos por falta de autorização dos responsáveis ou dos proprietários.



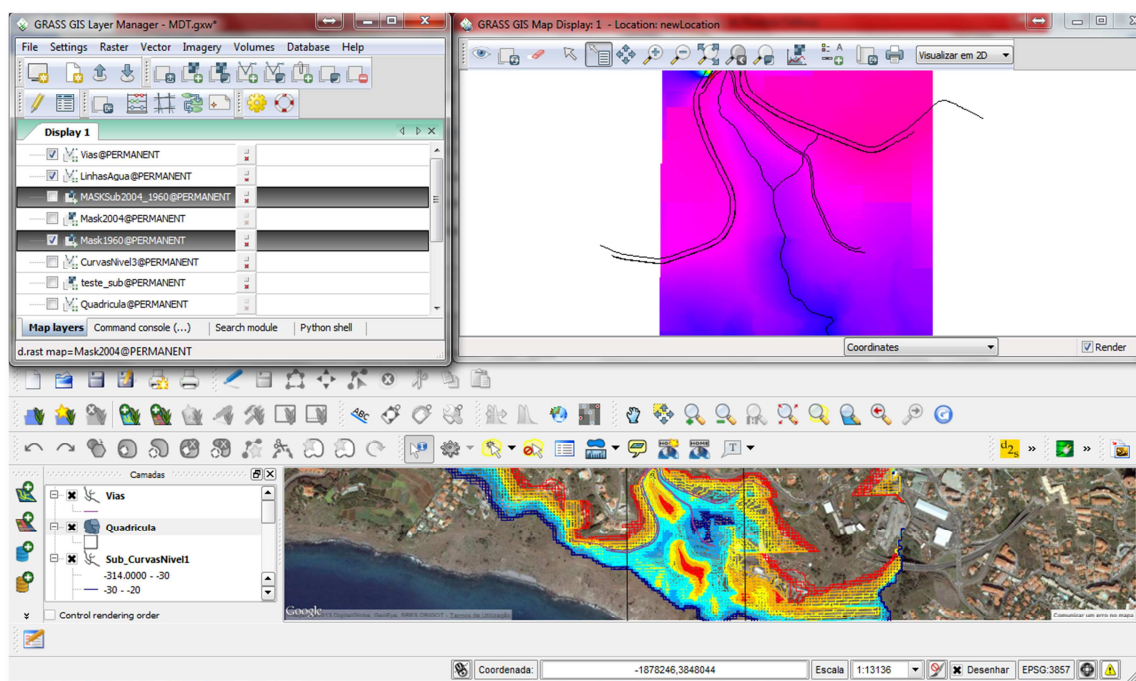
Foto: João Silva (29 de dezembro de 2011)

Figura III.4 - Pormenor de uma das saídas de campo onde se procedeu à recolha de novos elementos “in situ” e à validação da informação já digitalizada com recurso às cartas no formato A4 e com escala ajustada a cada um dos aterros identificados

Depois de processada toda a informação, procedeu-se à criação do Modelo Digital do Terreno (MDT) para uma determinada secção do Aterro da Cancela, aterro este referido nos quatro casos de estudo que são apresentados no **Capítulo IV**. Este MDT foi produzido com recurso à cartografia raster e vetorial disponível com o maior espaçamento temporal possível (1967-2004).

Assim utilizou-se a planta antiga da cidade datada de 1967, representando as curvas de nível com equidistância de um metro, que apesar de ter sido digitalizada e georreferenciada, não se encontrava em formato vetor, pelo que recorreu-se ao software não proprietário “AlgoLab R2V Converter” para a conversão dos ficheiros do formato raster para vetor. Este processo, apesar de rápido e expedito, não é inócuo a pequenos defeitos, pelo que foi necessário proceder-se aos ajustes necessários na união das linhas representativas das curvas de nível, por exemplo. Já para a cartografia mais recente utilizada (2004), não foi necessária a execução de grandes trabalhos, uma vez que a mesma já se encontrava devidamente vetorizada.

Para a criação dos Modelos Digitais do Terreno (MDT) utilizou-se o software não proprietário Grass GIS (**Figura III.5**). Com este software procedeu-se igualmente ao cálculo de diferenças de quotas entre os dois modelos cartográficos (1967 e 2004) estimando-se assim as áreas de ganho (depósito) e de perda (extração de inertes) para uma determinada secção do aterro. A partir deste cálculo criou-se um ficheiro de curvas de nível que nos indica claramente onde houve, neste espaço de tempo, deposição de materiais e as áreas onde se procedeu à sua extração, resultados evidenciados pelas diferenças de cotas entre os dois modelos separados no tempo por trinta e sete anos.

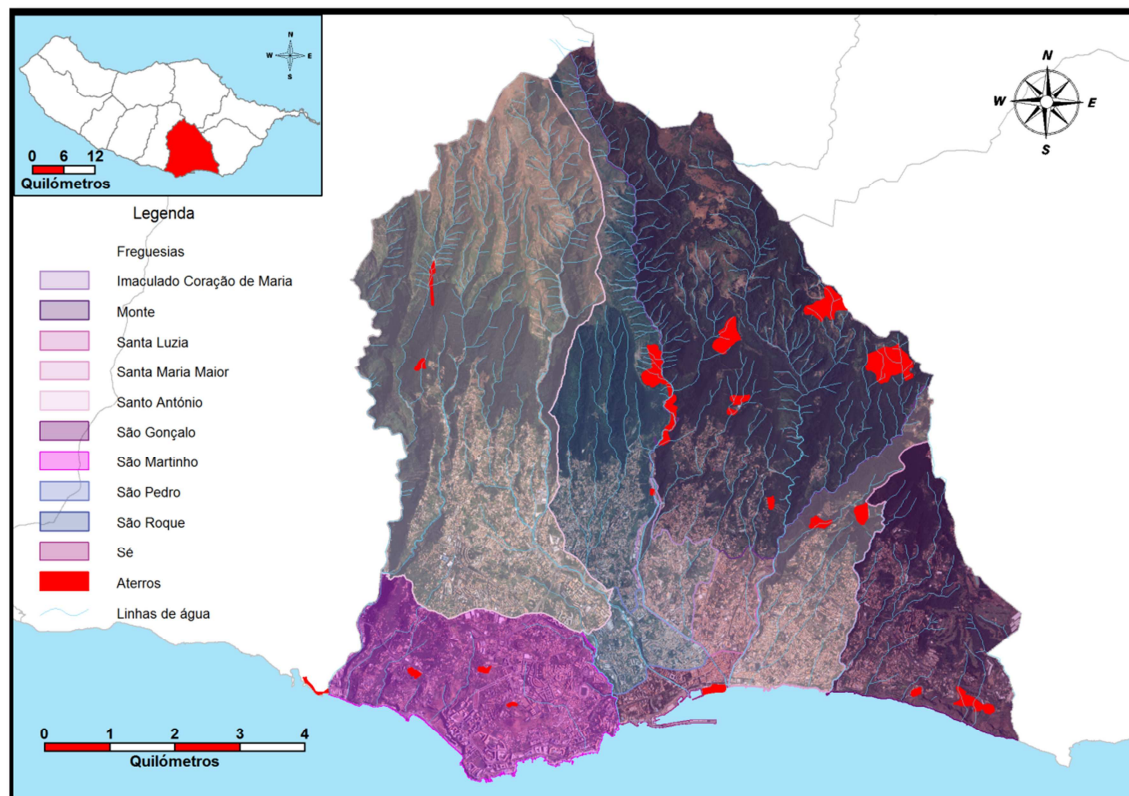


Fonte: Duarte Araújo (2013)

Figura III.5 - Pormenor do trabalho realizado na criação dos Modelos Digitais do Terreno

III.1.4. - INVENTARIAÇÃO, CARTOGRAFIA E CARATERIZAÇÃO

Como já anteriormente referido, no âmbito deste estudo, foram identificados vinte e dois aterros de média e grande dimensão no concelho do Funchal. Estes estão dispersos um pouco por todo o município, com especial incidência na região centro-norte do concelho onde se localiza a grande maioria dos aterros (**Figura III.6**).



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.6 - Distribuição geográfica dos aterros no concelho do Funchal

Na **Figura II.6** e no **Quadro III.2** pode-se observar a distribuição dos aterros por freguesia. A freguesia do Monte é claramente a que regista maior número de aterros, nove no total (Carreiras, Herdade da Achada Grande, Babosas, Sr. Saúl, Tecnovia, Montado do Coelho, Fundoa I, Fundoa II e Fundoa III). No curso intermédio da ribeira de Santa Luzia, localizam-se três destes aterros (Fundoa I, II e III), havendo a particularidade de neste local também se localizarem os dois aterros identificados na freguesia de São Roque (Fundoa de Baixo e Brimade), sendo que as células I e II do

aterro da Brimade também se localizarem na margem esquerda desta ribeira, freguesia do Monte.

A freguesia de São Martinho acolhe três aterros (Pico da Cruz, Pico de São Martinho e Pagaio Verde), enquanto Santa Maria Maior, Santo António, São Gonçalo e São Roque registam dois cada (Estádio da Madeira e Choupana; Estrela e Ribeira da Lapa; Cancela e Montanha; e Fundoa de Baixo e Brimade, respetivamente) e a freguesia da Sé assinala a presença de um aterro (Aterro marítimo da Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses).

Neste estudo, foi ainda tido em conta o aterro situado na margem direita da foz da Ribeira dos Socorridos, que apesar de estar implantado no concelho vizinho de Câmara de Lobos, pode apresentar algum risco para o concelho do Funchal, caso algum episódio aí ocorra, obstruindo a foz da referida ribeira e afetando a montante deste local importantes equipamentos públicos (Estação Termoelétrica da Vitória, instalações da Empresa de Eletricidade da Madeira e silos da empresa Cimentos Madeira) na margem esquerda da ribeira, concelho do Funchal.

Quadro III.2 - Distribuição do número de aterros por freguesias no concelho do Funchal

| Freguesia | Nº aterros |
|------------------------------------------|-------------------|
| Imaculado Coração de Maria | - |
| Monte | 9 |
| Santa Luzia | - |
| Santa Maria Maior | 2 |
| Santo António | 2 |
| São Gonçalo | 2 |
| São Martinho | 3 |
| São Pedro | - |
| São Roque | 2 |
| Sé | 1 |
| Câmara de Lobos (foz Ribeira Socorridos) | 1 |
| Total | 22 |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Dos vinte e dois aterros identificados, dezassete resultaram da iniciativa privada e apenas cinco por ação direta das entidades públicas (dois antigos aterros sanitários na Fundoa, aterros marítimos da Avenida do Mar e junto à foz da Ribeira dos Socorridos e aterro junto à Ribeira da Lapa).

Para a inventariação e caraterização dos aterros referidos neste estudo, foram tidos em conta diversos parâmetros. Em primeiro lugar a localização geográfica dos aterros, uma vez que o estudo se centra no concelho do Funchal, apenas foram considerados os aterros aí implantados ou que, mesmo não estando dentro dos limites administrativos deste município, possam causar danos no seio deste. Em segundo lugar foram consideradas as condicionantes, ou seja foi feita uma breve avaliação das caraterísticas dos aterros e da sua envolvente. Aqui foram tidos em conta, os aspetos físicos, a ocorrência histórica de situações catastróficas e o uso e ocupação dos solos, condicionantes estas que possam contribuir para o risco, por de alguma forma colocarem em causa as populações, as infraestruturas ou o ambiente.

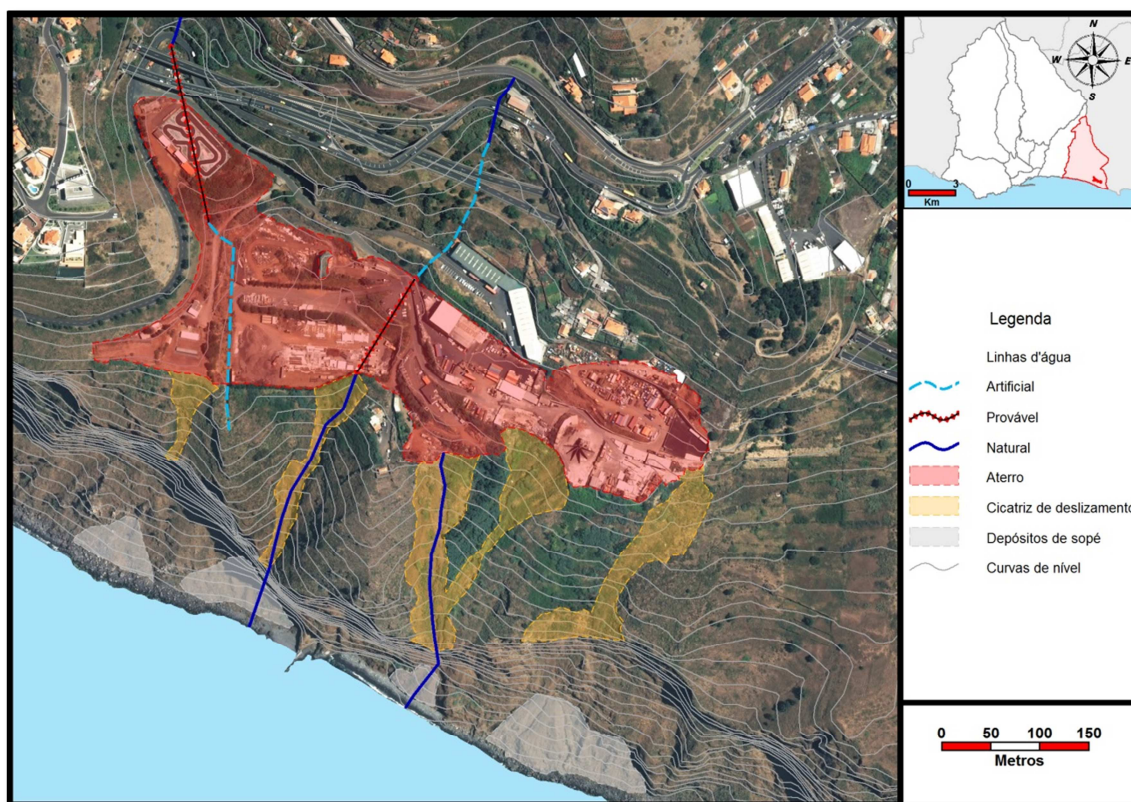
Dentro das caraterísticas físicas do território teve-se em atenção a existência ou não e condição das linhas de água na envolvente do aterro, o declive, posição na vertente e substrato rochoso do local onde está instalado o aterro, o tipo e forma de acondicionamento dos materiais depositados, a existência de indícios de movimentação e a existência ou não de contenção do aterro. No uso e ocupação do solo foi considerado o tipo de utilização deste e a existência de núcleos populacionais, sobre ou a jusante que possam ser afetados por eventuais episódios catastróficos associados aos aterros.

De seguida faz-se a caraterização individual de cada um dos vinte e dois aterros identificados neste estudo. Para essa caraterização apresenta-se aqui uma breve descrição do aterro e um mapa com a localização do mesmo. No Capítulo IV são apresentados quatro casos de estudo técnico-científicos aplicados para os aterros da Cancela, da Montanha, do Sr. Saúl e da Brimade. Nos referidos casos de estudo é apresentada uma caraterização mais pormenorizada, contando para o efeito com os resultados da campanha de prospeção efetuada no âmbito do Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Concelho do Funchal, que teve uma participação ativa do autor da presente dissertação. No **Anexo I** complementa-se a caraterização dos aterros com a apresentação de uma sequência de imagens aéreas (1997, 2004, 2007 e 2010), fotos e uma tabela resumo para cada aterro com referência aos seguintes itens:

1. Localização – nome da localidade onde se situa o aterro.
2. Freguesia – freguesia onde se situa o aterro.
3. Coordenadas – coordenadas geográficas (latitude e longitude) do aterro expressas em graus, minutos e segundos.
4. N° de células – número total de células que constituem o aterro.
5. Dimensão (m²) – área total ocupada pelo aterro expressa em metros quadrados.
6. Cota máxima (m) – cota mais alta do aterro expressa em metros.
7. Cota mínima (m) – cota mais baixa do aterro expressa em metros.
8. Posição topográfica – posição do aterro em função da sua localização na vertente.
9. Tipo materiais depositados – tipo de materiais que constituem o aterro.
10. Estado atual – informação relativa ao estado atual de funcionamento do aterro, se está ou não ativo.
11. Tipo funcionamento – informação relativa à forma de funcionamento do aterro, se licenciado para funcionar como aterro ou não.
12. Tipo propriedade – informação relativa à titularidade do aterro, se pública ou privada.
13. Uso atual – uso e ocupação dada ao solo no presente.
14. Substrato rochoso – informação relativa ao afloramento do substrato rochoso, se visível que material geológico o constitui.
15. Avaliação estabilidade – informação relativa à estabilidade aparente do aterro (observação direta).
16. Alteração topográfica – informação relativa à existência ou não de alterações topográficas no terreno primitivo.
17. Confinado – informação relativa à existência de contenção periférica ao aterro.
18. Tipo de contenção – se existe contenção e de que tipo.
19. Presença linhas de água – informação relativa ao atravessamento e/ou colmatação de linhas de água no aterro.
20. Drenagem – informação relativa à existência ou não de algum tipo de drenagem feita no aterro.

21. Tipo drenagem – se existe drenagem e de que tipo.
22. Edificado – informação relativa á existência ou não de algum tipo de construção sobre o aterro.
23. Tipo edificado – se existe construção e de que tipo é o edificado.
24. Cobertura vegetal – informação relativa à fase pós-exploração do aterro, indicando se houve reflorestação ou não.
25. Espécie – se foi feita reflorestação, que espécie(s) foi(ram) utilizada(s).
26. Data início funcionamento – data aproximada do início da exploração do aterro.
27. Data fim funcionamento – data aproximada do fim da exploração do aterro.
28. Observações – campo destinado ao registo de outras particularidades do aterro.

III.1.4.1.- ATERRO DA CANCELA



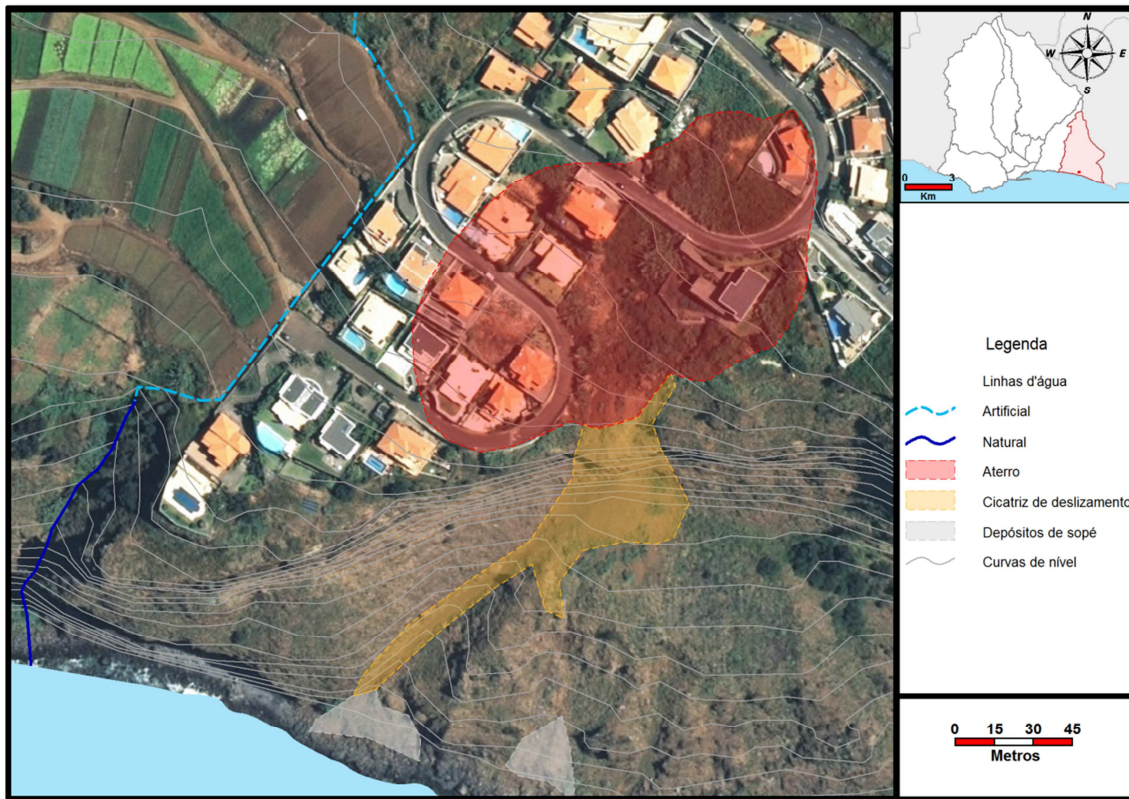
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.7 - Aterro da Cancela

Aterro localizado no sítio da Cancela, Freguesia de São Gonçalo e que ocupa uma área de cerca de 83 000 m² (**Figura III.7**). Confina a Norte com a estrada de acesso aos estaleiros do Governo Regional; a nascente com a empresa Molde Betão; a poente com o Clube de Tiro e Caça da Madeira; e a Sul com a encosta sobranceira ao mar. Trata-se de um aterro de iniciativa privada que funcionou desde os finais dos anos 70/início dos anos 80 do século passado (**Anexo I**) com a deposição de materiais provenientes das escavações e materiais de construção diversos, tendo crescido de uma forma mais ou menos desorganizada, colmatando linhas de água (Ribeira das Árvores) e sem qualquer tipo de planeamento, não tendo sido igualmente acautelada a contenção frontal ou lateral deste aterro. No referido período eram cobrados dois contos (moeda da altura) por cada carrete com cerca de 10 m³ de material que era descarregado.

No **Capítulo IV** apresentam-se quatro “*case studys*”, fazendo-se um estudo mais pormenorizado sobre este aterro.

III.1.4.2.- ATERRO DA MONTANHA



Fonte: Duarte Araújo (2012)

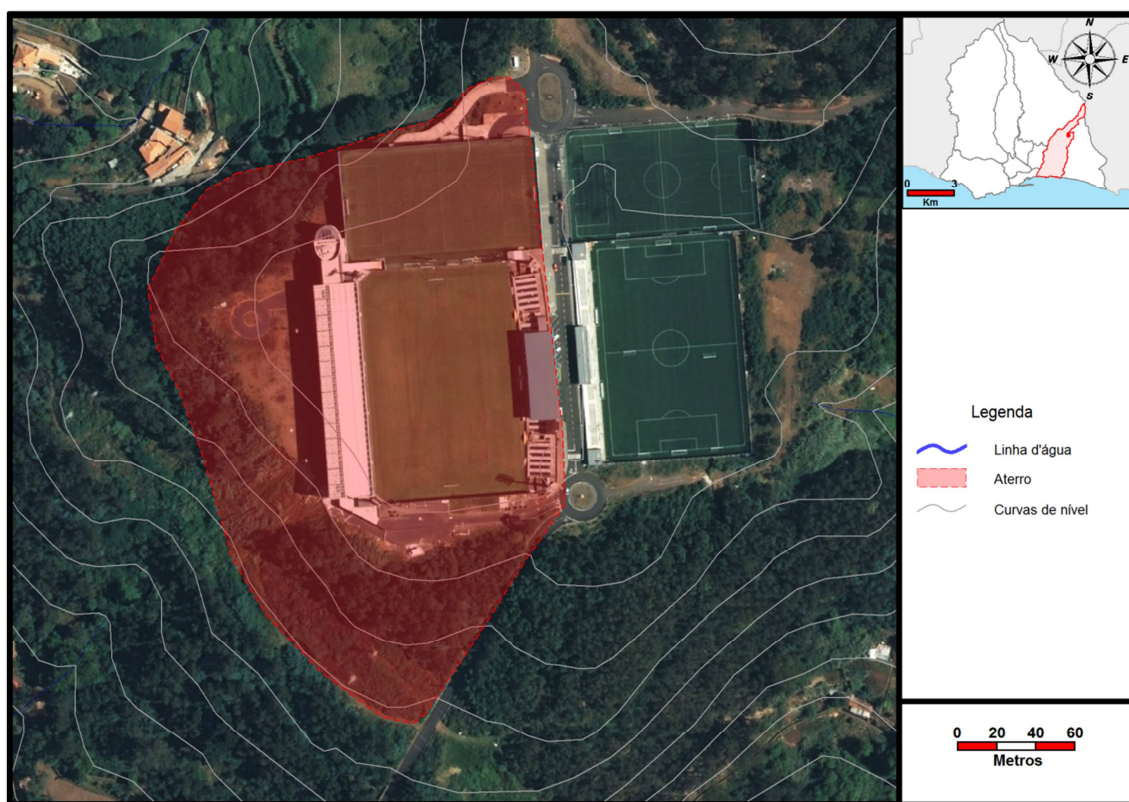
Figura III.8 - Aterro da Montanha

Situado no sítio da Montanha, freguesia de São Gonçalo, que surgiu nos finais dos anos 70 / início dos anos 80 do século passado (**Anexo I**) resultante do despejo de materiais de construção e de escavação, por iniciativa privada e sem qualquer tipo de estudo prévio ou planeamento. O Aterro (**Figura III.8**) cresceu num terreno privado, no topo de uma escarpa sobranceira ao mar e onde o seu proprietário, a troco de dois contos (moeda da altura) por cada 10m^3 , permitia a deposição dos mais diferentes tipos de materiais provenientes das escavações e obras de construção. Nas instalações junto ao aterro era feita a venda de materiais inertes (britas e areia).

Nos trabalhos de campo foi possível constatar evidentes sinais de instabilidade e observar que o depósito é composto por materiais muito heterométricos e de diferentes calibres (calhaus rolados, materiais silto-argilosos de tonalidade castanha avermelhada com fendas de dissecação ou retração, garrafas, materiais de construção), desagregados e ou mal compactados.

No **Capítulo IV** faz-se um estudo mais pormenorizado sobre este aterro.

III.1.4.3.- ATERRO DO ESTÁDIO DA MADEIRA



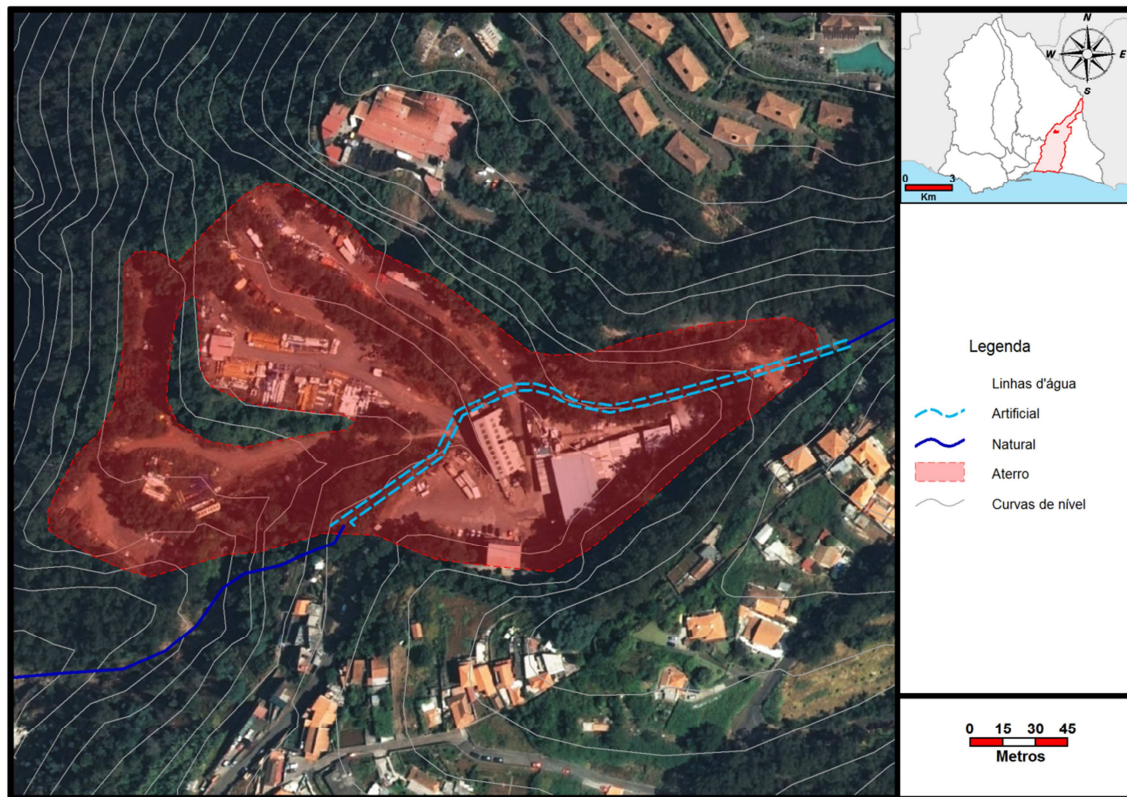
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.9 - Aterro do Estádio da Madeira

Localizado no sítio da Choupana, freguesia de Santa Maria Maior, a 670 metro de altitude (**Anexo I**), este foi um aterro desenvolvido com o objetivo claro de criar uma plataforma nivelada que teve por finalidade a edificação do complexo desportivo do Clube Desportivo Nacional/Estádio da Madeira (**Figura III.9**). Ocupa uma área de cerca de 47 000 metros quadrados onde foram depositados materiais provenientes de escavações e obras entre os anos de 1995 e 2000.

Trata-se de uma plataforma de aterro que, apesar de confinada perifericamente e de ter sido edificada com um propósito claro, tem evidenciado, ao longo dos anos, sinais claros de instabilidade, nomeadamente nas extremidades poente e norte poente onde os episódios de movimentos de massa têm sido notícia. A instabilidade revelada em alguns sectores específicos do seu perímetro (deslizamentos, muros fendilhados e fraturados), revela que esta é uma plataforma de aterro que no geral apresenta alguma susceptibilidade de vir a provocar vulnerabilidade a pessoas, bens ou ambiente.

III.1.4.4.- ATERRO DA CHOUPANA



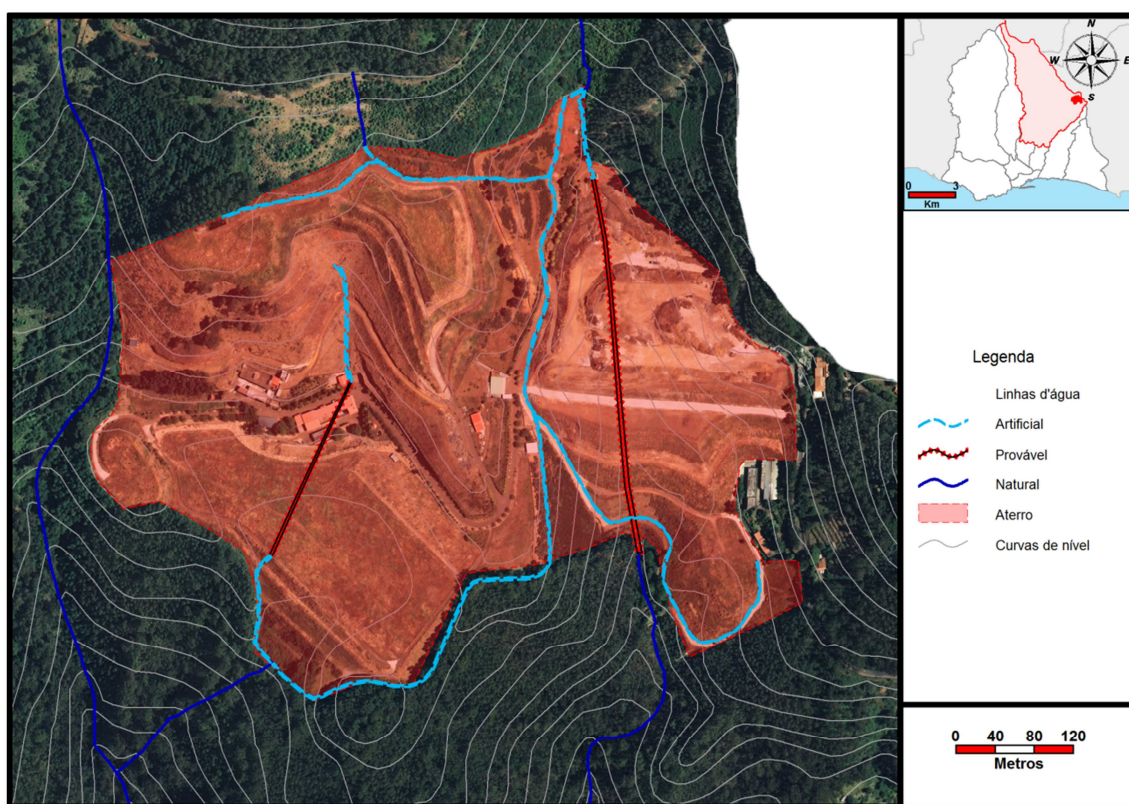
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.10 - Aterro da Choupana

Antigo aterro situado no sítio da Choupana, freguesia de Santa Maria Maior que funcionou durante os anos “áureos” das obras públicas na Madeira. Ocupa uma área de mais de 34 000 m², a uma cota de cerca de 500 metros de altitude (**Anexo I**). Aqui estão depositados milhares de metros cúbicos de materiais de escavação e de construção num aterro atravessado por uma linha de água que teve de ser canalizada nos trabalhos de reconstrução pós 20 de Fevereiro de 2010 (em betão armado com cerca de 3 metros de largura, altura variável ao longo do trajeto e vários desníveis - quebra pressão), depois desta ter causado alguns danos materiais no estaleiro que aí agora funciona.

A região frontal do aterro está ocupada por tote's e diverso material pesado em ferro (estruturas metálicas diversas de cofragem utilizadas em obras de arte, cofragens de tetrápodes, bidões contendo abraçadeiras metálicas e lixo diverso) (**Figura III.10**). No bordo frontal, coberto por vegetação densa de eucaliptos e acácias, são evidentes os sinais de instabilidade revelados por fenómenos de creep (curvamento na base do tronco das árvores junto ao solo).

III.1.4.5.- ATERRO DAS CARREIRAS



Fonte: Duarte Araújo (2012)

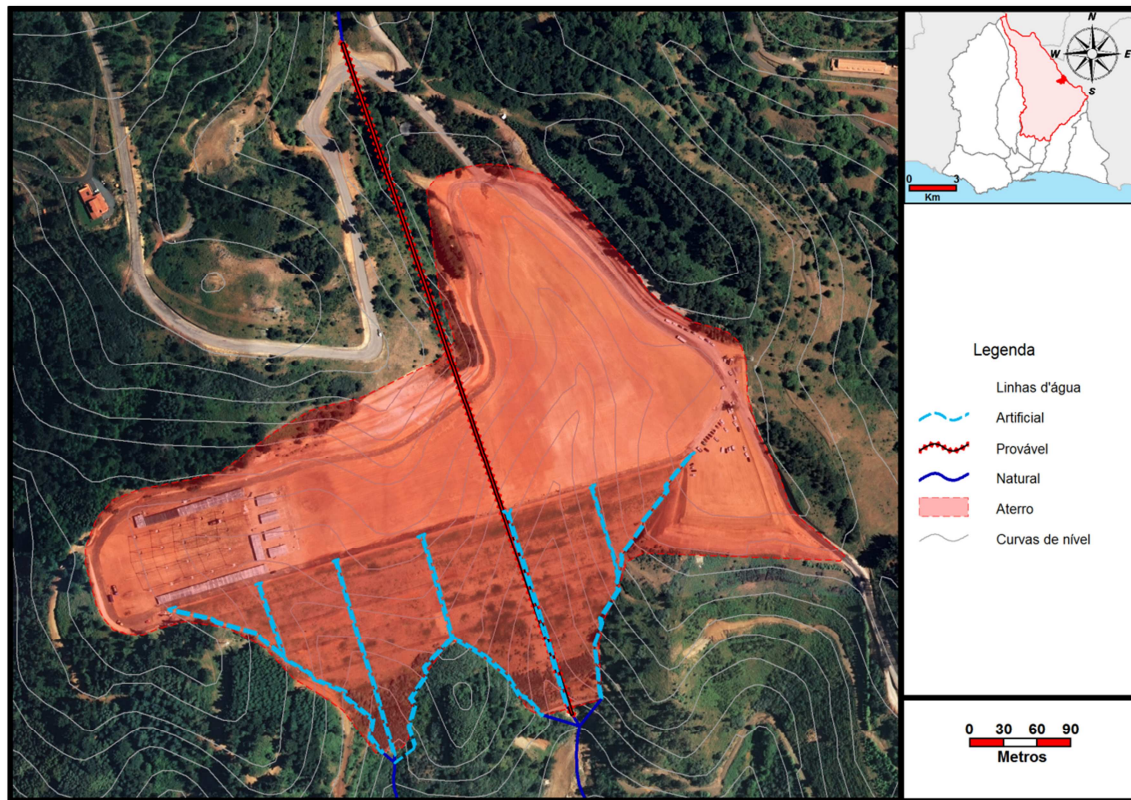
Figura III.11 - Aterro das Carreiras

Localizado no sítio da Achada do Gil, Freguesia do Monte (**Anexo I**) este é um aterro de iniciativa privada e foi desenvolvido em duas fases, encontrando-se a primeira fase (Carreiras I) concluída e a segunda (Carreiras II) ainda ativa (**Figura III.11**). Este é aliás o único aterro legal a funcionar atualmente no concelho do Funchal.

Numa primeira fase, foi executado o aterro denominado Carreiras I, que funcionou entre 2001 e 2007, estando atualmente o aterro encerrado. A segunda fase, ativa e com trabalhos, teve o seu início no ano de 2004. No seu total este aterro soma uma capacidade superior a 1 milhão e 300 mil metros cúbicos, e em 2012 apresentava uma taxa de execução superior a 85%, tendo uma capacidade de encaixe inferior a 200 mil metros cúbicos de material.

Atualmente a plataforma de aterro, junto à Estrada das Carreiras, apresenta-se sobrelevada relativamente ao nível da estrada em cerca de 10 metros, facto que requer observação atenta e preocupação porque por vezes a água da chuva sai fora da levada e corre sobre a estrada.

III.1.4.6.- ATERRO DA HERDADE DA ACHADA GRANDE



Fonte: Duarte Araújo (2012)

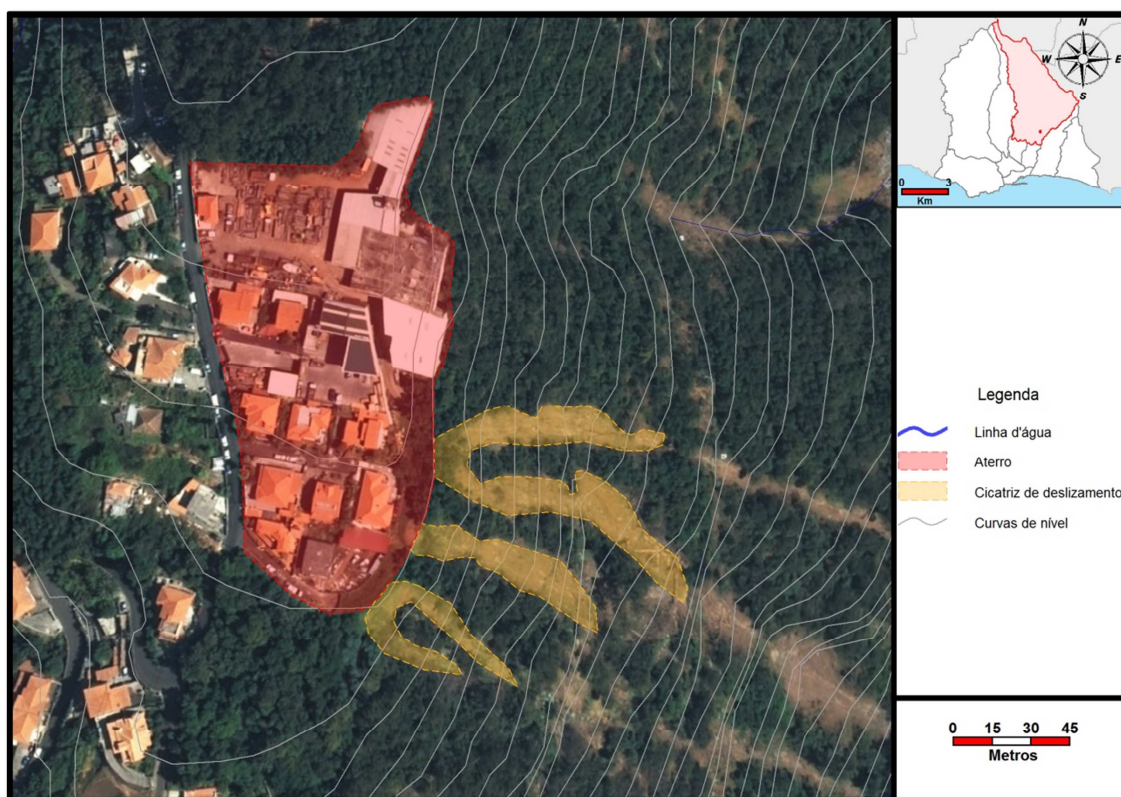
Figura III.12 - Aterro da Herdade da Achada Grande

Localiza-se no sítio da Achada Grande, freguesia do Monte (**Anexo I**) e surgiu no âmbito da obra de criação de uma plataforma destinada a receber a realização de eventos sociais, culturais e recreativos da Fundação Social Democrata da Madeira (**Figura III.12**).

Segundo as informações oficiais, os trabalhos no terreno tiveram início em Novembro de 2001, incluindo a preparação geral do mesmo para o efeito pretendido, a qual envolveu a desmontagem, decapagem e escarificação do terreno. Foi construída uma rede de drenagem artificial tendo por base as características das linhas de água intercetadas e a forma do volume do aterro, de modo a lhe assegurar a indispensável estabilidade (estrutural e hídrica), evitando situações de saturação.

É um aterro licenciado para uma capacidade total de 930 mil metros cúbicos de materiais de escavação e de construção e que se encontra praticamente no limite da sua capacidade, pois apesar de não estar em atividade, tem ainda disponibilidade para receber mais 4 650 m³.

III.1.4.7.- ATERRO DAS BABOSAS



Fonte: Duarte Araújo (2012)

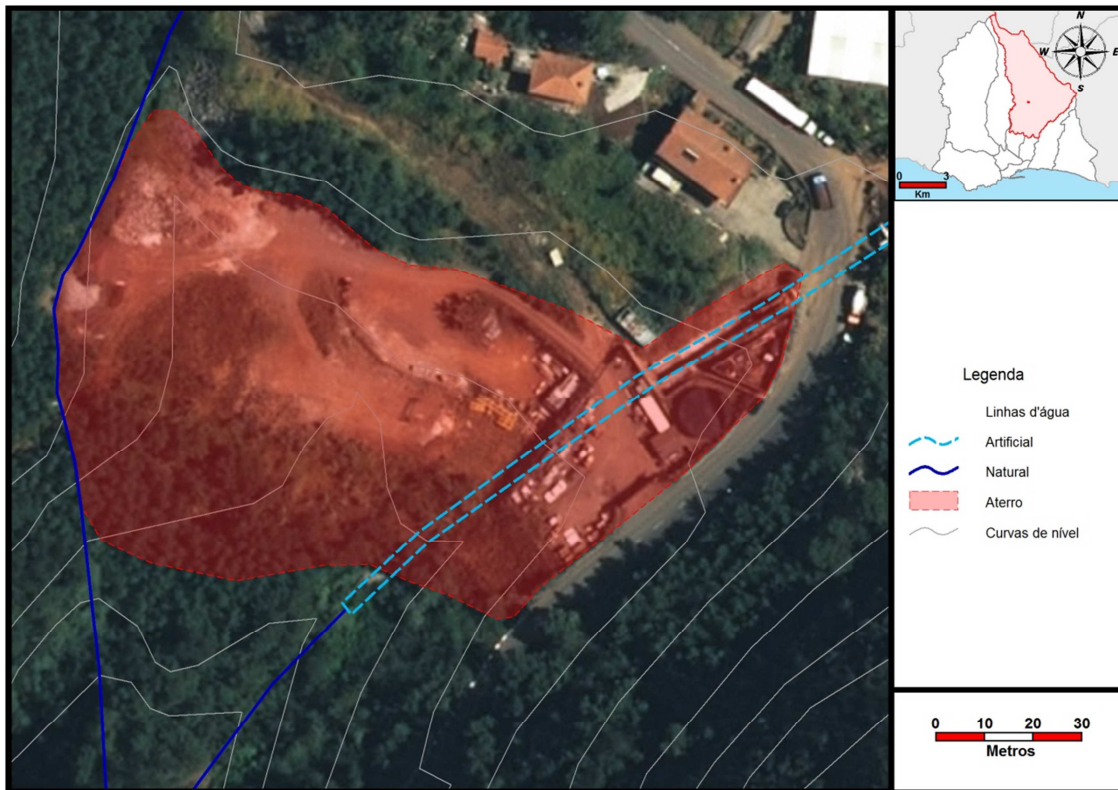
Figura III.13 - Aterro das Babosas

Plataforma de aterro localizada no sítio das Babosas, freguesia do Monte à cota dos 500 metros de altitude e que funcionou nas últimas duas décadas do século passado ocupando uma área de cerca de 14 mil metros quadrados (**Anexo I**). Este foi mais um aterro de iniciativa privada que funcionou sem qualquer tipo de licenciamento ou plano de execução, não tendo sido acauteladas medidas preventivas para evitar impactes sobre as populações, as infraestruturas e/ou o ambiente.

Neste local foram edificadas uma dezena de moradias e algumas empresas sobre o antigo aterro, tendo-se verificado na periferia deste (sector Este) movimentos de massa aquando da ocorrência da aluvião de 20 de Fevereiro de 2010. Atualmente ainda são visíveis as cicatrizes deixadas ficar pelo deslizamento dos materiais (**Figura III.13**).

Dada a existência de moradias muito próximas aos locais onde ocorreram os movimentos de massa em Fevereiro de 2010, recomenda-se a realização de estudos técnico-científicos com vista a apurar a segurança das pessoas e das suas habitações.

III.1.4.8. - ATERRO DO SR. SAÚL



Fonte: Duarte Araújo (2012)

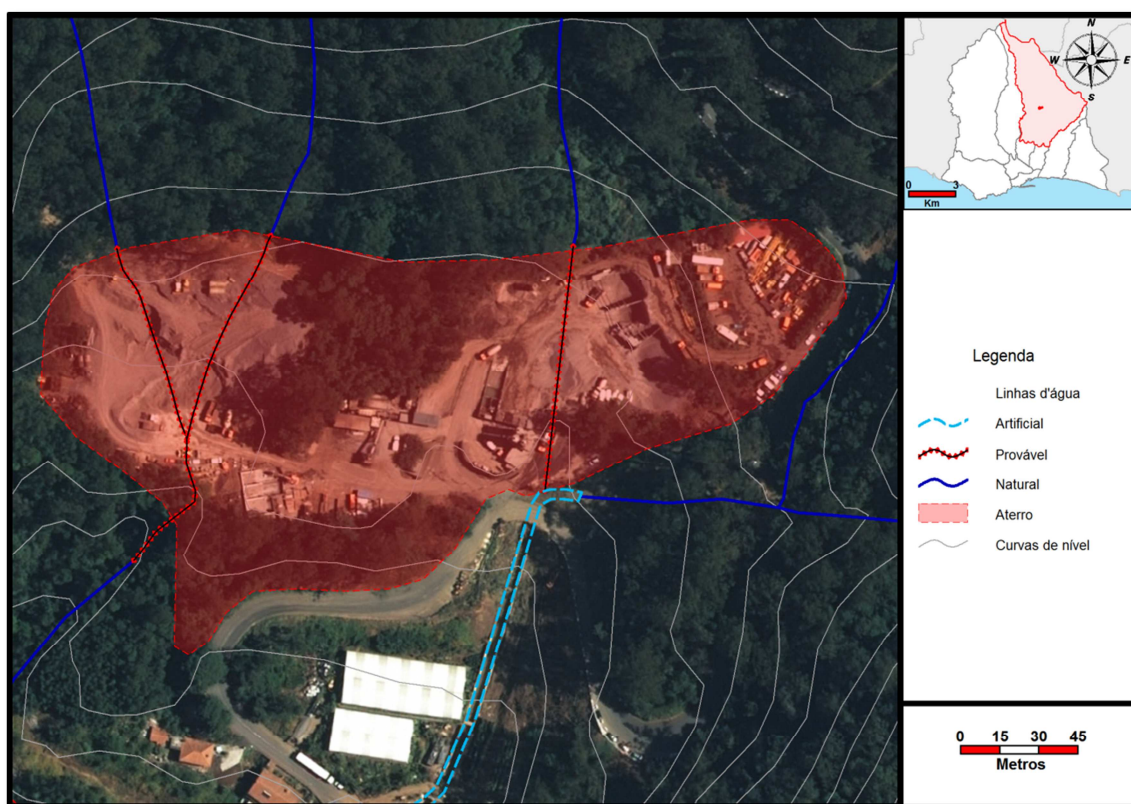
Figura III.14 - Aterro do Sr. Saúl

Aterro localizado no sítio do Terreiro da Luta, freguesia do Monte que surgiu da iniciativa privada entre os anos de 2005 e 2007, tendo ocupado uma área de aproximadamente 9 mil metros quadrados (**Anexo I**). Para a sua concretização foi feita a colmatação por completo de uma antiga linha de água que desapareceu e a canalização de uma outra (ribeiro que vem da pedreira da Tecnovia) que atravessa a jusante os terrenos onde estão as estufas da empresa Túlipa (canalizado 3x3 metros de secção) e a Estrada Regional 103 e o próprio aterro, subterraneamente. Aqui existe apenas uma pequena secção do ribeiro que corre a céu aberto.

O aterro, composto por materiais mistos provenientes de escavações e de obras públicas e privadas, serve atualmente para depósito de materiais de construção civil e de estaleiro de equipamentos (**Figura III.14**).

No **Capítulo IV** apresentam-se quatro “*case studys*”, fazendo-se um estudo mais pormenorizado sobre este aterro.

III.1.4.9. - ATERRO DA TECNOVIA



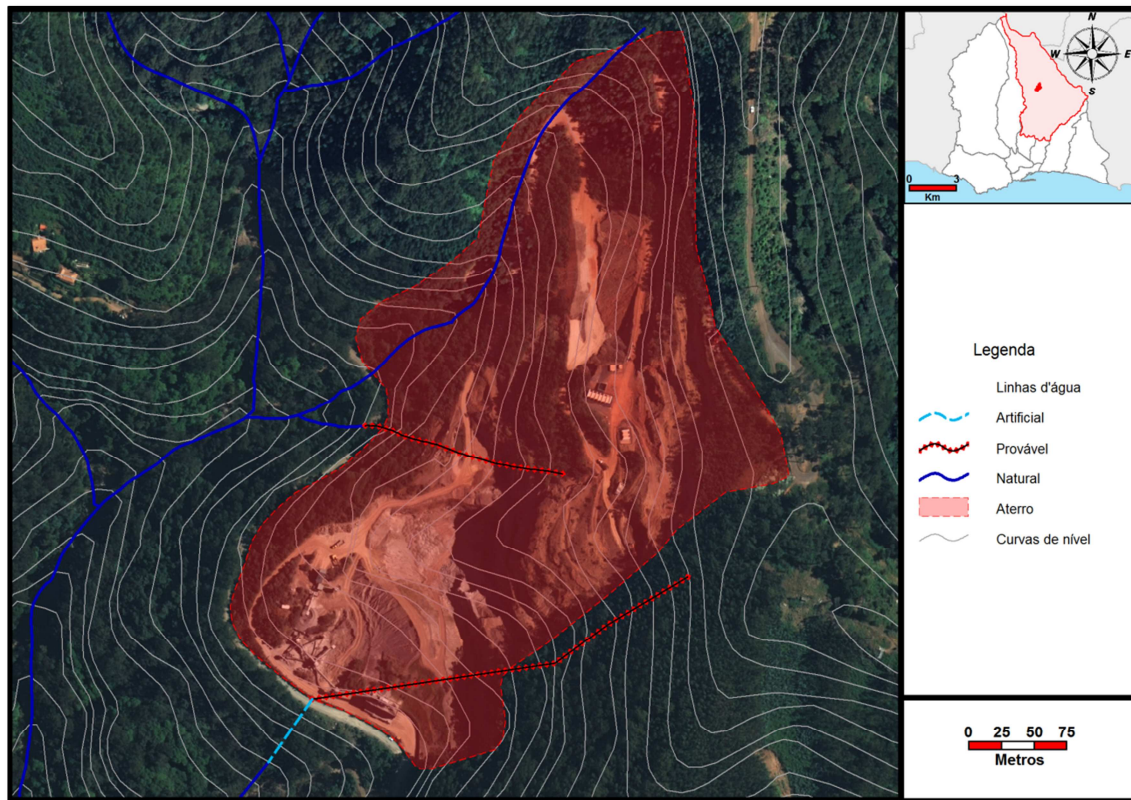
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.15 - Aterro da Tecnovia

Plataforma de aterro localizada no sítio do Terreiro da Luta, freguesia do Monte (**Anexo I**), que funciona atualmente como central de betão e de betuminosas da empresa Tecnovia. Composto por fragmentos rochosos, resultantes da atividade extrativa e transformadora de inertes, este aterro ocupa uma área de cerca de 20 mil metros quadrados (**Figura III.15**). Aqui observa-se, na parte frontal do aterro, uma frente formada por blocos de pedra seca com cerca de 7 metros de altura, o que evidencia uma espessura de pelo menos a mesma ordem de grandeza para a plataforma de aterro.

No local ocorreram a 20 de Fevereiro de 2010 alguns episódios relacionados com o transbordo das linhas de água que se encontram na envolvência do aterro, que resultaram em avultados danos materiais, não só no local, como também nas estufas da empresa Túlipa, estradas, terrenos e casas localizadas a jusante deste aterro. Tal facto deverá estar, muito provavelmente, relacionado com a colmatção de antigas linhas de água que atravessavam o local e a redução da secção de escoamento das novas linhas de água.

III.1.4.10. - ATERRO DO MONTADO DO COELHO



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.16 - Aterro do Montado do Coelho

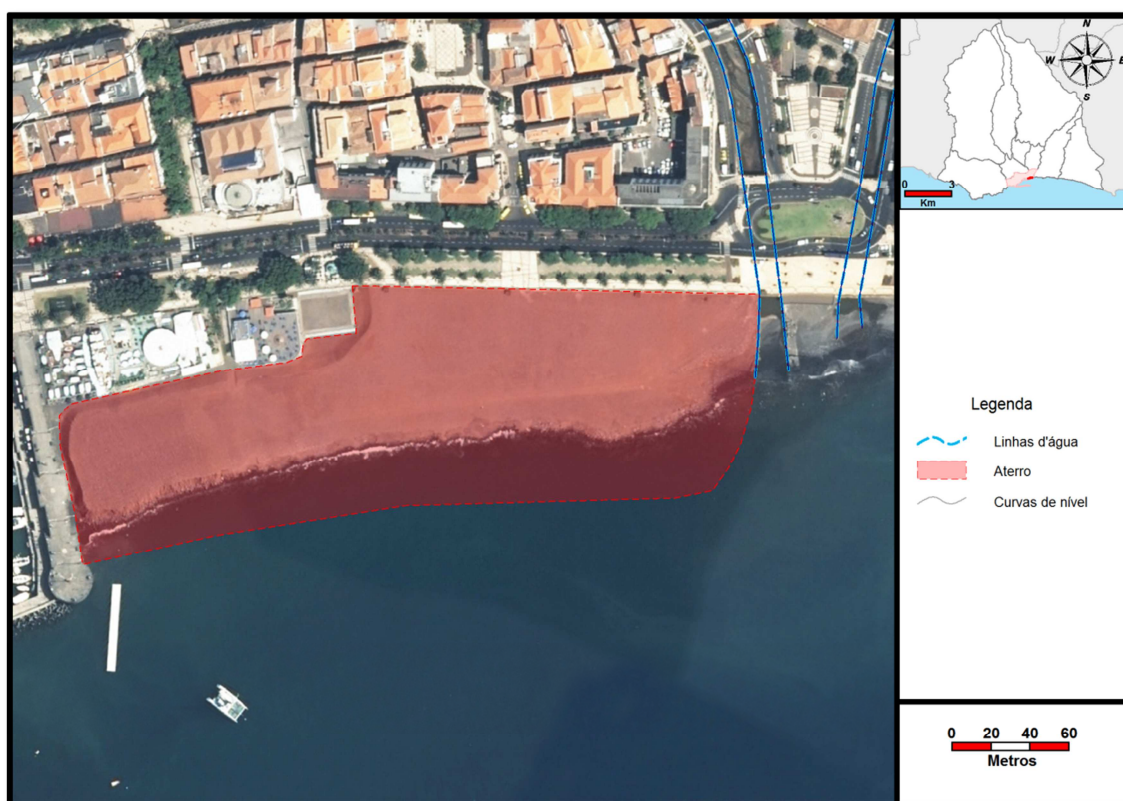
Localizado no sítio do Montado do Coelho, freguesia do Monte, este aterro é simultaneamente local de depósito e de extração de materiais inertes. Ocupa uma área perto de 118 mil metros quadrados (**Anexo I**) e é composto essencialmente por desperdícios de “ganga” e fragmentos rochosos resultantes da atividade extrativa e transformadora de inertes (**Figura III.16**).

Plataforma de aterro com colmatação de depressões originadas pela extração de pedra. Na parte frontal o aterro atinge cerca de 20 metros de altura, encaixados num antigo vale, onde tudo indica, tenha sido colmatada uma importante linha de água.

No local, segundo informações recolhidas, há a registar o “desaparecimento” de algumas nascentes de água que existiam nas imediações desta plataforma de aterro e que serviam para a rega dos terrenos agrícolas.

Na envolvente a este local observa-se grande degradação e impacte ambiental provocado pela atividade extrativa de pedra para a produção de agregados para a construção civil.

III.1.4.11.- ATERRO MARÍTIMO DA AVENIDA DO MAR



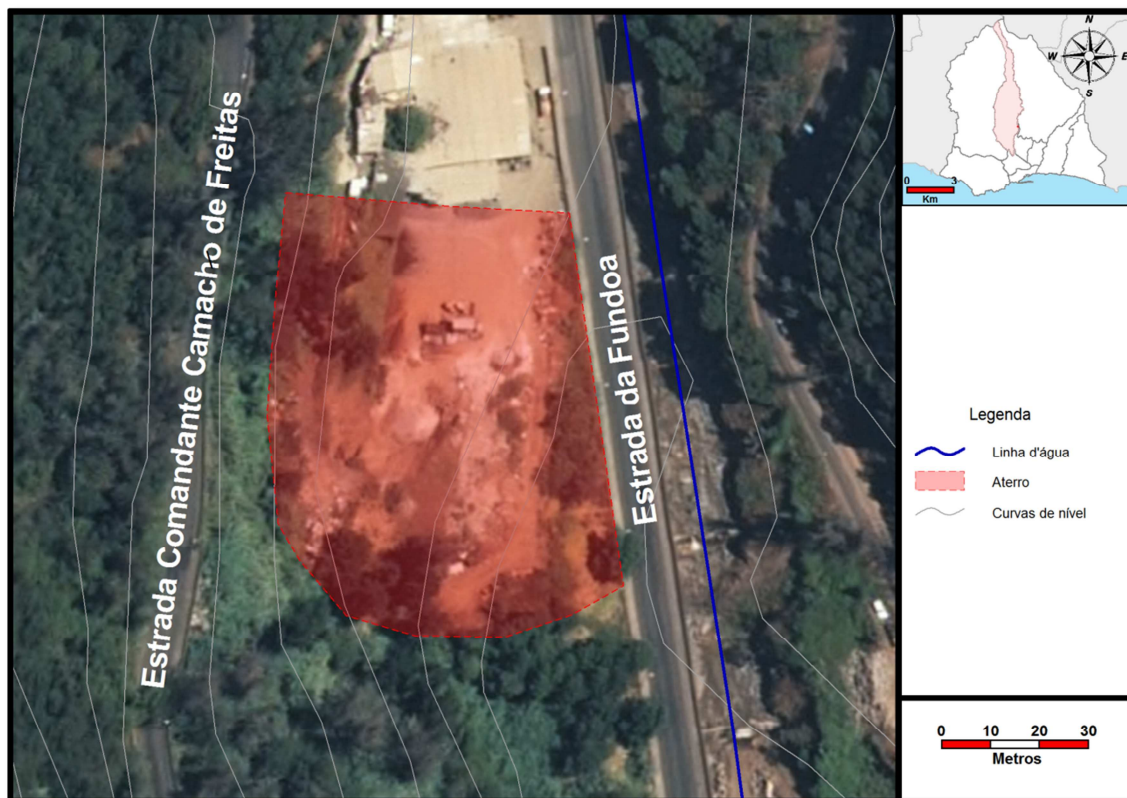
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.17 - Aterro da Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses

Aterro localizado na frente marítima da cidade do Funchal, freguesia da Sé, resultante das operações de remoção dos materiais de origem torrencial depositados nos leitos e margens inferiores das ribeiras de João Gomes, São João e Santa Luzia na aluvião de 20 de Fevereiro de 2010 e outras que se lhe seguiram, incluindo lamas, terras e detritos de natureza e proveniência diversa e que foram colocados neste local, entre o cais do Funchal e a foz da Ribeira de Santa Luzia, dando origem a esta enorme plataforma de aterro (**Figura III.17**). Inicialmente tratou-se de uma solução razoável e muito prática para a colocação da elevada quantidade de detritos (> 500 000 m³).

Como forma de aproveitamento da plataforma e dos materiais aí depositados, decidiram as autoridades regionais fazer uma intervenção urbanística com o intuito de ser criado um novo cais acostável para navios de cruzeiro e embarcações de recreio turístico. Em março de 2013 o aterro já tinha sido parcialmente desmontado, tendo os seus materiais sido utilizados nas obras que decorriam nos troços finais das ribeiras de Santa Luzia e de João Gomes (desde janeiro de 2013) (**Anexo I**).

III.1.4.12. - ATERRO DA FUNDOA DE BAIXO



Fonte: Duarte Araújo (2012)

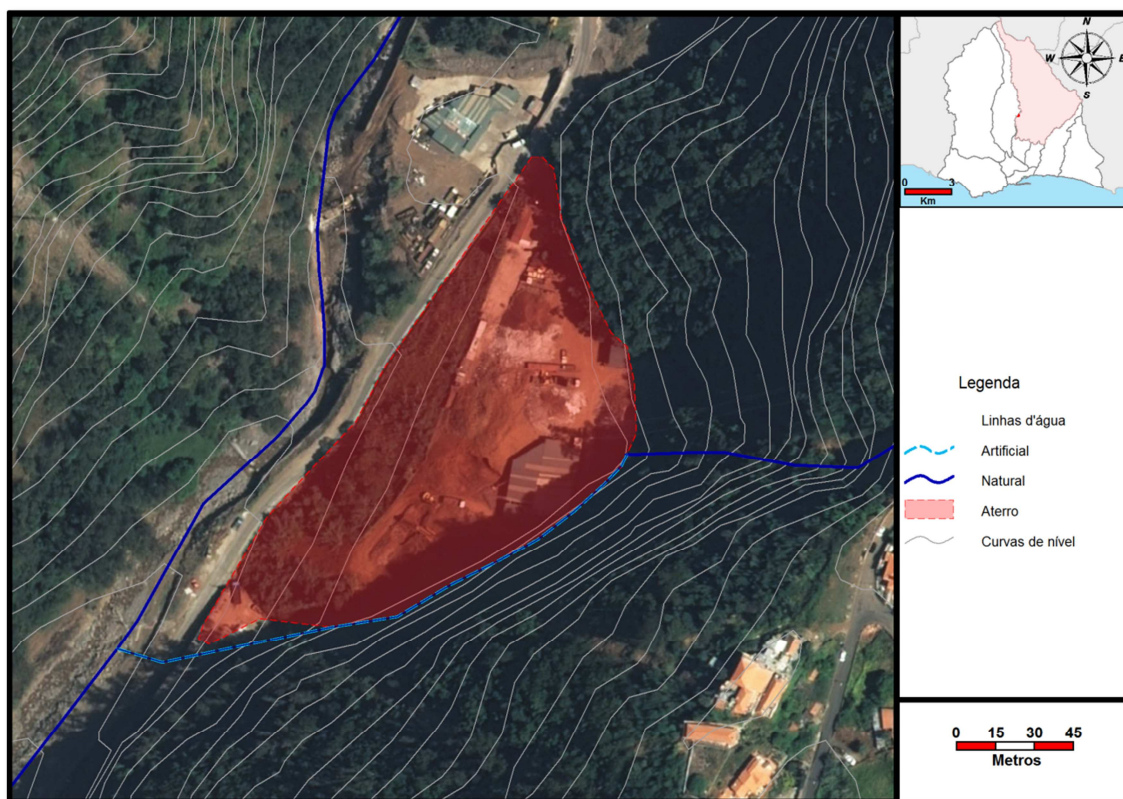
Figura III.18 - Aterro da Fundoa de Baixo

Situado no sítio da Fundoa de Baixo, freguesia de São Roque, este é um aterro que ocupa uma área de cerca de 5 mil metros quadrados (**Anexo I**). Trata-se de um depósito a céu aberto de terras e materiais de construção que ali foram literalmente amontoados por iniciativa privada nas últimas décadas do século passado. Junto a este aterro, ladeado pelas estradas da Fundoa e Comandante Camacho de Freitas, funciona uma antiga fábrica de blocos de alvenaria para serem utilizados na construção civil.

No local constatou-se a inexistência de qualquer tipo de contenção neste aterro que tem a particularidade de estar situado na margem direita do curso médio da ribeira de Santa Luzia, a escassos 15 metros do leito ordinário desta importante linha de água que atravessa a cidade do Funchal (**Figura III.18**).

Trata-se de uma plataforma de aterro com grande impacto visual, por se encontrar entre duas importantes vias de comunicação, por onde circulam todos os dias milhares de automóveis.

III.1.4.13. - ATERRO DA FUNDOA I (TERRACON)



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.19 - Aterro da Fundoa I

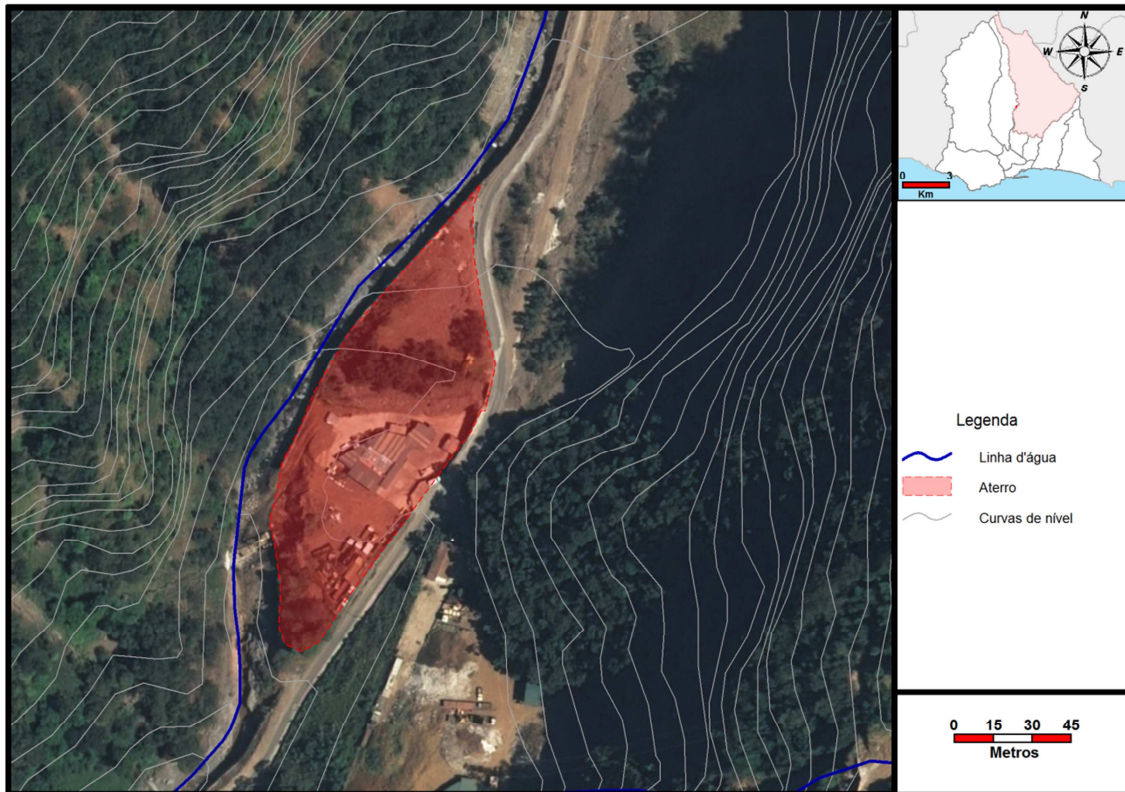
Plataforma de aterro localizada no sítio da Fundoa, freguesia do Monte e que corresponde a um antigo aterro sanitário da Câmara Municipal do Funchal. Ocupa uma área de aproximadamente 14 mil metros quadrados e é atualmente utilizada como estaleiro da empresa TerraCon - Terraplanagem e Construção (**Figura III. 19**).

O aterro sanitário funcionou até as últimas décadas do século passado, sendo aí depositados todos os tipos de resíduos sólidos urbanos da cidade, incluindo plástico, vidro, metais, madeiras, eletrodomésticos, papel e lixos orgânicos (**Anexo I**), pois nessa altura não existia a consciência ecológica que existe hoje em dia para a separação e reciclagem dos materiais.

Nesta lixeira municipal os materiais que iam chegando, carregados pelas viaturas de recolha de lixo da Câmara Municipal do Funchal, eram depositados uns em cima dos outros, sendo depois queimados a céu aberto e posteriormente cobertos por terra.

É um aterro composto, portanto, por intercalações de camadas de lixo com material inerte (terra).

III.1.4.14. - ATERRO DA FUNDOA II



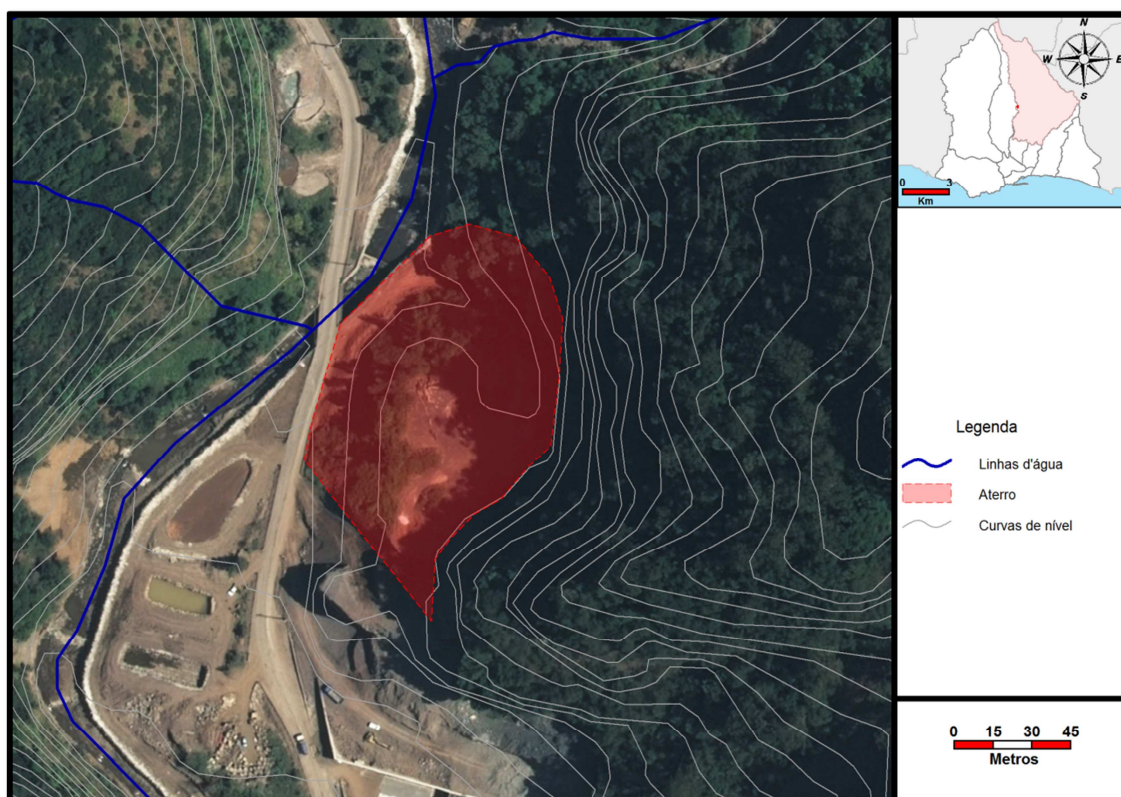
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.20 - Aterro da Fundoa II

Plataforma de aterro localizada no sítio de Fundoa, freguesia do Monte e que ocupa uma área de aproximadamente 7 mil metros quadrados (**Anexo I**). É composta essencialmente por materiais mistos de escavação e de construção, mas também por lamas e desperdícios oriundas da pedreira que funciona a norte deste local.

Por se situar na margem esquerda da importante ribeira de Santa Luzia (**Figura III. 29**), este aterro tem sido ao longo dos anos diversas vezes afetado pelos galgamentos da ribeira, principalmente pelos caudais mais tempestuosos em ocasiões de maior precipitação. Refira-se como exemplo as aluviões de 29 de Outubro de 1993 e 20 de Fevereiro de 2010. Aliás, neste local, a ribeira de Santa Luzia foi, na primeira década deste século, desviada para poente, tendo sido aumentada para norte esta plataforma de aterro. A contenção deste aterro é feita por blocos de pedra seca empilhados uns em cima dos outros, sendo esta a estrutura que separa a ribeira do aterro e do estaleiro de serralharia sobre ele edificado.

III.1.4.15. - ATERRO DA FUNDOA III



Fonte: Duarte Araújo (2012)

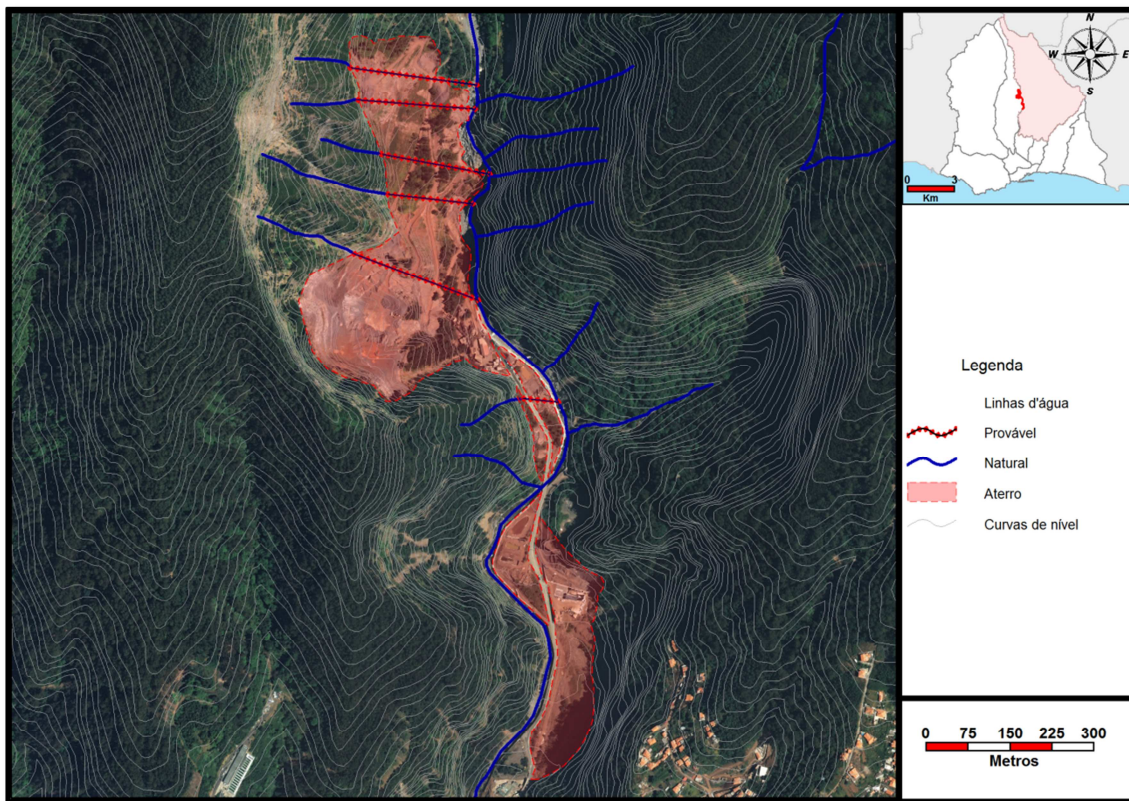
Figura III.21 - Aterro da Fundoa III

Localizado no sítio da Fundoa, freguesia do Monte, esta é também uma plataforma de aterro resultante de uma antiga lixeira municipal. Ocupa uma área de aproximadamente 9 mil metros quadrados (**Figura III.21**) e é composta por lixo na base (vidro, plástico, metal, madeiras, orgânicos, entre outros) e material inerte por cima, aqui depositados até à última década do século passado (**Anexo I**).

De iniciativa pública, e apesar de oficialmente encerrado há mais de duas décadas, este foi o local escolhido pela Câmara Municipal do Funchal para fazer a inceneração das palmeiras recentemente afetadas pela praga dos “Escaravelhos da Palmeira” que dizimou grande parte desta espécie na costa sul da ilha da Madeira.

Trata-se portanto de um local onde ainda hoje são depositados restos vegetais e outros materiais, sem que sejam respeitadas as regras de conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento pré-estabelecidas pelo regime jurídico em vigor.

III.1.4.16. - ATERRO DA BRIMADE



Fonte: Duarte Araújo (2012)

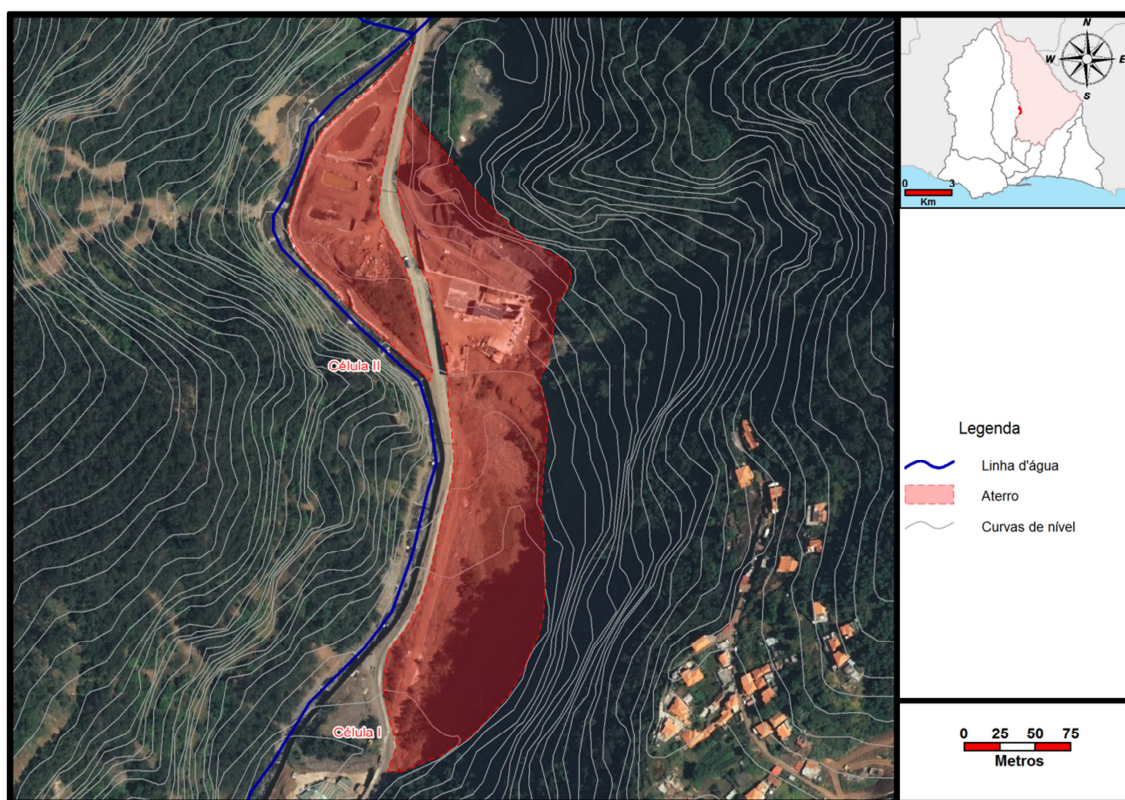
Figura III.22 - Aterro da Brimade

Aterro e pedreira localizados no vale da ribeira de Santa Luzia, ao sítio da Fundoa, ocupando as duas margens desta importante ribeira que separa as Freguesias do Monte e de São Roque (**Anexo I**). O aterro é composto por um conjunto de células de aterro e depósitos de lamas (material muito fino resultante das operações de lavagem dos agregados e floculação por via química em tanques), pois este é um local há muito marcado pela presença de empresas ligadas à extração e transformação de inertes. No total a Brimade ocupa uma área superior a 175 mil metros quadrados (**Figura III.22**).

É portanto um local caracterizado pela deposição dos desperdícios da atividade extrativa e transformadora de agregados e lavagem dos mesmos, materiais que vão sendo depositados junto às margens da ribeira de Santa Luzia. Os volumes de lamas e escórias são elevados e preenchem o estreito vale da ribeira. Estes depósitos, numa situação extrema de galgamento da ribeira, podem originar fluxos de lama (idênticos aos ocorridos no Brasil e na Venezuela) que poderão atingir várias dezenas de km/h.

De seguida faz-se a caracterização das cinco células que compõem este aterro e no **Capítulo IV** apresenta-se um estudo mais pormenorizado sobre o local.

• (CÉLULAS I E II)



Fonte: Duarte Araújo (2012)

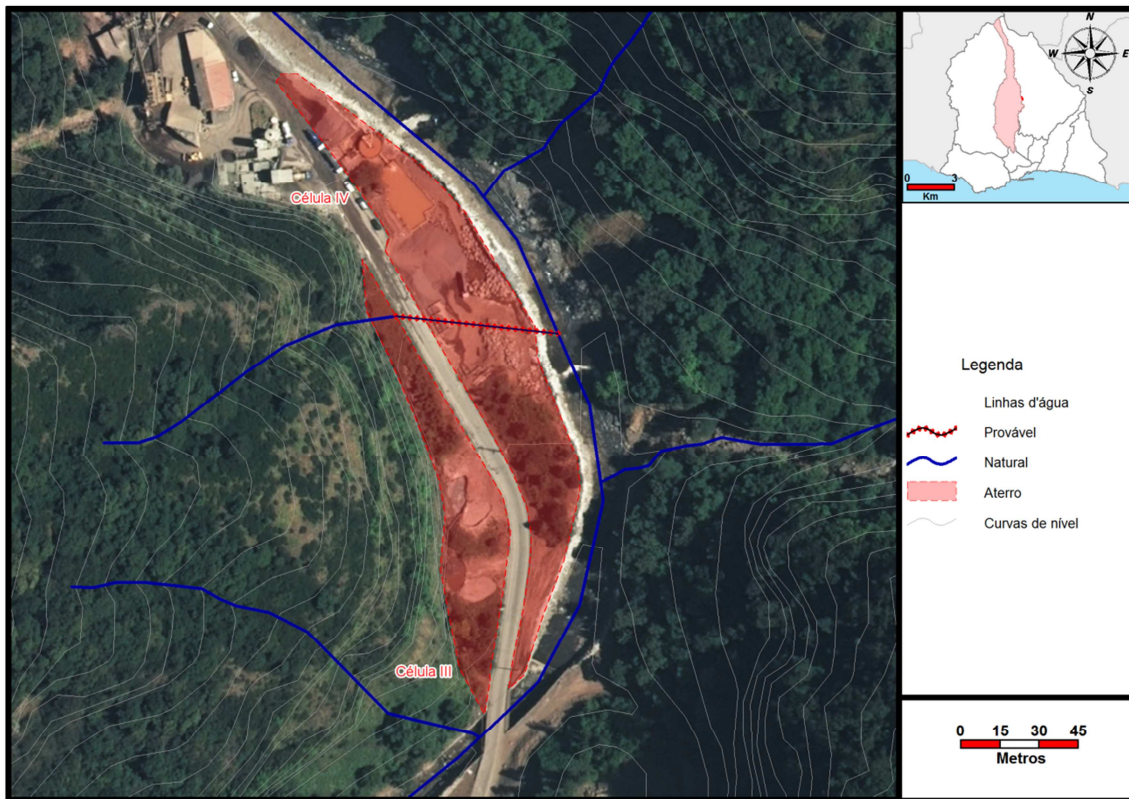
Figura III.23 - Aterro da Brimade (Células I e II)

Estas são as células do aterro da Brimade localizadas mais a sul e próximas dos aterros da Fundoa I, II, e III, e ocupam uma área aproximada de 42 mil metros quadrados na margem esquerda da ribeira de Santa Luzia, freguesia do Monte (**Figura III.23**).

Trata-se de dois depósitos de lamas e outros desperdícios resultantes da atividade extrativa e transformadora de agregados que vão sendo depositados. Em diversas ocasiões foram removidos e transportados pelas águas da ribeira de Santa Luzia, quando a precipitação foi mais intensa e o curso de água mais caudaloso.

A célula II é o local para onde são encaminhadas as lamas resultantes da lavagem e floculação dos inertes e que ficam a secar, sendo depois depositadas nesta e noutras células que compõem o aterro (**Anexo I**). É na célula I que se localiza a central de betão da Brimade e onde também se encontram espessas camadas de materiais depositadas ao longo de várias décadas.

• (CÉLULAS III E IV)



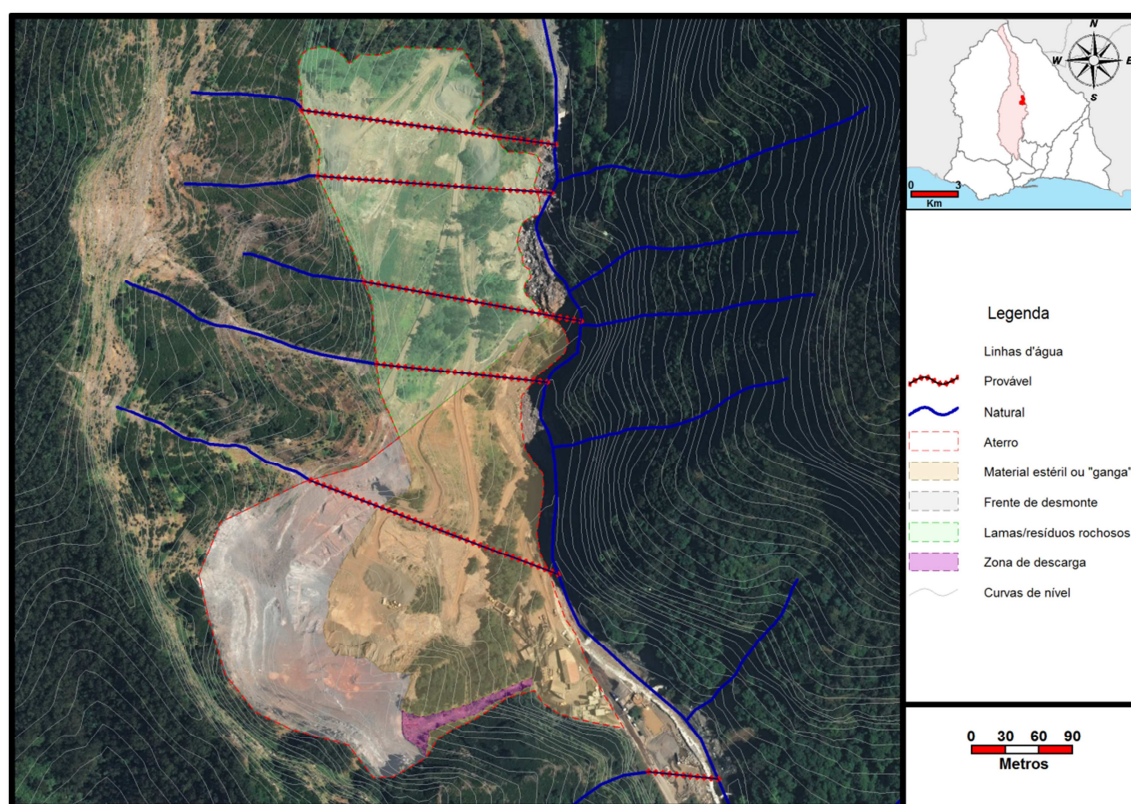
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.24 - Aterro da Brimade (Células III e IV)

Na **Figura III.24** estão representadas as células III e IV do aterro da Brimade, de menor dimensão que as anteriores células I e II (mas não menos preocupantes) e estão também elas localizadas no sítio da Fundoa, mas na freguesia de São Roque, ocupando uma área aproximada de 8 mil metros quadrados na margem direita da ribeira de Santa Luzia.

Trata-se de dois depósitos de lamas e outros desperdícios resultantes da atividade extrativa e transformadora de agregados para a construção. As lamas são o resultado da lavagem dos agregados e posterior decantação e floculação dos materiais mais finos provenientes dessa lavagem. Ficam a secar, sendo depois as lamas já secas depositadas noutras células que compõem o aterro (**Anexo I**). Muitas vezes estes materiais são arrastados pelas águas da ribeira, quando a precipitação é mais intensa. É comum, mesmo durante o verão, as águas da ribeira de Santa Luzia apresentarem a jusante deste local uma tonalidade acastanhada e/ou avermelhada.

• (CÉLULA V)



Fonte: Duarte Araújo (2012)

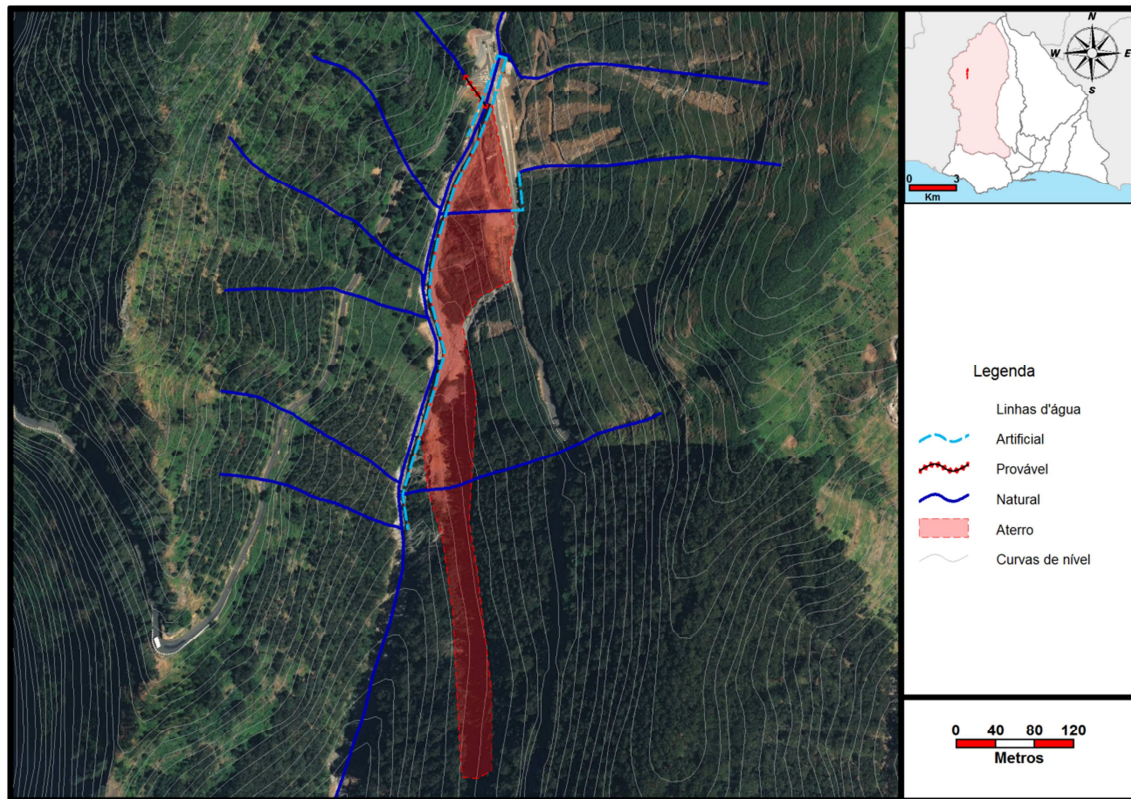
Figura III.25 - Aterro da Brimade (Célula V)

Na **Figura III.25** encontra-se representada a principal célula do aterro e frente de desmonte da Brimade. Localiza-se no sítio da Fundoa de Cima, na margem direita da ribeira de Santa Luzia, freguesia de São Roque e ocupa uma área de aproximadamente 125 mil metros quadrados. Aqui enquadram-se as áreas de aterro, frente de desmonte da pedra, zona de descarga e de pré-processamento dos agregados.

Trata-se de um depósito com limite frontal muito instável confinando com a ribeira e cujos limites vão variando consoante os episódios de cheias, como as ocorridas em outubro de 1993, fevereiro de 2010 e janeiro de 2011. O sistema de drenagem do aterro é insuficiente e em casos de pluviosidade mais intensa a água corre à superfície e provoca sulcos de erosão torrencial nos taludes e nos caminhos de terra batida que serpenteiam o aterro (**Anexo I**).

O depósito é constituído por materiais pétreos de diferentes calibres e por lamas resultantes da lavagem de agregados.

III.1.4.17. - ATERRO DA RIBEIRA DA LAPA



Fonte: Duarte Araújo (2012)

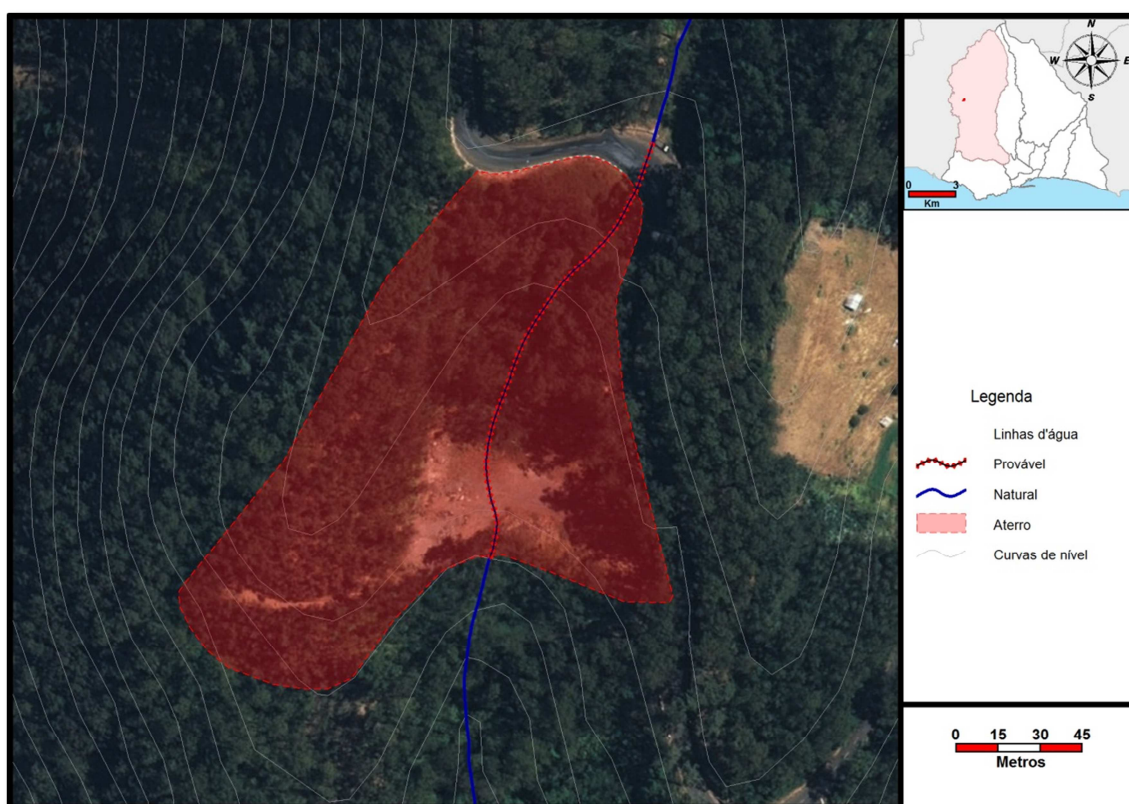
Figura III.26 - Aterro da Ribeira da Lapa

Localizado no sítio da Volta da Malhada (Eira do Serrado), Freguesia de Santo António (**Anexo I**), junto à margem esquerda da ribeira da Lapa, este aterro resultou da iniciativa pública de aqui depositar em 2002 os materiais provenientes da abertura do túnel rodoviário de acesso à freguesia do Curral da Freiras. Passados quase dez anos, é novamente uma obra pública a responsável pelo crescimento deste aterro; desta feita a abertura da estrada que liga as zonas altas de Santo António e São Roque ao Pico do Areeiro (**Figura III.26**).

Trata-se de um aterro composto por terra e fragmentos rochosos de diferentes calibres que ocupa uma área de mais de 27 mil metros quadrados ao longo da margem esquerda da Ribeira da Lapa, afluente da Ribeira dos Socorridos.

Nas vertentes envolventes a este local, conhecem-se inúmeras cicatrizes de deslizamento e fluxos de materiais ocorridos aquando da aluvião de 20 de Fevereiro de 2010 (**Figura III.26**).

III.1.4.18. - ATERRO DA ESTRELA



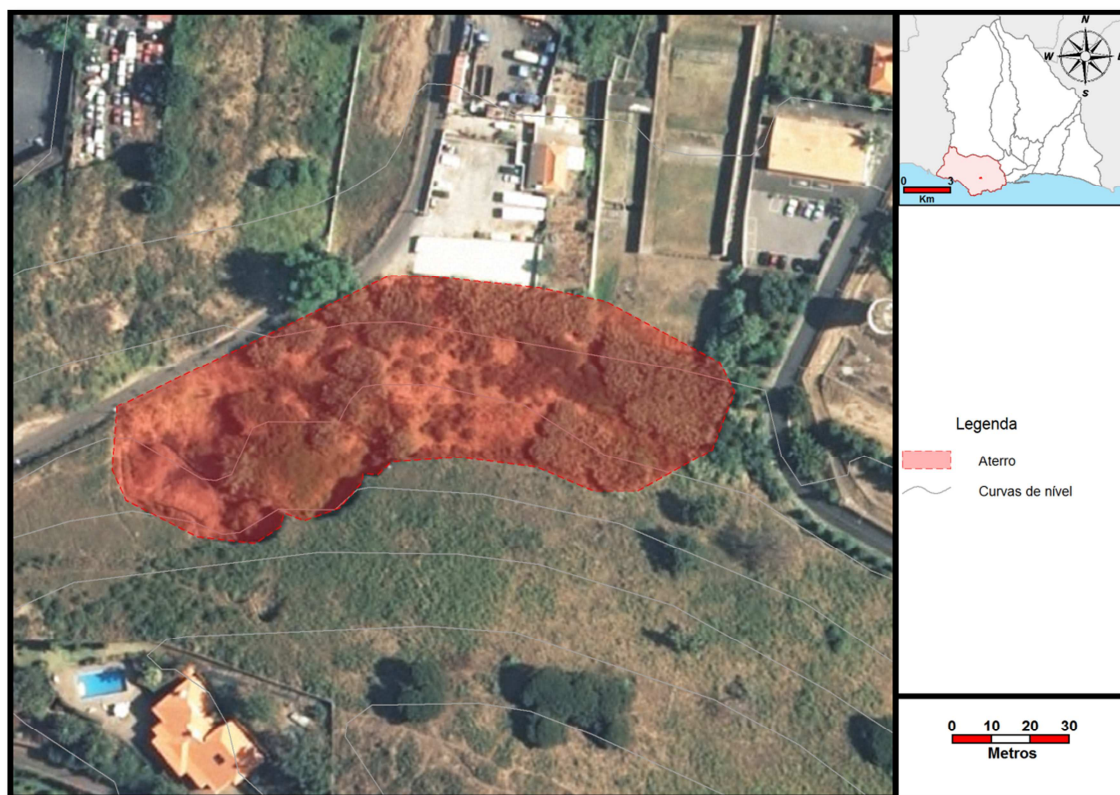
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.27 - Aterro da Estrela

Na **Figura III.27** foi representada a plataforma de aterro da Estrela, localizada no sítio da Estrela, freguesia de Santo António e que ocupa uma área aproximada de 18 mil metros quadrados (**Anexo I**). O aterro teve início na década de 80 do século passado e é resultado do despejo de materiais de construção e de escavação, por iniciativa privada, sem qualquer tipo de estudo ou planeamento prévio. O aterro cresceu num terreno privado na estrada de acesso à freguesia do Curral das Freiras onde o seu proprietário, a troco de umas dezenas de contos (moeda da altura), permitia a deposição dos mais diferentes tipos de materiais provenientes das escavações e obras de construção.

Neste momento o aterro encontra-se desativado e vedado ao público. No decurso deste trabalho não foi possível dialogar com o seu proprietário e/ou promotor. É um aterro que não se conhece qualquer tipo de contenção e onde parece existir a colmatação parcial de uma linha de água que atravessa o local.

III.1.4.19. - ATERRO DO PICO DA CRUZ



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.28 - Aterro do Pico da Cruz

Situado no Pico da Cruz, freguesia de São Martinho este é um aterro (**Figura III.28**), a par de outros dois (Pico de São Martinho e Papagaio Verde), destinto dos de mais aqui identificados por resultar do enchimento de cavidades originadas pela extração de materiais piroclásticos (areão) em antigos aparelhos vulcânicos do tipo estromboliano (**Figura II.12**).

O Pico da Cruz, um dos antigos cones vulcânicos que constituem a geomorfologia da paisagem funchalense, é constituído essencialmente por depósitos piroclásticos do Complexo Vulcânico Superior (**Figura II.12**). Durante as últimas décadas do século passado, procedeu-se neste local à extração desses materiais, como o areão e a “pedra feijoco” para utilização como agregados na construção civil, obras públicas, indústria cerâmica, ornamentação de jardins e agricultura. Desta atividade resultaram cavidades que foram preenchidas por materiais provenientes de escavações e obras públicas e privadas. Trata-se, portanto, de um aterro confinado à depressão artificialmente escavada na vertente norte do Pico da Cruz (**Anexo I**).

III.1.4.20. - ATERRO DO PICO DE SÃO MARTINHO



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.29 - Aterro do Pico de São Martinho

Situado no Pico de São Martinho, freguesia de São Martinho (**Anexo I**), este é também um aterro resultante do preenchimento de cavidades artificiais originadas pela extração de areão e “pedra feijoco” (piroclastos soldados) e que ocupa uma área superior a 12 mil metros quadrados (**Figura II.29**).

Também o Pico de São Martinho é um dos antigos cones vulcânicos da paisagem geomorfológica funchalense. Constituído essencialmente por depósitos piroclásticos do Complexo Vulcânico Superior, foi este material geológico, durante as últimas décadas do século passado, extraído para utilização como agregados na construção civil, obras públicas, indústria cerâmica, ornamentação de jardins e agricultura. Desta atividade resultaram cavidades artificiais que foram durante esses anos preenchidas por materiais provenientes de escavações e obras públicas e privadas. Trata-se, portanto, de um aterro confinado pela própria cavidade que lhe dá suporte e que foi artificialmente escavada na vertente sul do Pico de São Martinho.

III.1.4.21. - ATERRO DO PAPAGAIO VERDE



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.30 - Aterro do Papagaio Verde

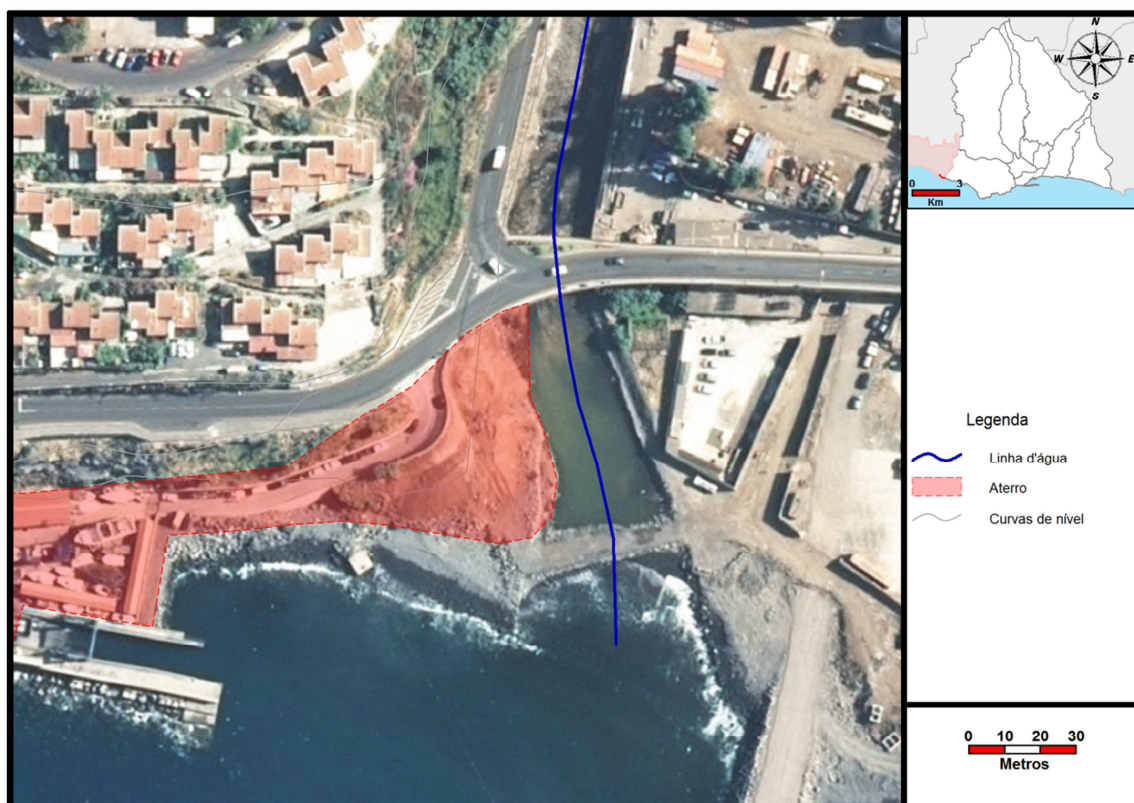
Localizado no sítio do Papagaio Verde, freguesia de São Martinho (**Anexo I**) este é um aterro, juntamente com os outros dois já referidos (Pico da Cruz e Pico de São Martinho), que resulta do preenchimento de cavidades originadas pela extração de materiais piroclásticos e que ocupa uma área superior a 10 mil m² (**Figura III.30**).

Neste local, durante as últimas décadas do século passado, existiu uma exploração de materiais, como o areão e a “pedra feijoco”, para serem utilizados como agregados na construção civil, obras públicas, indústria cerâmica (Silva, J. *et al.*, 2004), ornamentação de jardins e agricultura. Da extração do depósito de materiais piroclásticos, localmente designados por areão, resultaram cavidades que foram preenchidas por materiais provenientes de escavações e obras públicas e privadas.

Trata-se, portanto, de um aterro confinado dentro da depressão artificialmente escavada com fins comerciais.

Parte do aterro está destinado à construção de courts de ténis.

III.1.4.22. - ATERRO JUNTO À FOZ DA RIBEIRA DOS SOCORRIDOS



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura III.31 - Aterro junto à foz da Ribeira dos Socorridos

Aterro situado no sítio da Vitória, na margem direita da foz da Ribeira dos Socorridos (**Figura III.31**), que apesar de estar implantado no concelho vizinho de Câmara de Lobos, pode apresentar algum risco para o concelho do Funchal, caso algum episódio aí ocorra, obstruindo a foz da referida ribeira e afetando a montante deste local importantes equipamentos públicos (Estação Termoelétrica da Vitória, instalações da Empresa de Eletricidade da Madeira e silos da empresa Cimentos Madeira) na margem esquerda da ribeira, concelho do Funchal.

Este foi um aterro desenvolvido por iniciativa pública com o objetivo de criar uma plataforma nivelada junto à linha de costa para aproveitamento e desenvolvimento de um projeto portuário (Porto de Pesca de Câmara de Lobos) e de Lazer (Promenade e Complexo Balnear das Salinas) ocupando uma área total superior a 13 mil metros quadrados (**Anexo I**). Eram cobrados mil escudos por carrete com 10 m³ de material.

III.2. - AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DOS DEPÓSITOS

III.2.1. - ASPETOS GERAIS

O conceito de vulnerabilidade aqui assumido tem a ver com o risco a que estão sujeitas as populações, as infraestruturas e o ambiente, derivados de fenómenos extremos que possam envolver os referidos depósitos de materiais de escavação e de construção. Assim poderemos falar na suscetibilidade de os aterros favorecerem a ocorrência de fenómenos catastróficos que possam causar vulnerabilidade.

A avaliação da vulnerabilidade que se refere nesta dissertação de mestrado é feita através da observação direta dos aspetos que envolvem os aterros e de alguns casos de estudo que envolveram trabalhos de prospeção sísmica e mecânica.

III.2.2. - OCORRÊNCIAS – DADOS HISTÓRICOS

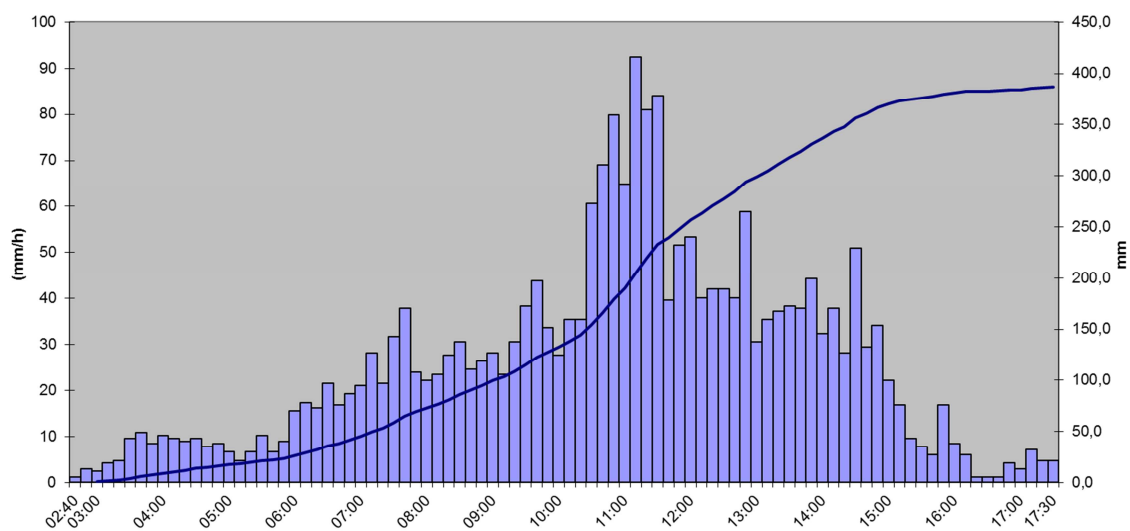
Tendo em consideração que os materiais que constituem os aterros, geralmente pouco compactos e coesos e mais permeáveis que aqueles que constituem o substrato rochoso do local sobre os quais estão assentes, estes encerram em si um potencial acrescido de poderem vir a ser mobilizados em situações de risco às quais possam vir a ser expostos. Não esquecer a água das chuvas e de infiltração como elemento capaz de poder promover a instabilidade deste tipo de depósitos. Na Madeira as chuvas torrenciais não são raras, ocorrendo, geralmente, no Outono e início da Primavera (Quintal, R., 1999). Por vezes são mesmo desastrosas, por originarem caudais de enorme poder erosivo e transportador, com efeitos destruidores de bens materiais (pontes, estradas, terrenos agrícolas, casas e outras infraestruturas) e, causadores de mortes (pessoas e animais) e inundações nas zonas baixas, localizadas junto ao mar.

A maior aluvião de que há registo histórico na Madeira, ocorreu a 9 de Outubro de 1803, tendo, na ocasião, perecido cerca de 1 000 pessoas. Durante os séculos XIX e XX ocorreram vários episódios de enxurradas e inundações catastróficas, oito registadas no século XIX e vinte e duas registadas no século XX (Quintal, *et al.*, 2012). O início do Século XXI é marcado pela grande *aluvião* de 20 de Fevereiro de 2010.

III.2.2.1. - O 20 DE FEVEREIRO DE 2010

A última grande aluvião, ainda bem presente na memória do povo madeirense, ocorreu no dia 20 de Fevereiro de 2010, provocando 43 mortos (29 dos quais no concelho do Funchal), 8 desaparecidos, duas centenas e meia de feridos, seiscentos desalojados e prejuízos avaliados em 1,3 mil milhões de euros, dos quais 198 milhões de euros correspondem ao município do Funchal, e teve também um enorme impacto na estrutura económica regional, nomeadamente no sector turístico (Neves, D., 2010).

No dia 20 de Fevereiro de 2010, registou-se um nível de precipitação muito elevado, caracterizado por uma concentração espaço-temporal extremamente diminuta (Almeida, A. B., *et al.*, 2010). Especificamente, entre as 10h30 e as 11h30, registaram-se precipitações compreendidas entre os 60,6 mm e 92,4 mm/h, num total de 232,8 mm de precipitação total diária acumulada. Adicionalmente, salienta-se o facto de ter ocorrido nos dias anteriores um período prolongado de precipitação, de carácter não intensivo e concentrado, mas que deverá ter contribuído para a intensificação do fenómeno (Silva, J. *et al.*, 2011) (**Figura III.32**).



Fonte dos dados: OMF

Figura III.32 - Hietograma (Pico do Areeiro) representando o dia 20 de Fevereiro de 2010

Neste cenário, tudo indica ter sido um antigo aterro sem licenciamento que esteve na origem de uma das situações mais dramáticas ocorridas na aluvião do dia 20 de Fevereiro de 2010. Este episódio deverá ter sido provocado por um fenómeno “tipo

barragem”, seguido de rebentamento, ocorrido no ribeiro do Vale, freguesia do Monte, que provocou uma verdadeira “avalanche” de água, lama e carga sólida de grandes dimensões (pedras de vários calibres, troncos de árvores) que deixou um grande rasto de destruição à sua passagem. O fluxo de materiais não se circunscreveu apenas ao leito normal deste ribeiro, tendo galgado o largo das Babosas (**Figura III.33**) seguindo o seu trilho de destruição encosta abaixo (Estrada Luso Brasileira, Alto da Pena, Rua Pedro José de Ornelas, Rua das Hortas, Rua do Seminário) em direção ao centro do Funchal. Pelo caminho destruiu casas, estradas, automóveis e outros bens, ceifando igualmente a vida a cerca de uma dezena de pessoas (Silva, J. *et al.*, 2011).

Matos, V. S. (2012) refere a este propósito “...a capela das Babosas, datada de princípios do século XX, foi totalmente arrasada (...) porque atrás existia um enorme aterro, feito de qualquer modo e sem nenhuma regra (despejo puro e simples, como aliás é normal acontecer) e que ao deslizar devido ao peso da água e à falta de contenção e proteção, destruiu a capela. Os materiais dessa destruição engrossaram a torrente devastadora que, após percorrer uma distância de cerca de 3-4 km, chegou ao cimo da Pena, no Funchal, deixando no caminho mortes e perda de bens de montante muito significativo...”(p.45).



Foto: D. R. (20 de fevereiro de 2010)

Figura III.33 - Destruição causada por movimento de massa do “tipo barragem” seguido de rebentamento, ocorrido no ribeiro do Vale pelo suposto deslizamento de terras num aterro não licenciado na freguesia do Monte a 20 de Fevereiro de 2010

Há ainda a referir o sector superior da ribeira de Santa Luzia. Neste espaço geográfico, a ocorrência de episódios de inundações e galgamentos da ribeira adquire uma periodicidade cíclica, sendo transportadas nestes episódios, elevadas quantidades de carga sólida, de diferentes classes granulométricas, até ao respetivo troço inferior (baixa do Funchal). Nos eventos meteorológicos extremos mais recentes (29 de outubro de 1993 e 20 de Fevereiro de 2010) registou-se a destruição das principais vias de comunicação (colapso de uma ponte e de diversos sectores de estrada), das instalações de algumas empresas aí sediadas e de parte do aterro da Brimade composto por desperdícios e materiais estéreis resultantes da indústria extrativa e transformadora de agregados (**Figura III.34**). Estes escorregamentos superficiais transportaram materiais finos para a ribeira que promoveram a remobilização dos materiais com grande dimensão que se encontravam no leito da mesma. Este conjunto de materiais originou fluxos de detritos e fluxos hiperconcentrados que determinaram a destruição nas zonas baixas do Funchal. Os fluxos hiperconcentrados que se podem formar, pela redução do material sólido dos fluxos de detritos ou pela junção de caudal líquido (20% - 60% do volume ou 40 a 80 % do peso) apresentaram um comportamento de grande turbulência com o aparecimento de ondas (roll waves) (Rodrigues, D. *et al.* 2010).



Foto: Duarte Araújo (26 de março de 2011)

Figura III.34 - Cicatriz de deslizamento no aterro da Brimade, provocada pelo caudal elevado e erosivo da ribeira de Santa Luzia, aquando da aluvião de 20 de Fevereiro de 2010

III.2.3. - OS FATORES DE RISCO

Quando na execução de um aterro são ignorados os riscos inerentes à sua conceção, este, em situações extremas, pode causar elevados prejuízos materiais e até pessoais. Há a considerar não só os riscos associados à estrutura do aterro em si (fatores endógenos), como também a toda a zona envolvente (fatores exógenos).

Tendo em consideração a maior susceptibilidade dos materiais depositados nos aterros serem removidos por ação de fatores endógenos, iremos aqui dedicar maior atenção a estes.

Falamos de risco geomorfológico para exprimir as consequências provocadas pelos processos de evolução do relevo terrestre que ocorrem no contacto entre a superfície terrestre e a atmosfera (Carvalho, A., 2003). Essas consequências podem atingir a segurança das populações, das infraestruturas e do ambiente, sendo que esses processos são muito variados, e dependem em grande parte das condições geológicas e climáticas de cada região. No presente trabalho, relacionado com a vulnerabilidade associada aos aterros, vamos considerar dois tipos fundamentais de processos:

- Erosão hídrica – vulgarmente conhecida por “erosão dos solos”, compreende a erosão pluvial, provocada pelo impacto das gotas de chuva no solo, e a erosão relacionada com as várias formas de escoamento líquido ao longo das vertentes (escoamento superficial ou hipodérmico, escoamento em sulco, escoamento em ravina);
- Movimentos de vertente – movimento de descida, numa vertente, de uma massa de rocha, solo ou mistura de materiais. O centro de gravidade do material afetado progride para jusante e para o exterior. Incluem desabamentos (quedas), tombamentos (balançamentos), deslizamentos (escorregamentos), expansões laterais e fluxos (escoadas). Os movimentos de vertente na Madeira são geralmente desencadeados pela precipitação abundante e intensa e por redefinição morfológica (gravidade e declive dos terrenos).

As consequências, em termos de risco para os aterros, destes dois processos geomorfológicos são diferentes. Enquanto a erosão hídrica traduz-se na erosão dos solos, que pode fazer mobilizar quantidades consideráveis de materiais aí depositados;

os movimentos de vertente traduzem-se, sobretudo na instabilidade das vertentes, que podem, em situações extremas, envolver todo o aterro.

Estes processos geomorfológicos estão muito condicionados pelas condições físicas dos aterros. Enquanto a erosão hídrica é acelerada pela ausência ou degradação do coberto vegetal, os movimentos de vertente são muitas vezes desencadeados pela presença de taludes e vertentes artificiais de maior declive em condições de estabilidade deficientes. Não raras vezes estes processos não ocorrem isoladamente, existindo uma relação direta entre ambos (Gomes, A. *et al.*, 2005). No entanto, estes processos podem ser mitigados, estabilizados ou até mesmo evitados, se forem tomadas as devidas precauções aquando da edificação de raiz deste tipo de depósitos ou através de intervenções ao nível da realização de obras de engenharia em aterros já existentes e que apresentem algum tipo de risco.

Os movimentos de vertente podem ser potenciados por diversas causas (condicionantes) de origem natural ou antrópica (Rebelo, F. 2001). O primeiro fator é o hidroclimático, sendo a precipitação, na sequência de períodos abundantes, o principal fator desencadeante dos movimentos de massa em vertente. A duração e intensidade da precipitação são agentes importantes na saturação das massas sujeitas ao movimento, sendo a intensidade especialmente importante nos movimentos de massa associados a depósitos de aterro, pois em momentos de pico de precipitação estes podem atingir rapidamente a saturação e desencadarem movimentos rápidos e torrenciais.

Sendo a precipitação um fator condicionante ao movimento de massa em vertente, os seus efeitos estão dependentes das condições de infiltração, circulação e armazenamento da água no terreno, que por sua vez determinam a sua competência de resistência à rutura. Os materiais que constituem os aterros estudados, geralmente apresentam-se pouco compactados e coesos e com boa permeabilidade. Os diferentes materiais que constituem a litologia primitiva do local sobre os quais estão assentes, substratos rochosos mais competentes e impermeáveis, podem gerar uma superfície de descontinuidade no contacto entre as formações e a circulação de água, poderá promover a instabilidade do depósito/aterro.

Nos aterros há ainda a considerar os sistemas de drenagem. A sua ausência ou subdimensionamento, pode originar a acumulação e aumentar a pressão da água no interior do aterro e potenciar movimentos de massa.

CAPÍTULO IV - CASOS DE ESTUDO

No presente capítulo apresenta-se uma caraterização mais pormenorizada dos Aterros da Cancela (**Figura III.7**), da Montanha (**Figura III.8**), do Sr. Saúl (**Figura III.14**) e da Brimade (**Figura III.22**), com base nos trabalhos desenvolvidos durante este estudo e nos resultados obtidos na campanha de prospeção geológico-geotécnica (**Anexo I**), no âmbito do Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Concelho do Funchal (Silva, J. *et al.*, 2011) dos quais fez parte o autor da presente dissertação de mestrado, enquanto membro da equipa técnica, e que aqui são apresentados com a devida autorização da Câmara Municipal do Funchal.

IV.1. - ASPETOS GERAIS

Os trabalhos de prospeção foram executados por uma equipa multidisciplinar (EnGeoMad - Geoengenharia e Consultadoria, GeoPresp e GeoFix - Fundações e Geotecnia, Lda.) e compreenderam prospeção geofísica (perfis sísmicos) e prospeção geomecânica (sondagens geológico-geotécnicas), tendo decorrido em simultâneo em diversos pontos do concelho do Funchal. Ao todo foram realizados 51 perfis sísmicos e 20 sondagens mecânicas, no entanto na presente dissertação apenas se fará referência a 16 perfis sísmicos e a 2 sondagens mecânicas efetuadas no perímetro dos aterros estudados (**Anexo I**).

Esta campanha visou o reconhecimento geológico-geotécnico superficial de áreas onde ocorreram, na aluvião de 20 de Fevereiro de 2010, movimentos de massa e/ou em locais onde à partida as autoridades municipais e equipas técnicas reconheciam algum potencial de perigosidade, a pessoas e diversos tipos de infraestruturas (edifícios e vias de comunicação).

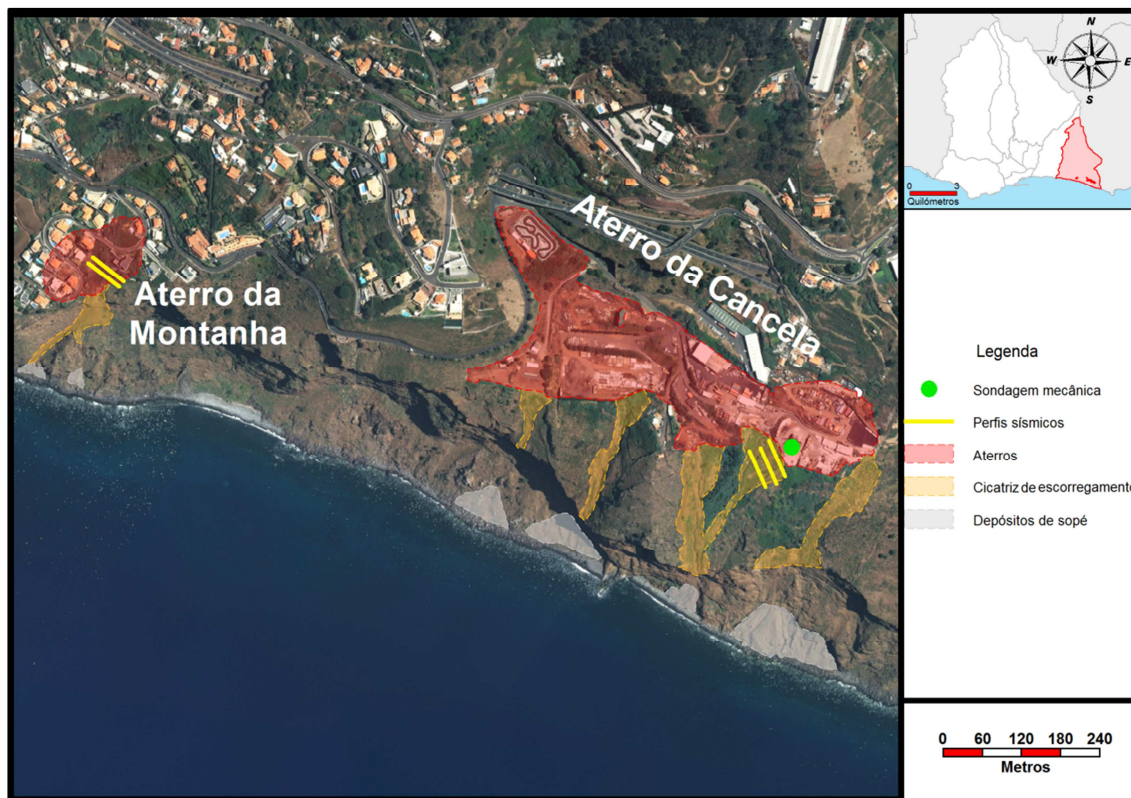
Assim os trabalhos de prospeção tiveram por objetivo:

- estimar as espessuras de solo e/ou dos depósitos de cobertura;
- intercepar a superfície de descontinuidade entre os depósitos de cobertura e a rocha mãe e avaliar o estado de alteração do substrato vulcânico;
- relacionar as diferentes litologias de modo a compreender a sua mútua dependência, comportamento e evolução.

No perímetro dos aterros aqui referidos foram realizados os seguintes trabalhos de prospeção:

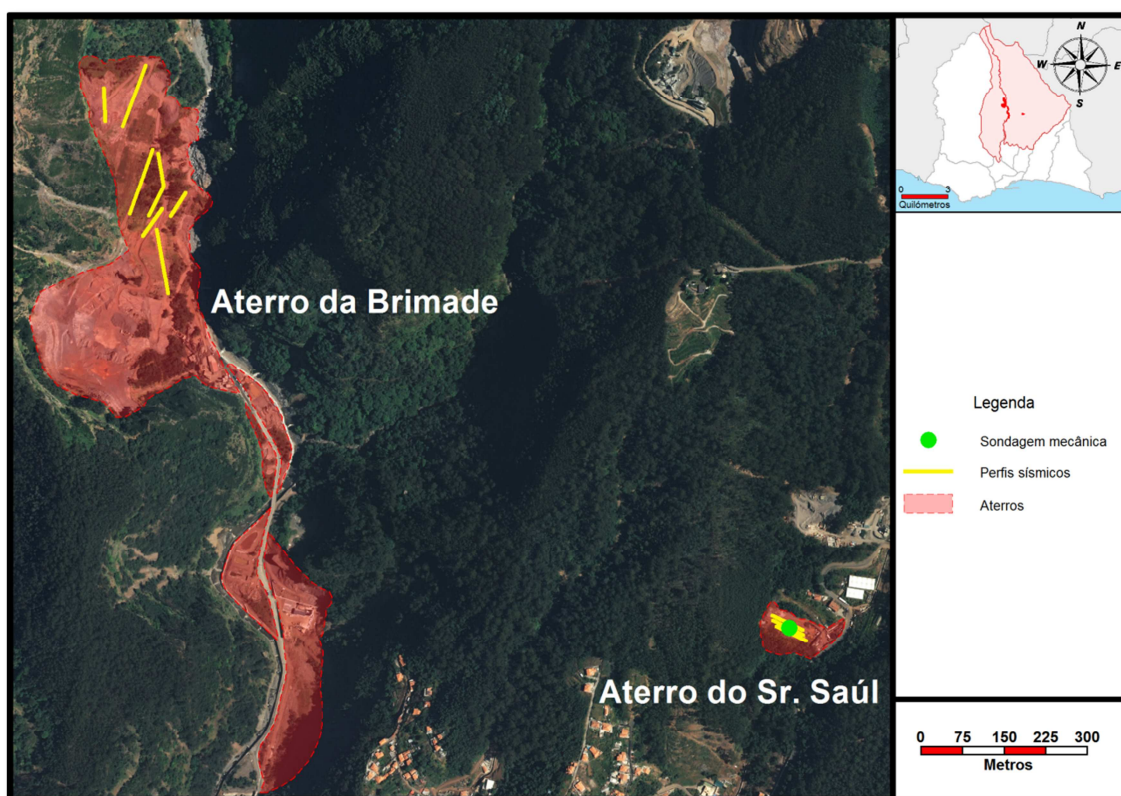
- Aterro da Cancela (**Figura III.7**) - 3 perfis sísmicos (PS) e 1 sondagem mecânica (S);
- Aterro da Montanha (**Figura III.8**) - 2 perfis sísmicos (PS);
- Aterro do Sr. Saúl (**Figura III.14**) - 3 perfis sísmicos (PS) e 1 sondagem mecânica (S);
- Aterro da Brimade (**Figura III.22**) - 8 perfis sísmicos (PS).

Nas **Figuras IV.1 e IV.2** encontram-se representados os locais onde foram desenvolvidos os trabalhos de prospeção geofísica e geomecânica e no **Quadro IV.1** as designações (numéricas e nominais) atribuídas às sondagens mecânicas e perfis sísmicos nas várias regiões estudadas.



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura IV.1 - Mapa de localização da prospeção realizada nos aterros da Cancela e da Montanha e representação das cicatrizes de escorregamento e depósitos de sopé



Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura IV.2 - Mapa de localização da prospeção realizada nos aterros do Sr. Saúl e da Brimade

Quadro IV.1 - Quadro síntese dos locais onde foram realizados os perfis sísmicos (Ps) e as sondagens mecânicas (S)

| Locais | Sondagens | Perfis Sísmicos |
|----------|-----------|----------------------------------------------|
| Cancela | S27 | P27.1 P27.2 P27.3 |
| Montanha | | P25.1 P25.2 |
| Sr. Saúl | S20 | P20.1 P20.2 P20.3 |
| Brimade | | P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 |
| | 2 | 16 |

Fonte: Relatório Resumo de Prospeção (2011)

Chama-se a atenção para o facto de grande parte dos trabalhos de prospeção geofísica e geomecânica se terem desenvolvido em cotas diferentes, pela circunstância de alguns locais se mostrarem inacessíveis aos equipamentos de furação ou de não ser viável a execução dos perfis sísmicos em locais com coberturas estruturais (betão e betuminosos) e/ou com muito ruído (tráfego rodoviário). Este facto, condicionou, as diferenças dos valores de espessuras reconhecidas, em alguns depósitos.

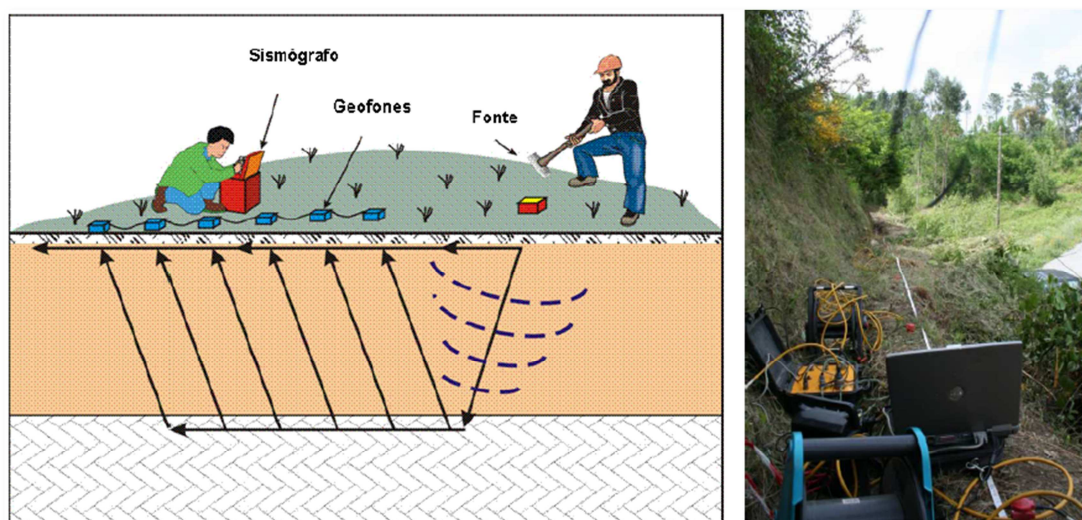
A prospeção geofísica é um método indireto, que não permite a identificação e a caracterização em profundidade dos materiais atravessados. Este facto faz com que em alguns locais fossem realizadas sondagens mecânicas.

IV.2. - PROSPEÇÃO GEOFÍSICA

IV.2.1. - SÍSMICA DE REFRAÇÃO

O sistema de aquisição de refração utilizado foi um sismógrafo da marca RAS – 24 de elevada resolução. A gravação está a cargo de um conversor A/D de 24 bits armazenando os dados em disco duro à taxa de amostragem 0,25 milissegundos com 250 milissegundos de janela total. O sistema possui “signal enhancement” ou seja a possibilidade de somar várias deflagrações de fonte para fortalecer os sinais recebidos.

O dispositivo de colheita é composto por 12 geofones de 14 Hz com espaçamentos de 5 metros. A distância dos pontos de tiro extremos aos geofones mais próximos, variaram entre 2,5 e 32,5 m implicando um comprimento total de dispositivos prospectivamente de 60m e 120m. A fonte utilizada foi uma marreta de 5 kg em placa de aço, com quatro pontos de tiro para todos os perfis (**Figura IV.3**).



Fonte: Relatório Resumo de Prospeção (2011)

Figura IV.3 - Esquema de aquisição de dados (à esquerda) e pormenor dos equipamentos montados no campo (à direita)

Após a preparação do terreno realizaram-se os perfis sísmicos nos locais (aterros) e que receberam as designações constantes no **Quadro IV.2**, acompanhadas do valor das coordenadas M e P, o valor de cota (Z) e a indicação da realização do perfil sísmico TD – Tiro Direto e TI – Tiro Inverso.

Quadro IV.2 - Quadro resumo dos perfis sísmicos (Ps)

| Pontos | Perfil | Local | Coordenada (M) | Coordenada (P) | Z= Cota (m) | Tiros (TD-TI) |
|---------|--------|--------------------|----------------|----------------|-------------|---------------|
| Inicial | PS27.1 | Aterro da Cancela | 325.563.748 | 3.612.967.964 | 246.720 | 258-263 |
| Final | | | 325.531.945 | 3.612.990.834 | 245.275 | |
| Inicial | PS27.2 | | 325.552.191 | 3.612.949.240 | 237.288 | 264-267 |
| Final | | | 325.524.852 | 3.612.977.018 | 236.124 | |
| Inicial | PS27.3 | | 325.498.070 | 3.613.005.785 | 258.010 | 252-257 |
| Final | | | 325.441.035 | 3.613.024.498 | 252.189 | |
| Inicial | PS25.1 | Aterro da Montanha | 324.570.065 | 3.613.286.351 | 219.181 | 238-242 |
| Final | | | 324.549.039 | 3.613.243.701 | 205.893 | |
| Inicial | PS25.2 | | 324.583.201 | 3.613.278.731 | 220.636 | 243-251 |
| Final | | | 324.559.705 | 3.613.238.942 | 206.343 | |
| Inicial | PS20.1 | Aterro do Sr. Saúl | 321.704.246 | 3.617.561.013 | 723.573 | 175-179 |
| Final | | | 321.763.196 | 3.617.552.374 | 723.884 | |
| Inicial | PS20.2 | | 321.700.354 | 3.617.549.990 | 723.878 | 180-184 |
| Final | | | 321.751.650 | 3.617.521.157 | 722.722 | |
| Inicial | PS20.3 | | 321.687.315 | 3.617.530.118 | 723.796 | 185-190 |
| Final | | | 321.744.213 | 3.617.515.198 | 722.690 | |
| Inicial | PS1 | Aterro da Brimade | 320.506.724 | 3.618.500.070 | 643.373 | 268-272 |
| Final | | | 320.508.948 | 3.618.440.470 | 641.088 | |
| Inicial | PS2 | | 320.580.810 | 3.618.540.046 | 623.762 | 273-280 |
| Final | | | 320.540.302 | 3.618.431.962 | 633.038 | |
| Inicial | PS3 | | 320.552.368 | 3.618.276.418 | 602.515 | 281-289 |
| Final | | | 320.593.610 | 3.618.390.440 | 599.313 | |
| Inicial | PS4 | | 320.613.202 | 3.618.326.552 | 584.424 | 290-293 |
| Final | | | 320.603.627 | 3.618.383.361 | 595.601 | |
| Inicial | PS5 | | 320.612.486 | 3.618.323.572 | 584.165 | 294-297 |
| Final | | | 320.586.442 | 3.618.272.611 | 584.489 | |
| Inicial | PS6 | | 320.625.663 | 3.618.271.243 | 572.828 | 302-307 |
| Final | | | 320.652.331 | 3.618.313.388 | 567.769 | |
| Inicial | PS7 | | 320.609.879 | 3.618.285.026 | 576.600 | 298-301 |
| Final | | | 320.575.480 | 3.618.236.065 | 582.052 | |
| Inicial | PS8 | | 320.600.407 | 3.618.247.592 | 570.902 | 308-315 |
| Final | | | 320.621.046 | 3.618.133.166 | 541.550 | |

Fonte: Relatório Resumo de Prospecção (2011)

IV.2.2. - PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A profundidade de investigação prevista, teoricamente, é de 12 metros para os perfis sísmicos com o comprimento máximo de 60 metros e de 24 metros para os perfis com 120m de comprimento, no entanto, as propriedades físicas e geomecânicas das formações rochosas condicionam a profundidade máxima atingida, que poderá ser maior ou menor que o valor teórico.

Os resultados obtidos na interpretação dos dados de campo, velocidade de propagação das ondas sísmicas compressivas (P) *versus* profundidade, estão patentes no **Anexo I** (Gráficos: distância/tempo e Secções Interpretativas).

Podemos observar que as secções interpretativas dos perfis sísmicos onde existe um nível de tonalidade/gradiente azul, corresponde a depósitos de materiais de aterro; o nível de tonalidade/gradiente verde a uma zona de transição e/ou descontinuidade e o nível de tonalidade/gradiente amarelo – avermelhado, deverá corresponder a rochas piroclásticas soldadas e/ou ao início de rochas lávicas compactas e/ou vacuolares (rocha mãe).

IV.3. - PROSPECÇÃO GEOMECÂNICA

IV.3.1. - SONDAGENS MECÂNICAS

No perímetro dos quatro aterros referidos neste capítulo foram efetuadas duas sondagens com recurso a duas sondas rotativas acionadas por motor a diesel de avanço hidráulico automático (**Figura IV.4**), com amostragem contínua, com recurso a caroteiro duplo (amostradores de parede dupla) com coroas de prismas e diamantadas (**Figura IV.5**), com diâmetro de furação de 86 mm, que no decorrer da operação de corte, acondiciona no seu interior o terreno atravessado, possibilitando a obtenção de uma amostra contínua.

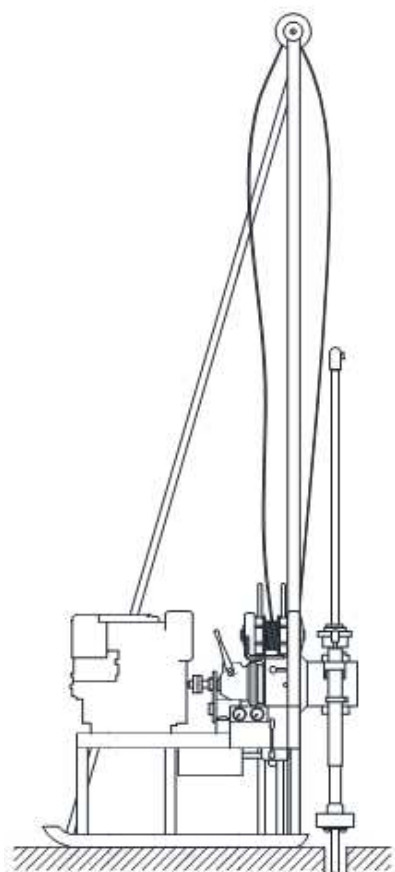


Figura IV.4 - Sonda rotativa

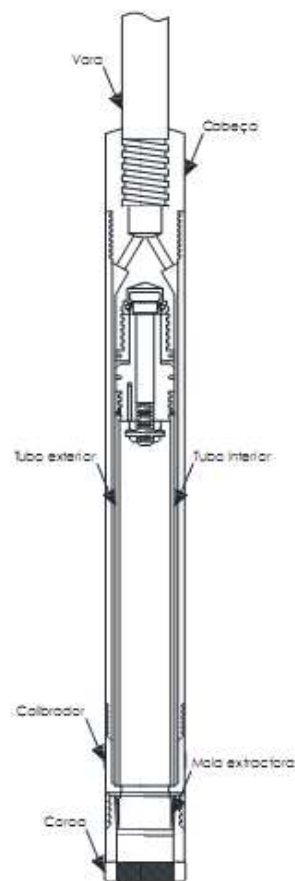


Figura IV.5 - Amostrador de parede dupla

Fonte: Relatório Resumo de Prospecção (2011)

Após a preparação do terreno realizaram-se as sondagens mecânicas e obtiveram-se várias amostras (cortes) que foram colocadas em caixas para cada uma das

sondagens mecânicas (**Anexo I**). Os trabalhos permitiram caracterizar os diferentes materiais amostrados e determinar as espessuras dos materiais de depósitos atuais (aterros) e recentes (depósitos de cobertura) (**Figura II.12**). No Quadro IV.3 encontram-se discriminadas de forma resumida, por sondagem, o local, as espessuras identificadas acompanhadas do valor das coordenadas M e P, o valor de cota (Z) e a indicação do tipo de depósito atravessado.

Quadro IV.3 - Quadro resumo das sondagens mecânicas (S)

| Local | Sondagem | Coorden. (M) | Coorden. (P) | Z= Cota (m) | Profund. (m) | Tipo de depósito |
|--------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|
| Aterro do Sr. Saúl | S20 | 3217720.0 | 3617535.7 | 723.00 | 12,00 | Aterro / Depósito de cobertura |
| Aterro da Cancela | S27 | 3256603.8 | 3612984.7 | 275.255 | 20,60 | Aterro |

Fonte: Relatório Resumo de Prospecção (2011)

IV.3.2. - PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

No **Anexo I**, encontram-se os resultados obtidos nos trabalhos de prospecção, em gráficos individuais das sondagens, nos quais é apresentada, a descrição dos terrenos atravessados, ensaios realizados e respetivos resultados. Foi ainda realizado um perfil geológico-geotécnico interpretativo dos níveis intercetados, quer litológica quer geomecânicamente.

Durante os trabalhos de prospecção não foram detetados níveis de água estabilizados nos furos de sondagem, até à profundidade de furação.

IV.4. - RESULTADOS OBTIDOS

A análise e interpretação dos dados obtidos nos 16 perfis sísmicos (**Anexo I**), conjuntamente com os trabalhos de campo e os resultados obtidos na prospeção mecânica, na zona de proximidade e/ou cruzamento do perfil sísmico/sondagem, permitiram elaborar o quadro resumo (**Quadro IV.4**) com os resultados obtidos.

Quadro IV.4 - Resultados obtidos nos perfis sísmicos e nas sondagens mecânicas com indicação da espessura média atingida e caracterização dos principais tipos litológicos atravessados

| Local | Espessura média de materiais recentes e/ou maciço alterado | | | | Litologia |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Perfis Sísmicos | | Sondagens mecânicas | | |
| | Perfil | Prof. (m) | Sondagem | Prof. (m) | |
| | Cancela | PS27.1 | 7 | | |
| PS27.2 | | 10 | S27 | 20,6 | |
| PS27.3 | | 10 | | | |
| Montanha | PS25.1 | 9 | | | Depósitos de aterro de materiais |
| | PS25.2 | 5 | - | - | |
| Sr. Saúl | PS20.1 | 7 | | | Depósitos de cobertura, depósitos de aterro de materiais |
| | PS20.2 | 7 | S20 | 12 | |
| | PS20.3 | 8 | | | |
| Brimade | PS1 | 7 | | | Depósitos de aterro de materiais pétreos grosseiros e de materiais finos a muito finos (lamas) |
| | PS2 | 15 | | | |
| | PS3 | 12 | | | |
| | PS4 | 5 | - | - | |
| | PS5 | 10 | | | |
| | PS6 | 8 | | | |
| | PS7 | 5 | | | |
| | PS8 | 11 | | | |

Fonte: Relatório Resumo de Prospeção (2011)

Podemos referir que as campanhas de prospeção sísmica e mecânica realizadas complementam-se e permitiram obter conclusões similares, tendo o método se revelado eficaz e indicativo nos contrastes de materiais, permitindo estimar espessuras médias e estabelecer a interface entre materiais soltos ou pouco coesos (aterro ou solo de alteração) e materiais competentes do complexo vulcânico (pouco alterados ou são).

A interpretação dos descritivos das sondagens mecânicas (**Anexo I**) e as secções interpretativas dos perfis sísmicos (**Anexo I**), são apresentadas nos pontos seguintes para cada um dos aterros.

IV.4.1. - ATERRO DA CANCELA

O aterro da Cancela, como já foi referido no capítulo anterior, encontra-se localizado no sítio da Cancela, Freguesia de São Gonçalo e ocupa uma área de cerca de 83 000 m² (**Figura III.7**). Aqui foram despejados durante as mais de duas décadas em que funcionou este aterro, milhares de metros cúbicos de materiais provenientes de obras públicas e privadas (**Figuras IV. 6 a), b), c), d), e) e f)**), incluindo os materiais resultantes das operações de limpeza da baixa da cidade do Funchal aquando da aluvião de 29 de Outubro de 1993, entre outros. Neste local, durante anos, procedeu-se também à extração de areão para ser utilizado como agregado na construção civil.



Fotos: Duarte Araújo (30 de dezembro de 2011)

Figuras IV.6 a), b), c), d), e) e f) - Aspeto dos diferentes tipos de materiais depositados no aterro da Cancela

É um aterro que por se encontrar no topo de uma vertente sobranceira ao mar, sobre a Reserva Natural do Garajau, com declive acentuado e sem qualquer tipo de contenção frontal, evidencia um avançado estado de retrocesso da escarpa em toda a sua extensão, desde a plataforma (já desativada) do antigo estaleiro da Moldebetão até ao extremo poente, junto às instalações do Clube de Tiro e Caça da Madeira, passando pelo terreno onde se encontra em construção a futura sede e o centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC). Na base da vertente, ao nível das pequenas praias de calhau, identificamos vários depósitos de materiais provenientes dos diferentes episódios de movimentos de massa que têm ocorrido no local, sendo ainda perfeitamente visíveis as respetivas cicatrizes de deslizamento (**Figura IV. 7**).



Foto: João Baptista (23 de fevereiro de 2011)

Figura IV.7 - Aspeto da parte frontal do aterro da Cancela onde são bem visíveis as cicatrizes de deslizamento que vão alimentando os depósitos de materiais no sopé da vertente (assinalados pelas linhas vermelhas)

Nos perfis sísmicos (**Anexo I**) efetuados no aterro da Cancela (PS27.1, PS27.2 e PS27.3) pode observar-se que impera o nível de tonalidade/gradiente azul, indicativo de materiais pouco coesos, que neste caso correspondem a depósitos de materiais de aterro, com espessuras médias na ordem dos 9 metros.

A sondagem mecânica S27 (**Anexo I**) efetuada neste local determinou uma espessura de aterro na ordem dos 20,6 metros, sendo este constituído por blocos de natureza variada (aos 4.50 m apresenta fragmentos de alvenaria), ($D_{max} = 20$ cm; $D_{med} = 5 - 10$ cm). Aos 12.50 m apresenta uma passagem de tufo, que contudo se apresenta isolada (bloco). Na base deste aterro identificou-se tufo compacto, rijo, silto-argiloso, castanho-amarelado e Brecha desagregada a medianamente compacta, com matriz silto-argilosa castanho-amarelada (parcialmente lavada durante o processo de furação) e elementos de basalto ($D_{max} = 50$ cm).

Este aterro apresenta, portanto, a maior espessura de níveis de aterro identificada nesta campanha (através da sondagem S27), e é também um dos aterros onde é evidente um maior grau de instabilidade, demonstrada por fenómenos de fissuração do pavimento, paredes e muralhas de betão, forte erosão e queda de materiais para a vertente e sopé da arriba, com redução da sua extensão e retrocesso da escarpa (**Figuras IV.8 a), b), c), d), e) e f)**).



Fotos: Duarte Araújo (30 de dezembro de 2011 e 01 de junho de 2012)

Figuras IV.8 a), b), c), d), e) e f) - Evidências da forte instabilidade da plataforma, zona envolvente e parte frontal do aterro da Cancela

Também na entrada do Clube de Tiro e Caça da Madeira têm ocorrido ao longo dos anos diversos movimentos de massa que não raras vezes, bloqueiam ou destroem o acesso àquela instituição. A razão prende-se com o facto da espessa plataforma de aterro que está na base da pista de automodelismo existente a Norte deste local, e cuja deposição de materiais colmatou por completo uma antiga linha de água (Ribeira das Árvores) e um seu afluente que por ali passava, ter sido por diferentes ocasiões

ampliada no sentido da entrada do clube (**Figuras IV. 9 a), b) e c)**), fator este que conjugado com a existência de uma foça séptica e a ocorrência de precipitações mais intensas (como a que ocorreu em Fevereiro de 2010) tem provocado os referidos movimentos de massa.



Fotos: Duarte Araújo (30 de dezembro de 2012)

Figuras IV.9 a), b) e c) - Aspeto da plataforma de aterro na base da pista de automodelismo e que colmatou por completo uma antiga linha de água (assinalado pela linha de cor vermelha)

Em Fevereiro de 2010, a direção do Clube de Tiro e Caça da Madeira fez a “estabilização” possível da vertente com recurso à construção de diversas bancadas / patamares com o intuito de quebrar o acentuado declive da vertente que compõe o flanco frontal desta plataforma de aterro. Mesmo assim são evidentes os sinais de instabilidade e existem registos de inúmeros episódios de movimentos de massa ocorridos em períodos de precipitação mais intensa.

Apesar disso, a jusante deste local encontra-se em construção a futura sede e o centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC), local para onde também está previsto ser transferido o centro de atendimento da linha de emergência - 112 (**Figuras IV. 10 e IV. 11**).



Foto: Duarte Araújo (10 de março de 2013)

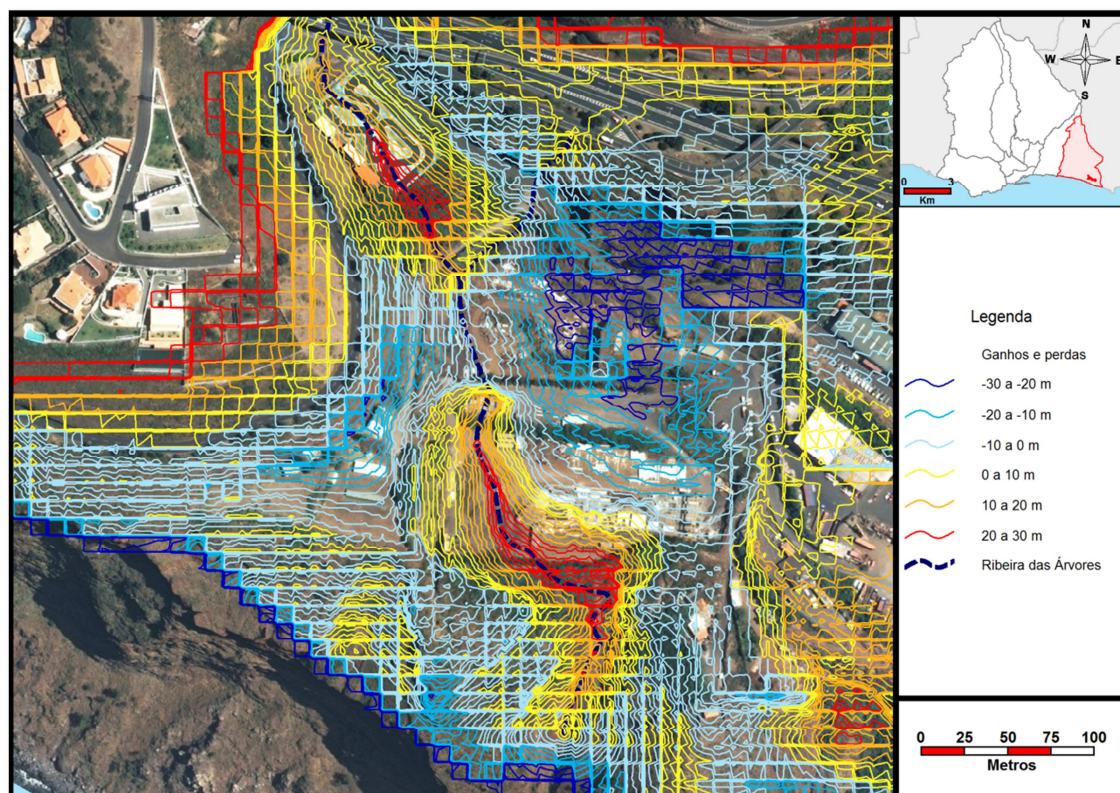
Figura IV.10 - Futura sede e centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC) a jusante da plataforma de aterro que está na base da pista de automodelismo da Cancela



Foto: Duarte Araújo (10 de março de 2013)

Figura IV.11 - Aspeto da obra de construção da sede e centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC). No Canto superior esquerdo (assinalado pela linha de cor vermelha) pode observar-se a plataforma de aterro que colmatou por completo a Ribeira das Árvores

Nos trabalhos desenvolvidos durante esta dissertação, elaborou-se o Modelo Digital do Terreno (MDT) para esta secção específica do Aterro da Cancela. Este MDT foi produzido com recurso à cartografia raster e vetorial dos anos de 1967 e 2004. Procedeu-se igualmente ao cálculo de diferenças de quotas entre os dois modelos cartográficos (1967 e 2004) estimando-se assim as áreas de ganho (depósito) e de perda (extração de inertes) de cota para esta secção do aterro (**Figura IV.12**).



Fonte: Duarte Araújo (2013)

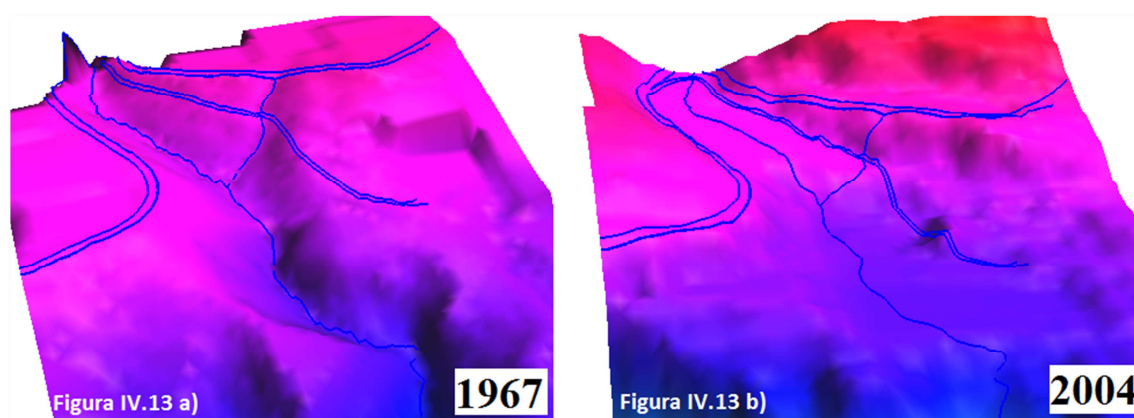
Figura IV.12 - Áreas de ganho e perda de cota na sobreposição cartográfica de 1967 e 2004

A partir do cálculo criou-se um ficheiro de curvas de nível que nos indica claramente onde houve, para o espaço temporal 1967-2004, deposição de materiais e as áreas onde se registaram perdas (extração de inertes), resultados evidenciados pelas diferenças de cota entre os dois modelos separados no tempo por trinta e sete anos. Os MDT's foram avaliados em função da cartografia e dos dados disponíveis.

Assim pode-se observar na **Figura IV.12**, numa graduação entre os tons vermelhos e amarelos, o preenchimento de quase todo o vale onde corria a Ribeira das Árvores com espessuras de materiais na ordem dos 30 metros, sob a pista de automodelismo e a jusante do local onde está a ser edificada a sede e o centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC). Esta antiga linha de água foi, como já se referiu, colmatada por completo por uma espessa plataforma de aterro sem que tenha sido assegurada a eficaz drenagem da mesma e a sua contenção frontal.

Em contra ponto a esta situação podemos observar igualmente os efeitos da extração de inertes que ocorria neste local (tons de azul), onde se verificam perdas de cota significativas na área a montante deste novo edifício e ao longo de todo o perímetro do aterro e do Clube de Tiro e Caça da Madeira. Neste local, constituído essencialmente por depósitos piroclásticos do Complexo Vulcânico Superior, procedeu-se durante as últimas décadas do século passado à extração desses materiais (como o areão e a “pedra feijoco”) para utilização como agregados na construção civil, obras públicas, indústria cerâmica, ornamentação de jardins e agricultura.

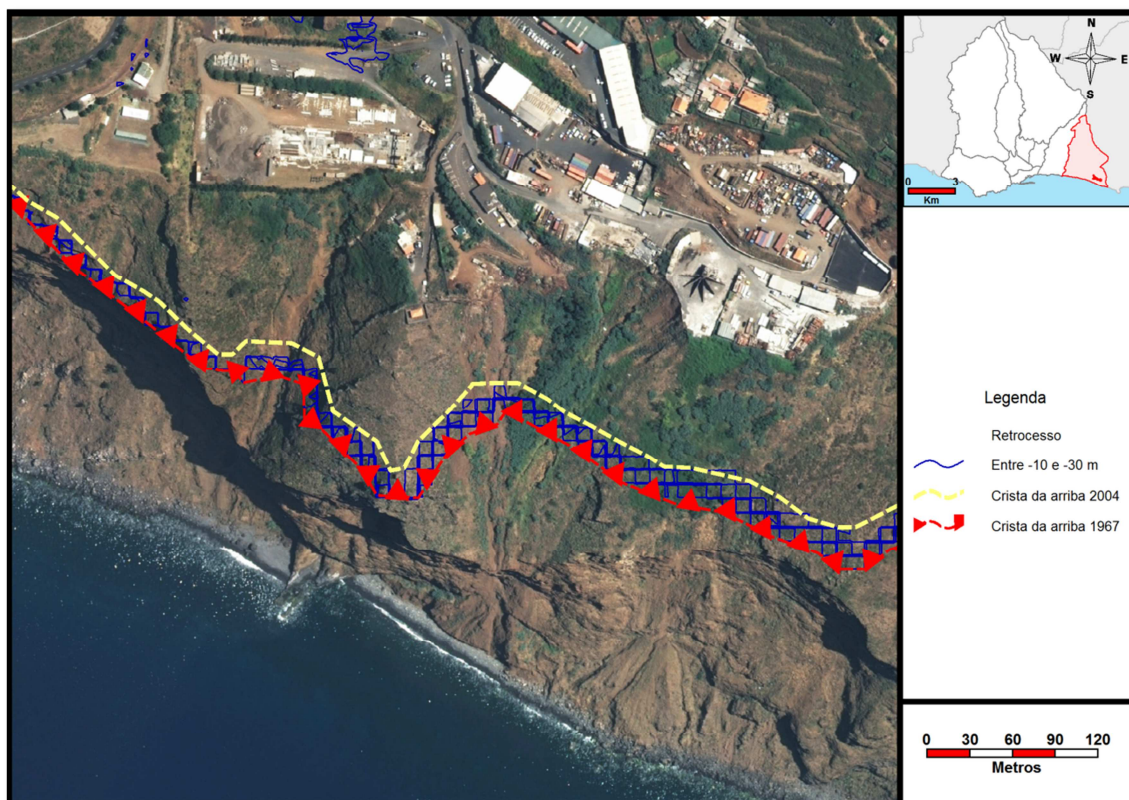
As diferenças de cota entre a cartografia de 1967 e 2004 são também evidentes nos modelos tridimensionais que a seguir se apresentam (**Figuras IV.13 a) e b)**).



Fonte: Duarte Araújo (2013)

Figura IV.13 - Modelos tridimensionais do vale da Ribeira das Árvores (atualmente colmatado por uma espessa plataforma de aterro) com base na cartografia de 1967 e 2004

É de salientar igualmente a situação que se observa na parte frontal do Aterro da Cancela, onde se regista, em função da cartografia analisada e dos dados disponíveis, retrocessos da escarpa na ordem dos 20/30 metros em determinados sectores do aterro para um período de trinta e sete anos (1967-2004) (**Figura IV.14**).



Fonte: Duarte Araújo (2013)

Figura IV.14 - Pormenor da evolução da escarpa, com base na análise da cartografia de 1967 e 2004, onde se registam retrocessos (setas a vermelho) na ordem dos 20 a 30 metros

Esta situação é corroborada pelos estudos apresentados no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Funchal (Silva, J. *et al.*, 2011), onde são apresentados os principais fatores potenciadores da perda de volume e instabilidade da crista da arriba, que se traduz no retrocesso da escarpa neste sector: a ausência de contenção frontal do aterro; a heterogeneidade litológica da arriba rochosa, alternando materiais competentes com materiais mais brandos; os fortes declives; e o escoamento superficial e hipodérmico. Esse facto está bem patente ao longo de toda a parte frontal do aterro onde, como já referido, são evidentes os sinais de instabilidade da arriba, materializados por fenómenos de fissuração do pavimento, paredes e muralhas de betão, forte erosão e queda de materiais para a vertente e sopé da arriba, com redução da sua extensão.

Tendo em conta o anteriormente descrito, nomeadamente a construção da futura sede e do centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC) e para onde também está previsto ser transferido o centro de atendimento da linha de emergência - 112, obra que albergará no seu interior o centro nevrálgico do socorro às populações da Madeira e Porto Santo, recomenda-se o seguinte:

- i)** realização de um estudo mais pormenorizado a todo o aterro, com especial incidência para a plataforma que está na base da pista de automodelismo, com a realização de sondagens mecânicas, tendo por objetivo caracterizar os materiais, os parâmetros geomecânicos (ângulo de atrito, coesão, peso específico e módulo de deformação, entre outros), determinar a profundidade exata e a geometria da descontinuidade geológica (aterro/substrato rochoso);
- ii)** construção de muralhas de contenção frontal neste sector do aterro de forma a travar possíveis movimentos de massa que possam atingir o edifício sede do Serviço Regional de Proteção Civil e os serviços nele a instalar (serviços de socorro às populações), evitando deste modo danos que possam de alguma forma comprometer a normal operacionalidade destes serviços em caso de ocorrência de episódios catastróficos;
- iii)** na construção da infraestrutura referida no item anterior (**ii**) deve ser salvaguardada a eficiente drenagem superficial e subterrânea da plataforma de aterro por forma a evitar ruturas que possam comprometer a estabilidade, quer da muralha, quer do aterro que ela protege;
- iv)** por forma a minimizar o impacto visual da construção da infraestrutura referida nos itens anteriores (**ii e iii**), recomenda-se a sua edificação em patamares/bancadas de modo que possam ser criadas zonas verdes que poderão ser aproveitadas para a criação de um jardim público, elemento este que valorizará sobremaneira toda a envolvente local;
- v)** tendo em conta que este aterro apresenta a maior espessura de níveis de aterro identificada na campanha de prospeção realizada no âmbito do PMEPC (sondagem S27) e nos modelos de análise calculados a partir do MDT, e que este é também um dos aterros onde é evidente um maior grau de instabilidade, demonstrada por fenómenos de fissuração do pavimento, forte

erosão e queda de materiais para a vertente e sopé da arriba, com redução da sua extensão, recomendamos que deverá ser preconizada uma solução que impeça a sua regressão para norte, ou eventualmente a sua eliminação, através do reperfilamento e tratamento do talude;

- vi)** Nas áreas do aterro onde são evidentes fenómenos de creep, recomenda-se que estas sejam intervencionadas com soluções ligeiras, tais como a utilização de hidrossementeiras e criação de redes de drenagem eficientes;
- vii)** Recomenda-se igualmente a monitorização contínua de toda a rede de drenagem e rede hidrográfica e elaboração de estudos de cargas hidráulicas expectáveis para as linhas de água que atravessem ou que estejam nas proximidades deste aterro.

IV.4.2. - ATERRO DA MONTANHA

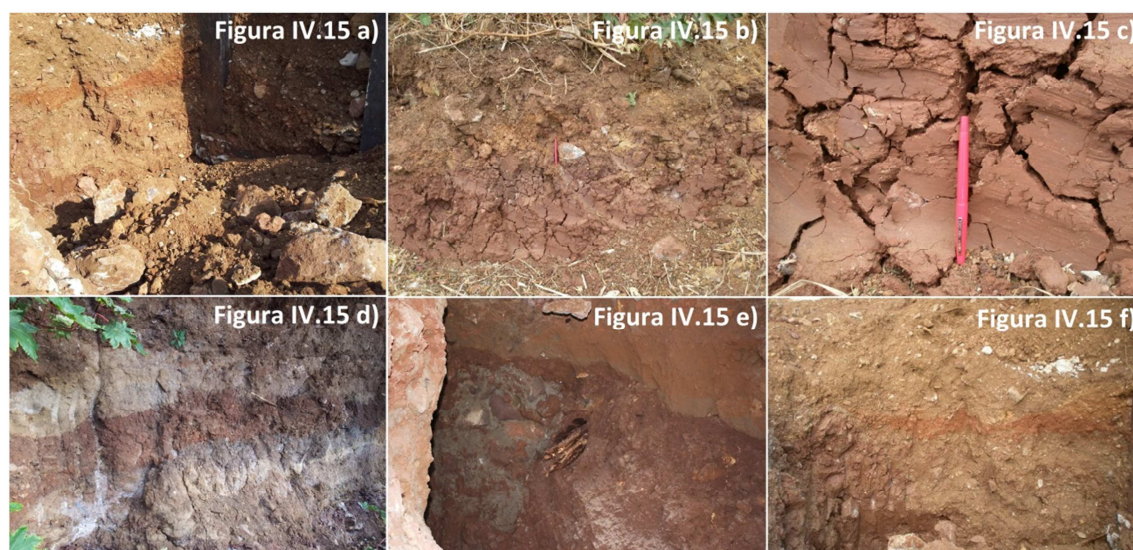
Situado no sítio da Montanha, freguesia de São Gonçalo, e tal como no exemplo anterior, este foi um aterro que surgiu nos finais dos anos 70 / início dos anos 80 do século passado resultante do despejo de materiais de construção e de escavação, por iniciativa privada e sem qualquer tipo de estudo ou planeamento. O aterro cresceu num terreno privado, no topo de uma escarpa sobranceira ao mar onde o seu proprietário, a troco de umas dezenas de contos (moeda da altura), permitia a deposição dos mais diferentes tipos de materiais provenientes das escavações e obras de construção. Aqui procedia-se igualmente à venda de inertes.

No aterro da Montanha foram realizados os perfis sísmicos PS25.1 e PS25.2 (**Anexo I**) e foram estimadas espessuras médias de aterro de 9 e 5 metros, respetivamente, sendo que também aqui impera o nível de tonalidade/gradiente azul, indicativo de materiais pouco coesos, embora seja bem visível em alguns locais o substrato rochoso mais coeso (gradiente de tonalidade vermelho-rosa) na sua base.

Nos trabalhos de campo foi possível observar e caracterizar alguns materiais que constituem o aterro, por exemplo: calhaus rolados, materiais silto-argilosos com fendas de dissecação ou retração e de tonalidade castanha avermelhada, garrafas de vidro,

materiais de construção, troncos de árvores e lixo diverso. Os materiais apresentam-se geralmente desagregados e/ou mal compactados.

Foi igualmente possível constatar que o aterro é o resultado da deposição de diversos tipos de materiais de empréstimo, notando-se diferentes níveis irregulares o que demonstra as diferentes origens dos materiais que aqui foram sendo depositados ao longo de duas décadas (**Figuras IV. 15 a), b), c), d), e) e f)**).



Fotos: Duarte Araújo (29 de dezembro de 2012)

Figuras IV.15 a), b), c), d), e) e f) - Pormenor das diferentes camadas de materiais que compõem o aterro da Montanha

Dada a inexistência de cartografia ou de um inventário que referisse que neste local funcionou um aterro, a Câmara Municipal do Funchal, desprovida de informação fundamental, licenciou nos anos 90 do século passado uma urbanização sobre este espesso depósito. É portanto um antigo aterro que tem a particularidade de neste momento ter edificada sobre si uma urbanização de luxo, onde pelo menos oito moradias estão em risco de ruir total ou parcialmente. Algumas destas moradias já evidenciam sinais dos movimentos que estão a ocorrer, com fenómenos de fissuração de pavimentos, muros de contenção, paredes estruturais e pilares. Neste local há a salientar o colapso que ocorreu a 12 de Março de 2011 num dos módulos de uma das moradias existentes nesta urbanização (local onde foram executados os perfis sísmicos PS25.1 e PS25.2 (**Anexo I**)) (**Figuras IV. 16 a), b), c), d), e) e f)**).

Também a queda de materiais ao longo do tempo sobre a vertente e o sopé da arriba, revelam evidentes sinais de instabilidade da plataforma de aterro.



Fotos: Duarte Araújo (29 de dezembro de 2011 e 01 de junho 2012)

Figura IV.16 a), b), c), d), e) e f) - Diversos tipos de perturbações estruturais observadas em várias moradias, devido ao movimento de massa lento em curso na Urbanização da Montanha

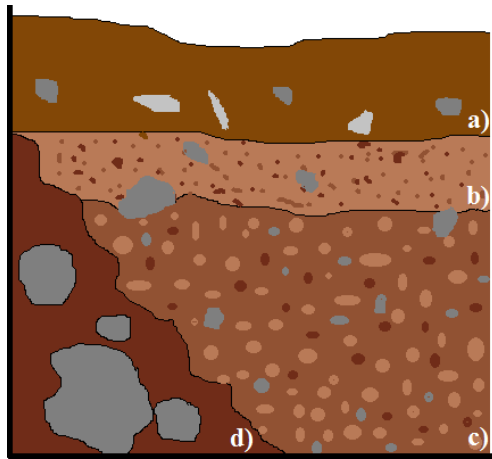
Nos trabalhos de campo foi possível acompanhar as obras de recuperação da moradia que ruiu parcialmente, tendo-se constado no local a repetição de alguns erros do passado, ou seja, algumas sapatas dos alicerces foram edificadas diretamente sobre o depósito de aterro sem a adoção de qualquer tipo de estacamento que confira estabilidade ao prédio (**Figura IV. 17 a), b), c), d), e) e f)**).



Fotos: Duarte Araújo e João Baptista (29 de dezembro de 2012)

Figura IV.17 a), b), c), d), e) e f) - Obras de reabilitação e recuperação de uma das moradias da Urbanização da Montanha após o colapso parcial do módulo frontal da moradia, ocorrido a 12 de Março de 2011

Aproveitando as obras realizadas nesta moradia, que sofreu elevados danos provocados pelo deslizamento das terras sobre as quais foi edificada, procedeu-se à análise pormenorizada do depósito ali bem visível (**Figura IV. 18**).



- a) - Terra vegetal com resíduos de construção e materiais pedregosos;
- b) - Material silto-argiloso com materiais piroclásticos;
- c) - Mistura de material silto-argiloso com fragmentos de diferentes rochas;
- d) - Material silto-argiloso muito fendilhado com mistura de blocos rochosos.

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Figura IV.18 - Corte de um perfil de aterro visível onde decorreram as obras de recuperação de uma moradia na Urbanização da Montanha

Também no aterro da Montanha são visíveis as cicatrizes dos deslizamentos que têm ocorrido ao longo dos tempos e que têm resultado na acumulação de depósitos na base da vertente, ao nível do mar (**Figura IV. 19**).

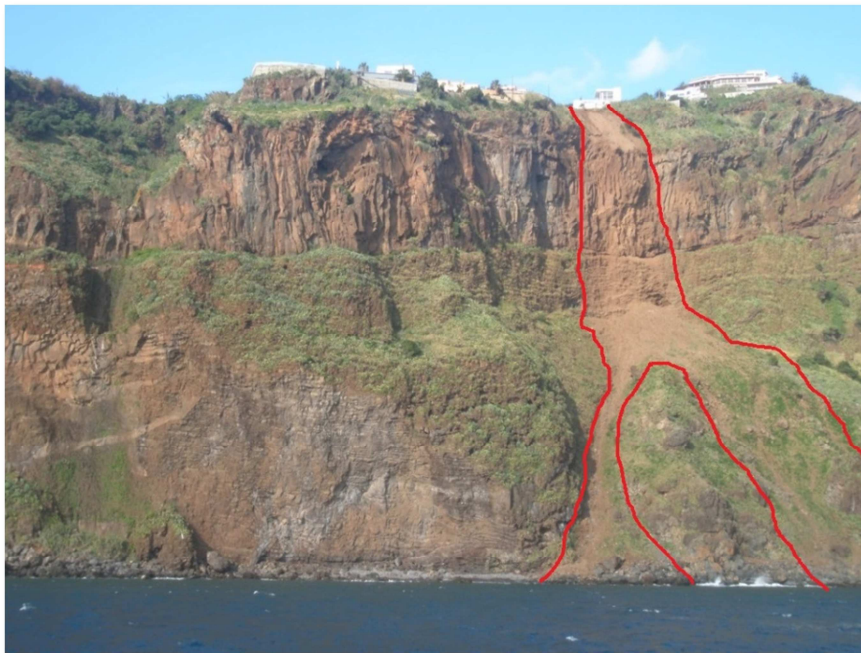


Foto: João Baptista (23 de fevereiro de 2011)

Figura IV.19 - Aspeto da parte frontal do aterro da Montanha onde é bem visível uma cicatriz de deslizamento e os depósitos de materiais no sopé da vertente (linhas vermelhas)

No aterro da Montanha, tendo em conta os evidentes sinais de instabilidade da plataforma de aterro referidos anteriormente, recomenda-se um diagnóstico e avaliação de toda a zona, incluindo o arruamento sem saída que faz a ligação à Estrada Conde de Carvalhal.

Seria de todo prudente a Câmara Municipal do Funchal exigir estudos e projetos de especialidade que preconizem soluções técnico-científicas que garantam a total estabilidade estrutural de futuras moradias a serem edificadas nos lotes de terreno ainda disponíveis nesta urbanização (processo muito dispendioso e que em alguns casos poderá mesmo inviabilizar o investimento necessário à edificação da moradia) ou até mesmo, numa situação extrema, interditar por completo novas construções, caso o custo/benefício não torne viável o investimento.

IV.4.3. - ATERRO DO SR. SAÚL

Aterro localizado no sítio do Terreiro da Luta, freguesia do Monte que surgiu da iniciativa privada entre os anos de 2005 e 2007, tendo ocupado uma área de aproximadamente 9 mil metros quadrados (**Figura IV. 20**).



Foto: João Baptista (05 de março de 2011)

Figura IV.20 - Vista parcial do aterro onde se assinala com a linha azul o sentido da linha de água que foi colmatada e com a linha vermelha a canalização subterrânea de outra linha de água

Para a sua concretização foi feita a colmatação por completo de uma antiga linha de água que desapareceu e a canalização de uma outra (ribeiro que vem da pedreira da Tecnovia) que atravessa a jusante os terrenos onde estão as estufas da empresa Túlipa (canalizado 3x3 metros de secção) e a Estrada Regional 103 e o próprio aterro, subterraneamente (**Figura IV.20**). Aqui existe apenas uma pequena secção do ribeiro que corre a céu aberto.

O aterro, composto por materiais mistos provenientes de escavações e de obras públicas e privadas, serve atualmente para depósito de materiais de construção civil (**Figura IV.21**).



Foto: Duarte Araújo (20 de outubro de 2012)

Figura IV.21 - Aspeto parcial da região frontal do aterro do Sr. Saúl onde se pode observar parte da plataforma ocupada atualmente por um depósito de materiais de construção civil

A sondagem mecânica (S20) (**Anexo I**) efetuada no aterro do Sr. Saúl indica uma espessura de depósitos de aterro na ordem dos 12 metros, no entanto este divide-se em dois tipos de depósitos: um superficial de origem antrópica (aterro heterogéneo, constituído por elementos de natureza variada, incluindo alvenarias e madeiras) com cerca de 7,5 metros de espessura; e outro, subjacente ao depósito anterior, representado por um depósito colúvio-aluvionar, constituído essencialmente por calhaus e blocos de

basalto ($D_{max} = 40$ cm) e matriz silto-arenosa, sendo que a quantidade de matriz diminui para a base e a percentagem de elementos líticos aumenta) correspondente ao antigo leito de uma linha de água que foi colmatada com a deposição de materiais de escavação e de construção que constituem o denominado aterro do Sr. Saúl. Sob estas duas espessas camadas de depósitos foi identificado basalto fraturado, cinzento, com preenchimentos silto-argilosos e óxidos, nas fraturas.

Os perfis sísmicos (PS20.1, PS20.2 e PS20.3) (**Anexo I**) realizados corroboram a anterior informação, apresentando espessuras médias de 7.3 metros e onde são visíveis dois níveis de tonalidade/gradiente distintas; um em tons de azul, correspondente ao depósito superficial de aterro de materiais de escavação e de construção; e outro em tons verde, correspondente ao colúvio-aluvionar, que se encontra subjacente ao anterior e que fica por cima da rocha-mãe.

Este aterro compreende uma vasta área de terreno (aproximadamente 9 000 m²) e elevada espessura (cerca 7,5 m, reconhecida na sondagem S20 e nos perfis sísmicos PS20.1, PS20.2 e PS20.3), encontrando-se sobreposto a materiais de depósitos colúvio-aluvionares, conforme se pode verificar no descritivo de sondagem e no registo fotográfico (**Anexo I** no relatório da prospeção mecânica). Estes materiais correspondem à linha de água que foi colmatada.

De acordo com os dados referidos anteriormente, no aterro do Sr. Saúl, somos da opinião que deverá ser realizado um estudo pormenorizado com o objetivo de verificar se as atuais condições impostas no terreno garantem capacidade de escoamento suficiente para elevados caudais e pressões hidráulicas, quando sujeitas a condições de pluviosidade intensa. Deverá ser equacionada uma solução de contenção frontal deste aterro com o objetivo de garantir a segurança da população residente a jusante.

IV.4.4. - ATERRO DA BRIMADE

De acordo com a Carta Geológica da Ilha da Madeira à escala 1:50 000, Folhas A e B (Silveira, A. *et al.*, 2010), o depósito mineral do sítio da Fundoa de Cima encontra-se inserido no Complexo Vulcânico Superior (CVS) (Plistocénico e Holocénico ~ 1,8 - 0,007 Ma) surgindo afloramentos do Complexo Vulcânico

Intermédio (CVM) (Plio-Plistocénico 5,57 - 1,8 Ma). O depósito é formado por derrames lávicos que alternam com materiais piroclásticos constituindo bancadas de tonalidade vermelha, amarela ou acastanhada de granularidade média a fina evidenciando, por vezes, clara estratificação (**Figuras IV.22 e IV.23**). O conjunto é atravessado por diversos filões subverticais com orientação NE-SO de composição basáltica (**Figura IV.23**). Os trabalhos na antiga frente de desmorte em 1993 processavam-se de Este para Oeste (**Figuras IV.22 e IV.24**) e eram feitos a céu aberto utilizando o sistema de desmorte em degraus ou bancadas (Silva, J. *et al.*, 2011). No desmorte do corpo rochoso foram utilizados explosivos sob a forma de pequenas cargas detonantes, uma vez que os materiais apresentam na maior parte das vezes um desmorte fácil. O material explorado era retirado da frente de desmorte através de pás mecânicas e transportado por “dumpers” até ao sector Este da pedreira, sendo descarregado para uma rampa que dá acesso direto à zona de pré-stock (**Figura IV.25**).

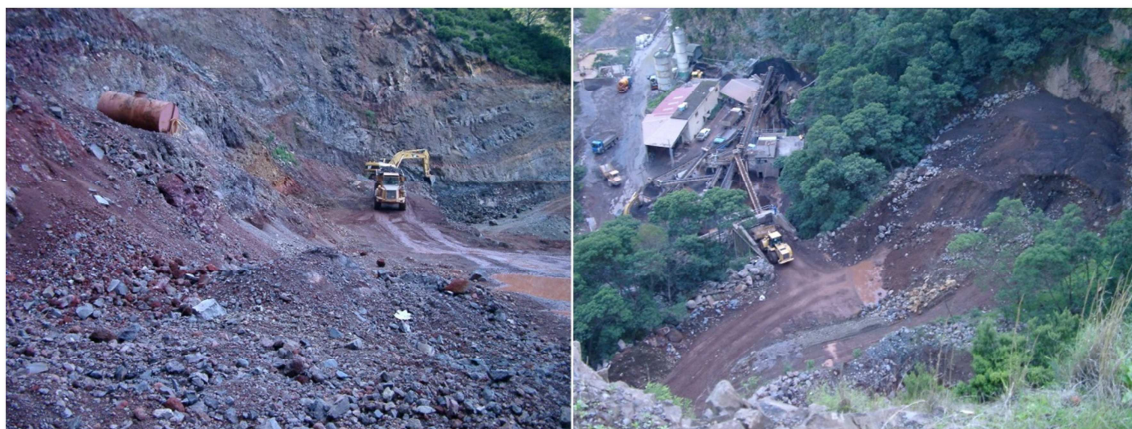


Fotos: João Baptista (19 de novembro de 2003)

Figura IV.22 - Perspetiva geral sobre as formações geológicas e a exploração do depósito na antiga frente de desmorte da pedreira

Figura IV.23 - Pormenor das bancadas e das formações geológicas, lávicas (tonalidade cinzenta) e piroclásticas (castanho avermelhado), na antiga frente de desmorte da pedreira

O material de natureza piroclástica, que apresenta menor dureza e fácil desagregação, é separado na frente de desmorte. Este representa um material penalizante não fazendo parte por isso do material que constitui o pré-stock. A fragmentação e britagem dos materiais pétreos duros provenientes do desmorte têm lugar na central de britagem.



Fotos: João Baptista (19 de novembro de 2003)

Figura IV.24 - Orientação da exploração do depósito mineral na antiga frente de desmonte da pedreira

Figura IV.25 - Rampa, zona de pré-stock e central de britagem da Brimade - Sociedade de Britas da Madeira

Na última década foram produzidos em média 400 m³ de agregados por dia (britas de vários calibres) e grande quantidade de resíduos estéreis de rochas brandas (materiais piroclásticos) e materiais finos ou lamas (**Figura IV.26**). A produção média diária de lamas provenientes da fragmentação e lavagem dos inertes da Brimade, pode variar entre 10% e 15% por metro cúbico de agregado produzido (Silva, J. *et al.* 2000). No decurso da atividade da exploração, que teve início em 1981 e mantêm-se até á atualidade foram produzidos grandes volumes de materiais estéreis, que têm sido depositados ao longo das margens da ribeira de Santa Luzia (**Figura IV.27**).



Fotos: Duarte Araújo (01 de junho de 2012 e 26 de março de 2011)

Figura IV.26 - Pormenor dos materiais finos ou lamas, provenientes da lavagem de agregados da Brimade

Figura IV.27 - Perspetiva sobre os atuais tanques de deposição de lamas da Brimade nas margens da ribeira de Santa Luzia

Estes espessos depósitos formados por aterros de materiais grosseiros e finos apresentam, em alguns locais, fissuração, fendilhamento, sulcos de erosão torrencial, fenómenos de creep e cicatrizes de escorregamento (**Figura IV.28 e IV.29**). A instabilidade verificada e os escorregamentos ocorridos ao longo do talude para o interior da ribeira de Santa Luzia vêm-se repetindo por diversas vezes, tendo o último grande movimento de massa acontecido no dia 20 de Fevereiro de 2010 (**Figura IV.29**). São enormes volumes de lamas e escórias que vão preenchendo o estreito vale e que poderão, numa situação extrema, originar fluxos de lama que na sua trajetória até ao mar poderão atingir velocidades muito elevadas, fenómenos estes idênticos aos ocorridos, por exemplo, no Rio de Janeiro e no Estado de Vargas na Venezuela.



Fotos: Duarte Araújo (26 de março de 2011)

Figura IV.28 - Conjunto de sulcos de erosão torrencial e escorregamentos de materiais na vertente de um antigo depósito de lamas

Figura IV.29 - Cicatriz de escorregamento de materiais de aterro, para o interior do curso superior da ribeira de Santa Luzia

Os oito perfis sísmicos efetuados no aterro da Brimade revelaram no geral uma espessura média de 9,1 m, mas onde registaram-se espessuras máximas na ordem dos 20 metros, perto do limite de análise (24 m) dos perfis mais longos (120 m). De acordo com os dados constantes no **Quadro IV.4**, o aterro da Brimade, nos perfis PS2, PS3, PS5 e Ps8 (**Anexo I**), atinge espessuras médias superiores aos 10 metros e nos perfis PS1, PS4, PS6, PS7 (**Anexo I**), espessuras médias compreendidas entre os 5 e os 8 metros. Neste foram identificados depósitos de aterro de materiais pétreos grosseiros e de materiais finos a muito finos (lamas), identificados pelo nível de tonalidade/gradiente azul. O nível de tonalidade/gradiente verde representa a uma zona de transição e/ou descontinuidade enquanto o nível de tonalidade/gradiente amarelo – avermelhado,

deverá corresponder a rochas piroclásticas soldadas e/ou ao início de rochas lávicas compactas e/ou vacuolares (rocha mãe).

O grande volume de desperdícios de pedra “mole” e de lama resultante da lavagem de agregados para a construção civil e obras públicas produzido pela empresa Brimade, levanta grandes preocupações quanto à deposição destes materiais considerados resíduos, preocupações motivadas pelas dificuldades de acondicionamento e de gestão de espaços para o efeito. Os materiais foram sendo depositados ao longo dos anos nas diversas células que constituem o aterro da Brimade no vale da ribeira de Santa Luzia. As camadas de materiais sobrepostos atingem em alguns sectores do aterro espessuras que ultrapassam os 10 metros (perfis sísmicos com referências PS2, PS3, PS5 e PS8 (**Anexo I**)) e ocupam áreas com centenas de metros quadrados. No total este aterro ocupa uma área superior a 175 mil metros quadrados.

Tendo em conta a ocorrência, no aterro da Brimade, de anteriores movimentos de massa para o interior da ribeira, recomenda-se o seguinte:

- i) realização de um trabalho mais abrangente, onde a malha amostral (nº de perfis sísmicos) seja mais apertada, executada em forma de quadrícula e estendida às zonas onde foram estimadas as maiores espessuras de aterro de materiais, nomeadamente para profundidades médias superiores a 5 m. Quanto mais apertada for a malha amostral melhor será o valor dos resultados obtidos. Refira-se que os trabalhos realizados no âmbito do Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Funchal estavam limitados a um determinado “teto” orçamental, que não permitiu a realização de mais perfis sísmicos;
- ii) realização de 4 sondagens mecânicas, na zona central dos perfis sísmicos PS2, PS3, PS5 e PS8 (**Anexo I**), onde a espessura do aterro é superior ou igual aos 10 metros, tendo por objetivo caracterizar os materiais, os parâmetros geomecânicos (ângulo de atrito, coesão, peso específico e módulo de deformação, entre outros), determinar a profundidade exata e a geometria da descontinuidade geológica (aterro/substrato rochoso);
- iii) levantamento topográfico de toda a zona, compreendida entre a linha de água, talude, estrada e a frente de desmonte da pedreira (antiga e atual frente), tendo em vista estimar a área total do aterro;

- iv)** sobre o levantamento topográfico obtido (item **iii**), fazer a cartografia geológica dos materiais, mapeamento das células/tanques de deposição das lamas, mapeamento das cicatrizes/zonas de escorregamento, dos sulcos de erosão torrencial e dos fenómenos de creep (escorregamentos lentos, marcados pela inclinação da vegetação de pequeno e médio porte, ou pela curvatura das árvores na base do seu tronco);
- v)** de acordo com os dados constantes no **Quadro IV.4** o aterro de materiais nos perfis PS2, PS3, PS5 e PS8 (**Anexo I**), atingem espessuras superiores aos 10 metros e nos perfis PS1, PS4, PS6, PS7 (**Anexo I**), espessuras médias compreendidas entre os 5 e os 8 metros. Podemos dizer que obtivemos em cada um dos perfis sísmicos espessuras médias ao longo de uma secção, isto é, de uma “fatia do terreno”. Deste modo, é muito importante a realização dos trabalhos propostos nos itens anteriores (**ii**, **iii** e **iv**) para poderemos estimar o volume de materiais que constituem o(s) depósito(s) de aterro(s);
- vi)** contenção das margens da ribeira com a construção de muralhas em betão ciclópico de forma a travar a erosão das margens e a escavação da base do talude do aterro e dos tanques de lamas. Esta medida minimizará a ocorrência de escorregamentos dos materiais do aterro, dos depósitos de cobertura da vertente oposta e evitará a possível formação de um depósito/barragem no vale da ribeira;
- vii)** nos locais onde sejam evidentes fenómenos de “creep”, recomendamos que estes sejam intervencionados com soluções ligeiras, tais como a utilização de hidrossementeiras, criação de redes de drenagem eficientes e eventualmente reperfilamentos dos terrenos (depósitos de aterro). Estes tipos de soluções permitem atenuar a erosão dos terrenos, melhorar a escorrência superficial reduzindo a infiltração de águas e reduzir a velocidade de escoamento dessa escorrência;
- viii)** construção de uma grande bacia de receção de materiais aluvionares e/ou de deslizamento das vertentes, na área localizada nas imediações da ponte metálica que dá acesso à Casa do Parque Ecológico do Funchal/Estação de Tratamento da Água da Levada dos Tornos. Esta recomendação, caso seja

adotada, irá reduzir substancialmente a erosão provocada pela passagem da carga sólida nas margens da ribeira e nas zonas de aterro de materiais, em períodos de pluviosidade intensa. Refira-se que o Governo Regional está a promover a construção de um conjunto de açudes/diques ao longo do curso superior da Ribeira de Santa Luzia, entre a Estação de Tratamento da Água da Levada dos Tornos e a cabeceira da ribeira.

- ix)** construção de infraestrutura idêntica à referida no item anterior (**ix**) na área imediatamente a jusante deste aterro e a norte dos armazéns da Câmara Municipal do Funchal, com o objetivo de reter a carga sólida que porventura seja mobilizada pela linha de água do aterro e dos tanques de deposição de lamas para a ribeira de Santa Luzia, antes de atingir a rotunda da Fundoa.

CAPÍTULO V - SUGESTÕES

V.1. - RECOMENDAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DOS RISCOS NOS ATERROS ESTUDADOS

Em resumo dos resultados obtidos em ambas as campanhas de prospeção e tendo em conta os objetivos propostos a alcançar neste estudo, apresentamos as seguintes considerações finais e recomendações:

- ❖ A área em estudo, de acordo com a Carta Geológica da ilha da Madeira à escala 1:50 000, Folhas A e B (Silveira, A. *et al.*, 2010), encontra-se sobre terrenos onde afloram sobretudo as manifestações eruptivas mais recentes da ilha da Madeira. Estes afloramentos materializam a terceira fase de edificação do vulcão escudo da Madeira e foram enquadrados pelos autores no designado Complexo Vulcânico Superior (CVS) (Plistocénico e Holocénico ~ 1,8 - 0,007 Ma). Este complexo é composto por lavas maioritariamente alcalinas que deram origem a basanitos e basaltos. Também aqui muitos destes afloramentos estão cobertos por diversos tipos de depósitos sedimentares mais recentes, surgindo afloramentos do Complexo Vulcânico Intermédio (CVM) (Plio-Plistocénico 5,57 - 1,8 Ma) no vale encaixado da Ribeira de Santa Luzia (aterro da Brimade). A diferenciação das características litológicas entre os dois complexos mostra-se difícil. Em todos os pontos de prospeção foram identificados níveis de depósitos, com maior ou menor espessura (**Quadro IV.4.**), representados por materiais de aterros e depósitos de alteração dos referidos complexos vulcânicos, e ainda depósitos de vertente e/ou colúvio-aluvionares, recentes;
- ❖ Nos locais prospetados e até às profundidades máximas sondadas, não foi identificado qualquer nível de água estabilizado nos furos de sondagem. Durante o processo de furação foi utilizada água para a limpeza dos furos que acompanhou sempre as profundidades de furação, com maior ou menor velocidade, o que permite afirmar que os terrenos prospetados mostram permeabilidades médias a elevadas;

- ❖ Os aterros identificados nas sondagens S20 e S27 (**Anexo I**) e nos perfis sísmicos PS20.1, PS20.2 e PS20.3; PS27.1, PS27.2 e PS27.3 (**Anexo I**) - Sr. Saúl e Cancela - apresentam elevadas espessuras, que podem atingir até cerca de 20 m (Sondagem S27 - Cancela) (**Anexo I**). No nosso entender merecem algum cuidado na sua análise, face às suas localizações, importância e posições estruturais;
- ❖ Tendo em conta os objetivos deste estudo, recomenda-se a elaboração de um mapa de riscos pormenorizado para cada um dos aterros identificados, através da elaboração de cartas de declives, histórico de acidentes geológicos, e cargas hidráulicas expectáveis para as linhas de água que atravessem ou que estejam nas proximidades dos aterros inventariados;
- ❖ Aconselha-se, após a elaboração das cartas de risco, que zonas com elevada probabilidade de fenómenos de “creep” sejam intervencionadas com soluções ligeiras, tais como a utilização de hidrossementeiras, criação de redes de drenagem eficientes e eventualmente reperfilamentos do terreno. Estes tipos de solução permitem atenuar a erosão dos terrenos, melhorar a escorrência superficial, reduzindo a infiltração da água e a velocidade de escoamento da escorrência;
- ❖ Conforme anteriormente referido, a campanha de prospeção mostrou-se reduzida para a área ocupada pelos principais depósitos de aterro no concelho do Funchal (cerca de 1 km²). A malha amostral deverá ser, no futuro, mais apertada e/ou estendida às zonas em que foram identificadas as maiores espessuras de depósitos de alteração, cobertura e de aterro de materiais;
- ❖ Recomenda-se a monitorização contínua dos vinte e dois aterros estudados assim como a realização de estudos de caracterização e monitorização das encostas e dos taludes envolventes aos mesmos. Achamos oportuno referir a importância de se fazer um trabalho similar para os pequenos aterros dispersos no concelho do Funchal.

Propomos ainda a adoção de várias estratégias e medidas estruturais relativamente à tipologia dos trabalhos que deverão ser realizados na generalidade dos aterros referidos:

- ❖ Atendendo à natureza e às diversas proveniências dos detritos que compõem o aterro da Avenida do Mar e da Comunidades Madeirenses, somos de opinião que estes materiais deveriam ter sido remobilizados, via marítima para o sector entre o Complexo Balnear da Barreirinha e o Ribeiro da Quinta, sendo aí construído um verdadeiro aterro marítimo (o conceito, a metodologia e as obras de engenharia que envolvem um aterro marítimo são muito diferentes das preconizadas na atual plataforma de aterro da Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses). Bom exemplo de um aterro marítimo é aquele que foi construído subjacente à pista do Aeroporto Internacional da Madeira, aí funcionando atualmente o Centro Desportivo de Água de Pena e o Centro de Salvamento Costeiro – Estação de Salva-Vidas de Santa Cruz do Aeroporto da Madeira). Este aterro marítimo, construído de raiz e obedecendo a todas as normas e requisitos preconizados pela legislação em vigor, seria uma ótima solução para o destino final a dar à enorme quantidade de materiais de escavação e de construção que continuam a ser depositados nas cotas altas da cidade, constituindo estes um colossal fator de risco, por a tendência natural ser sempre a de estes materiais serem arrastados até as cotas mais baixas. A ser efetivada esta solução ganharia o Funchal em duas frentes: por um lado, como já foi referido, resolveria a eterna questão de onde depositar este tipo de materiais; por outro assegurar-se-ia a proteção marítima deste setor da orla costeira que apresenta evidentes sinais de instabilidade e que está em claro recuo. Este seria também o local indicado para a deposição de parte da carga sólida que se estima venha a ser retida nos novos açudes em construção nos cursos superiores das ribeiras de São João, Santa Luzia e João Gomes. Somos da opinião que a grande maioria destes materiais (blocos de pedra, calhaus e areia) deverá ser utilizado na “alimentação” e recarga das praias litorais do concelho do Funchal, sendo o restante material (terra, lamas, matéria vegetal e outros), sem valor económico, destinado à plataforma de aterro sugerida;
- ❖ As futuras instalações da sede e do centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil da Madeira, sobre o aterro da Cancela deveriam ter sido edificadas em local mais seguro e estável, pois será aí que ficará sediado o comando nevrálgico do socorro às populações em caso de emergência. Refira-se que estas importantes infraestruturas estão a ser edificadas a jusante do espesso aterro que

está na base da pista de automodelismo da Cancela, que apresenta fortes indícios de instabilidade e um enorme historial de movimentos de massa nas zonas envolventes;

- ❖ Regular limpeza, desobstrução e canalização dos efluentes existentes na rede de drenagem de alguns (poucos) aterros;
- ❖ Recuperação paisagística dos antigos aterros com recurso a espécies indígenas, (de montanha, da floresta Laurissilva e outras), principalmente nos aterros localizados nas regiões montanhosas (a cotas superiores aos 800 metros de altitude) e das cabeceiras dos principais cursos de água, de forma a aumentar a sustentação dos depósitos e a biodiversidade, atenuando assim a erosão dos solos e promovendo a diminuição das consequências provocadas pelas precipitações mais intensas. Nos antigos aterros localizados a cotas mais baixas, sugerimos a sua recuperação paisagística com fins recreativos e de lazer para as populações;
- ❖ Remoção dos depósitos (constituídos por terras, lamas de depuração de agregados, entulhos e lixos) colocados ao longo do leito e/ou zonas de inundação das ribeiras principais e seus afluentes. Refira-se, a título de exemplo, as situações atrás referidas na ribeira de Santa Luzia;
- ❖ Identificação, caracterização, controlo e monitorização mais frequente e pormenorizado dos movimentos de massa associados aos depósitos de aterro (de pequena, média e grande dimensão), os quais, potencialmente, possam dar origem a escorregamentos e/ou correntes de lamas para o interior dos canais de escoamento. Como exemplo, referem-se os deslizamentos e remoção de materiais finos (lamas) que ocorreram (em 29.10.2003 e 20.02.2010) no aterro da Brimade por não existir qualquer tipo de contenção sólida capaz de evitar estas situações e que deixam ficar no mar da baía do Funchal uma mancha castanha avermelhada durante vários dias;
- ❖ Ações de sensibilização da opinião pública, enumerando os vários problemas decorrentes do despejo incorreto de materiais de escavação de construção em locais não licenciados para o efeito; e incentivando a uma maior participação cívica das populações no sentido de denunciarem os casos onde não seja cumprida a lei;

- ❖ Legislar no sentido da obrigatoriedade da elaboração dum planeamento prévio por parte dos promotores das obras, de forma a estipular o volume e o destino a dar aos resíduos provenientes das obras;
- ❖ Incentivo à investigação e criação de estações de reciclagem de lamas resultantes da atividade extrativa e transformadora de agregados, de entulhos e de outros materiais provenientes das obras e de escavações, por forma a promover a criação de um subproduto com utilização na correção dos solos com fins agrícolas e/ou na indústria cerâmica como componente inerte das pastas cerâmicas;

Paralelamente as estas medidas direcionadas diretamente para os aterros inventariados, sugerimos ainda a adoção das seguintes medidas de carácter mais geral com o intuito de minimizar as consequências causadas por eventuais acontecimentos catastróficos que possam envolver também depósitos de aterro:

- ❖ Tendo em conta o volume, dimensão e peso (10 a 15 toneladas) dos blocos rochosos transportados/remobilizados pelo caudal torrencial das principais linhas de água e seus afluentes (alguns dos quais muito próximos dos aterros aqui referidos) aquando dos eventos meteorológicos extremos (29.10.1993, 20.02.2010), e a partir de cotas superiores a 800 metros até à baixa da cidade, recomenda-se a construção (paralelamente às grandes obras de engenharia já em curso nos cursos superiores das ribeiras de João Gomes, Santa Luzia e São João) de grandes bacias de receção de materiais em todas as linhas de água do concelho, com o objetivo de separar a carga sólida pesada da água, devendo esta ser descarregada através de canais de emergência, do tipo dos que são utilizados em barragens. Refira-se, a título de exemplo, a metodologia que vem sendo adotada por algumas empresas de exploração de inertes e transformação de agregados que laboram nos cursos superior e médio da ribeira dos Socorridos, onde são escavadas várias depressões no leito da ribeira, com o objetivo de reter a carga sólida transportada após grandes chuvadas; na maioria das vezes o material fica separado em distintas granulometrias facilitando os processos de carregamento, transporte e britagem nas centrais de processamento e transformação dos agregados utilizados na construção civil e nas obras públicas;

- ❖ Monitorização do recuo das margens e das cabeceiras das ribeiras em função das mudanças introduzidas no perfil e na ocupação do leito destas, com a atual construção de açudes (diques) nos cursos superiores das ribeiras de João Gomes, Santa Luzia e São João;
- ❖ Inclusão nos manuais escolares e, em particular, na disciplina de Formação Cívica, de conteúdos e metodologias, sobre como saber atuar perante um cenário de catástrofe natural, para melhorar o comportamento da população face aos factos ocorridos nos eventos de 20.02.2010, 21.10.2010, 25.11.2010, 20.12.2010 e 25.01.2011;
- ❖ A promoção de uma “consciência preventiva do risco” na população e a adoção de uma “cultura de segurança” no ordenamento do território, instituindo a segurança da Comunidade como um dos pilares fundamentais de uma política estrutural no âmbito do processo de planeamento urbanístico;
- ❖ A identificação, nos planos de ordenamento do território, das áreas que constituem maior risco, definindo estratégias de gestão urbanística e contribuindo na orientação dos programas de investimento público, permitindo a realocação de infraestruturas público/privadas de áreas que possam ser afetadas por processos catastróficos de génese natural e antrópica.

CAPÍTULO VI - NOTAS FINAIS

Os processos de perigosidade naturais provocam na Comunidade, especificamente na sua estrutura demográfica e socioeconómica, danos materiais e prejuízos humanos avultados. Neste contexto, urge a necessidade de promoção e adoção de medidas que, de algum modo, permitam atenuar/diminuir os efeitos nefastos perpetuados pelos fenómenos. Sabemos que é humanamente impossível eliminar por completo os riscos, mas muito poderá e deverá ser feito para tentar minimiza-los ao máximo.

Ao longo do tempo, e sem que tivessem sido devidamente planeados, foram surgindo no concelho do Funchal os vinte e dois aterros objeto de estudo. A montante, a jusante e até sobre estes, identificamos uma série de importantes infraestruturas públicas e privadas, algumas das quais edificadas já depois da existência dos aterros, conferindo-lhes algum grau de risco. As infraestruturas são de vários tipos: empresariais, desportivas, de socorro e emergência (sede e centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil e linha do 112), centrais de transformação elétrica, subestações de distribuição energética, reservatórios de água de abastecimento público, centrais de camionagem, centros de processamento e triagem de resíduos sólidos, habitacionais (unifamiliares e de habitação coletiva) e de rede viária (estradas, ruas e passagens hidráulicas). Como é óbvio, a maioria das infraestruturas referidas não podem ser retiradas dos locais onde estão, pelo que deverão ser adotadas as soluções técnico-científicas, estruturais e não-estruturais, mais indicadas, nomeadamente as que foram anteriormente enumeradas.

As investigações realizadas permitiram estabelecer os níveis de vulnerabilidade, de perigosidade e de risco dos vinte e dois principais aterros (de média e grande dimensão) no concelho do Funchal. A inventariação, cartografia e caraterização física da área estudada seguida do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para o tratamento dos dados recolhidos, foram determinantes para a obtenção dos resultados intermédios e finais.

Os resultados obtidos neste trabalho foram no entanto condicionados por alguma ausência de informação sobre a forma como funcionaram e/ou funcionam alguns dos

aterros referidos e pela carência de dados, nomeadamente, uma maior cobertura espacial das campanhas de prospeção sísmica e de sondagens mecânicas.

Não obstante estes factos, todos os objetivos propostos para esta dissertação foram alcançados, tendo sido considerados e utilizados no decurso da investigação, outros trabalhos e estudos inicialmente não previstos. Assim foram inventariados no concelho do Funchal vinte e dois aterros de média e grande dimensão (**Figura III.6 e Anexo I**). A freguesia do Monte é claramente a que regista maior número de aterros, nove no total (Carreiras (**Figura III.11**), Herdade da Achada Grande (**Figura III.12**), Babosas (**Figura III.13**), Sr. Saúl (**Figura III.14**), Tecnovia (**Figura III.15**), Montado do Coelho (**Figura III.16**), Fundoa I (**Figura III.19**), Fundoa II (**Figura III.20**) e Fundoa III (**Figura III.21**)). No curso intermédio da Ribeira de Santa Luzia, localizam-se três destes aterros (Fundoa I (**Figura III.19**), II (**Figura III.20**) e III (**Figura III.21**)), havendo a particularidade de neste local também se localizarem os dois aterros identificados na freguesia de São Roque (Fundoa de Baixo (**Figura III.18**) e Brimade (**Figura III.22**)), sendo que as células I e II (**Figura III.23**) do aterro da Brimade também se localizam na margem esquerda desta ribeira, na freguesia do Monte. A freguesia de São Martinho acolhe três aterros (Pico da Cruz (**Figura III.28**), Pico de São Martinho (**Figura III.29**) e Pagaio Verde (**Figura III.30**)), enquanto as freguesias de Santa Maria Maior, Santo António, São Gonçalo e São Roque registam dois cada (Estádio da Madeira (**Figura III.9**) e Choupana (**Figura III.10**); Ribeira da Lapa (**Figura III.26**) e Estrela (**Figura III.27**); Cancela (**Figura III.7**) e Montanha (**Figura III.8**); e Fundoa de Baixo (**Figura III.18**) e Brimade (**Figura III.22**), respetivamente) e a freguesia da Sé regista a presença de um aterro (Aterro marítimo da Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses (**Figura III.17**)).

Neste estudo, foi ainda tido em conta o aterro situado na margem direita da foz da Ribeira dos Socorridos (**Figura III.31**), que apesar de estar implantado no concelho vizinho de Câmara de Lobos, pode apresentar algum risco para o concelho do Funchal, caso algum episódio de movimentos de massa e/ou fluxos hiperconcentrados aí ocorra, obstruindo a foz da referida ribeira e afetando a montante deste local importantes equipamentos públicos de vital importância (Estação Termoelétrica da Vitória, instalações da Empresa de Eletricidade da Madeira e silos da empresa Cimentos Madeira) na margem esquerda da ribeira, concelho do Funchal.

Os vinte e dois aterros inventariados neste estudo (**Anexo I**) foram depois cartografados, tendo sido elaborados mapas de localização com indicação dos seus limites reais e prováveis (**Figura III.6**). A dimensão média dos vinte e dois aterros estudados é de 51 070,46 m². O aterro que apresenta maior dimensão é o das Carreiras ocupando uma área com 272 277,4 m², seguindo-se os aterros da Brimade (175 334,6 m²), da Herdade da Achada Grande (158 441,7 m²) e Montado do Coelho (117 952, 0 m²), todos acima da centena de metros quadrados. Os de menor dimensão são os aterros da Fundoa de Baixo (5 445,7 m²), do Pico da Cruz (6 758,6 m²) e da Fundoa II (7276,9 m²). Localizam-se preferencialmente (16) no interior do concelho e junto às linhas de água, existindo quatro situados junto à orla costeira (Cancela e Montanha no topo de uma arriba sobranceira ao mar, Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses na bacia portuária do Funchal e o localizado junto à foz da ribeira dos Socorridos, concelho de Câmara de Lobos).

Para a caraterização, foi criada uma tabela resumo para cada um dos vinte e dois aterros onde foram registados todos os elementos observados e registados em campo (localização, freguesia, coordenadas geográficas, número de células, dimensão, cota e posição topográfica, tipo de materiais depositados, estado atual, tipo de funcionamento, tipo de propriedade, uso atual, tipo substrato rochoso, avaliação da estabilidade, se existiu alteração topográfica, se está confinado, tipo de contenção, presença de linhas de água, se existe drenagem, tipo de drenagem, se está edificado, tipo de edificação, se tem cobertura vegetal, espécie, data de início e de fim do funcionamento e outras observações). Dezassete aterros resultaram da iniciativa privada e apenas cinco por ação direta das entidades públicas (dois antigos aterros sanitários na Fundoa, aterros marítimos da Avenida do Mar e junto à foz da Ribeira dos Socorridos e aterro junto à Ribeira da Lapa). Verificou-se que estes são constituídos por materiais muito idênticos, pois a sua esmagadora maioria (15) tem composição mista (materiais de construção e de escavação). Três deles são compostos por fragmentos rochosos e lamas provenientes da atividade extrativa e transformadora de agregados para a construção civil (Tecnovia, Montado do Coelho e Brimade), dois constituídos essencialmente por resíduos sólidos urbanos (Fundoa I e Fundoa III), um por material de escavação e de desmonte (terra e fragmentos rochosos), (Ribeira da Lapa) e outro essencialmente pelos materiais aluvionares provenientes das operações de limpeza da aluvião de 20/02/2012.

No que diz respeito à suscetibilidade destes aterros poderem vir a conferir algum grau de vulnerabilidade à população, às infraestruturas e aos ecossistemas terrestres e marinhos, identificamos em catorze deles vários fatores de instabilidade capazes de poder conferir algum grau de risco (Cancela, Montanha, Estádio da Madeira, Choupana, Babosas, Sr. Saúl, Tecnovia, Montado do Coelho, Avenida do Mar, Fundoa II, Fundoa III, Brimade, Ribeira da Lapa e foz da Ribeira dos Socorridos). Na análise feita, e tendo em conta a metodologia e os meios utilizados, a dimensão e a localização dos aterros das Carreiras, Herdade da Achada Grande, Fundoa de Baixo, Fundoa I e Estrela, recomenda-se uma monitorização permanente dos mesmos. Nos aterros do Pico da Cruz, Pico de São Martinho e Papagaio Verde não identificamos nenhum sinal de instabilidade aparente, o que não significa que não exista suscetibilidade destes poderem vir a criar vulnerabilidade à população, às infraestruturas e aos ecossistemas.

Importa referir que todos os aterros inventariados neste estudo têm o seu início de atividade antes do atual regime jurídico. No que diz respeito à deposição de resíduos em aterro e aos requisitos gerais a observar na conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, a realidade constatada no concelho do Funchal é bem distinta da preconizada pela lei. À luz do atual quadro jurídico nenhum dos vinte e dois aterros estudados teria condições para se instalar nos locais onde agora se encontram, ora por se localizarem junto a áreas residenciais e recreativas (Estádio da Madeira, Choupana, Babosas, Sr. Saúl, Tecnovia, Estrela, Pico da Cruz, Pico de São Martinho e Papagaio Verde), cursos de água (Choupana, Carreiras, Herdade da Achada Grande, Sr. Saúl, Tecnovia, Montado do Coelho, Fundoa de Baixo, Fundoa I, II, e III, Brimade, Ribeira da Lapa e Estrela), áreas protegidas (Cancela, Montanha, Pico da Cruz e Pico de São Martinho) ou águas costeiras (Avenida do Mar e foz da Ribeira dos Socorridos), ora pelo facto dos locais onde estão implantados não oferecerem condições geológicas e hidrogeológicas capazes de evitar riscos de movimentos de massa.

Apesar disso alguns deles continuaram ativos depois da entrada em vigor da lei, sem que tivessem sido levadas em linha de conta as novas determinações jurídicas. Refira-se a título de exemplo o aterro junto à Ribeira da Lapa, no sítio da Volta da Malhada, Eira do Serrado que teve o seu início em 2002 resultado da iniciativa pública de aqui depositar os materiais provenientes da abertura do túnel rodoviário de acesso à freguesia do Curral da Freiras, sem que tivessem sido acauteladas as devidas medidas

de proteção ambiental. Passados quase dez anos, é novamente uma obra pública a responsável pelo crescimento deste aterro; desta feita a abertura da estrada que liga as zonas altas de Santo António e São Roque ao Pico do Areeiro. A deposição dos materiais de escavação (terra e fragmentos rochosos de diferentes calibres) foi na ocasião considerada provisória, mas o que é facto é que lá continuam, sem que tenham obedecido ao atual regime jurídico, nomeadamente o estabelecido no Decreto Lei nº 183/2009 de 10 de Agosto (que define regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, e os requisitos gerais a observar na conceção, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, incluindo as características técnicas específicas para cada classe de aterros).

Considera-se que este estudo constitui um primeiro passo na avaliação dos riscos associados aos depósitos de aterro no Funchal. Os resultados obtidos podem e devem servir como ferramenta de base para a realização de novas abordagens e para o estabelecimento de prioridades, programas de monitorização e investigações mais aprofundadas. Nesse sentido, e cumprindo o acordado nas reuniões mantidas com o Exmo. Sr. Secretário Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, Dr. Manuel António Correia e com o então Exmo. Sr. Vice-presidente da Câmara Municipal do Funchal, Dr. Bruno Pereira, aquando da apresentação do tema desta dissertação e pedido de autorização de utilização de informação sobre os aterros, bases cartográficas e dados constantes no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Funchal, será entregue a estas duas entidades oficiais a presente dissertação e a respetiva cartografia produzida em formato SIG, após a apresentação das provas públicas e aprovação pelos elementos do júri da dissertação.

Deixo aqui o meu contributo, na certeza porém que muito ainda haverá por fazer neste âmbito, no concelho do Funchal (inventariação, cartografia e caraterização dos pequenos aterros) e nos restantes dez concelhos da Região Autónoma da Madeira que comungam da problemática dos aterros na gestão do território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, U. (2007). “*Riscos Naturais no Ordenamento do Território: Aplicação ao Município de Câmara de Lobos - Construção de um Sistema de Gestão Ambiental em Ambiente SIG’s*”. Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre em Geociências, 208 p. Coimbra;
- Almeida, A. B. et al. (2010). “*Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha da Madeira*” – Relatório Síntese v099d, Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira, 174. Lisboa;
- Alves, C. (2009). “*Resíduos de Construção e Demolição (RCD) - Decreto-Lei nº 46/2008*” - Apresentação na ASSICOM, Direção Regional do Ambiente, 40p. Funchal.;
- Antunes, L. C. (2013). “*O Google Earth na Sala de Aulas*” – Areal Editores, 96 p. Porto;
- Câmara Municipal do Funchal (2007). “*Funchal em Mapas e Números. Conheça Melhor o seu Concelho*”, 61 p. Funchal;
- Carvalho, A. (2003) - “*Avaliação de Riscos Ambientais Associados ao Funcionamento dos Vazadouros de Terras*” - Relatório de estágio na Direção Regional do Ambiente, 48 p. Funchal;
- Correia, R. (2002) - “*Acompanhamento e Avaliação de Espaços para a Deposição de Inertes em Condições Ambientalmente Adequadas na Ilha da Madeira*” - Relatório de estágio na Direção Regional Ambiente, 134 p. Funchal;
- Figueira, C., Prada, S., Sequeira, M., Perestrelo, A., Silva, M. O. (2006) – “*Estudo da Precipitação Oculta em Dois Tipos de Vegetação da Ilha da Madeira*”. Apresentação feita no 8º Congresso da Água, APRH, 10 p. Figueira da Foz;
- Geldmacher, J., Bogaard, P., Hoernie, K. & Schmincke, H. U. (2000) – “*Ar Age Dating of the Madeira Archipelago and Hotspot Track (Eastern North Atlantic)*”. American Geophysical Union, Geochemistry, Geophysics Geosystems, Vol. 1, pp. 1525-2027;
- Giermann, G. (1967). “*Vallees sous-marines sur la pente meridionale de i’lle de Madere*”. Bulletin del’Institute Océanographique, 67 p.;

- Gomes, A., Chaminé, H. (2005) - “*Cartografia geológica e geomorfológica para a caracterização de riscos naturais à escala do planeamento regional: aplicação ao concelho de Castelo de Paiva (NW de Portugal)*” - *Xeográfica*, nº 5, 2005 (85-105), Universidade de Santiago de Compostela, 21 p. Espanha;
- Instituto da Água, Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais (2003). “*Plano Regional da Água da Madeira*”, 328 p. Lisboa;
- Instituto Nacional de estatística (2012). “*Dados Definitivos dos Censos 2011*”. Lisboa;
- Lourenço, L. (1998). “*Caderno de Trabalhos Práticos – Geografia Física (1ª Parte)*”. Gabinete de Publicações da Faculdade de Letras, 266 p. Coimbra;
- Matos, V. S. (2012) - “*A História Num Instante - Madeira, 20 de Fevereiro de 2010*”. Nova Delphi, 92 p. Funchal;
- Morgan, W. J. (1981) – “*Hotspot Tracks and the Opening of the Atlantic and Indian Oceans, in the Sea: Oceanic Lithospheres*”. Vol. 7;
- Neves, D. (2010) – “*Turismo e Riscos na Ilha da Madeira - Avaliação, Percepção, Estratégias de Planeamento e Prevenção*”. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos, no curso interdisciplinar das Faculdades de Letras, Ciências e Tecnologia e de Economia na Universidade de Coimbra, 122 p. Coimbra;
- Neves, H. C. (2004) – “*A Vegetação de Altitude e a Recarga Hídrica Potencial no Concelho do Funchal*”. Apresentação feita no 7º Congresso da Água, APRH, pp. 5-6 Lisboa;
- Prada, S. & Silva, M. O. (2001). “*Fog Precipitation on the Island of Madeira (Portugal)*”. *Environmental Geology* 41 (3-4), pp. 384-389;
- Prada, S., et al., (2003) “*Recursos Hídricos da Ilha da Madeira*”. Comun. Instituto Geológico e Mineiro 90, pp. 125-142. Funchal;
- Prada, S., et al., (2005) “*Groundwater Behavior in Madeira, Volcanic Island (Portugal)*”. *Hydrogeology Journal* 13, pp. 800-812;
- Prada, S., et al., (2008). Arquipélago da Madeira. In: Suarez, B.P., Rodríguez, G.M., Peña, L.M., Marfil, M.A., González, J.F. (Coord.). “*Guia da Água na Macaronésia Europeia*”. Projeto Interreg IIIB - AQUAMAC. Edição do Instituto Tecnológico de Canárias, S.A., p. 195;

- Prada, S., et al., (2009). “*Fog Precipitation and Rainfall Interception in the Natural Forests of Madeira Island (Portugal)*”. Agricultural and Forest Meteorology 149, pp. 1179-1187. Funchal;
- Prada, S., et al., (2010). Response to “*Fog Precipitation and Rainfall Interception in the Natural Forests of Madeira Island (Portugal)*”. Agricultural and Forest Meteorology 150, pp. 1154-1157. Funchal;
- Quintal, R. (1999) – “*Aluviões da Madeira. Séculos XIX e XX*”. Territorium. Revista de geografia Física aplicada ao Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais Nº 6. Minerva, pp. 31-48. Coimbra;
- Quintal, R. (2007) – “*Estudo Fitogeográfico dos Jardins, Parques e Quintas do Concelho do Funchal*”. Dissertação apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor em Geografia, especialidade de Geografia Física, 536 p. Lisboa;
- Quintal, R., Policarpo, N. (2012) – “*Baía do Funchal – Dinâmicas naturais e antrópicas*”. Esfera do Caos, 64 p. Funchal;
- Rebelo, F. (2001) - “*Riscos Naturais e Acção Antrópica*”. Imprensa da Universidade de Coimbra, 274 p. Coimbra;
- Ribeiro, M. L., Ramalho, M. (2009) - “*Uma Visita Geológica ao Arquipélago da Madeira - Principais Locais Geo-turísticos*”. Direção Regional do Comércio, Indústria e Energia e Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 92 p. Lisboa;
- Ribeiro, O. (1985) – “*A Ilha da Madeira até meados do Séc. XX*”. Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, 139 p. Lisboa;
- Rodrigues, D. (2005) - “*Análise de risco de movimentos de vertente e ordenamento do território na Madeira. Aplicação ao caso de Machico*”. Dissertação apresentada à Universidade da Madeira para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, 382 p. Funchal;
- Rodrigues, D., Tavares, A. e Abreu, U. (2010) - “*Movimentos de vertente na ilha da Madeira. Eventos de Dezembro 2009 e de Fevereiro de 2010*”. Revista Electrónica de Ciências da Terra - Geosciences On-line Journal, GEOTIC – Sociedade Geológica de Portugal, VIII Congresso Nacional de Geologia -, 4p. Braga;
- Silva, J., Gomes, C. e Naudin, J. M., (2000) – “*Estudo das Propriedades de Agregados e Lamas Produzidos Pela Brimade – Sociedade de Britas da Madeira, S.A.*”. EnGeoMad – Planeamento e Gestão de Recursos Naturais, 29 p. Funchal;

- Silva, J. (2002) – “*Areia de Praia da Ilha do Porto Santo: Geologia, Génese, Dinâmica e Propriedades Mediciniais*”. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências para a obtenção do grau de Doutor em Geociências, 355p. Aveiro;
- Silva, J., Gomes, C., Coroado, J., Marques, C. e Amaral P. (2004) - “*Ensaaios cerâmicos com materiais vulcânicos da ilha da Madeira, formulação e ensaio de composições e perspectiva da sua eventual adequação ao fabrico de cerâmica de construção*”. EnGeoMad – Planeamento e Gestão de Recursos Naturais, Optio – Consultores de Gestão e Desenvolvimento Empresarial, Centro Tecnológico de Cerâmica e do Vidro de Coimbra, Centro de Investigação Minerais Industriais e Argilas, 77p. Funchal;
- Silva, J., Almeida, F. e Gomes, C. (2006) – “*Impactos na estabilidade de estruturas e hidrogeologia do ambiente envolvente a obras de construção com grande desenvolvimento subterrâneo na baixa citadina do Funchal*”. 10º Congresso Nacional de Geotecnia, 120 p. Lisboa;
- Silva, J. (2008) – “*Geodiversidade do Concelho do Funchal: Cultura, Turismo e Meio Ambiente*”. Ciclo de conferências apresentadas em vários pontos do país, 132 p. Funchal;
- Silva, J., Almeida, F., Araújo, D. e Gomes, C. (2010) – “*Aprender com a Natureza. Enxurradas e Inundações na Madeira*”. Revista Mais, 28 de Março de 2010, Diário de Notícias da Madeira, pp. 6-19 (50.000 exemplares) e Destacável Geoartigos do mês de Abril 2010 da Associação Insular de Geografia, 22 p. Funchal;
- Silva, J., Moura, R., Palácio, A., Araújo, D. e Vieira, R. (2011) – “*Estudos de prospecção sísmica para o Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Funchal*”. EnGeoMad – Geoengenharia e Consultadoria, GeoPresp e Tecnofix, 62 p. Funchal;
- Silva, J., Moura, R., Palácio, A., Vieira, R., Araújo, D., Abreu, U. e Rodrigues D. (2011) – “*Relatório e Cartas de Risco do Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil do Funchal, Região Autónoma da Madeira*”. Municípiã, E.M., S.A. Medfirst, EnGeoMad – Geoengenharia e Consultadoria, GeoPresp, Tecnofix e Universidade da Madeira. Funchal;
- Silva, Pe. F. A. e Meneses, C. A. (1984). “*Elucidário Madeirense*”. Vol. I, p. 667. Secretaria Regional de Turismo e Cultura - Direção Regional dos Assuntos Culturais. Funchal;

- Silva, Pe. F. A. e Meneses, C. A. (1984). “*Elucidário Madeirense*”. Vol. II, p. 115. Secretaria Regional de Turismo e Cultura - Direção Regional dos Assuntos Culturais. Funchal;
- Silveira, A., Madeira, J., Ramalho, R., Fonseca, P. e Prada, S., (2010). “*Notícia Explicativa da Carta Geológica da Ilha da Madeira na escala 1:50000, Folhas A e B*”. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, Governo Regional da Madeira, Região Autónoma da Madeira e Universidade da Madeira, 47 p. Funchal;
- Zbyszewski, G.; Ferreira, O. V.; Medeiros, A. C.; Aires-Barros, L.; Silva, L. C.; Munha, J. M. e Barriga, F. (1975) – “*Notícia explicativa das folhas A e B (ilha da Madeira) da carta geológica de Portugal: 1/50 000*”. Serviços Geológicos de Portugal, 74 p.

SITES

- <http://apambiente.pt/>
- <http://www.apgeom.pt/>
- <http://censos.ine.pt/> ;
- <http://www.citeulike.org/> ;
- <http://www1.cm-funchal.pt/> ;
- <http://estatistica.gov-madeira.pt/> ;
- <http://www.geocidmadeira.com/> ;
- <http://www.infopedia.pt/> ;
- <http://www.meteo.pt/pt/index.html> ;
- <http://passosnacalcada.wordpress.com> ;
- <http://vidasustentavel.net/>.

MAPAS

- “*Carta Geológica da Ilha da Madeira à escala 1:50 000 folhas A e B*”. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais (2010). Funchal;
- “*Carta Geológica Simplificada das Ilhas da Madeira e do Porto Santo*” à escala 1:80 000. Direção Regional do Comércio, Indústria e Energia e Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I. P. (2009). Lisboa;
- “*Carta de Ocupação de Solos da Região Autónoma da Madeira (COSRAM)*”. Direção Regional de Informação Geográfica e Ordenamento do Território (2007). Funchal;
- “*Anexo Cartográfico do Plano Regional da Água da Madeira*”. Instituto da Água, Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais (2003).Lisboa.

APOIOS:



ANEXO I

INDÍCE

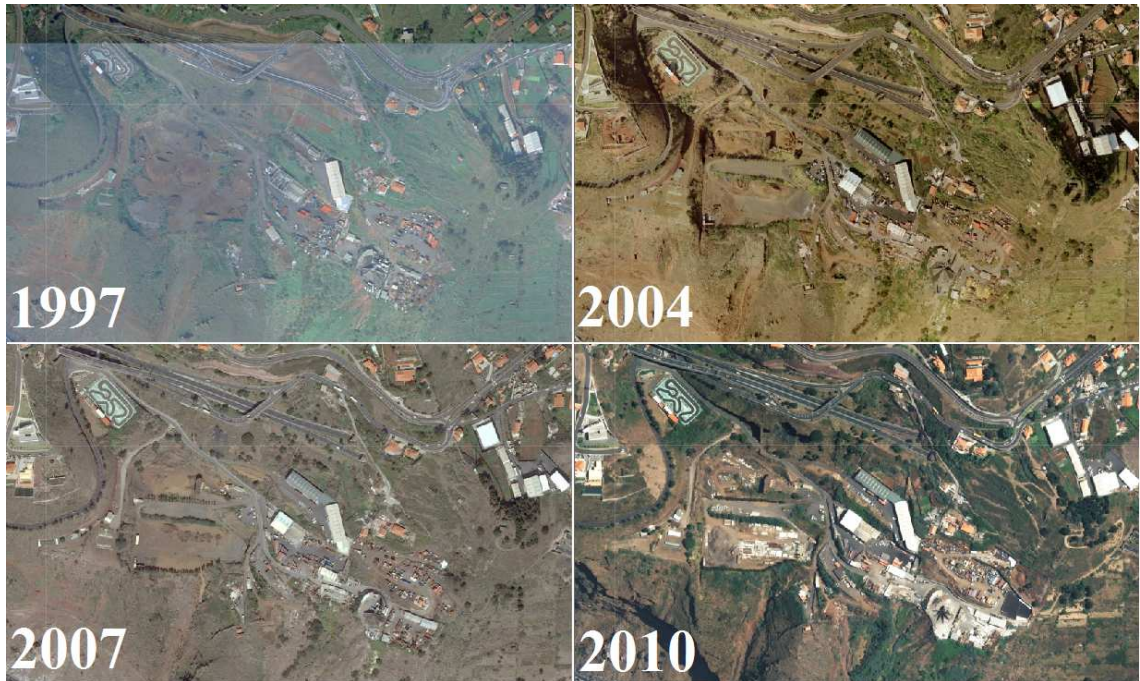
| | |
|---------------------------------------------------------|---------|
| 1 - ATERRO DA CANCELA | ii |
| 2 - ATERRO DA MONTANHA | xii |
| 3 - ATERRO DO ESTÁDIO DA MADEIRA | xvi |
| 4 - ATERRO DA CHOUPANA | xviii |
| 5 - ATERRO DAS CARREIRAS..... | xx |
| 6 - ATERRO DA HERDADE DA ACHADA GRANDE | xxii |
| 7 - ATERRO DAS BABOSAS | xxiv |
| 8 - ATERRO DO SR. SAÚL..... | xxvi |
| 9 - ATERRO DA TECNOVIA..... | xxxiv |
| 10 - ATERRO DO MONTADO DO COELHO | xxxvi |
| 11 - ATERRO MARÍTIMO DA AVENIDA DO MAR | xxxviii |
| 12 - ATERRO DA FUNDOA DE BAIXO | xl |
| 13 - ATERRO DA FUNDOA I (TERRACON) | xlii |
| 14 - ATERRO DA FUNDOA II | xliv |
| 15 - ATERRO DA FUNDOA III | xlvi |
| 16 - ATERRO DA BRIMADE | xlviii |
| • (CÉLULAS I E II) | lviii |
| • (CÉLULAS III E IV)..... | lx |
| • (CÉLULA V)..... | lxii |
| 17 - ATERRO DA RIBEIRA DA LAPA..... | lxiv |
| 18 - ATERRO DA ESTRELA..... | lxvi |
| 19 - ATERRO DO PICO DA CRUZ | lxviii |
| 20 - ATERRO DO PICO DE S. MARTINHO | lxx |
| 21 - ATERRO DO PAPAGAIO VERDE | lxxii |
| 22 - ATERRO JUNTO À FOZ DA RIBEIRA DOS SOCORRIDOS | lxxiv |

1 - ATERRO DA CANCELA

| Designação | | Aterro da Cancela |
|----------------------------|-----|--------------------------------------------|
| Localidade | | Cancela |
| Freguesia | | São Gonçalo |
| Coordenadas | Lon | -16:51:40 |
| | Lat | 32:38:28 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 82 783,6 |
| Cota máxima (m) | | 320 |
| Cota mínima (m) | | 240 |
| Posição topográfica | | No topo de arriba costeira |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública e privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos e piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Muralha de betão lateral (via de acesso) |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Valeta escavada no solo |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | A ser edificada a sede do SRPC |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Cancela



Fonte: SRA

Aterro da Cancela e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (10-03-2013 e 30-11-2011)

Fotos do aterro da Cancela onde se pode observar a plataforma de aterro que colmatou por completo a ribeira das Árvores e que se encontra sob a pista de automodelismo da Cancela e a montante da futura sede e centro de formação do Serviço Regional de Proteção Civil. Também é possível observar o tipo de ocupação atual do aterro e evidências dos movimentos de massa aí ocorridos ao longo dos anos



Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADORA

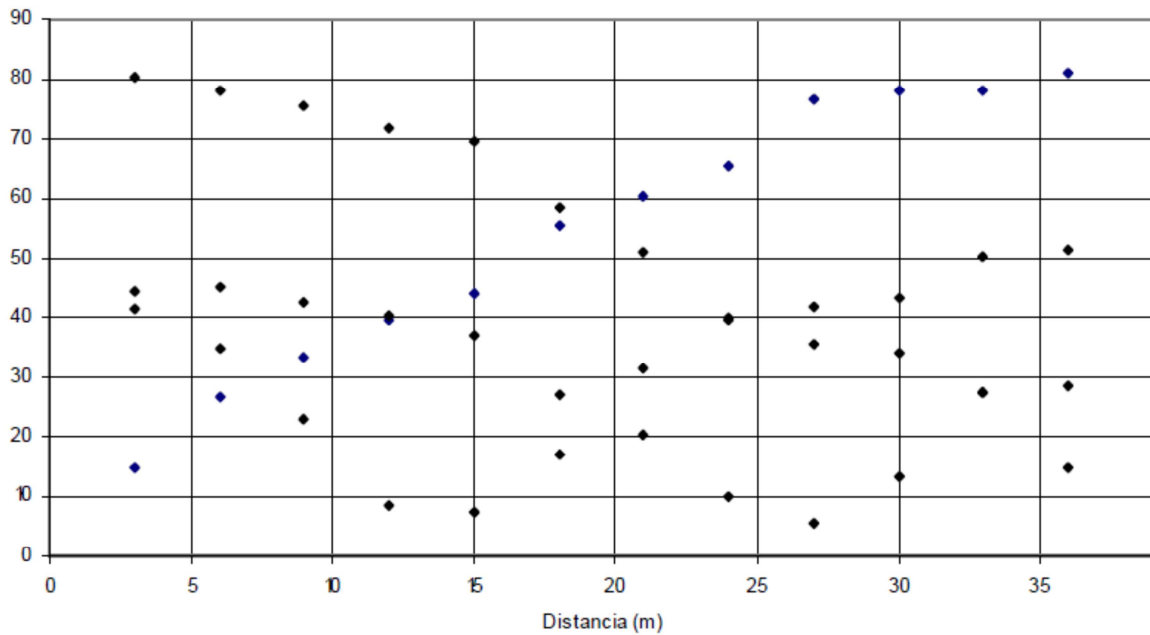
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

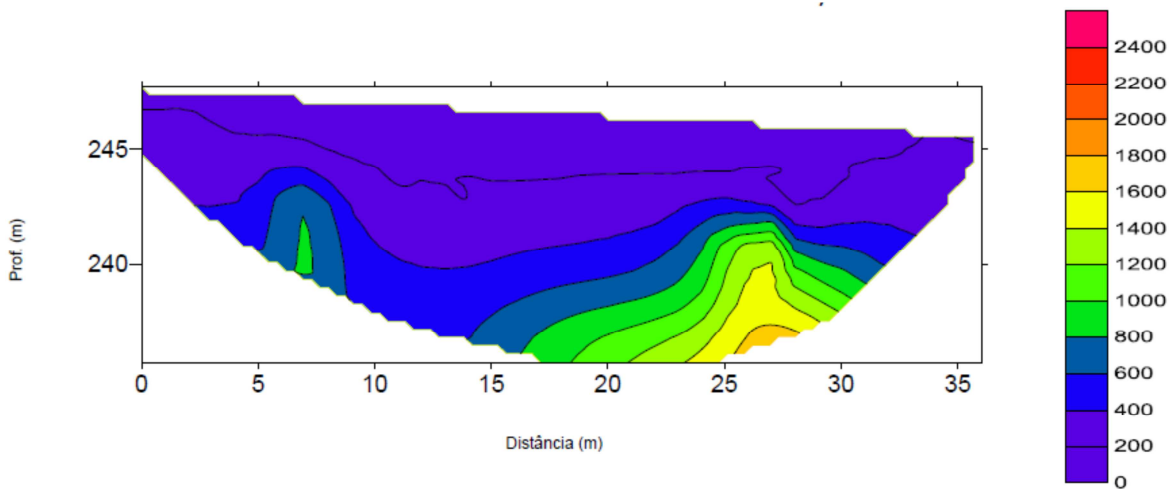
PS27.1

Obra: Aterro da Cancela

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADÓRIA

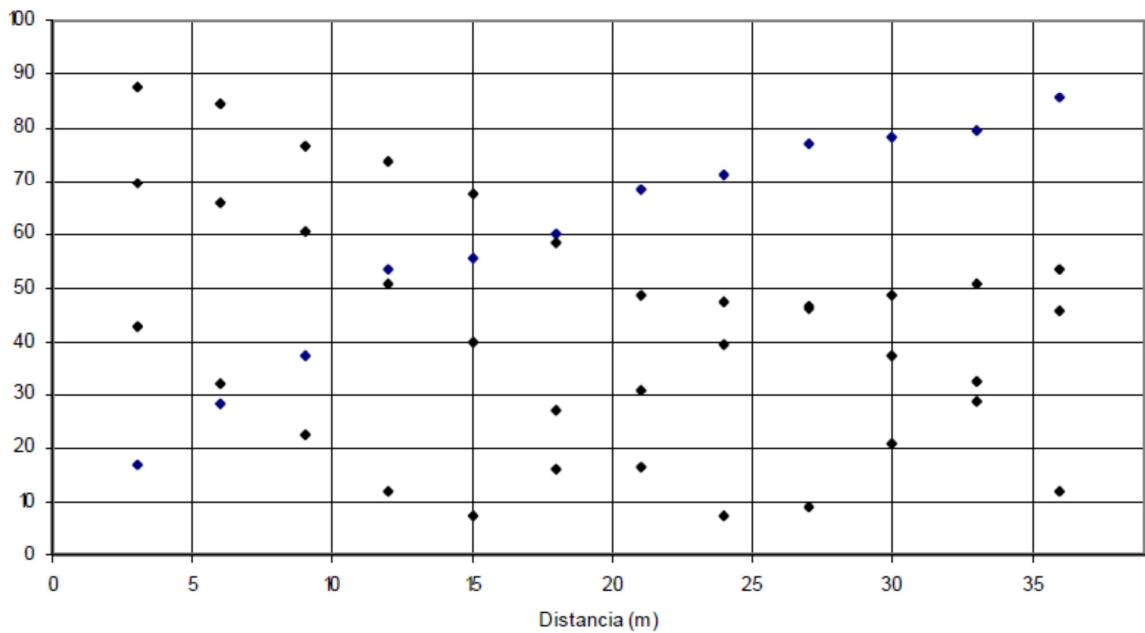
PERFIL DE REFRAÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

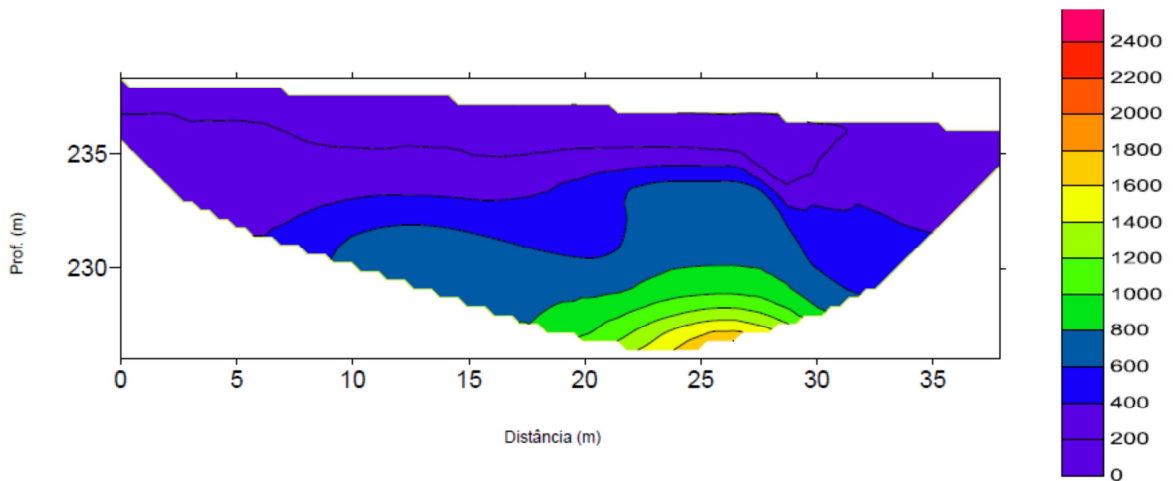
PS27.2

Obra: Aterro da Cancela

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp



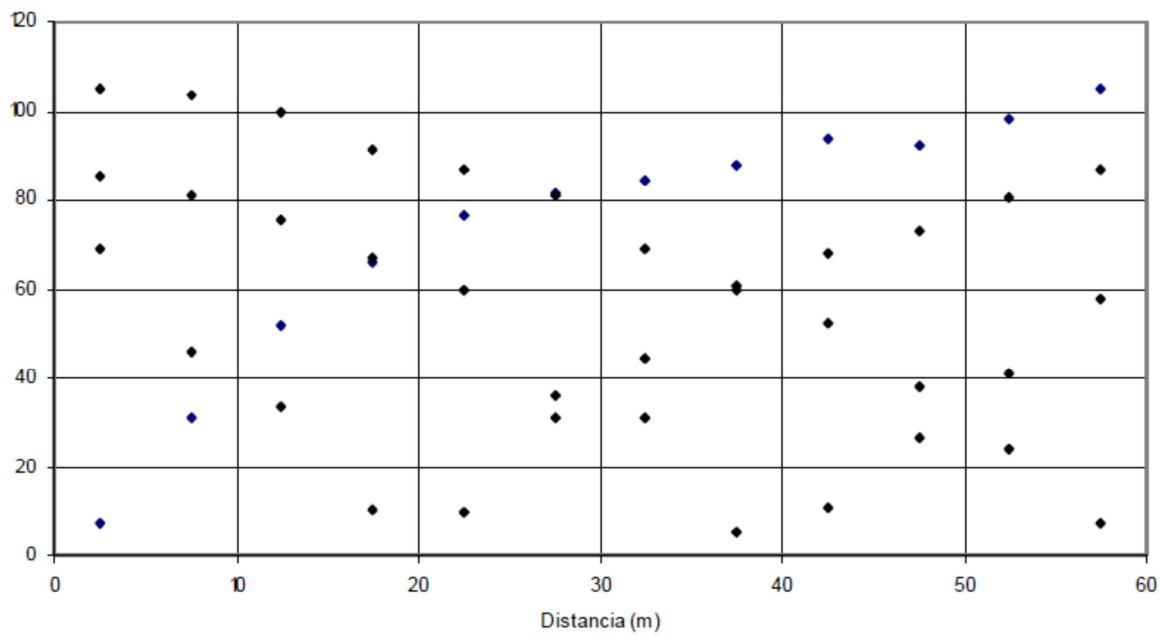
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

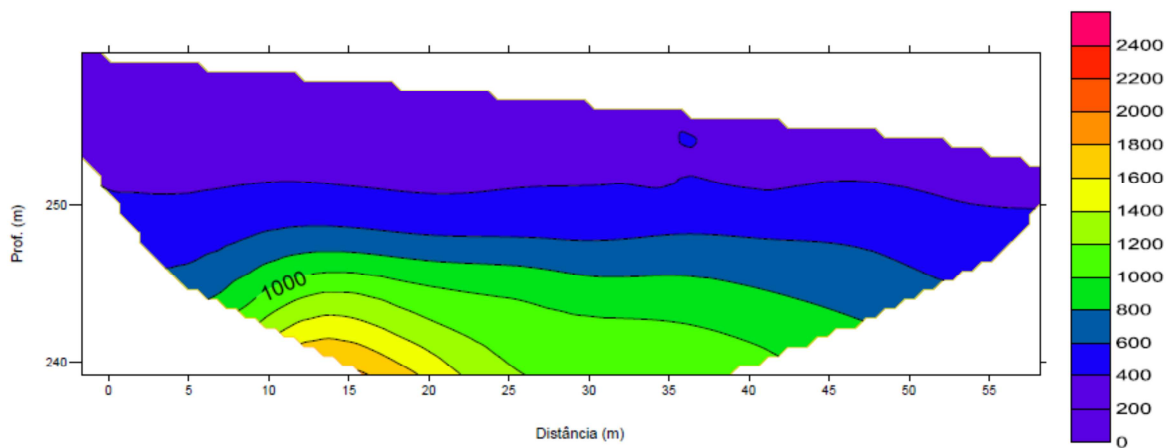
PS27.3

Obra: Aterro da Cancela

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Ciente: **MUNICÍPIA, S.A.**

SONDAGEM **527**

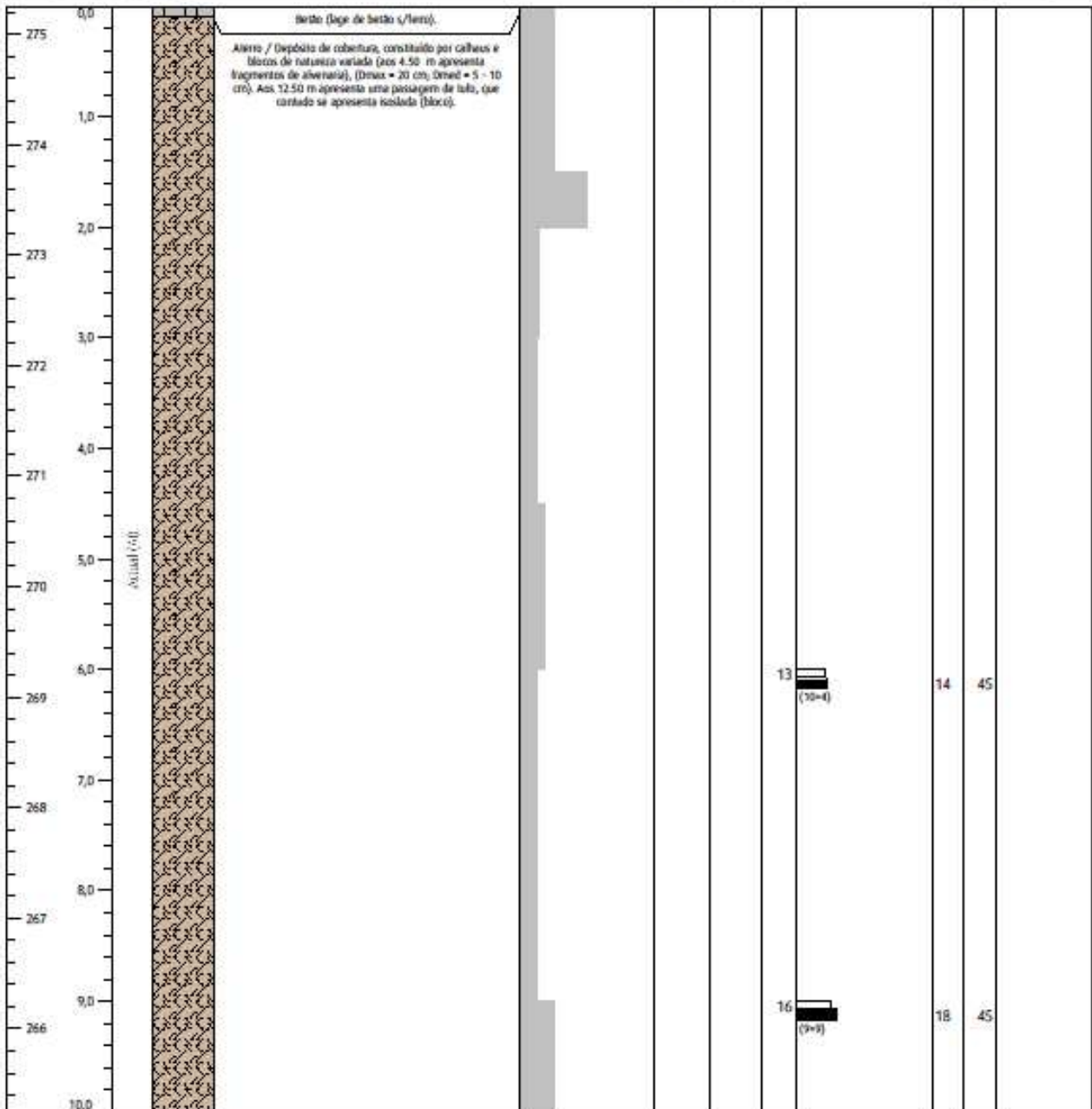
Obra/Local: **PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DO FUNCHAL**

PROJ./OBRA **11016**

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
| Equipamento: Craellus 7500 | M.: 325603,8 | Furação: Rot. 86 mm de 0.00 m a 24.00 m. | Revestimento: 98 mm de 0.00 m a 22.50 m. | Orientação: 90° |
| Início: 07.Abr.2011 | P.: 3612984,7 | | | Comprimento (m): 24.00 m |
| Fim: 12.Abr.2011 | Cota: 275,25 | | | |

SONDAGEM MECÂNICA DE PROSPECÇÃO

| Cota | Nível de água | Comprimento (m) | Estratigrafia | Litológica | Litológica / Descrição | % Rec. | | (W) Abrasão | (F) Fracturação | 1ª fase | | Penetração (cm) | Observações |
|------|---------------|-----------------|---------------|------------|------------------------|--------|-----|-------------|-----------------|---------|----|-----------------|-------------|
| | | | | | | 0 | 100 | | | 0 | 60 | | |



Observações:
Sondador: Petro Bobik
Não foi detectado qualquer nível de água.

Des.: Nuno Dias
Verif.: [assinatura]



Ciente: **MUNICÍPIA, S.A.**

SONDAGEM **527**

Obra/Local: **PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DO FUNCHAL**

PROJ./OBRA **11016**

Equipamento: **Craellus 7500**
 Início: **07.Abr.2011**
 Fim: **12.Abr.2011**

M: **325603,8**
 P: **3612984,7**
 Cota: **275,25**

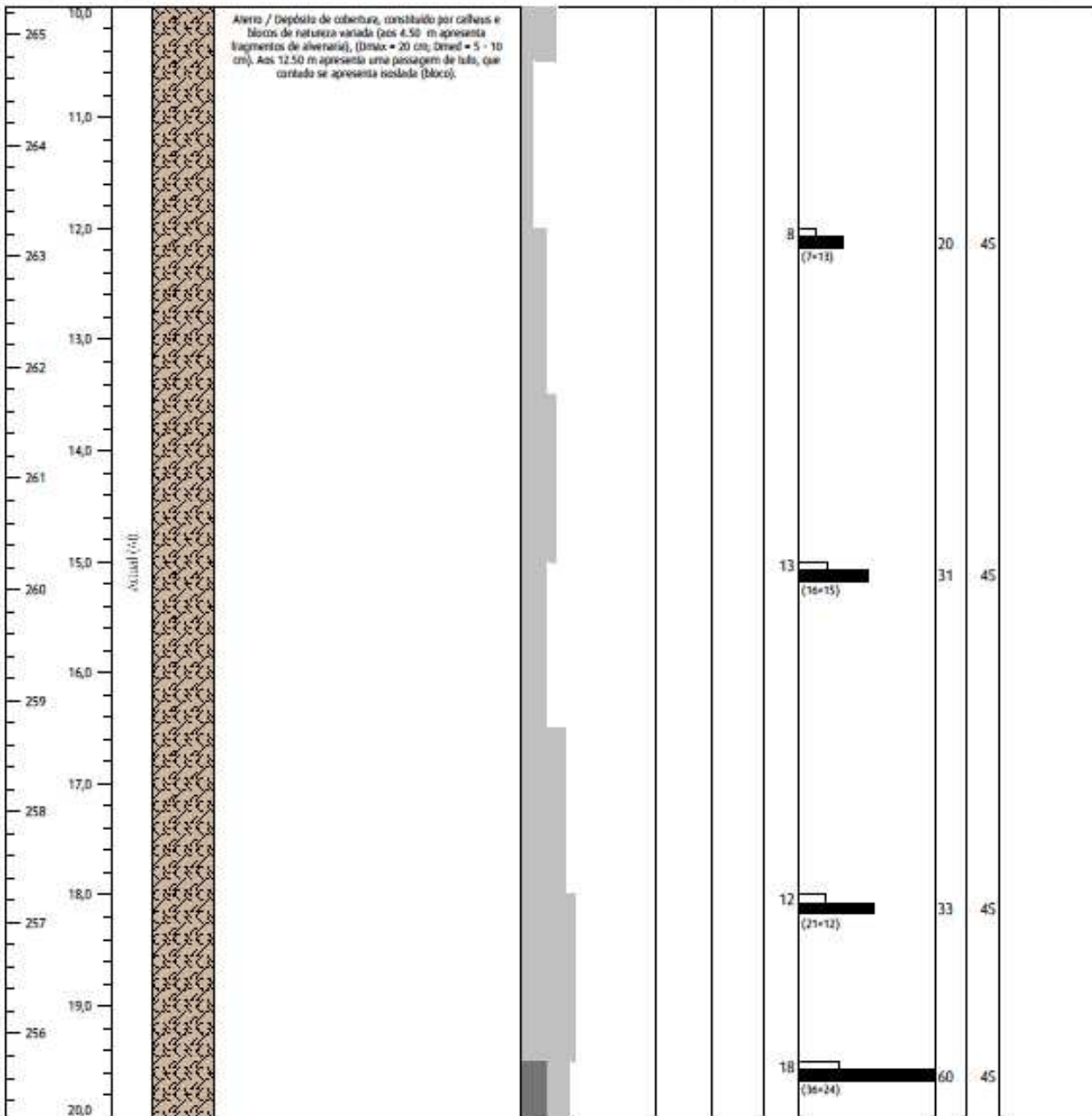
Furação:
 Rot. 86 mm de 0.00 m a 24.00 m.

Revestimento:
 98 mm de 0.00 m a 22.50 m.

Orientação:
90°
 Comprimento (m):
24.00 m

SONDAGEM MECÂNICA DE PROSPECÇÃO

| Cota | Nível de água | Comprimento (m) | Estratigrafia | Simbologia | Litologia / Descrição | % Roc. | | (W) Alteração | (F) Fracturação | 1ª fase | | Penetração (cm) | Observações |
|------|---------------|-----------------|---------------|------------|-----------------------|--------|-----|---------------|-----------------|---------|----|-----------------|-------------|
| | | | | | | 0 | 100 | | | 0 | 60 | | |



Observações:
 Sondador: **Petro Bobik**
 Não foi detectado qualquer nível de água.

Des.: **Nuno Dias**

Verif.:



Ciente: **MUNICÍPIA, S.A.**

SONDAGEM **S27**

Obra/Local: **PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DO FUNCHAL**

PROJ./OBRA **11016**

Equipamento: **Craellus 7500**
 Início: **07.Abr.2011**
 Fim: **12.Abr.2011**

M.: **325603,8**
 P.: **3612984,7**
 Cota: **275,25**

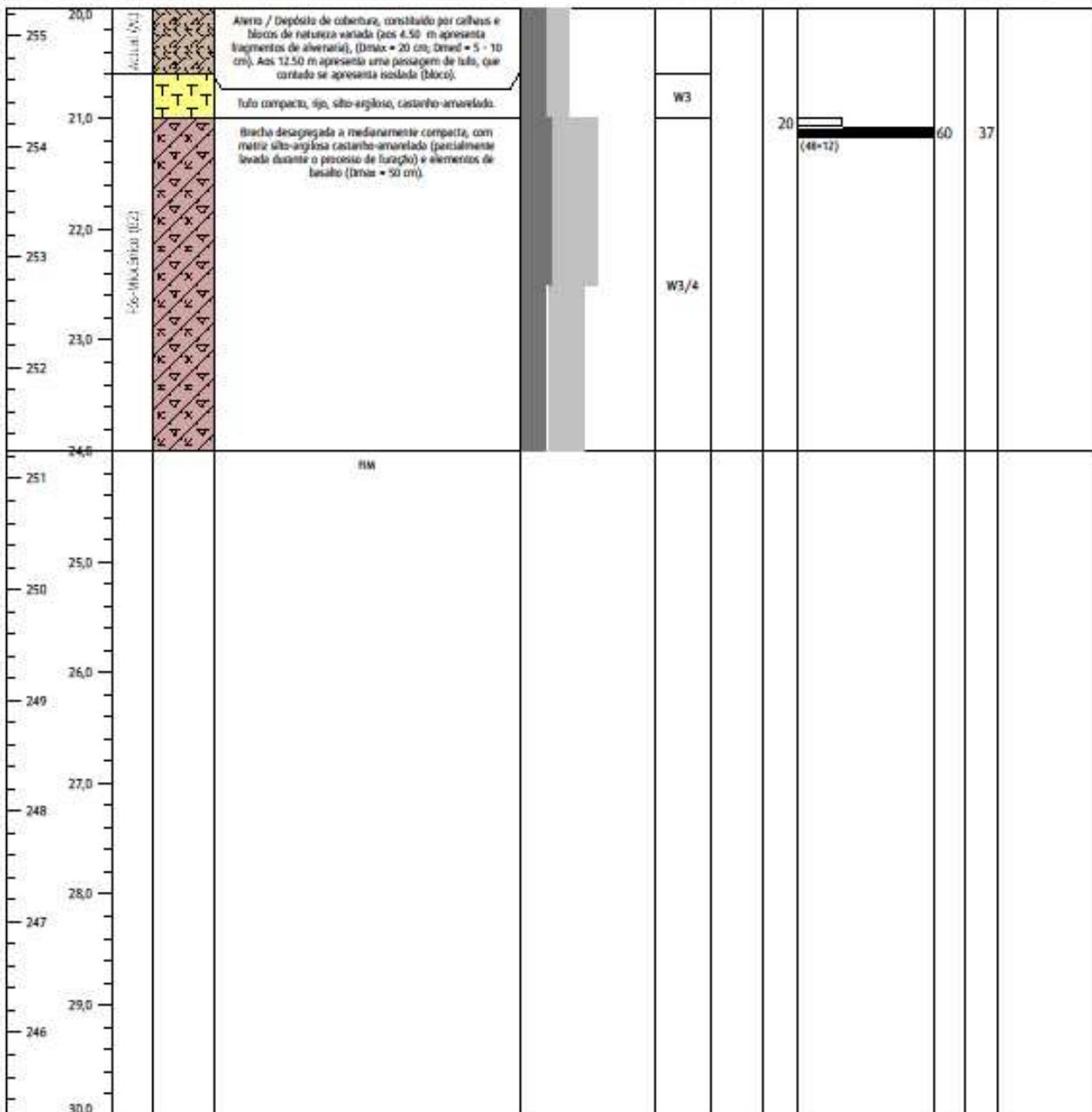
Furação:
 Rot. 86 mm de 0.00 m a 24.00 m.

Revestimento:
 98 mm de 0.00 m a 22.50 m.

Orientação:
 90°
 Comprimento (m):
 24.00 m

SONDAGEM MECÂNICA DE PROSPECÇÃO

| Cota | Nível de água | Comprimento (m) | Estatística | Simbologia | Litologia / Descrição | % Rec. | | (W) Abrasão | (F) Fracturação | 1ª fase | | Penetração (cm) | Observações |
|------|---------------|-----------------|-------------|------------|-----------------------|--------|-----|-------------|-----------------|---------|------|-----------------|-------------|
| | | | | | | 0 | 100 | | | 0 | NSPT | | |



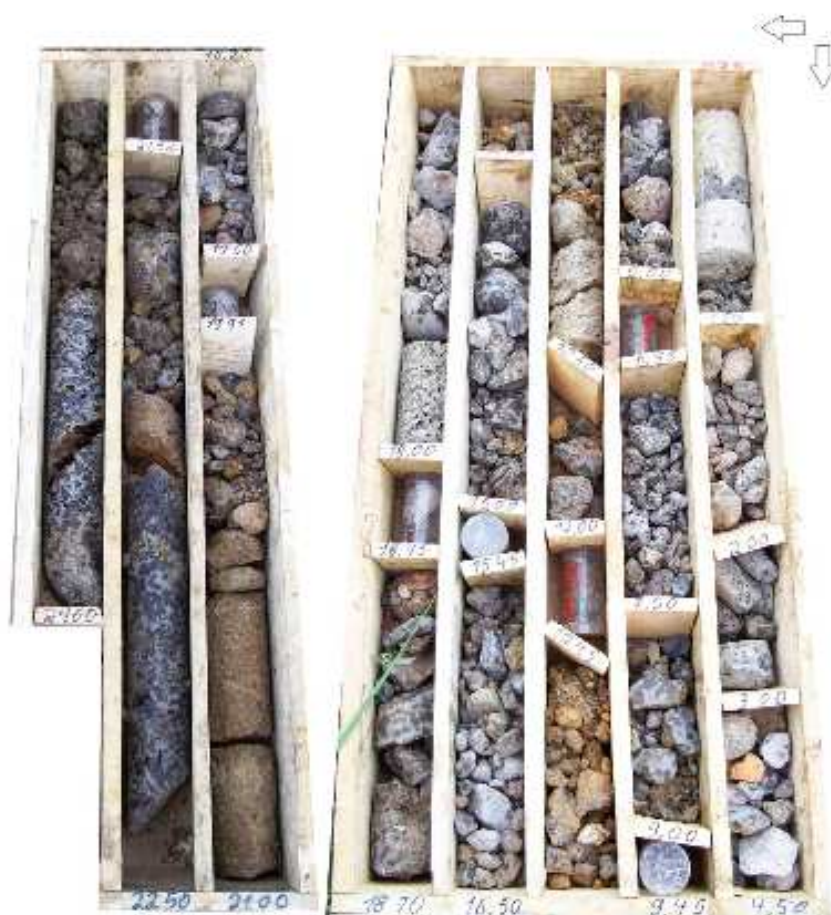
Observações:
 Sondador: Petro Bobik
 Não foi detectado qualquer nível de água.

Des.: Nuno Dias
 Verif.:

PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DE PROTECÇÃO CIVIL DO CONCELHO DO FUNCHAL
Prospecção geológico-geotécnica

Registo fotográfico

Sondagem S27



2- ATERRO DA MONTANHA

| Designação | | Aterro da Montanha |
|----------------------------|-----|------------------------------------------|
| Localidade | | Montanha |
| Freguesia | | São Gonçalo |
| Coordenadas | Lon | -16:52:13 |
| | Lat | 32:38:33 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 13 493,3 |
| Cota máxima (m) | | 240 |
| Cota mínima (m) | | 180 |
| Posição topográfica | | No topo de arriba costeira |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Não oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Habitação |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Habitação |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Venda de inertes e vazadouro clandestino |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Montanha



Fonte: SRA

Aterro da Montanha e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: João Baptista (05 e 23-03-2011) e Duarte Araújo (01-06-2012)

Fotos do aterro da Montanha onde se pode observar as cicatrizes de deslizamento e as consequências provocadas nas habitações pelos movimentos de massa aí ocorridos ao longo dos anos



Geo Presp



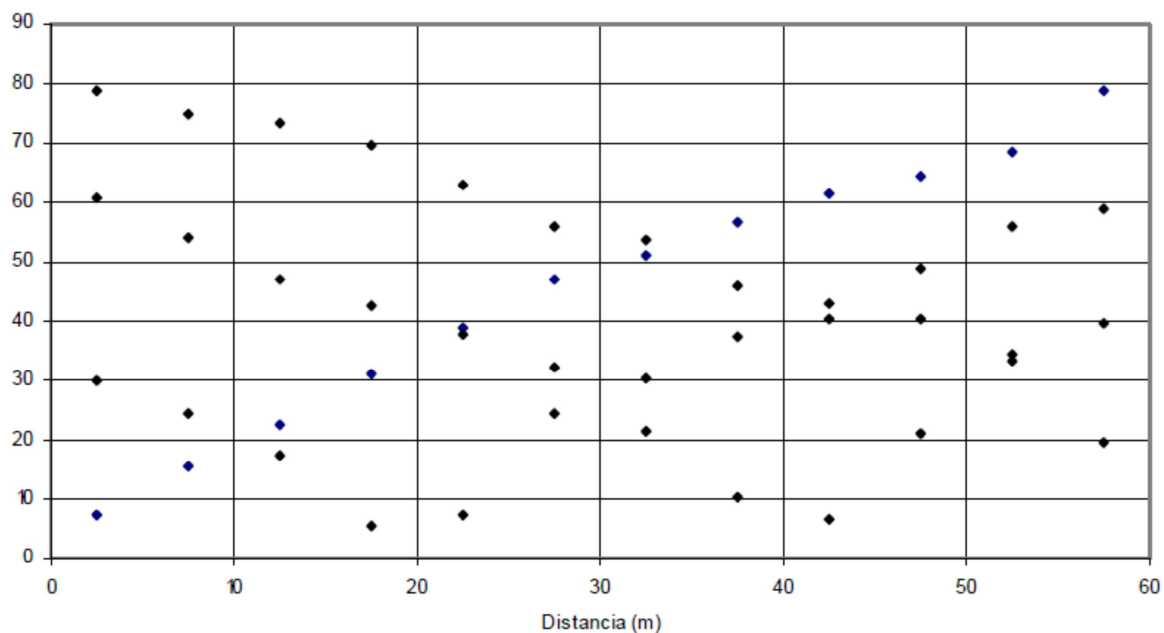
PERFIL DE REFRAÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

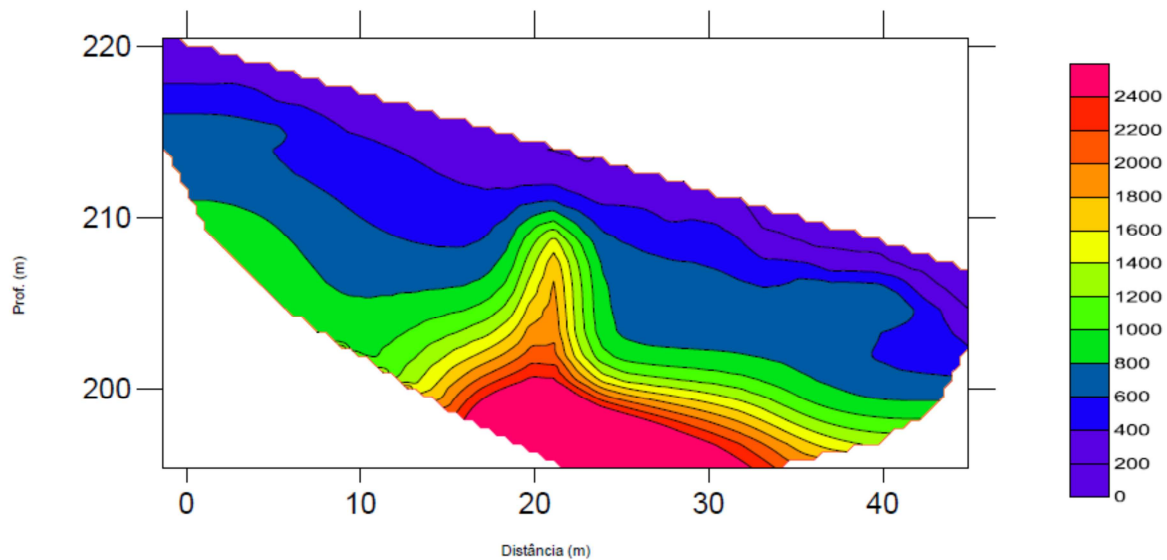
PS25.1

Obra: Aterro da Montanha

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADORIA

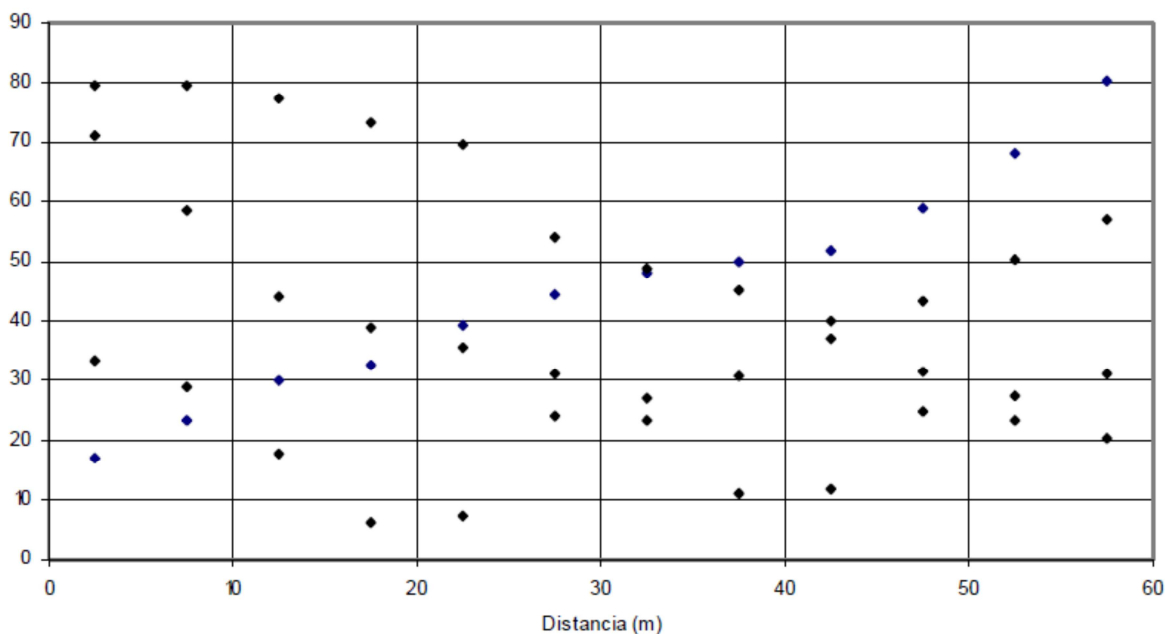
PERFIL DE REFRAÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

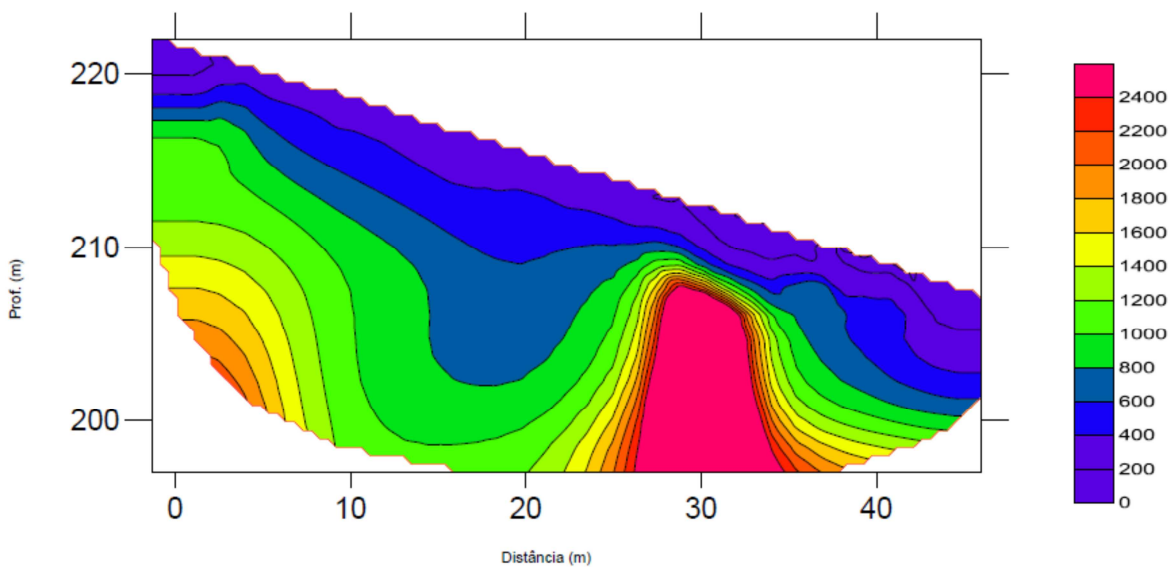
PS25.2

Obra: Aterro da Montanha

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA



3 - ATERRO DO ESTÁDIO DA MADEIRA

| Designação | | Aterro do Estádio da Madeira |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Choupana |
| Freguesia | | Santa Maria Maior |
| Coordenadas | Lon | -16:52:47 |
| | Lat | 32:40:00 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 46 734,2 |
| Cota máxima (m) | | 670 |
| Cota mínima (m) | | 640 |
| Posição topográfica | | No topo de uma vertente |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Desportivo |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Sim |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Tubos de PVC na muralha |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Desportivo |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | 1999 |
| Data fim funcionamento | | 2000 |
| Observações | | Em escorregamento |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro do Estádio da Madeira



Fonte: SRA

Evolução do aterro do Estádio da Madeira nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010.



Fotos: João Baptista (11-04-2011)

Fotos da muralha de contenção no sector norte poente (onde é possível observar o seu fissuramento) e poente (onde é possível observar o escorregamento aí ocorrido com colapso do acesso rodoviário ao parque de estacionamento) do aterro do Estádio da Madeira

4 - ATERRO DA CHOUPANA

| Designação | | Aterro da Choupana (Somague) |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------------|
| Localidade | | Choupana |
| Freguesia | | Santa Maria Maior |
| Coordenadas | Lon | -16:53:12 |
| | Lat | 32:39:56 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m ²) | | 34 284,4 |
| Cota máxima (m) | | 540 |
| Cota mínima (m) | | 450 |
| Posição topográfica | | Numa vertente e junto a linha de água |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desactivado |
| Tipo funcionamento | | Não oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - afloramento rochoso bastante alterado |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Linha de água canalizada (betão) |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Sim |
| Espécie | | Eucaliptos e Acácias |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Danificado no 20/02/2012 |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Choupana



Fonte: SRA

Evolução do aterro da Choupana nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010.



Fotos: Duarte Araújo (04-02-2012)

Fotos do aterro da Choupana onde se pode observar o tipo de materiais depositados e a canalização da linha de água que atravessa o aterro

5- ATERRO DAS CARREIRAS

| Designação | | Aterro das Carreiras I e II |
|----------------------------|-----|----------------------------------------------|
| Localidade | | Carreiras |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:52:31 |
| | Lat | 32:41:16 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m ²) | | 272 277,4 |
| Cota máxima (m) | | 1090 |
| Cota mínima (m) | | 990 |
| Posição topográfica | | No topo de uma vertente |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Activo |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Aterro |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Valetas em betão |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Edifícios de apoio |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | 2001 |
| Data fim funcionamento | | Ainda em funcionamento |
| Observações | | Único aterro oficial em laboração no Funchal |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro das Carreiras I e II



Fonte: SRA

Evolução do aterro das Carreiras I e II nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (17-03-2012)

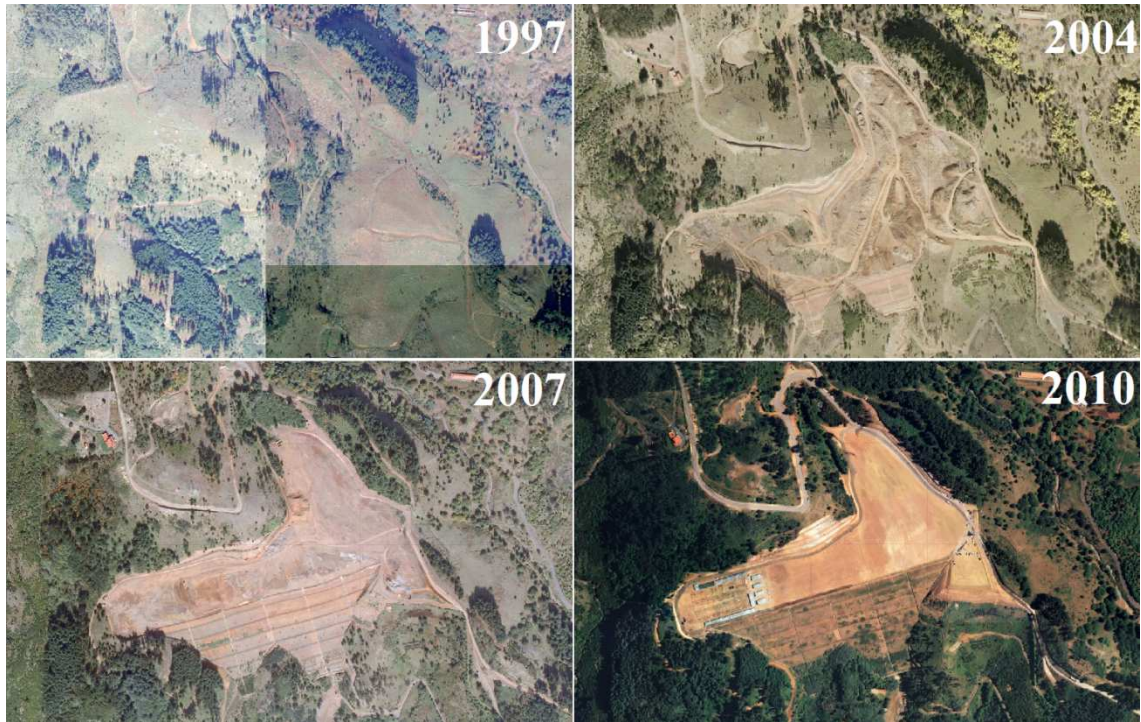
Fotos do aterro das Carreiras I e II onde se pode observar a vasta área ocupada pelo aterro e natureza dos materiais aí depositados

6 - ATERRO DA HERDADE DA ACHADA GRANDE

| Designação | | Aterro da Herdade da Achada Grande |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------|
| Localidade | | Achada Grande |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:53:09 |
| | Lat | 32:41:43 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 158 441,7 |
| Cota máxima (m) | | 1220 |
| Cota mínima (m) | | 1110 |
| Posição topográfica | | No topo de uma vertente |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Recreativo |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Valetas em betão |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Sim |
| Espécie | | Relva e vegetação espontânea |
| Data início funcionamento | | 2001 |
| Data fim funcionamento | | 2010 |
| Observações | | Utilizado para a festa anual do PSD |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Herdade da Achada Grande



Fonte: SRA

Evolução da construção do aterro da Herdade da Achada Grande nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: João Baptista (29-11 e 17-12-2003) e Duarte Araújo (20-10-2012)

Fotos do aterro da Herdade da Achada Grande (propriedade da Fundação Social Democrata da Madeira) onde se pode observar o processo de enchimento da espessa plataforma de aterro, os materiais aí depositados e o aspeto atual do aterro

7 - ATERRO DAS BABOSAS

| Designação | | Aterro das Babosas |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Babosas |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:53:40 |
| | Lat | 32:40:05 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m ²) | | 13 634,9 |
| Cota máxima (m) | | 490 |
| Cota mínima (m) | | 470 |
| Posição topográfica | | No topo de uma vertente |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Não oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Habitação |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Habitação |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Vários deslizamentos no 20/02/2012 |

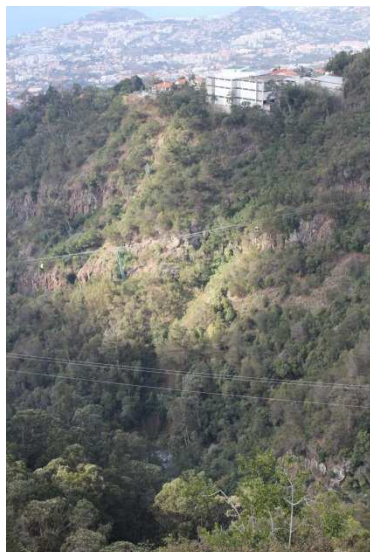
Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro das Babosas



Fonte: SRA

Aterro das Babosas e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (20-10-2012 e 04-02-2012)

Fotos do aterro das Babosas onde se pode observar os materiais aí depositados e as cicatrizes de deslizamento dos diversos movimentos de massa aí ocorridos ao longo dos últimos anos

8 - ATERRO DO SR. SAÚL

| Designação | | Aterro do Sr. Saúl |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------|
| Localidade | | Terreiro da Luta |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:03 |
| | Lat | 32:40:50 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 8 914,9 |
| Cota máxima (m) | | 750 |
| Cota mínima (m) | | 710 |
| Posição topográfica | | Ocupa um vale de uma antiga linha de água |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Não oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - escoada lávica |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Linha de água canalizada (betão) |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | 2005 |
| Data fim funcionamento | | 2007 |
| Observações | | Parcialmente afetado no 20/02/2012 |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro do Sr. Saúl



Fonte: SRA

Aterro do Sr. Saúl e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (20-03 e 20-10-2012) e João Baptista (05-03-2011)

Fotos do aterro do Sr. Saúl onde se pode observar o atual estado do aterro e uma linha de água que atravessa o aterro subterraneamente



Geo Presp

EnGeoMad
GEOTECNIA E CONSULTORIA

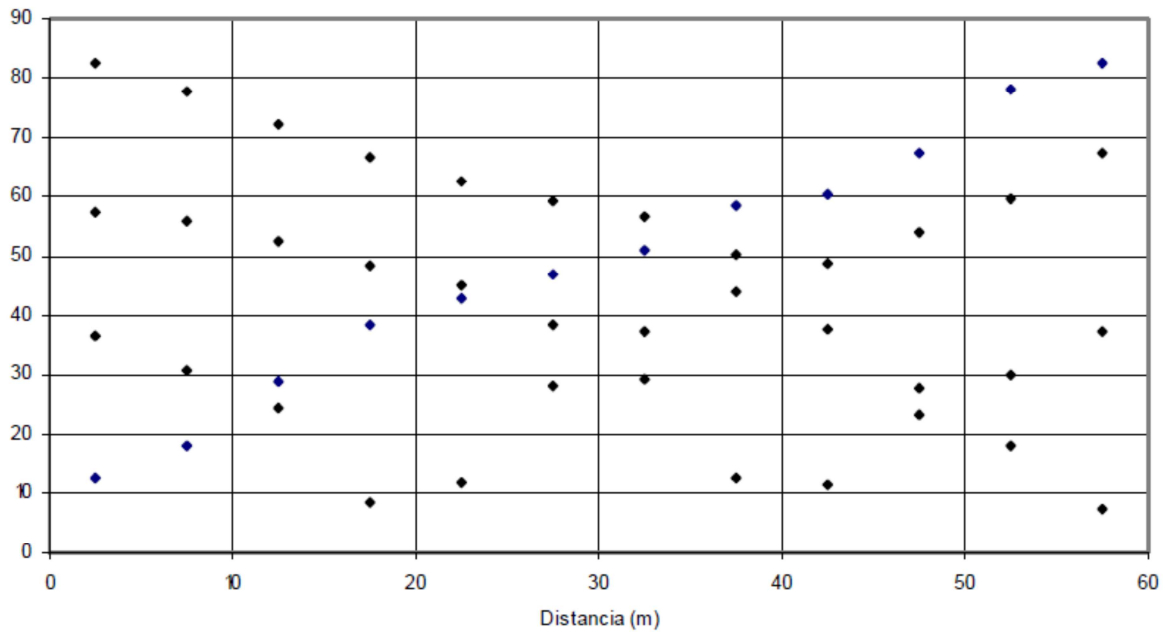
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

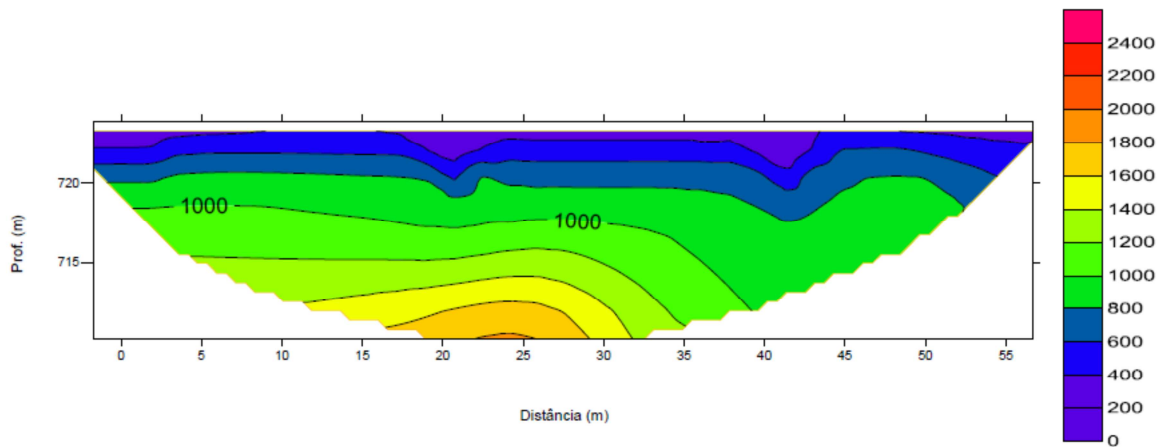
PS20.1

Obra: Aterro do Sr. Saúl

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp



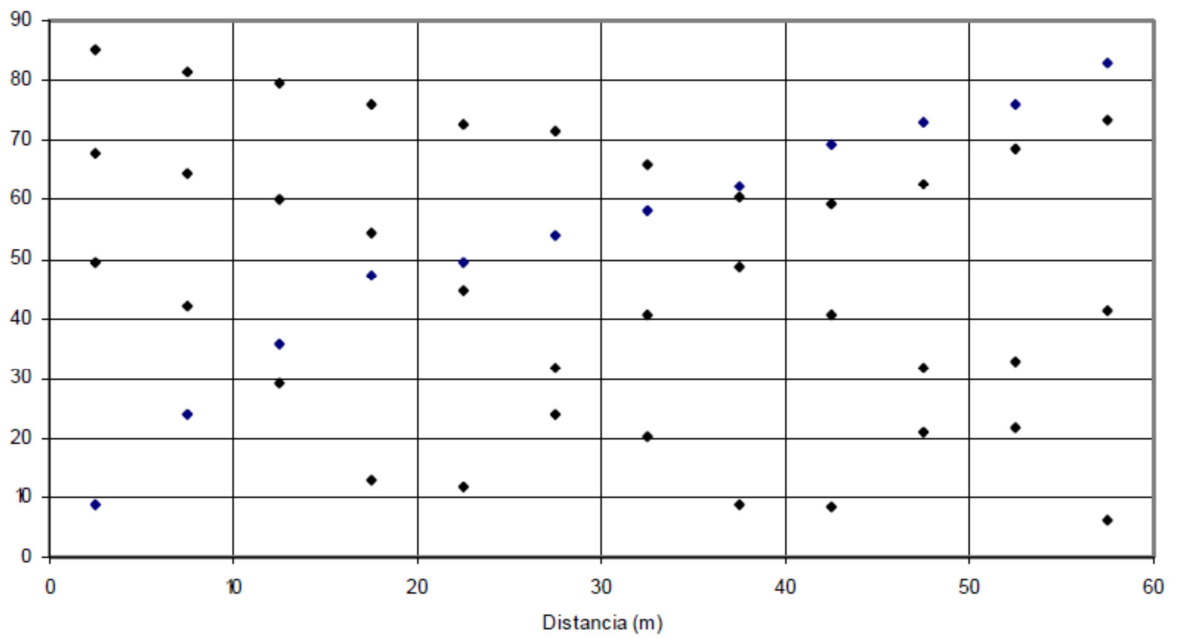
PERFIL DE REFRAÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

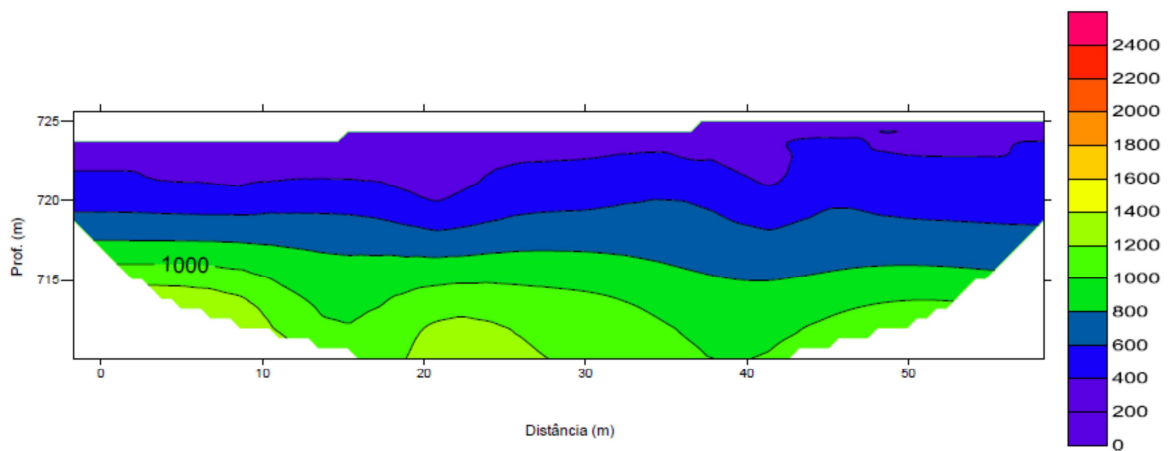
PS20.2

Obra: Aterro do Sr. Saúl

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADORIA

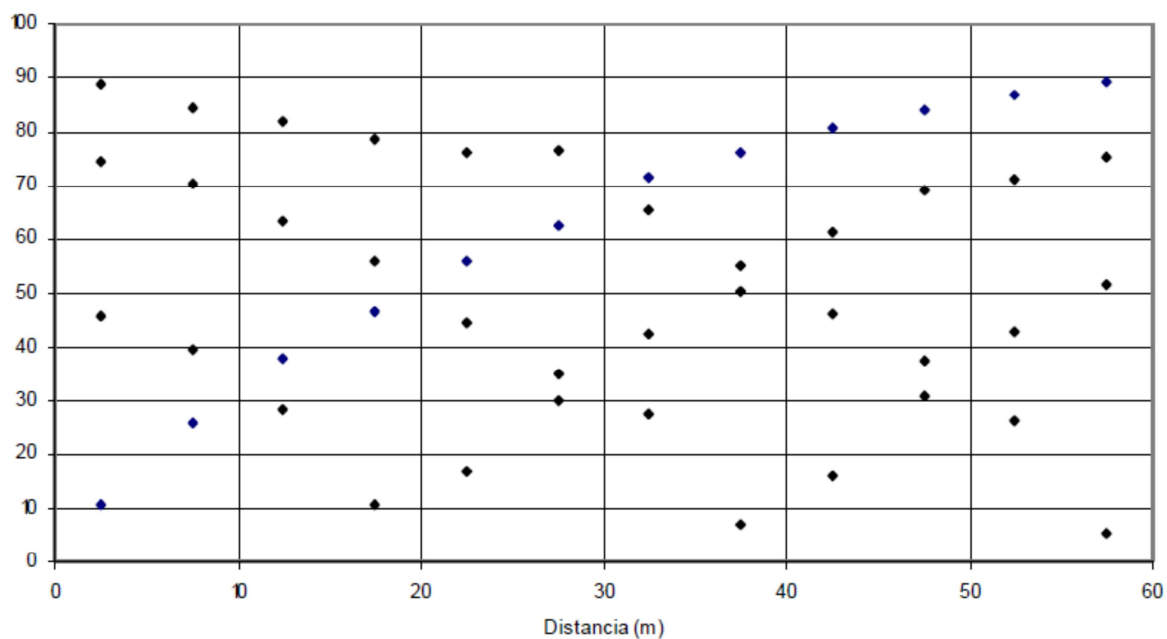
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

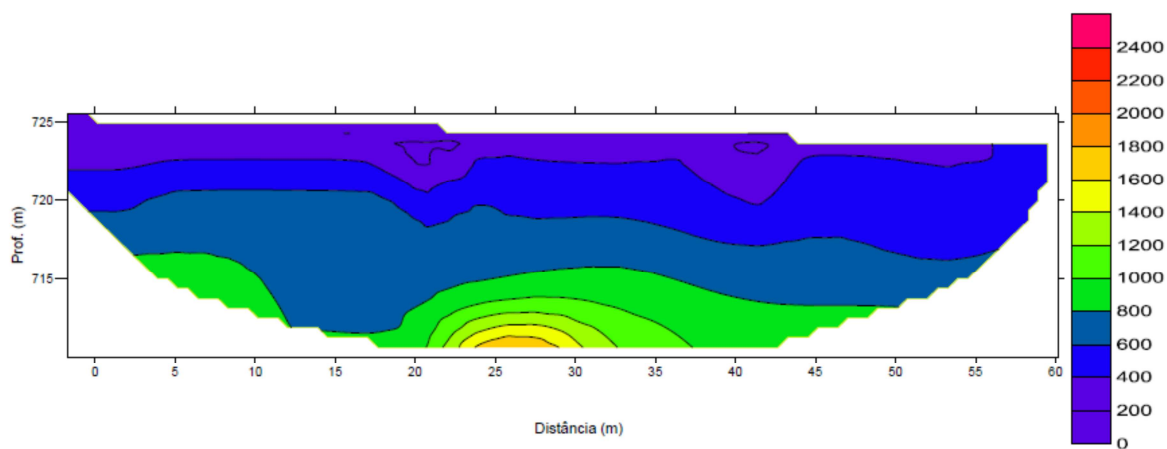
PS20.3

Obra: Aterro do Sr. Saúl

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Ciente: **MUNICÍPIA, S.A.**

SONDAGEM **S20**

Obra/Local: **PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DO FUNCHAL**

PROJ./OBRA **11016**

Equipamento: **Neptuno**
 Início: **27.Mai.2011**
 Fim: **30.Mai.2011**

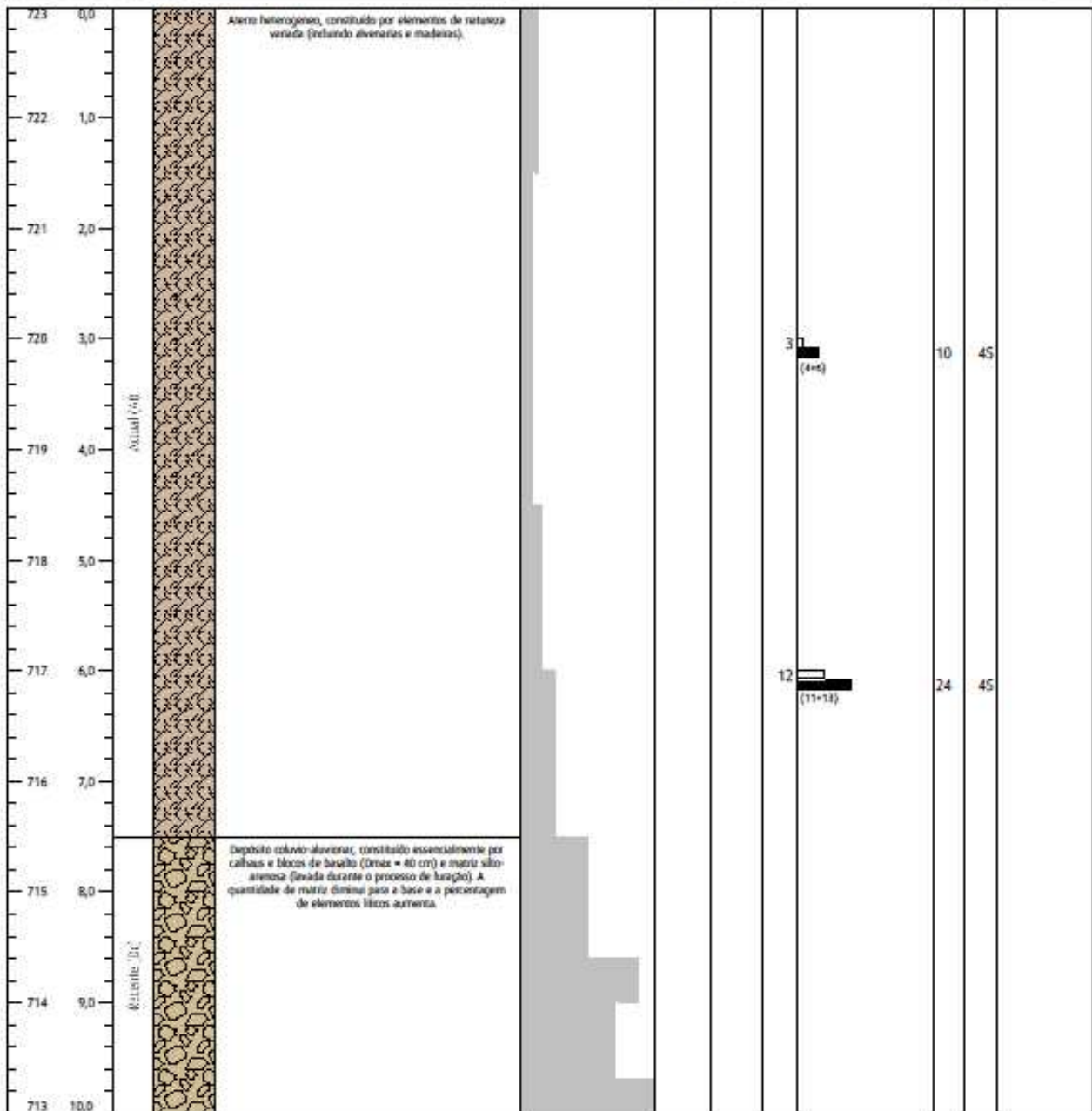
M.: **321720**
 P.: **3617535,7**
 Cota: **723**

Furação:
 Rot. 86 mm de 0.00 m a 15.00 m.

Revestimento:
 98 mm de 0.00 m a 10.50 m.

Orientação:
90°
 Comprimento (m):
15.00 m

SONDAGEM MECÂNICA DE PROSPECÇÃO



Observações:
 Sondador: **Petro Bobik**
 Não foi detectado qualquer nível de água.

Des.: **Nuno Dias**
 Verif.:



Ciente: **MUNICÍPIA, S.A.**

SONDAGEM **S20**

Obra/Local: **PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DO FUNCHAL**

PROJ./OBRA **11016**

Equipamento: **Neptuno**
 Início: **27.Mai.2011**
 Fim: **30.Mai.2011**

M.: **321720**
 P.: **3617535,7**
 Cota: **723**

Furação:
 Rot. 86 mm de 0.00 m a 15.00 m.

Revestimento:
 98 mm de 0.00 m a 10.50 m.

Orientação:
90°
 Comprimento (m):
15.00 m

SONDAGEM MECÂNICA DE PROSPECÇÃO

| Cota | Nível de água | Comprimento (m) | Estabilidade | Simbologia | Litolgia / Descrição | % Rec. | | (W) Abrasão | (F) Fracturação | 1ª fase | | Penetração (cm) | Observações |
|------|---------------|-----------------|--------------|------------|----------------------|----------|-----|-------------|-----------------|---------|----|-----------------|-------------|
| | | | | | | 0 | 100 | | | 0 | 60 | | |
| | | | | | | % R.Q.D. | | | | NSPT | | | |
| | | | | | | 0 | 100 | | | 0 | 60 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|------|--|--|--|--|
| 713 | 10,0 | | | | Depósito colúvio-aluvionar, constituído essencialmente por calhaus e blocos de basalto (Dmax = 40 cm) e matriz silte-arenosa (levada durante o processo de lavagem). A quantidade de matriz diminui para a base e a percentagem de elementos líticos aumenta. | | | | | | | | |
| 712 | 11,0 | | | | | | | | | | | | |
| 711 | 12,0 | | | | Basalto fracturado, arenoso, com preenchimentos silte-argilosos e óxidos, nas fracturas. Fractura sub-vertical ondulada e rugosa entre 12.20 m - 13.00 m. | | | | | | | | |
| 710 | 13,0 | | | | | | | | F4 | | | | |
| | | | | | | | | | F5 | | | | |
| | | | | | | | | | F4 | | | | |
| | | | | | | | | | F4/5 | | | | |
| | | | | | | | | | F5/4 | | | | |
| 709 | 14,0 | | | | | | | | F3 | | | | |
| | | | | | | | | | F4/5 | | | | |
| 708 | 15,0 | | | | RM | | | | | | | | |
| 707 | 16,0 | | | | | | | | | | | | |
| 706 | 17,0 | | | | | | | | | | | | |
| 705 | 18,0 | | | | | | | | | | | | |
| 704 | 19,0 | | | | | | | | | | | | |
| 703 | 20,0 | | | | | | | | | | | | |

Observações:
 Sondador: Petro Bobik
 Não foi detectado qualquer nível de água.

Des.: Nuno Dias

Verif.:

PLANO MUNICIPAL DE EMERGÊNCIA DE PROTECÇÃO CIVIL DO CONCELHO DO FUNCHAL
Prospecção geológico-geotécnica

Registo fotográfico

Sondagem S20



9 - ATERRO DA TECNOVIA

| Designação | | Aterro da Tecnovia |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------|
| Localidade | | Terreiro da Luta |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:53:59 |
| | Lat | 32:40:56 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 20 236,5 |
| Cota máxima (m) | | 800 |
| Cota mínima (m) | | 770 |
| Posição topográfica | | Numa vertente |
| Tipo materiais depositados | | Fragmentos rochosos ("ganga" da pedreira) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Linha de água canalizada (betão) |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Início do Sec. XXI |
| Observações | | Central de betão da Tecnovia |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Tecnovia



Fonte: SRA

Aterro da Tecnovia e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: João Baptista (05 e 26-03-12-2011) e Duarte Araújo (17-03 e 20-10-2012)

Fotos do aterro da Tecnovia onde se pode observar o tipo de utilização dada atualmente a esta plataforma de aterro (estaleiro e central de betão da empresa Tecnovia), a muralha de contenção do sector frontal do aterro formada por blocos de pedra seca e com uma altura visível de cerca de sete metros de altura e uma linha de água que atravessava o local onde agora existe o aterro e que atualmente “desagua” na estrada de acesso ao Terreiro da Luta

10 - ATERRO DO MONTADO DO COELHO

| Designação | | Aterro do Montado do Coelho |
|----------------------------|-----|-------------------------------------------------|
| Localidade | | Montado do Coelho |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:07 |
| | Lat | 32:41:26 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 11 7952 |
| Cota máxima (m) | | 1100 |
| Cota mínima (m) | | 940 |
| Posição topográfica | | No topo de uma vertente e junto a linha de água |
| Tipo materiais depositados | | Fragmentos rochosos ("ganga" da pedreira) |
| Estado atual | | Ativo |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Ainda em funcionamento |
| Observações | | Pedreira da Tecnovia |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro do Montado do Coelho



Fonte: SRA

Aterro do Montado do Coelho e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (17-03-2012)

Fotos do aterro do Montado do Coelho onde se pode observar a extensa área ocupada pelo aterro e pedreira, assim como cicatrizes de deslizamento no sector frontal do aterro

11 - ATERRO MARÍTIMO DA AVENIDA DO MAR

| Designação | | Aterro da Avenida do Mar |
|----------------------------|-----|----------------------------------------------------|
| Localidade | | Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses |
| Freguesia | | Sé |
| Coordenadas | Lon | -16:54:10 |
| | Lat | 32:38:34 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 33 662,1 |
| Cota máxima (m) | | 4 |
| Cota mínima (m) | | -5 |
| Posição topográfica | | Junto à orla costeira |
| Tipo materiais depositados | | Provenientes das limpezas da aluvião de 20/02/2012 |
| Estado atual | | Em obras |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública |
| Uso atual | | Em obras |
| Substrato rochoso | | Areia e cascalheira de praia |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | 20 de Fevereiro de 2010 |
| Data fim funcionamento | | Em obras de reconversão |
| Observações | | Futuro cais acostável para navios de cruzeiro |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do Aterro da Avenida do Mar e das Comunidades Madeirenses



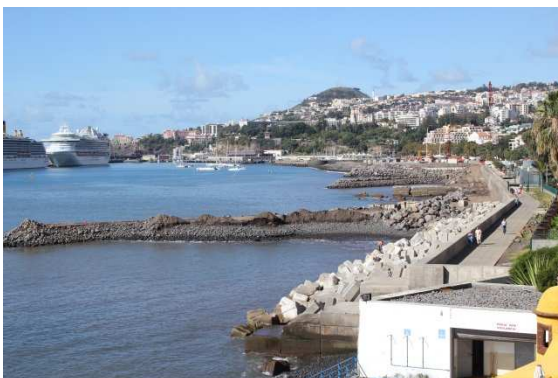
2007



2010

Fonte: SRA

Aterro da Avenida do Mar e Comunidades Madeirenses nos Ortofotomapas de 1997 e 2004



Fotos: Diário Notícias - Teresa Gonçalves (15-01-2013) Duarte Araújo (17 e 20-10-2012) e Raimundo Quintal (23-10-2012)

Fotos do aterro da Avenida do Mar onde se pode observar a extensa área ocupada pelo aterro, os materiais depositados, as obras que decorrem no local e a ação do mar sobre o mesmo

12 - ATERRO DA FUNDOA DE BAIXO

| Designação | | Aterro da Fundoa de Baixo |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | São Roque |
| Coordenadas | Lon | -16:54:49 |
| | Lat | 32:40:10 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 5 445,7 |
| Cota máxima (m) | | 300 |
| Cota mínima (m) | | 270 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desactivado |
| Tipo funcionamento | | Não oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Estaleiro |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Início do Sec. XXI |
| Data fim funcionamento | | Primeira década do Sec. XXI |
| Observações | | Fábrica de blocos de alvenaria |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Fundoa de Baixo



Fonte: SRA

Aterro da Fundoa de Baixo e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (04-02-2012)

Fotos do aterro da Fundoa de Baixo onde se pode observar a área ocupada pelo aterro, junto a duas importantes vias de comunicação e a escassos 15 metros do leito ordinário da ribeira de Santa Luzia que atravessa a cidade do Funchal. Nas fotos é também possível observar as diferentes camadas dos materiais depositados neste aterro e a atual utilização de parte do espaço (fábrica de blocos alvenaria para serem utilizados na construção civil)

13 - ATERRO DA FUNDOA I (TERRACON)

| Designação | | Aterro da Fundoa I |
|----------------------------|-----|------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:42 |
| | Lat | 32:40:35 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 13 871,8 |
| Cota máxima (m) | | 390 |
| Cota mínima (m) | | 360 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Resíduos sólidos urbanos e inertes |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Sim |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 70 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Antiga lixeira municipal |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Fundoa I



Fonte: SRA

Aterro da Fundoa I e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011 e 04-02-2012)

Fotos do aterro da Fundoa I (Terracom) onde se pode observar parte da área ocupada pela plataforma de aterro, na margem esquerda da ribeira de Santa Luzia. Trata-se de um antigo aterro sanitário onde estão depositados resíduos sólidos urbanos (vidro, plástico, metal, madeiras, orgânicos, entre outros) e material inerte por cima, aqui depositados até à última década do século passado. Atualmente sobre esta espessa plataforma de aterro encontram-se as instalações da empresa Terracom.

14 - ATERRO DA FUNDOA II

| Designação | | Aterro da Fundoa II |
|----------------------------|-----|--------------------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:42 |
| | Lat | 32:40:40 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 7 276,9 |
| Cota máxima (m) | | 390 |
| Cota mínima (m) | | 370 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (escavação e construção), "ganga" e lamas |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Sim |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Estaleiro metalo mecânico |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Fundoa II



Fonte: SRA

Aterro da Fundoa II e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011)

Fotos do aterro da Fundoa II onde é possível observar a proximidade deste à ribeira de Santa Luzia e o tipo de contenção (blocos de pedra seca e uma curta muralha de betão) que separa este aterro desta importante linha de água. Nas fotos são ainda visíveis os estragos causados pela aluvião de 20 de Fevereiro de 2010 na vedação da empresa que lá está sediada

15 - ATERRO DA FUNDOA III

| Designação | | Aterro da Fundoa III |
|----------------------------|-----|----------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:38 |
| | Lat | 32:40:56 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 9 057,2 |
| Cota máxima (m) | | 490 |
| Cota mínima (m) | | 450 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Resíduos sólidos urbanos e inertes |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Incenerador de material vegetal |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 70 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Inceneração palmeiras com escaravelhos |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Fundoa III



Fonte: SRA

Aterro da Fundoa III e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011 e 04-02-2012)

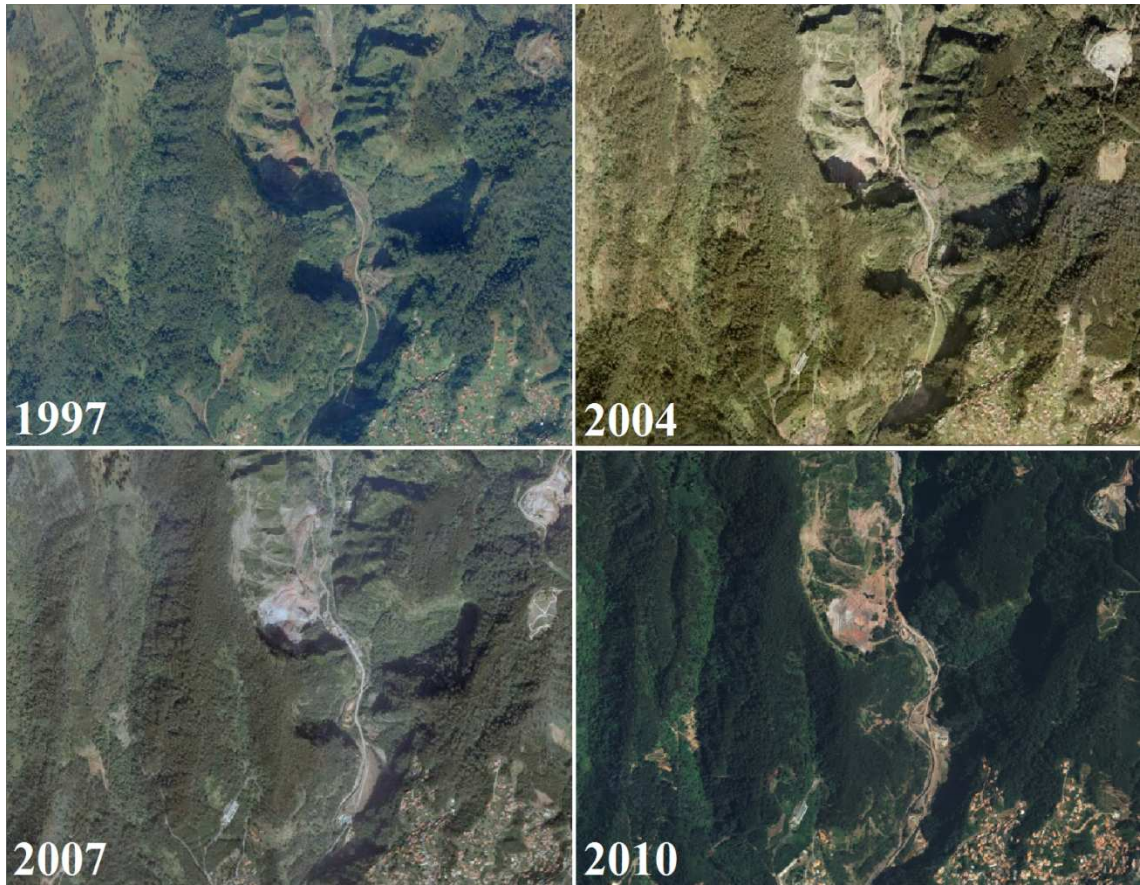
Fotos do aterro da Fundoa III onde é possível observar a espessura deste antigo aterro sanitário, situado na margem esquerda da ribeira de Santa Luzia e onde ainda é possível observar os resíduos aí depositados durante as últimas décadas do século XX (vidro, plástico, metal, madeiras, orgânicos, entre outros). Atualmente a Câmara Municipal do Funchal faz aqui a inceneração das palmeiras afetadas pela praga dos “Escaravelhos da Palmeira”

16 - ATERRO DA BRIMADE

| Designação | | Aterro da Brimade |
|----------------------------|-----|--------------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | São Roque e Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:43 |
| | Lat | 32:40:59 |
| Nº de células | | 5 |
| Dimensão (m2) | | 175 334,6 |
| Cota máxima (m) | | 750 |
| Cota mínima (m) | | 390 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Fragmentos rochosos ("ganga" da pedreira) |
| Estado atual | | Ativo |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos e piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Ainda em exploração |
| Observações | | Pedreira e aterro da Brimade |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Brimade



Fonte: SRA

Aterro da Brimade e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011 e 01-06-2012) e Virgílio Gomes (27-08-2010)

Fotos do aterro da Brimade no vale da Ribeira de Santa Luzia



Geo Presp

EnGeoMad
GEOTECNIA E CONSULTORIA

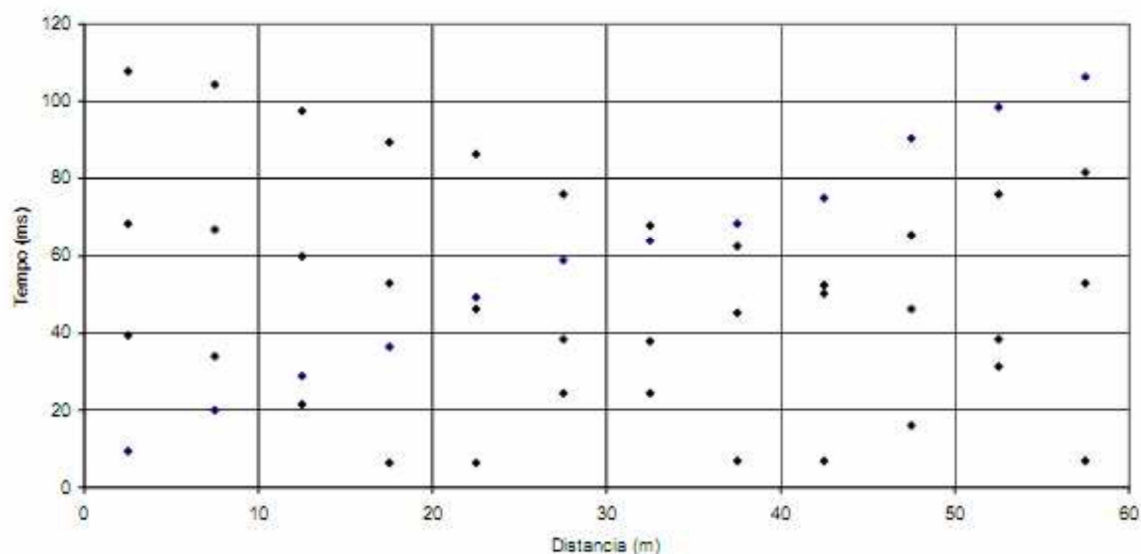
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

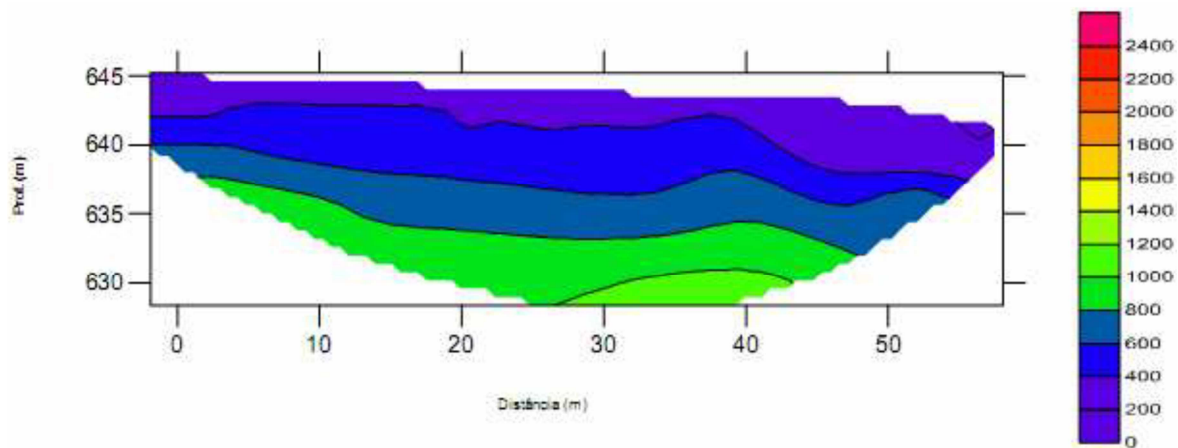
Obra: Aterro Brimade

PS1

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADORA

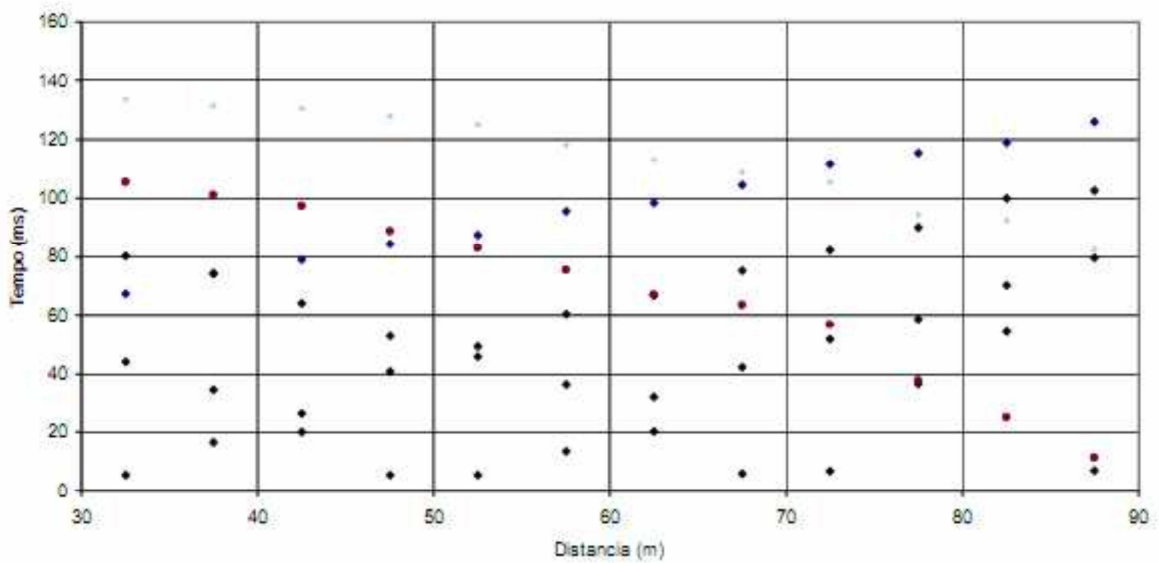
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

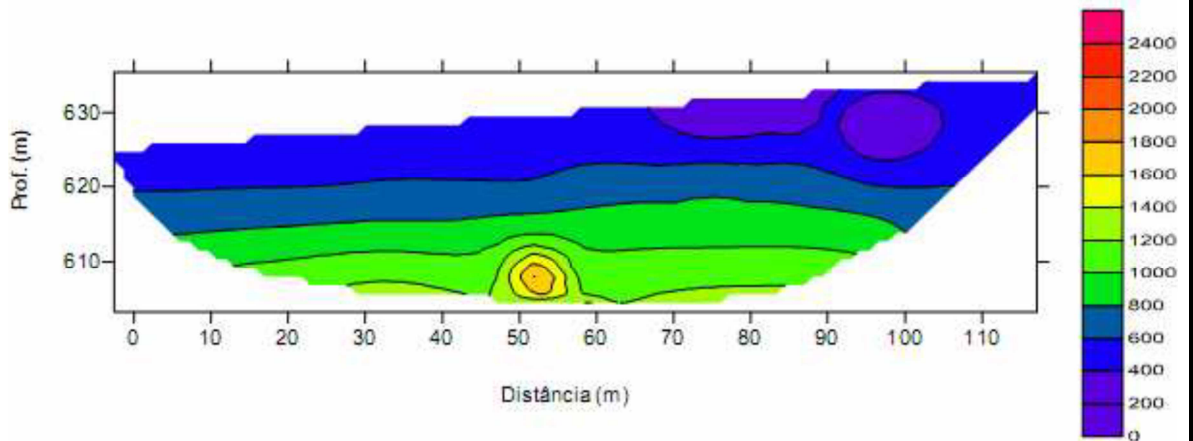
Obra: Aterro Brimade

PS2

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp



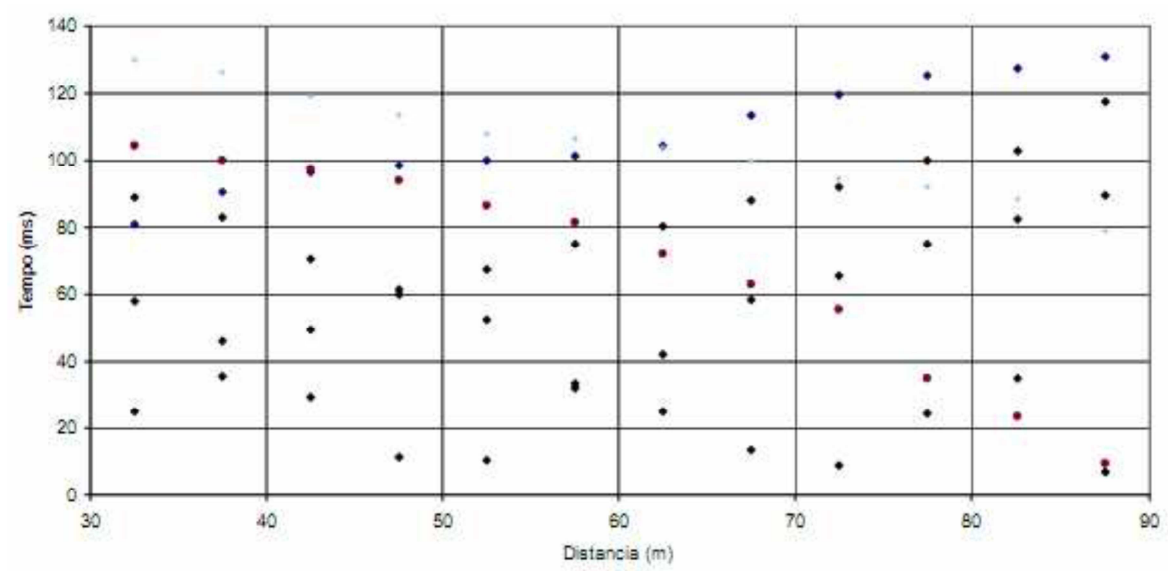
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

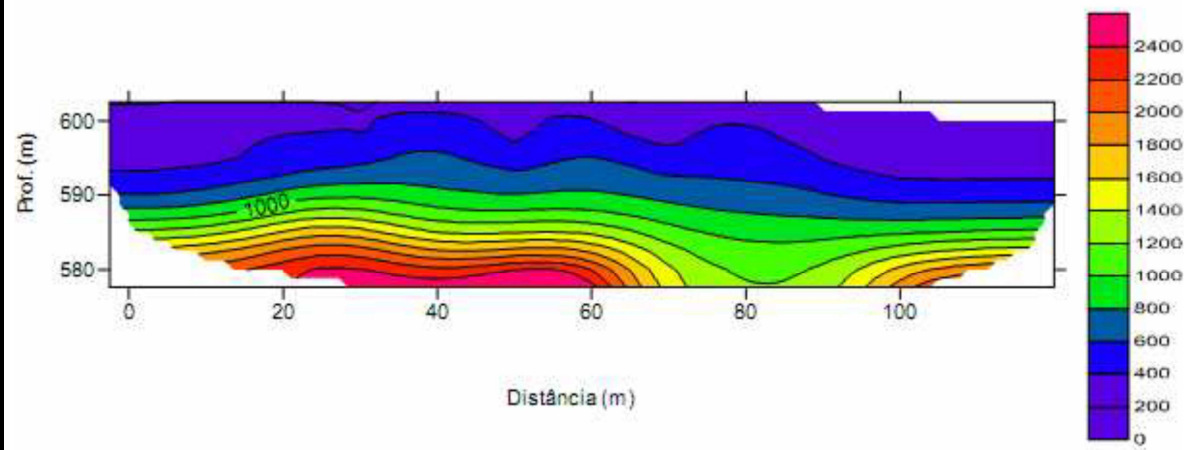
PS3

Obra: Aterro Brimade

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADORA

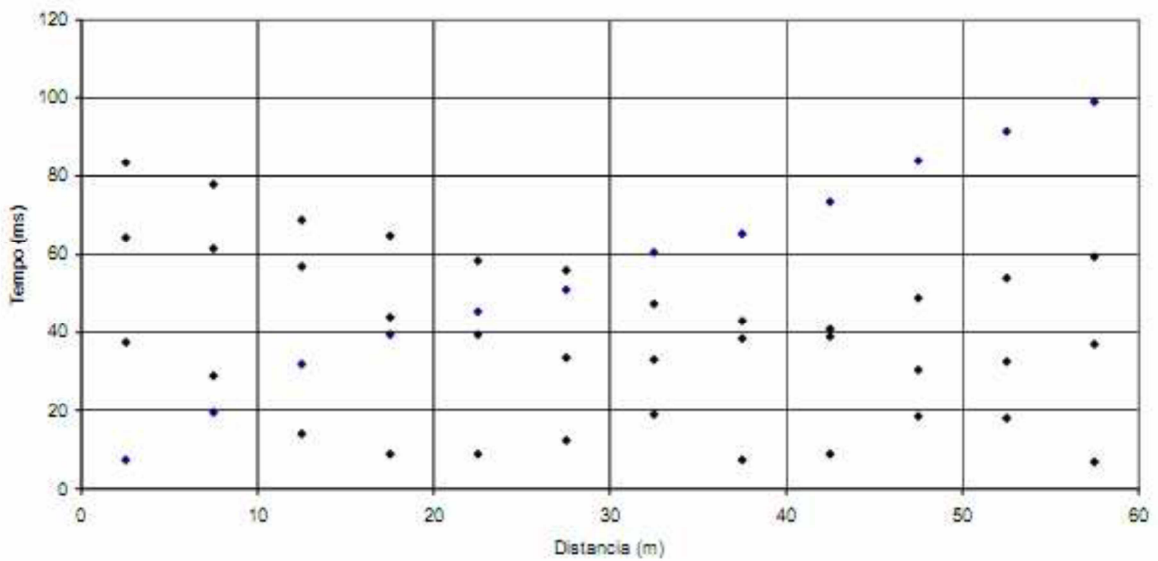
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

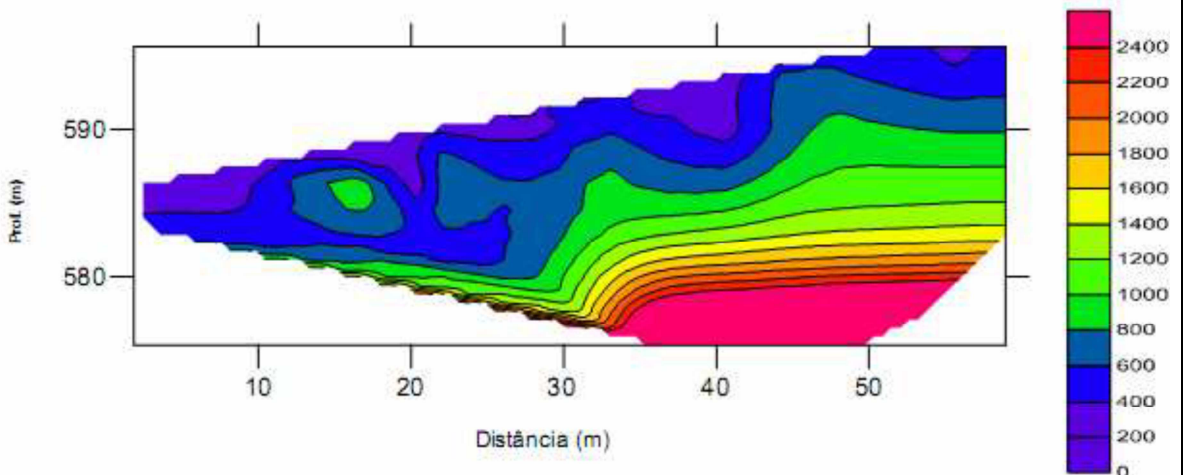
Obra: Aterro Brimade

PS4

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





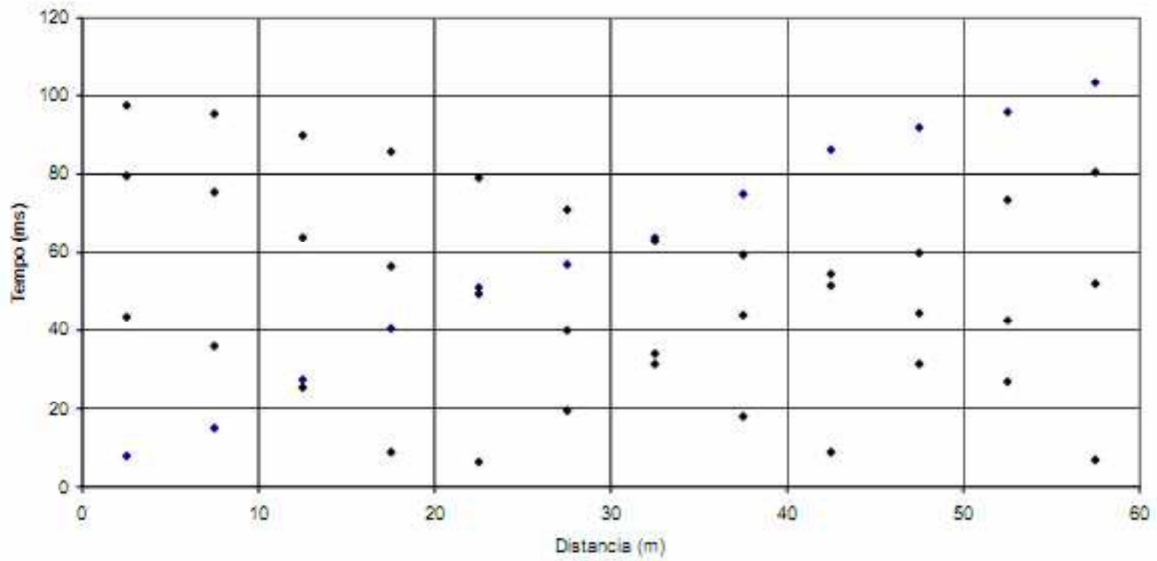
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

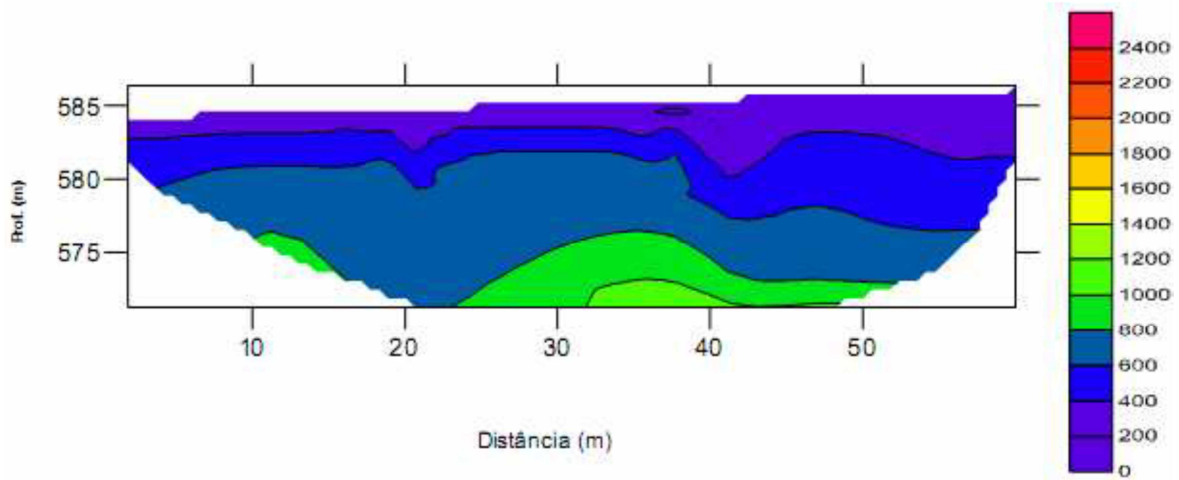
Obra: Aterro Brimade

PS5

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADÓRIA

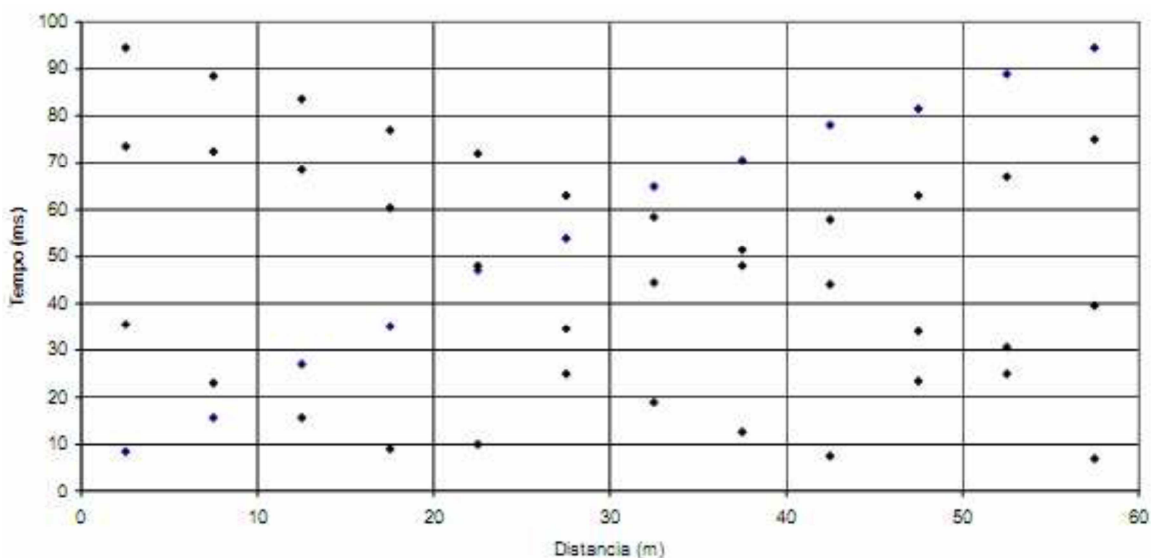
PERFIL DE REFRAÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

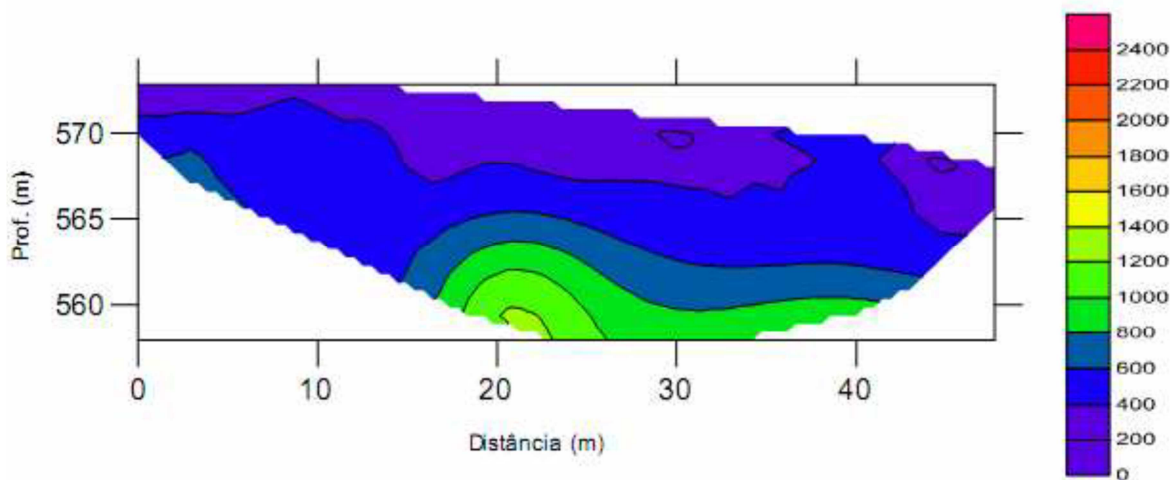
PS6

Obra: Aterro Brimade

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOENGENHARIA E CONSULTADORA

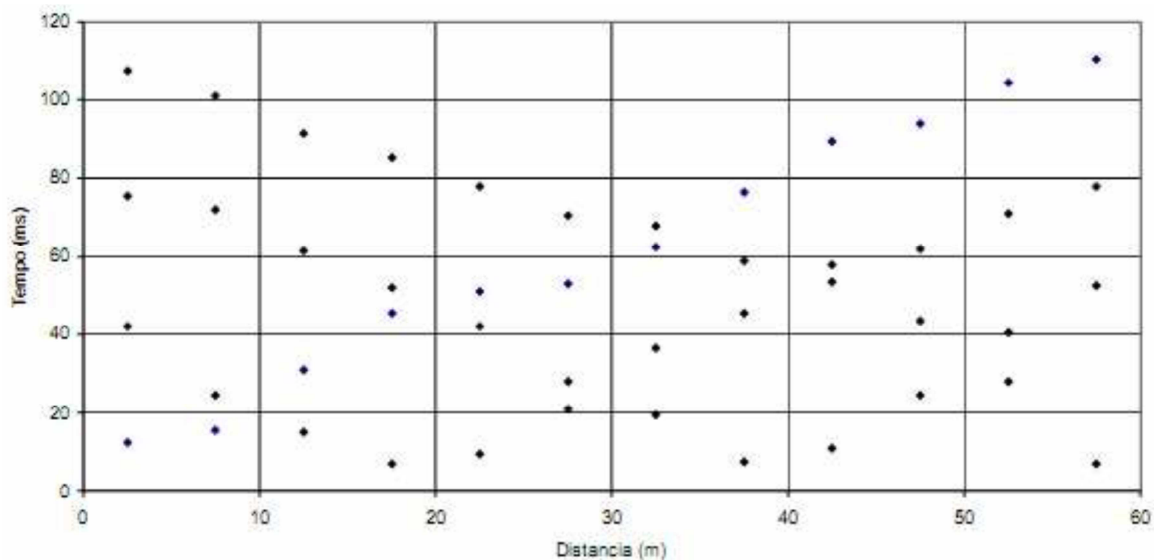
PERFIL DE REFRACÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

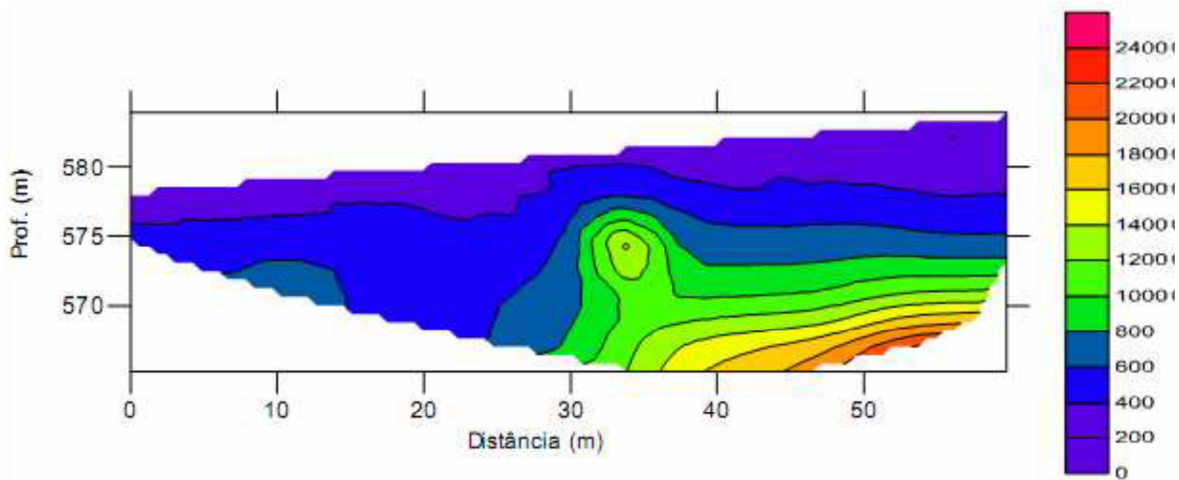
PS7

Obra: Aterro Brimade

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA





Geo Presp

EnGeoMad
GEOTECNIA E CONSULTORIA

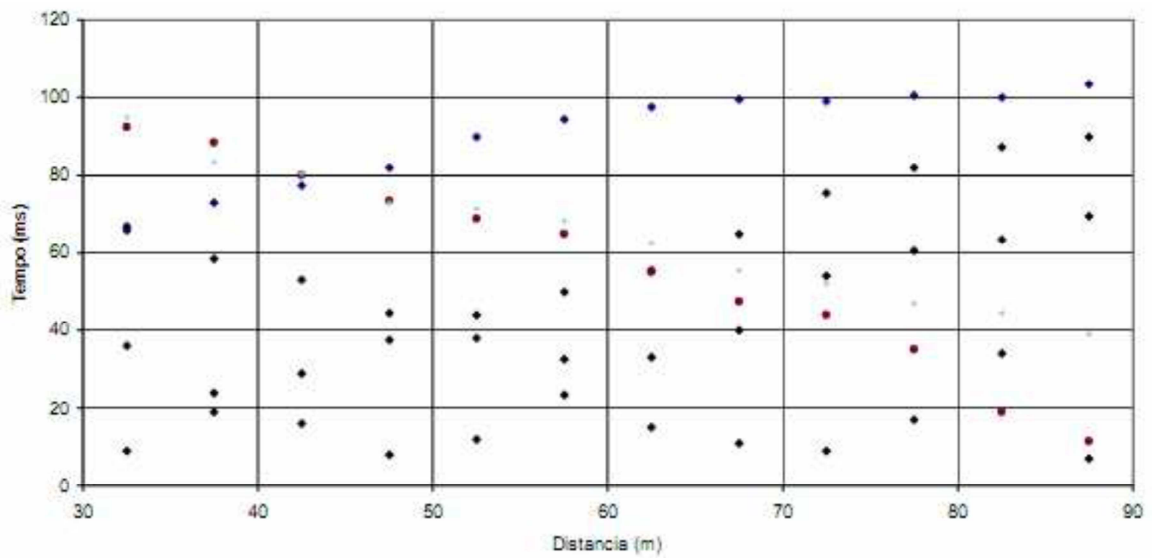
PERFIL DE REFRAÇÃO SISMICA

Cliente: Câmara Municipal do Funchal

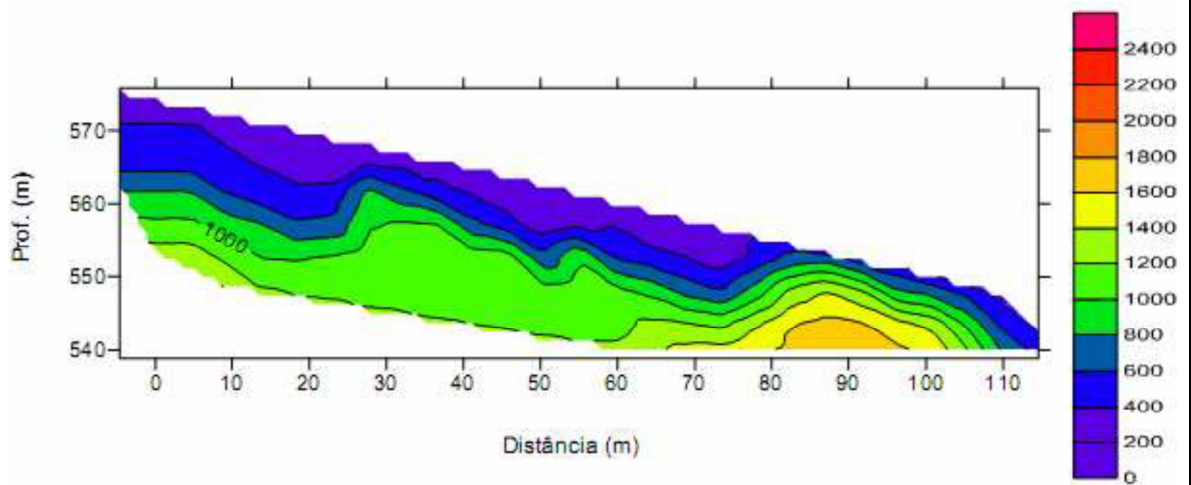
Obra: Aterro Brimade

PS8

GRÁFICO DISTÂNCIA - TEMPO



SECÇÃO INTERPRETATIVA



• (CÉLULAS I E II)

| Designação | | Aterro da Brimade (células I e II) |
|----------------------------|-----|--------------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:39 |
| | Lat | 32:40:48 |
| Nº de células | | 2 |
| Dimensão (m2) | | 42 091,0 |
| Cota máxima (m) | | 490 |
| Cota mínima (m) | | 390 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Fragmentos rochosos e lamas |
| Estado atual | | Ativo |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos e piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Ainda em exploração |
| Observações | | Pedreira e aterro da Brimade |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo das células I e II do aterro da Brimade



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011, 17-03-2012 e 01-06-2012)

Fotos das células I e II do aterro da Brimade no vale da Ribeira de Santa Luzia onde se pode observar a central de betão e os tanques de lamas desta empresa. É também possível observar nestas fotos o processo de secagem e armazenamento das lamas resultantes da fragmentação e lavagem dos inertes

• (CÉLULAS III E IV)

| Designação | | Aterro da Brimade (células III e IV) |
|----------------------------|-----|---------------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:40 |
| | Lat | 32:41:00 |
| Nº de células | | 2 |
| Dimensão (m2) | | 8 297,5 |
| Cota máxima (m) | | 500 |
| Cota mínima (m) | | 460 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Fragmentos rochosos e lamas |
| Estado atual | | Ativo |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos e piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Ainda em exploração |
| Observações | | Pedreira e aterro da Brimade |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo das células III e IV do aterro da Brimade



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011 e 01-06-2012)

Fotos das células III e IV do aterro da Brimade no vale da Ribeira de Santa Luzia onde se pode observar os depósitos de materiais inertes e de lamas desta empresa. É na célula IV onde estão localizados os tanques onde se procede à decantação e floculação das águas provenientes da lavagem dos inertes de onde resultam as lamas que são depois transferidas para os tanques a céu aberto onde ficam a evaporar a água, sendo depois armazenadas ao longo das margens da ribeira de Santa Luzia.

• (CÉLULA V)

| Designação | | Aterro da Brimade (célula V) |
|----------------------------|-----|--------------------------------------------|
| Localidade | | Fundoa |
| Freguesia | | Monte |
| Coordenadas | Lon | -16:54:49 |
| | Lat | 32:41:12 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 124 946,1 |
| Cota máxima (m) | | 750 |
| Cota mínima (m) | | 490 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Fragmentos rochosos ("ganga" da pedreira) |
| Estado atual | | Ativo |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública/Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - derrames lávicos e piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Blocos de pedra seca |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Parcialmente |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Ainda em exploração |
| Observações | | Pedreira e aterro da Brimade |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo da célula V do aterro da Brimade



Fotos: Duarte Araújo (26-03-2011 e 01-06-2012)

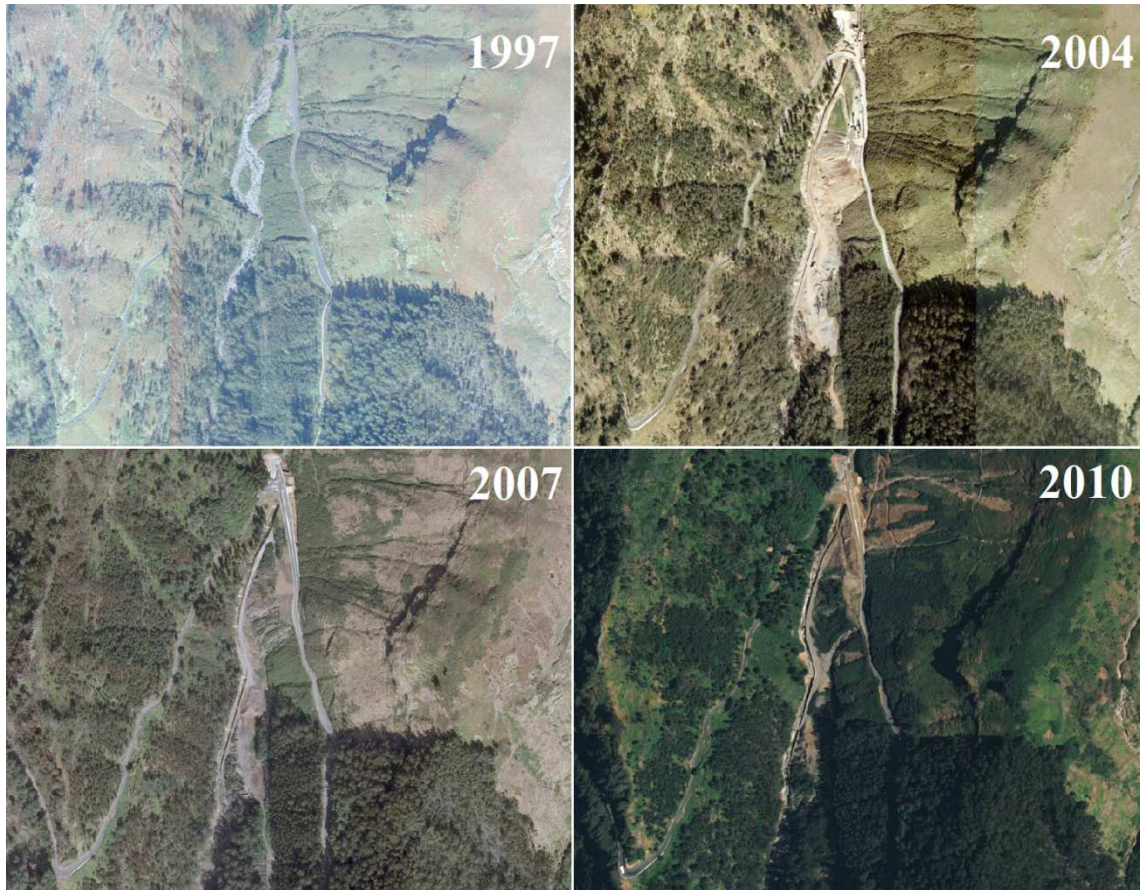
Fotos da célula V do aterro da Brimade onde é possível observar a ocupação do vale da Ribeira de Santa Luzia pelos depósitos e pela atividade extrativa e transformadora de agregados para a construção civil. É nesta célula onde estão localizadas a frente de desmonte da pedreira, a zona de pré-stock e a central de britagem desta empresa, assim como zonas de depósito.

17 - ATERRO DA RIBEIRA DA LAPA

| Designação | | Aterro da Ribeira da Lapa |
|----------------------------|-----|------------------------------------|
| Localidade | | Volta da Malhada (Eira do Serrado) |
| Freguesia | | Santo António |
| Coordenadas | Lon | -16:57:00 |
| | Lat | 32:41:52 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 27 157,5 |
| Cota máxima (m) | | 940 |
| Cota mínima (m) | | 850 |
| Posição topográfica | | Na margem de uma ribeira |
| Tipo materiais depositados | | Terra e fragmentos rochosos |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública |
| Uso atual | | Abandono |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | 2002 |
| Data fim funcionamento | | Setembro 2012 |
| Observações | | Resultante de obras públicas |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Ribeira da Lapa



Fonte: SRA

Aterro da Ribeira da Lapa e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Diário de Notícias - Teresa Gonçalves (08-05-2012) e Duarte Araújo (12-05 e 20-10-2012)

Fotos do aterro da Ribeira da Lapa onde é possível observar a descarga de terra e fragmentos rochosos provenientes da obra de abertura da estrada que liga esta zona ao Pico do Areiro

18 - ATERRO DA ESTRELA

| Designação | | Aterro da Estrela |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Estrela |
| Freguesia | | Santo António |
| Coordenadas | Lon | -16:57:05 |
| | Lat | 32:41:11 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 18 028,9 |
| Cota máxima (m) | | 840 |
| Cota mínima (m) | | 790 |
| Posição topográfica | | Numa vertente e junto a linha de água |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Não oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Abandono |
| Substrato rochoso | | Não visível |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Não |
| Tipo contenção | | Inexistente |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Espontânea |
| Espécie | | Eucaliptos e Acácias |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | 2007 |
| Observações | | Já funcionou como estaleiro de obras |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro da Estrela



Fonte: SRA

Aterro da Estrela e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (12-05 e 20-10-2012)

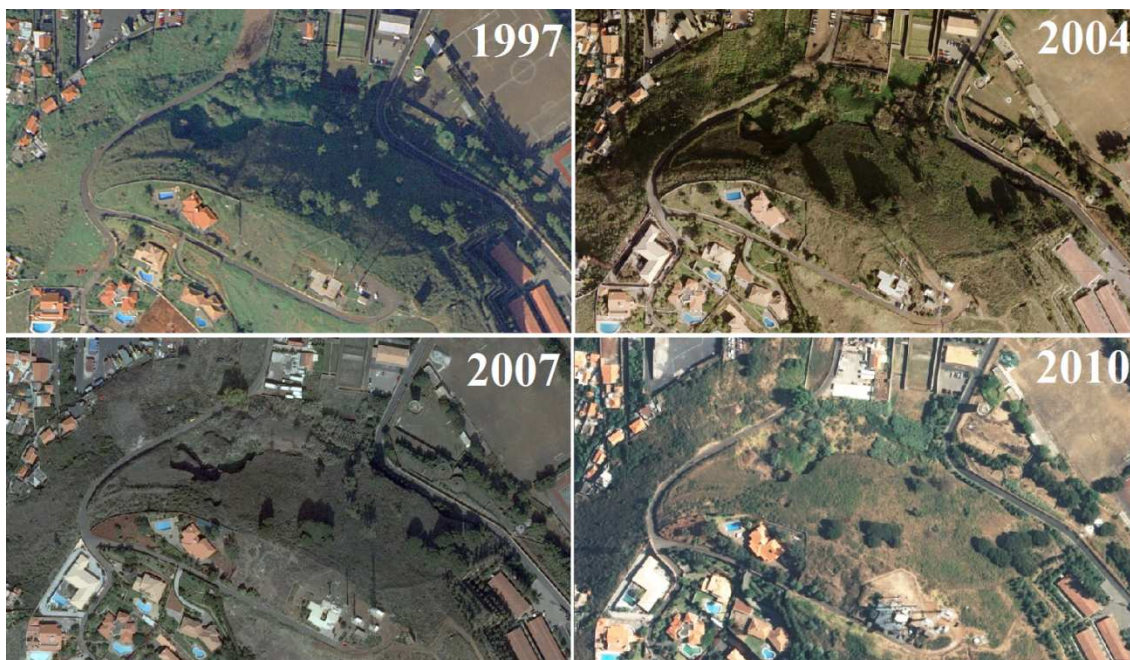
Fotos do aterro da Estrela onde é possível observar a canalização de uma linha de água a montante deste, sem que se tenha percebido nos trabalhos de campo se essa canalização tem continuidade para o outro lado da estrada, onde se encontra o aterro. No sector nascente é possível observar numa pequena secção da estrada sinais de instabilidade

19 - ATERRO DO PICO DA CRUZ

| Designação | | Aterro do Pico da Cruz |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Pico da Cruz |
| Freguesia | | São Martinho |
| Coordenadas | Lon | -16:56:08 |
| | Lat | 32:38:24 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 6 758,6 |
| Cota máxima (m) | | 230 |
| Cota mínima (m) | | 200 |
| Posição topográfica | | Numa vertente |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública |
| Uso atual | | Abandono |
| Substrato rochoso | | Visível - materiais piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Não |
| Confinado | | Sim |
| Tipo contenção | | Cavidade |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Junto a base militar |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro do Pico da Cruz



Fonte: SRA

Aterro do Pico da Cruz e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Foto: Duarte Araújo (11-02-2012)

Fotos do aterro do Pico da Cruz onde pode-se observar a cavidade originada pela extração de materiais piroclásticos (areão) neste antigo aparelho vulcânico do tipo estromboliano e que posteriormente foi alvo de enchimento com materiais provenientes de escavações e de obras de construção civil

20 - ATERRO DO PICO DE S. MARTINHO

| Designação | | Aterro do Pico de São Martinho |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Pico de São Martinho |
| Freguesia | | São Martinho |
| Coordenadas | Lon | -16:56:25 |
| | Lat | 32:38:40 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 12 056,5 |
| Cota máxima (m) | | 250 |
| Cota mínima (m) | | 210 |
| Posição topográfica | | Numa vertente |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública |
| Uso atual | | Abandono |
| Substrato rochoso | | Visível - materiais piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Não |
| Confinado | | Sim |
| Tipo contenção | | Cavidade |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Não |
| Tipo edificado | | Inexistente |
| Cobertura vegetal | | Rara |
| Espécie | | Espontânea |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Junto à Igreja de São Martinho |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro do Pico de São Martinho



Fonte: SRA

Aterro do Pico de São Martinho nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (11-02-2012)

Fotos do aterro do Pico de São Marinho onde pode-se observar a variedade dos materiais aí despejados

21 - ATERRO DO PAPAGAIO VERDE

| Designação | | Aterro do Papagaio Verde |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|
| Localidade | | Papagaio Verde |
| Freguesia | | São Martinho |
| Coordenadas | Lon | -16:57:06 |
| | Lat | 32:38:38 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 10 704,8 |
| Cota máxima (m) | | 200 |
| Cota mínima (m) | | 180 |
| Posição topográfica | | No topo de um antigo cone vulcânico |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Privada |
| Uso atual | | Industrial |
| Substrato rochoso | | Visível - materiais piroclásticos |
| Avaliação estabilidade | | Indefinido |
| Alteração topográfica | | Não |
| Confinado | | Sim |
| Tipo contenção | | Cavidade |
| Presença linhas d'água | | Não |
| Drenagem | | Não |
| Tipo drenagem | | Inexistente |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Industrial |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 80 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Observações | | Prevista construção courts ténis |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro do Papagaio Verde



Fonte: SRA

Aterro do Papagaio Verde e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Fotos: Duarte Araújo (08-04-2013)

Fotos do aterro do Papagaio Verde onde pode-se observar parte a área ocupada por este antigo depósito de materiais de escavação e de construção no sector para onde estão previstos serem edificados os courts de ténis do Clube de Ténis do Funchal, obra esta que já arrancou no terreno e que se encontra parada há cerca de dez anos. Este foi um aterro que resultou do enchimento das cavidades originadas pela extração de materiais piroclásticos (areão) neste antigo aparelho vulcânico como se pode observar nas fotos.

22 - ATERRO JUNTO À FOZ DA RIBEIRA DOS SOCORRIDOS

| Designação | | Aterro Junto à foz da Rib. Socorridos |
|----------------------------|-----|----------------------------------------------|
| Localidade | | Vitória |
| Freguesia | | Câmara de Lobos |
| Coordenadas | Lon | -16:58:03 |
| | Lat | 32:38:28 |
| Nº de células | | 1 |
| Dimensão (m2) | | 13 319,5 |
| Cota máxima (m) | | 20 |
| Cota mínima (m) | | 0 |
| Posição topográfica | | Junto à orla costeira |
| Tipo materiais depositados | | Mistos (de construção e de escavação) |
| Estado atual | | Desativado |
| Tipo funcionamento | | Oficial |
| Tipo propriedade | | Pública |
| Uso atual | | Varadouro e zona de lazer |
| Substrato rochoso | | Visível - escoada lávica |
| Avaliação estabilidade | | Instável |
| Alteração topográfica | | Sim |
| Confinado | | Parcialmente |
| Tipo contenção | | Muralhas e blocos de betão |
| Presença linhas d'água | | Sim |
| Drenagem | | Parcialmente |
| Tipo drenagem | | Valetas em betão |
| Edificado | | Sim |
| Tipo edificado | | Misto |
| Cobertura vegetal | | Não |
| Espécie | | Inexistente |
| Data início funcionamento | | Década de 90 do Sec. XX |
| Data fim funcionamento | | 2006 |
| Observações | | Varadouro e promenade de Câmara de Lobos |

Fonte: Duarte Araújo (2012)

Tabela resumo do aterro junto à foz da Ribeira dos Socorridos



Fonte: SRA

Aterro junto à Foz da Ribeira dos Socorridos e área envolvente nos Ortofotomapas de 1997, 2004, 2007 e 2010



Foto: Diário de Notícias - Teresa Gonçalves (15-01-2013)

Foto aérea do aterro situado na foz da Ribeira dos Socorridos (fronteira administrativa entre os concelhos do Funchal e de Câmara de Lobos) onde se pode observar em primeiro plano a Promenade e Complexo Balnear das Salinas e o Porto de Pesca de Câmara de Lobos. Em segundo plano o Parque Empresarial da Zona Oeste (PEZO) onde estão sediados importantes equipamentos públicos (Estação Termoeletrica da Vitória, instalações da Empresa de Eletricidade da Madeira e silos da empresa Cimentos Madeira) na margem esquerda da ribeira, concelho do Funchal