

CARTAS DE ZONAS INUNDÁVEIS E CARTAS DE RISCOS DE INUNDAÇÕES 2022

VOLUME I – MEMÓRIA DESCRITIVA

JULHO 2022



Secretaria Regional
**de Ambiente, Recursos Naturais
e Alterações Climáticas**

Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas

SOCARTO
MAPPING SINCE 1977

Cofinanciado por:



REGIÃO AUTÓNOMA
DA MADEIRA



UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão

FICHA TÉCNICA

Título: Cartas de Zonas Inundáveis de Riscos de Inundações da RH10 – Região Autónoma da Madeira

Promotor: Secretaria Regional de Ambiente, Recursos Naturais e Alterações Climáticas | Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas

Autor: SOCARTO

Data de edição: julho de 2022

Índice

1.	INTRODUÇÃO.....	5
1.1.	Enquadramento e Objetivos.....	5
1.2.	Moldura Legal e Institucional	6
1.3.	Recomendações da Comissão Europeia para o 2.º Ciclo de Planeamento da DAGRI 7	
2.	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA	9
2.1.	Enquadramento da RH10.....	9
2.2.	Caracterização geográfica.....	10
2.3.	Massas de água	11
2.4.	Caracterização da precipitação.....	13
2.5.	Escoamento.....	13
2.6.	ARPSI	13
3.	INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA DE BASE.....	15
3.1.	Informação de Base de Suporte à Modelação Hidráulica.....	15
3.2.	Informação de Base para Elaboração da Cartografia de Risco	17
4.	MODELAÇÃO HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DAS ARPSI DE ORIGEM FLUVIAL E PLUVIAL	19
4.1.	Modelação Hidrológica e Caudais de Ponta de Cheia	19
4.1.1.	Precipitações máximas anuais na Ilha da Madeira. Hietogramas de projeto	19
4.1.2.	Precipitações máximas anuais na Ilha de Porto Santo. Hietogramas de projeto	38
4.1.3.	Modelo de precipitação-escoamento.....	44
4.1.4.	Caudais de ponta.....	45
4.2.	Modelação Hidráulica.....	46
4.2.1.	Considerações Gerais	46
4.2.2.	Informação de base dos modelos.....	47
4.3.	Cenários de Transporte Sólido.....	49
4.4.	Cenários de Alterações Climáticas	50

5.	MODELAÇÃO DAS ARPSI DE ORIGEM COSTEIRA.....	52
5.1.	Modelação.....	52
6.	CARTOGRAFIA DE RISCO – METODOLOGIA	55
6.1.	Elementos Expostos – metodologia	56
7.	REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DAS ARPSI	58
7.1.	Cartografia das áreas inundáveis	58
7.2.	Elementos expostos identificados nas ARPSI	59
7.2.1.	Impacto na Saúde Humana.....	59
7.2.2.	Impacto no Ambiente.....	64
7.2.3.	Impacto no Património.....	67
7.2.4.	Atividades Económicas Potencialmente Afetadas	69
7.2.5.	Massas de Água Potencialmente Afetadas	71
8.	APRESENTAÇÃO DO PORTAL	72
8.1.	Temas e Simbologia.....	73
9.	NOTA FINAL	76
10.	BIBLIOGRAFIA	77
	ANEXO I	79
	ANEXO II	83
	ANEXO III	85
	ANEXO IV	87
	ANEXO V	89
	ANEXO VI	90
	ANEXO VII	91

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e Objetivos

Para efeitos da Diretiva da Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações (DAGRI), diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007, as inundações são definidas como coberturas temporárias por água de uma terra normalmente não coberta por água. Inclui as cheias ocasionadas pelos rios, pelas torrentes de montanha e pelos cursos de água efémeros mediterrânicos, e as inundações ocasionadas pelo mar nas zonas costeiras, e pode excluir as inundações com origem em redes de esgoto.

Esta diretiva tem por objetivo estabelecer um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, a fim de reduzir as consequências associadas às inundações na Comunidade prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas.

O processo de revisão do PGRI da Região Autónoma da Madeira (RAM) de 1.º ciclo (aprovado em 2017), integra os trabalhos de revisão e atualização das cartas de zonas inundáveis e cartas de riscos de inundações. A elaboração de cartas de zonas inundáveis e cartas de riscos de inundações, constitui o suporte para os Planos de Gestão dos Riscos de Inundação (PGRI), designadamente no estabelecimento de objetivos adequados para a gestão dos riscos de inundações, concentrando esforços na redução das potenciais consequências prejudiciais das inundações para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas.

Este relatório (Volume I) descreve a metodologia e os resultados dos trabalhos de modelação hidrológica e hidráulica desenvolvidos para a delimitação das áreas inundáveis e das consequências das inundações para a população, o ambiente, as atividades económicas e o património, para a Região Autónoma da Madeira – RH10. Os mapas elaborados surgem no seguimento da identificação das áreas que foram consideradas de risco potencial significativo de inundações (Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação – ARPSI). A identificação das ARPSI encontra-se descrita no relatório disponível no portal European Environment Information and Observation Network (Eionet) no seguinte endereço: https://cdr.eionet.europa.eu/pt/eu/floods2019/pfra_2019/documents/ptrh10/envxlahdq/.

A proposta de cartografia elaborada está em consulta pública, no sítio de internet da Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas, em www.madeira.gov.pt/draac/ e na plataforma de partilha pública “Participa”, em <http://participa.pt/>.

Complementarmente, será realizada uma sessão durante o período de participação pública, nas quais estarão presentes os principais stakeholders da Região Hidrográfica da RAM.

1.2. Moldura Legal e Institucional

No processo de elaboração das cartas de zonas inundáveis e cartas de riscos de inundações do 2.º ciclo do PGRI RAM, consideram-se fundamentais as seguintes referências legislativas:

- Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, Diretiva Quadro da Água (DQA), que estabelece o quadro comunitário de atuação no âmbito das políticas da água;
- Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007, diretiva da Avaliação e gestão dos Riscos de Inundações (DAGRI);
- Decreto Legislativo Regional n.º 33/2008/M, adapta à Região Autónoma da Madeira a Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, bem como o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa o regime jurídico consagrado na Lei da Água;
- Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro de 2010, que transpõe a DAGRI e cria a Comissão Nacional de Gestão dos Riscos de Inundações (CNGRI);
- Decreto Legislativo Regional 20/95/M, adapta à Região Autónoma da Madeira o Decreto Lei 309/93 de 2 de setembro (regulamenta a elaboração e a aprovação dos planos de ordenamento da orla costeira (POOC)), alterado pelo Decreto Lei 218/94 de 20 de agosto;
- Decreto Legislativo Regional n.º 18/2011/M, estabelece um regime transitório para a aplicação à Região Autónoma da Madeira do regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional e da Reserva Agrícola Nacional, e revoga a alínea a) do n.º 1 e as alíneas a), b) e c) do n.º 2 do artigo 110.º do Decreto Legislativo Regional n.º 43/2008/M, de 23 de dezembro;
- Decreto Legislativo Regional n.º 18/2017/M, desenvolve as bases da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo na Região Autónoma da Madeira, contidas na Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, e define o respetivo sistema regional de gestão territorial;

O artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, determina a criação da Comissão Nacional da Gestão dos Riscos de Inundações (CNGRI) e define legalmente as suas competências. Esta está destinada a acompanhar a implementação da DAGRI e que funcionará “junto da Autoridade Nacional da Água”.

A CNGRI integra, atualmente, as seguintes entidades, com funções específicas:

- APA, enquanto Autoridade Nacional da Água, é a instituição que preside às reuniões, integrando
- também representantes dos seus departamentos regionais, ARH;
- Um representante da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC);
- Um representante da Direção-Geral do Território (DGT);

- Um representante da entidade com atribuições no planeamento e gestão da água na Região Autónoma dos Açores;
- Um representante da entidade com atribuições no planeamento e gestão da água na **Região Autónoma da Madeira**;
- Um representante da Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP).

A CNGRI tem vindo a acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos de preparação e revisão dos PGRI de 2.º ciclo, nomeadamente na definição da metodologia adotada para a elaboração das cartas de zonas inundáveis e de riscos de inundações e consequente melhoria qualitativa dos resultados que se integram nesta versão da cartografia das zonas inundáveis e de riscos de inundações da Região Autónoma da Madeira.

1.3. Recomendações da Comissão Europeia para o 2.º Ciclo de Planeamento da DAGRI

O 1.º ciclo de planeamento da DAGRI revelou dificuldades técnicas e muitas dificuldades metodológicas foram colocadas. Devido às especificidades geográficas e ao histórico de eventos danosos na Região Autónoma da Madeira as dificuldades técnicas e metodológicas assumiram uma importância redobrada.

Tendo em consideração os relatórios das cartas de zonas inundáveis e cartas de riscos de inundações das RH de Portugal Continental, editados pela Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (disponíveis em: <https://apambiente.pt/agua/2o-ciclo-de-planeamento-2022-2027>), importa listar as questões com particular relevância a considerar no desenvolvimento deste 2.º ciclo:

- As inundações de origem pluvial, subterrânea ou costeira, devem ser consideradas nos procedimentos de APRI, sempre que for relevante;
- É importante assegurar que todos os procedimentos de implementação dos procedimentos previstos na DAGRI, na APRI, na cartografia e no PGRI, se refiram entre si e que sejam continuamente disponibilizados, de forma acessível, a todo o público;
- A definição de medidas de redução de risco deve privilegiar medidas de planeamento de uso do solo e/ou de medidas de renaturalização (medidas verdes);
- As medidas definidas nos PGRI para cada uma das ARPSI devem ter ordem de prioridades assente numa avaliação da relação custo-benefício das mesmas;
- As alterações climáticas devem assumir maior relevância na avaliação de riscos de inundações;
- Devem ser considerados mecanismos adicionais que assegurem o envolvimento ativo das partes interessadas (stakeholders), como por exemplo o recurso a painéis ou grupos de aconselhamento (advisory boards);

-
- Continuar a desenvolver estratégias comuns, nas bacias internacionais, tomando em linha de conta, os efeitos a montante e a jusante das medidas de redução dos riscos de inundações não localizados nas proximidades de fronteiras nacionais, e alargar a prática de consultas públicas comuns ao nível dos países envolvidos;
 - Os períodos de consulta pública devem ser alargados e simultâneos para todas as unidades de gestão territorial consideradas no desenvolvimento dos PGRI.

Para Portugal as recomendações salientam ainda a necessidade de no 2.º ciclo atender ao seguinte:

- Estabelecer, tanto quanto possível, objetivos mensuráveis para os PGRI, e associar as medidas aos objetivos;
- Assegurar referências cruzadas entre os PGRI, as ARPSI (áreas com um risco potencial significativo de inundações) e as CZICRI (cartas de zonas inundáveis e cartas de risco de inundações), conforme adequado, e que estes estejam constantemente disponíveis a todos os interessados e ao público num formato acessível, incluindo o formato digital;
- Identificar de forma mais concreta as fontes de financiamento para as medidas. Escolher e priorizar as medidas tendo em conta os custos e os benefícios, quando pertinente.

Tendo em consideração o contexto regional e a fase de modelação e cartografia, foram implementadas um conjunto de melhorias significativas ao nível dos dados cartográficos de base e das metodologias de modelação que permitiram obter melhorias significativas na identificação e análise de zonas de risco. Neste ciclo, foram ainda analisadas as consequências das alterações climáticas na modelação das inundações na região, com particular enfoque na análise de tendências das precipitações intensas.

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

2.1. Enquadramento da RH10

A Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira tem uma área total de 801 km², integra as bacias hidrográficas da ilha da Madeira, Ilha de Porto Santo, Ilhas Selvagens e Ilhas Desertas. A Figura 1 apresenta a delimitação geográfica da RH10 (Ilha da Madeira, Ilha do Porto Santo, Ilhas Selvagens e Ilhas Desertas).

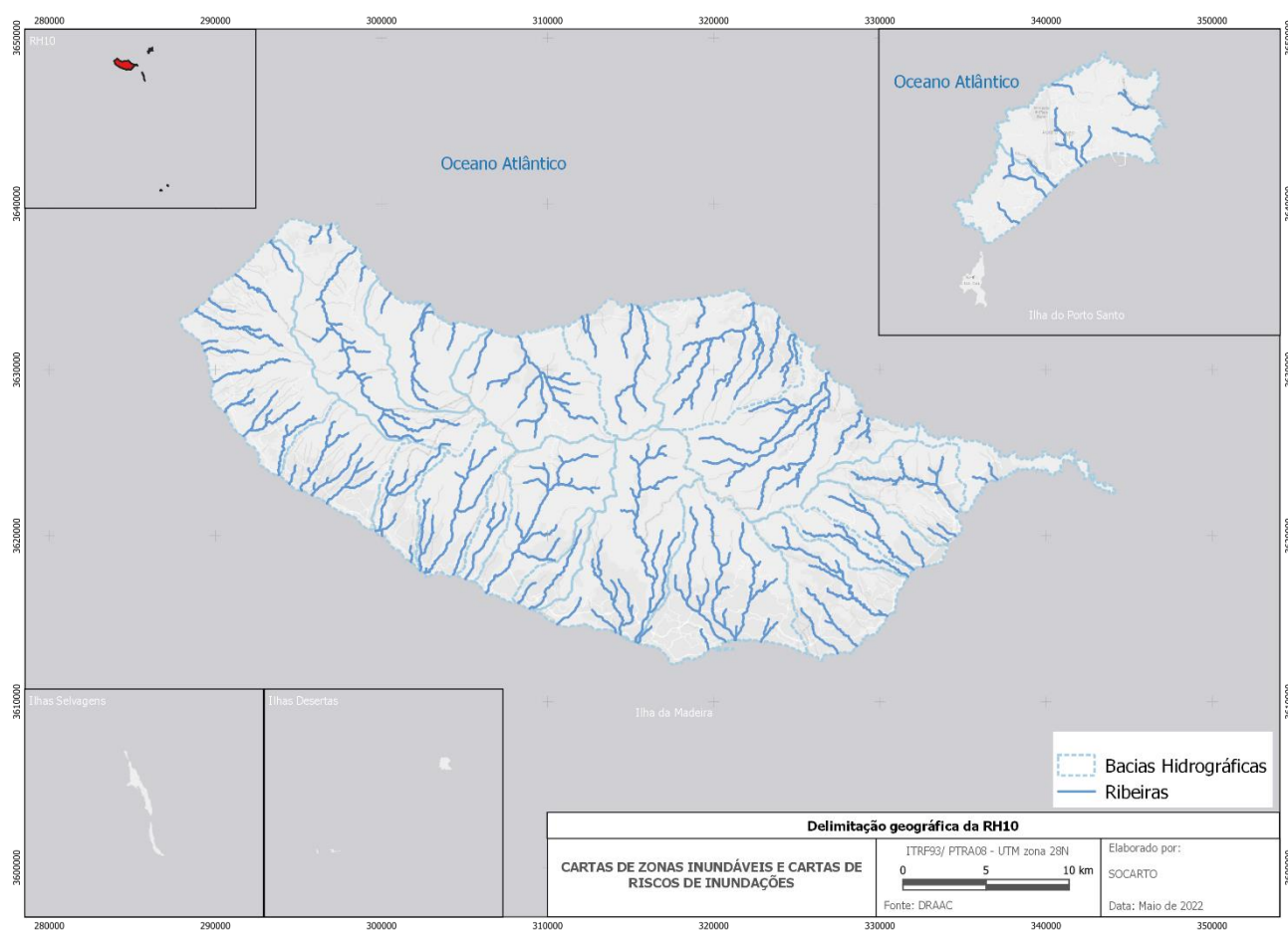


Figura 1 - Delimitação geográfica da RH10

A RH10 engloba 11 concelhos, designadamente: Calheta, Câmara de Lobos, Funchal, Machico, Ponta do Sol, Porto Moniz, Porto Santo, Ribeira Brava, Santa Cruz, Santana e São Vicente.

De acordo com o PRAM (2002), a rede hidrográfica da Ilha da Madeira “encontra-se fortemente encaixada, apresentando trechos retilíneos em extensões significativas. A orientação geral dos cursos de água principais é radial e mantém o alinhamento retilíneo praticamente desde a nascente até à foz, no mar”. Os principais cursos de água da Ilha do Porto Santo têm uma extensão morfológica mais modesta (que os da Ilha da Madeira), “observando-se, mesmo assim, declives longitudinais elevados, contribuindo para a elevada capacidade de transporte” (PRAM, 2002). Os cursos de água das Ilhas da

Madeira e do Porto Santo são de carácter torrencial, refletindo o relevo das ilhas e o regime de precipitação. As ribeiras da Ilha da Madeira apresentam características típicas de rios de montanha, correndo em vales geralmente profundos e estreitos (PGRIRAM,2017). Na Ilha do Porto Santo, só há escoamentos em pequenos ribeiros de carácter torrencial após as chuvadas que ocorrem no Inverno (SRA/INAG, 2003).

De um modo geral, os cursos de água apresentam comprimentos reduzidos e correm perpendicularmente à costa (PGRIRAM,2017). O comprimento dos cursos de água principais, das bacias hidrográficas, identificadas como zonas críticas, permite identificar a Ribeira do Faial e a Ribeira da Janela como as que têm a maior extensão. No extremo oposto e com uma extensão inferior a 10 km encontram-se a Ribeira da Laje, Ribeiro da Nora, Ribeira do Ribeiro Seco, Ribeira dos Moinhos, Ribeira da Abegoaria, Ribeira do Junçal, Ribeira da Maiata e o Ribeiro do Lazareto (PGRIRAM,2017).

2.2. Caracterização geográfica

A orografia da Ilha da Madeira é caracterizada por montanhas, serras e planaltos com altitudes elevadas situados na área central e oriental, nas quais se incluem os Picos Ruivo (1861 m) e do Areeiro (1810 m). A oeste dominam os planaltos com altitudes médias de 1400 m, onde se sobressai o planalto do Paul da Serra com 1620 metros. Em relação à Ilha do Porto Santo, verificam-se dois picos que se evidenciam face à área central da ilha, onde a altitude não ultrapassa os 100 m: o Pico do Funcho, com cerca de 516 m, situado no sector Oeste da ilha; e o Pico Ana Ferreira com 283 m, a Este (PREPCRAM, 2015).

Existe uma interação estreita entre a constituição geológica de uma bacia hidrográfica e o tipo de solos dela resultante com a distribuição e o movimento da água nessa mesma bacia (Lencastre e Franco, 2010). No caso da ilha da Madeira, afloram rochas de dois tipos principais, as primeiras diretamente associadas ao vulcanismo que originou a própria ilha, e as sedimentares, maioritariamente associadas à erosão das anteriores. Na ilha do Porto Santo afloram, igualmente, dois tipos litológicos principais – as rochas ígneas, sobretudo basaltos, diretamente associadas ao vulcanismo originário da própria ilha e as rochas sedimentares, distinguindo-se algumas diferenças significativas nas litologias das duas ilhas (Ribeiro e Ramalho, 2007). A maioria das bacias hidrográficas da ilha da Madeira apresenta uma elevada área de Andosols, designadamente a Ribeira da Madalena do Mar, Ribeira do Vigário, Ribeira de João Gomes, Ribeiro da Nora, Ribeiro do Lazareto, Ribeira da Abegoaria, Ribeira do Porto Novo, Ribeira da Boaventura, Ribeira de Santa Cruz, Ribeira de Machico, Ribeira da Maiata e Ribeira do Junçal. Com uma elevada expressão de terreno acidentado dístrico apresentam-se as bacias hidrográficas da Ribeira da Calheta, Ribeira da Ponta do Sol, Ribeira da Tabua, Ribeira Brava, Ribeira dos Socorridos, Ribeira de São Jorge, Ribeira do Porco, Ribeira dos Moinhos, Ribeira de São Vicente, Ribeira da Laje e Ribeira da Janela, enquanto as bacias hidrográficas da Ribeira do Ribeiro Seco e do Ribeiro da Nora caracterizam-se pela elevada expressão de Cambisols (PGRIRAM, 2017). As Ribeira de S. João, Ribeira de Santa Luzia e Ribeira do Faial apresentam como principal característica a dispersão de solos nos tipos Andosols, Cambisols, Terreno acidentado e Terreno rochoso (PGRIRAM, 2017). No caso das bacias hidrográficas da Ribeira do Tanque e da Ribeira do Cochino, na ilha do Porto Santo, caracteriza-se

pela representatividade do tipo de solos nas classes Arenosols, Calcisols, Vertisols e em área social, ou seja, solos impermeabilizados (PGRIRAM, 2017).

2.3. Massas de água

A delimitação das massas de água é um dos pré-requisitos para aplicação dos mecanismos da DQA, tendo sido efetuada no âmbito do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10), publicado em 2017.

Na RH10 foram identificadas 106 massas de água naturais, das quais 102 são massas de água superficiais (94 de rios e 8 costeiras) e 4 são massas de água subterrânea. Foram ainda identificadas 43 massas de água artificiais.

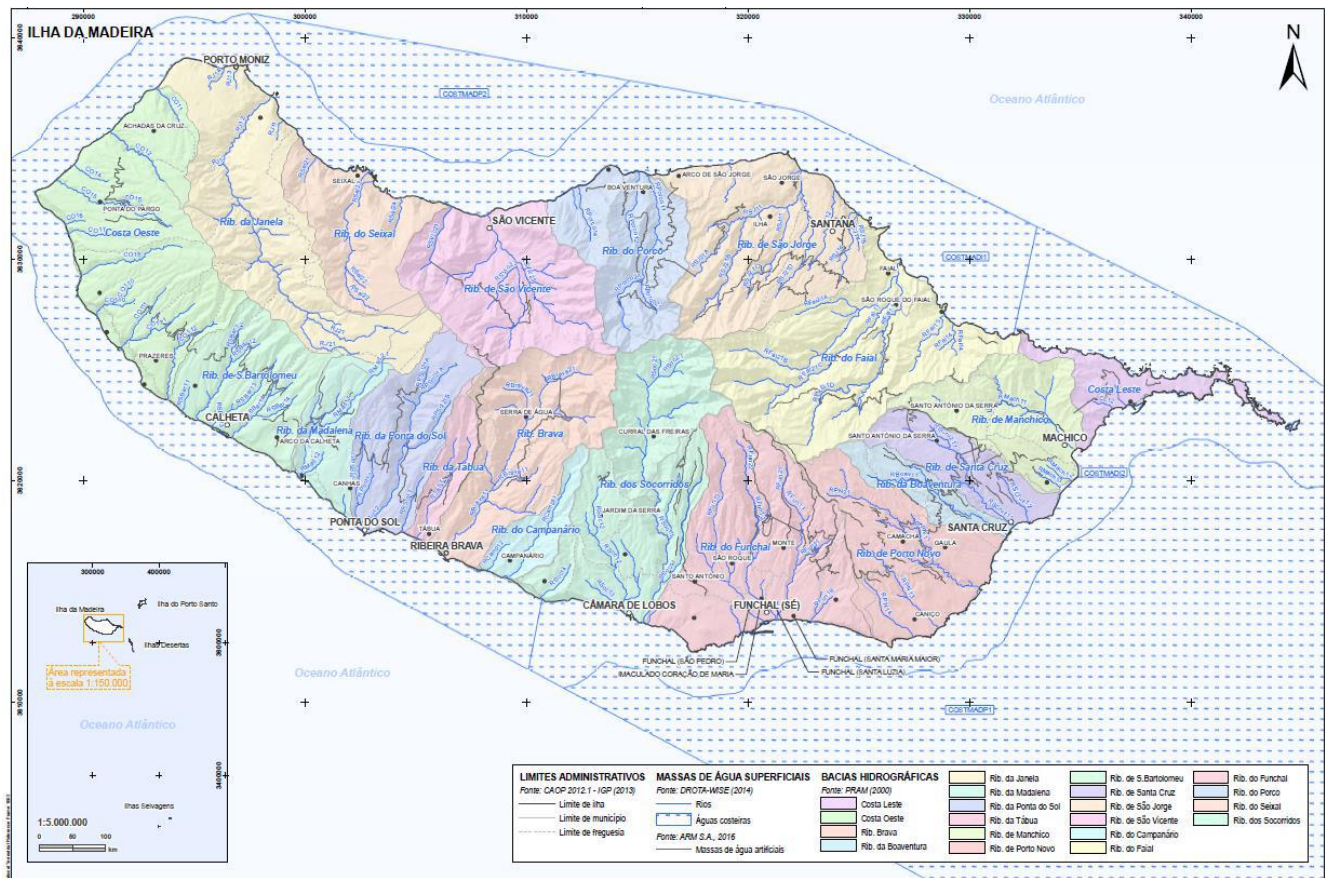


Figura 2 - Delimitação das massas de água superficiais na Ilha da Madeira (Fonte: PGRH RAM, 2017)

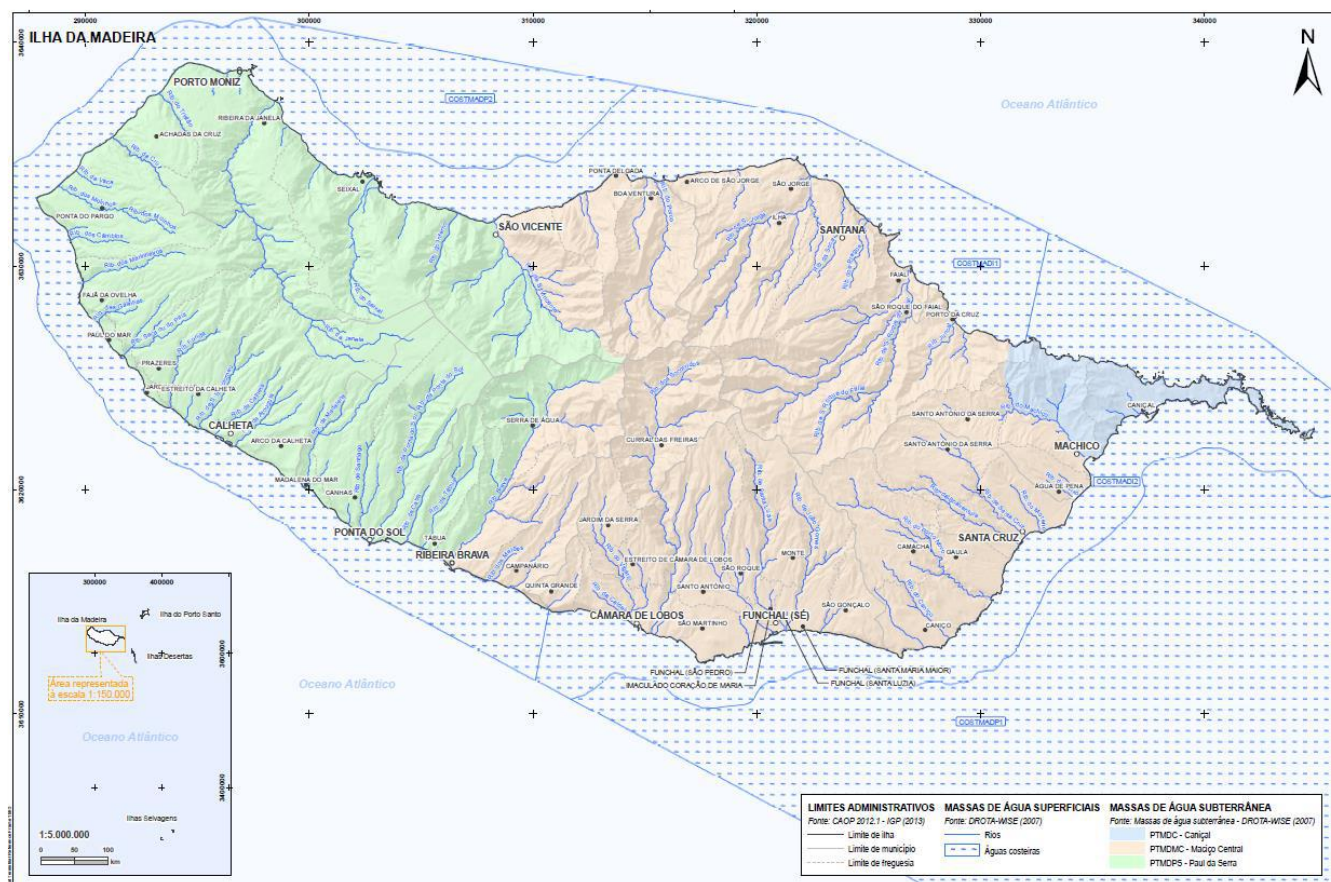


Figura 3 - Delimitação das massas de água subterrâneas na Ilha da Madeira (Fonte: PGRH RAM, 2017)

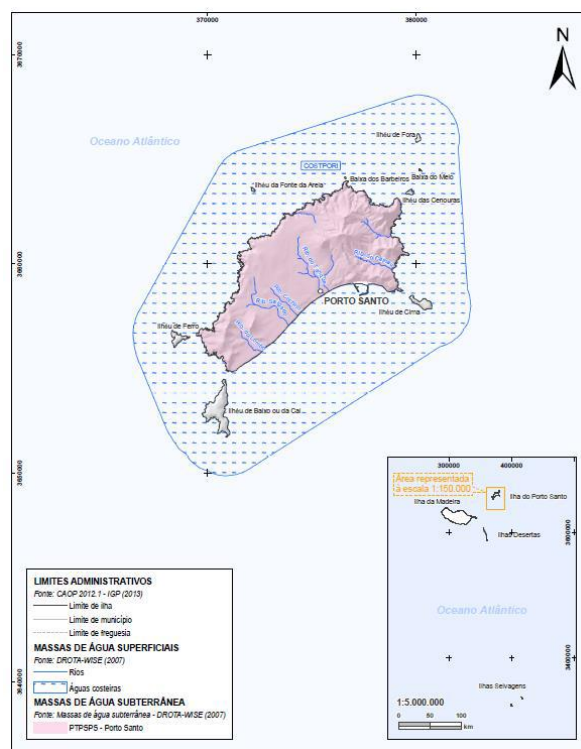
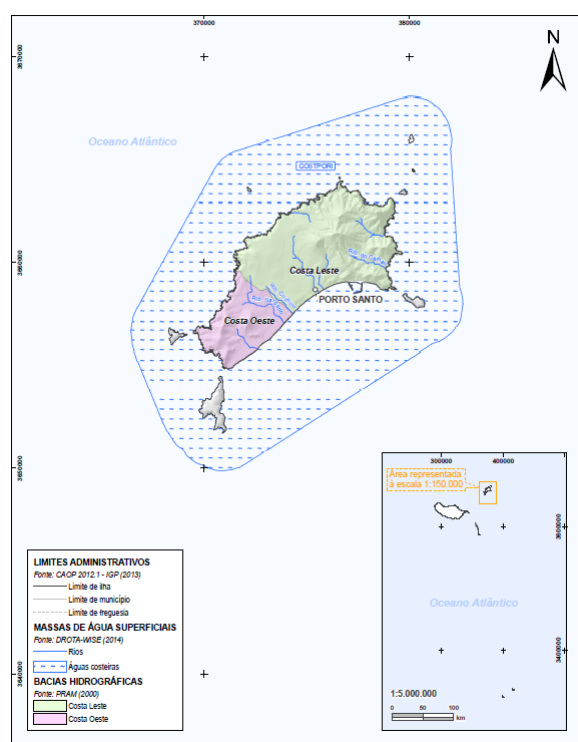


Figura 4 - Delimitação das massas de água superficiais e subterrâneas na Ilha do Porto Santo (Fonte: PGRH RAM, 2017)

2.4. Caracterização da precipitação

O regime de precipitação da Ilha da Madeira é moderadamente chuvoso (precipitação anual média entre 500 mm e 1 000 mm) na maior parte da área da vertente sul próxima do mar e excessivamente chuvoso (precipitação anual média superior a 1 000 mm) nas áreas mais elevadas (Sepúlveda, 2011). Os valores da precipitação anual média na Ilha da Madeira variam entre cerca de 600 mm na encosta Sul, 1000 mm na encosta Norte e 2850 mm a 3000 mm nas áreas de maiores altitudes situadas na zona central (Sepúlveda, 2011). De acordo com as normais climatológicas (1981-2010), no Funchal, a variação sazonal da precipitação é muito acentuada, ocorrendo maioritariamente no semestre húmido, registando-se os valores máximos da média da precipitação total (MRR) no mês de dezembro e os mínimos no mês de julho. O maior valor de precipitação de precipitação diária (RRX), registou-se em novembro de 2010 com 158.6mm, enquanto o menor valor foi registado em julho de 1982 com 7.4mm.

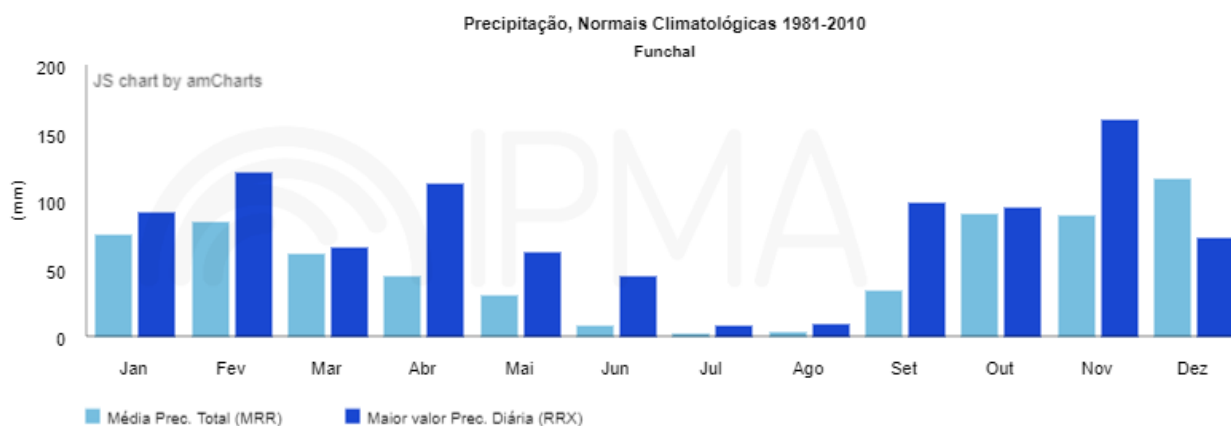


Figura 5 - Precipitação, Normais Climatológicas 1981-2010 (Fonte: IPMA)

A precipitação na Ilha do Porto Santo, à semelhança da ilha da Madeira concentra-se nos meses de outono a fevereiro, porém com valores de precipitação média anual mais reduzidos (precipitação anual média de 355mm) e pequena variabilidade espacial.

2.5. Escoamento

A vertente norte da ilha é sulcada por numerosa e pequenas ribeiras, as quais, mesmo no Verão, apresentam caudal, embora diminuto, contrariamente às ribeiras da encosta sul da ilha, que praticamente secam no período estival (PRAM, 2003).

Na Ilha do Porto Santo, só há escoamentos em pequenos ribeiros de carácter torrencial após as chuvadas que ocorrem no Inverno (PRAM, 2003).

2.6. ARPSI

Na RH10 foram identificadas vinte e nove ARPSI de origem fluvial e trinta e quatro de origem costeira. No Quadro 1 encontram-se listadas as diferentes ARPSI e na Figura 6, a sua localização.

Quadro 1 – Lista das ARPSI fluviais e costeiras (2.º ciclo) na RH10

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	1.º Ciclo	ARPSI COSTEIRA	N.º
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	Não	G4-Calheta G5-Jardim do Mar G6-Paúl do Mar	4
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário (6) Ribeira dos Socorridos	Sim	G32-Câmara de Lobos	3
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco (8) Ribeira de S. João (9) Ribeira de Santa Luzia (10) Ribeira de João Gomes (11) Ribeiro da Nora (12) Ribeiro do Lazareto	Sim	G26-Funchal G27-Funchal / Reids G28-Funchal / Lido G29-Funchal / Lido Promenade G30-Funchal / Ponta Gorda G31-Praia Formosa / Socorridos	12
MACHICO	(17) Ribeira de Machico (19) Ribeira do Junçal (18) Ribeira da Maiata	Sim	G12-Foz da Ribeira do Junçal G13-Porto da Cruz G14-Quinta do Lorde G15-Rochinha G16-Zona Franca G17-Ribeira do Natal G18-Machico	10
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar (2) Ribeira da Ponta do Sol	Sim	G1-Ponta do Sol G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo G3-Madalena do Mar	5
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje (26) Ribeira da Janela	Sim	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz G8-Ribeira da Janela G9-Praia da Laje	5
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua (4) Ribeira Brava	Sim	G33-Ribeira Brava	3
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria (14) Ribeira do Porto Novo (15) Ribeira da Boaventura (16) Ribeira de Santa Cruz	Sim	G19-Santa Catarina G20-Santa Cruz G21-Porto Novo G22-Reis Magos G23-Caniço / Rocamar G24-Caniço / Atlantis G25-Garajau	10
SANTANA	(20) Ribeira do Faial (21) Ribeira de São Jorge	Sim	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	3
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura) (23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura) (24) Ribeira de São Vicente	Sim	G10-Praia de São Vicente	4
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque (29) Ribeira do Cochino	Sim Não	G34-Porto Santo	3

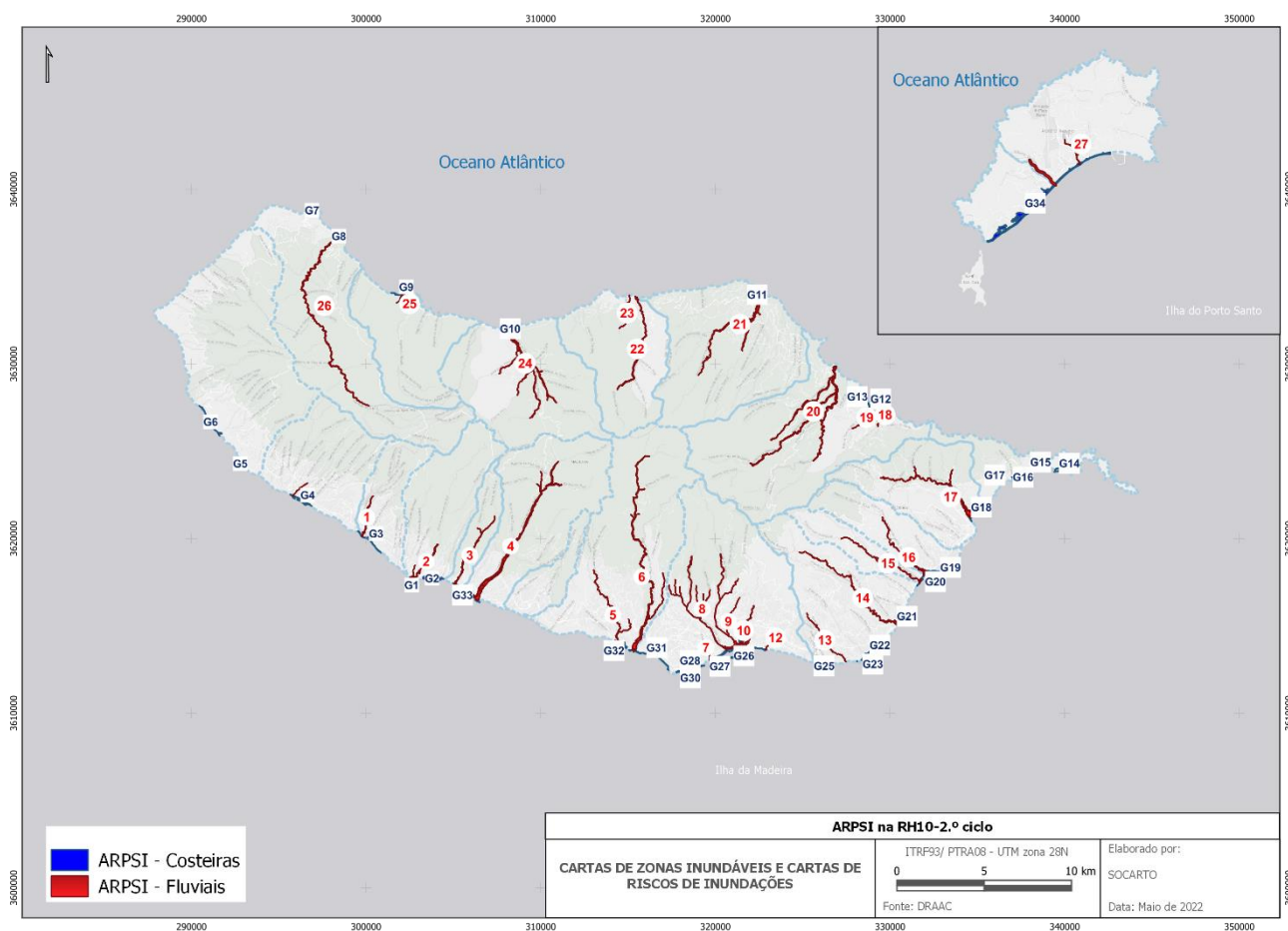


Figura 6 - Localização das ARPSI (2.º ciclo) na RH10

3. INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA DE BASE

3.1. Informação de Base de Suporte à Modelação Hidráulica

A existência de dados de elevação precisos e atuais são cruciais tanto para análise hidráulica de inundações, bem como para a produção das cartas de zonas inundáveis. A obtenção de dados altimétricos para a criação dos modelos digitais de terreno necessários com recurso a sistemas LiDAR tem várias vantagens sobre outras fontes. Os dados LiDAR podem ser adquiridos durante o dia ou à noite. Além disso, tem a capacidade de penetrar na superfície do solo em áreas vegetadas e urbanas de forma mais confiável do que outras abordagens. A capacidade dos sistemas LiDAR em fornecer resultados de alta resolução e precisão determinou que a sua utilização passa-se a ser comum em estudos desta natureza.

No contexto da avaliação e revisão do risco de inundação, o recurso à cobertura LiDAR possibilita a obtenção com maior rigor e detalhe, das áreas inundáveis e do risco nas ARPSI.

Para a aquisição de dados LiDAR foi utilizado o Drone Matrix 300 RTK, com o sistema lidar Phoenix SCOUT-16 (Figura 7), com a capacidade de recolher até 300 mil pontos por segundo. Para cada recolha de dados, foi instalada uma estação fixa (GNSS Stonex S900A), para obter dados em RINEX a serem utilizados no pós-processamento. O planeamento do voo da missão foi realizado através do software UgCS.



Figura 7 -Equipamento utilizado no levantamento LiDAR.

O processamento das nuvens de pontos foi organizado em cinco etapas (Figura 8).



Figura 8 - Etapas do processamento

A primeira etapa consiste no processamento das trajetórias. Para assegurar as precisões exigidas, o processamento das trajetórias integrou os dados Rinex adquiridos através da estação base. Para processar a trajetória foi utilizado o software LidarMill. A segunda etapa consiste no processamento das nuvens de pontos. Esta etapa combina diversas variáveis, entre elas a trajetória, os dados do IMU e os dados laser. Para o processamento das nuvens de pontos foi utilizado o software LidarMill. A terceira etapa consistiu na calibração da nuvem de pontos com os pontos de controle. Após o processamento das nuvens de pontos, foram adicionados os pontos de controle recolhidos em campo, para se ajustar o posicionamento das nuvens e diminuir o erro posicional. Na calibração das nuvens de pontos foi utilizado o software LidarMill. A quarta etapa consistiu na classificação da nuvem de pontos, ou seja, distinguir os elementos visíveis na nuvem. O software utilizado nesta operação foi o Lidar360. A última etapa consistiu na exportação da nuvem de pontos. Neste projeto as nuvens foram exportadas em LAS v1.2.

Nos troços terminais da Ribeira de Machico, Ribeira de Santa Cruz, Ribeira do Porto Novo e Ribeira da Boaventura verificou-se a necessidade de conjugar diferentes fontes de dados, com diferentes resoluções e precisão. A elaboração do MDT, nestas ribeiras, implicou conjugar informação altimétrica proveniente da recolha LiDAR, com informação altimétrica proveniente de restituição aerofotogramétrica. Desta conjugação foi possível construir um conjunto de malhas com uma resolução de 1m, compatíveis com a modelação hidráulica realizada nas restantes ribeiras.

Quadro 2 – Fontes de dados topográficos nas ARPSI fluviais (2.º ciclo) na RH10

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	FONTE
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	LiDAR (Set 2021)
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário (6) Ribeira dos Socorridos	LiDAR (Set 2021) LiDAR (Jun 2022)
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco (8) Ribeira de S. João (9) Ribeira de Santa Luzia (10) Ribeira de João Gomes (11) Ribeiro da Nora (12) Ribeiro do Lazareto	LiDAR (Set 2021)
MACHICO	(17) Ribeira de Machico (19) Ribeira do Junçal (18) Ribeira da Maiata	LiDAR (Set 2021)

PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar (2) Ribeira da Ponta do Sol	LiDAR (Set 2021)
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje (26) Ribeira da Janela	LiDAR (Set 2021) LiDAR (Jun 2022)
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua (4) Ribeira Brava	LiDAR (Set 2021)
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria (14) Ribeira do Porto Novo (15) Ribeira da Boaventura (16) Ribeira de Santa Cruz	LiDAR (Set 2021)
SANTANA	(20) Ribeira do Faial (21) Ribeira de São Jorge	LiDAR (Set 2021) LiDAR (Jun 2022)
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura) (23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura) (24) Ribeira de São Vicente	LiDAR (Set 2021)
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque (29) Ribeira do Cochino	LiDAR (Set 2021)

Quadro 3 – Fontes de dados topográficos nas ARPSI costeiras (2.º ciclo) na RH10

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	FONTE
CALHETA	G4-Calheta G5-Jardim do Mar G6-Paúl do Mar	LiDAR (Set 2021)
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	LiDAR (Set 2021)
FUNCHAL	G26-Funchal G27-Funchal / Reids G28-Funchal / Lido G29-Funchal / Lido Promenade G30-Funchal / Ponta Gorda G31-Praia Formosa / Socorridos	LiDAR (Set 2021)
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal G13-Porto da Cruz G14- Quinta do Lorde G15-Rochinha G16-Zona Franca G17- Ribeira do Natal G18-Machico	LiDAR (Set 2021)
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo G3- Madalena do Mar	LiDAR (Set 2021)
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz G8-Ribeira da Janela G9-Praia da Lage	LiDAR (Set 2021)
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava	LiDAR (Set 2021)
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina G20-Santa Cruz G21-Porto Novo G22-Reis Magos G23-Caniço / Rocamar G24-Caniço / Atlantis G25-Garajau	LiDAR (Set 2021)
SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	LiDAR (Set 2021)
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente	LiDAR (Set 2021)
PORTO SANTO	G34-Porto Santo	LiDAR (Set 2021)

3.2. Informação de Base para Elaboração da Cartografia de Risco

De acordo com a Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, e o Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de Outubro, as cartas de riscos de inundações devem indicar as potenciais consequências prejudiciais associadas às inundações para os vários cenários de inundação, expressos em termos de:

- Número indicativo de habitantes potencialmente afetados;
- Edifícios sensíveis;
- Tipo de atividade económica da zona potencialmente afetada, nomeadamente atividades agrícolas, industriais e serviços considerados fundamentais, tais como infra-estruturas de abastecimento público de água e infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, consideradas críticas, e património cultural nacional e mundial;

- d) Instalações referidas no anexo I do Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de agosto, que possam causar poluição accidental em caso de inundações, e zonas protegidas identificadas nas subalíneas i), ii) e iv) da alínea j)) do artigo 4.º da Lei da Água, potencialmente afetadas;
- e) Estabelecimentos abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de julho, que estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e de limitação das suas consequências para o homem e o ambiente;
- f) Outras informações que a ARH ou a CNGRI considerem úteis, como a indicação das zonas onde podem ocorrer inundações que transportem um elevado volume de sedimentos e detritos, e informações sobre outras fontes importantes de poluição.

Para este efeito, foi solicitada um conjunto de informação às entidades proprietárias de informação digital específica. No Quadro 4 encontram-se representada a informação solicitada às entidades, para construção da base de informação para elaboração da cartografia de risco e o procedimento para a sua utilização.

Quadro 4 - Entidades Proprietárias de Informação Específica

Tipo de informação	Entidade	Procedimento
Agentes de proteção civil	Serviço Regional de Proteção Civil	Envio de email no dia 23.5.2022
Limites das Propriedades\Aproveitamentos Agrícolas	Direção Regional de Agricultura	Envio de email no dia 23.5.2022
Traçado das infraestruturas de abastecimento de água	Águas e Resíduos da Madeira	Envio de email no dia 23.5.2022
Traçado das infraestruturas elétricas	Empresa de Eletricidade da Madeira	Envio de email no dia 23.5.2022
Património Arqueológico e Património Classificado	Direção Regional da Cultura	Envio de email no dia 23.5.2022
Carta de Ocupação de Solo	Direção Regional de Ordenamento do Território	Envio de email no dia 23.5.2022
Rede Nacional de Áreas Protegidas, SIC e ZPE e Ramsar	Instituto das Florestas e Conservação da Natureza	Envio de email no dia 23.5.2022
Infraestruturas Rodoviárias Regionais	Direção Regional de Estradas	Envio de email no dia 23.5.2022
Infraestruturas Turísticas (Alojamentos)	Direção Regional de Turismo	Envio de email no dia 23.5.2022

4. MODELAÇÃO HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DAS ARPSI DE ORIGEM FLUVIAL E PLUVIAL

De acordo com a Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, e o Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, as cartas de zonas inundáveis para áreas de risco cobrem as zonas geográficas suscetíveis de serem inundadas e devem contemplar os seguintes cenários:

- a) Inundação de baixa probabilidade de ocorrência ou cenários de fenómenos extremos;
- b) Inundação de média probabilidade de ocorrência, isto é, periodicidade igual ou superior a 100 anos;
- c) Inundação de elevada probabilidade de ocorrência, associada a períodos de retorno inferiores a 100 anos, nas zonas densamente povoadas e naquelas em que o risco não deva ser desvalorizado, que sejam propostas pela CNGRI.

Devido às especificidades geográficas da Ilha da Madeira e ao elevado número de vítimas mortais e avultados prejuízos materiais causados pelas aluviões, a modelação hidráulica considerou um cenário associado a este fenómeno. A aluvião é o termo regionalmente atribuído ao escoamento torrencial com elevada carga (sólida e em suspensão) proveniente em grande parte dos movimentos de massa das vertentes que ladeiam os cursos de água. Adicionalmente foi estudado o cenário associado ao impacto provável das alterações climáticas nas inundações com recurso à análise de tendências das precipitações máximas diárias anuais.

4.1. Modelação Hidrológica e Caudais de Ponta de Cheia

4.1.1. Precipitações máximas anuais na Ilha da Madeira. Hietogramas de projeto

4.1.1.1. Estimativas das precipitações diárias máximas anuais

O presente estudo utilizou as amostras de precipitações diárias máximas nos 41 postos udométricos da Ilha da Madeira esquematicamente localizados na Figura 1 no período de 80 anos, entre 1936-1937 e 2016-2017, constituídas a partir das precipitações diárias obtidas por Espinosa *et al.*, 2021 para aquele mesmo período. Tais amostras são apresentadas no ANEXO I correspondendo-lhes as características estatísticas indicadas no Quadro 5.

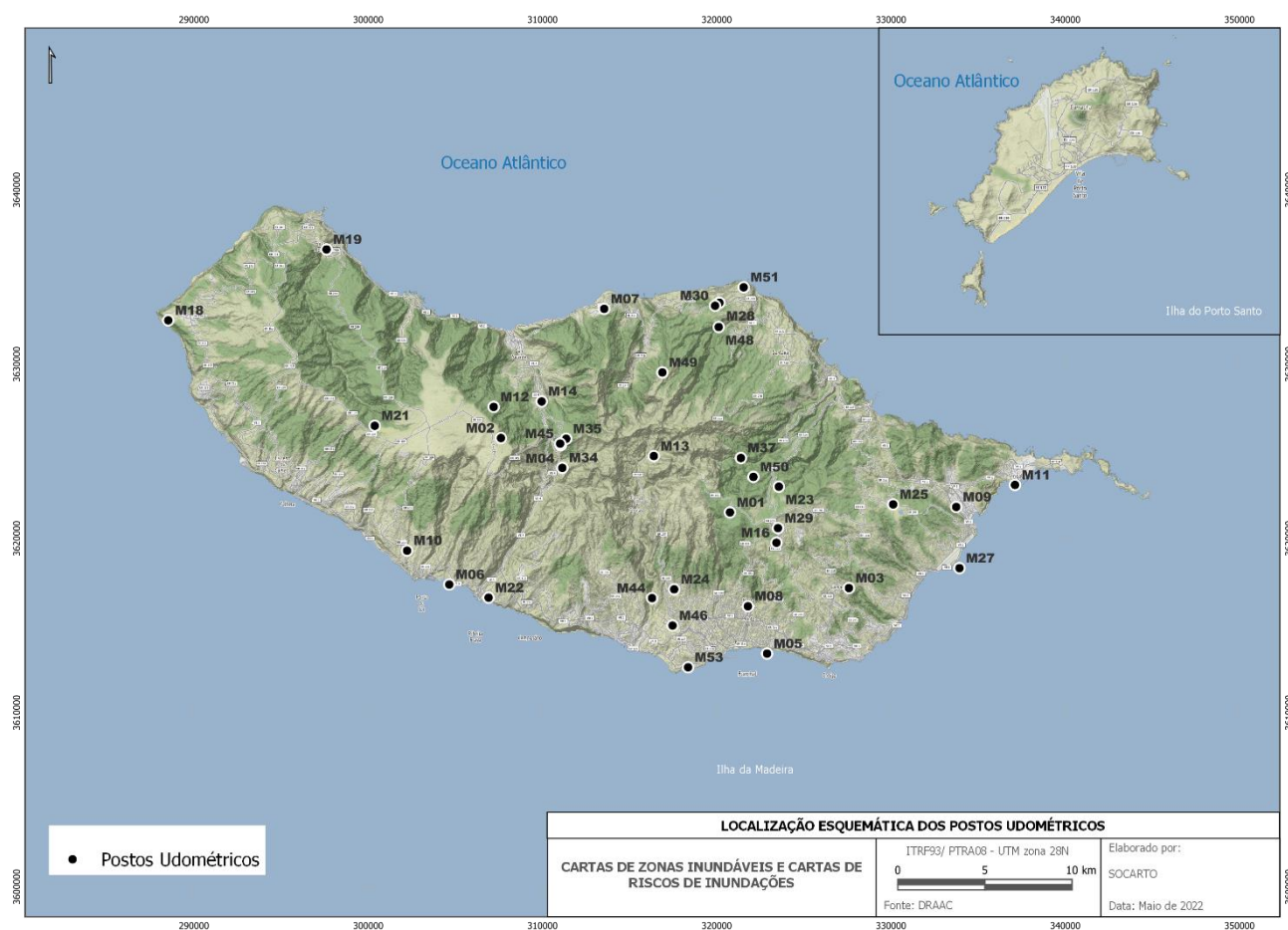


Figura 9 - Localização esquemática dos postos udométricos considerados no estudo (figura adaptada de Espinosa et al., 2021)

Quadro 5 - Coordenadas de localização e características estatísticas das amostras de precipitações diárias máximas anuais nos 41 postos da Figura 8.

Identificação do posto udométrico		Coordenadas (Zona UTM 28N)		Características estatísticas		
Código	Nome	WGS84_X (m)	WGS84_Y (m)	Média (mm)	Desvio-padrão (mm)	Coefficiente de assimetria
M01	Areeiro	320746.0	3621552.0	178.2	65.0	1.025
M02	Bica da Cana	307604.0	3625815.0	141.8	46.5	0.987
M03	Camacha (Valparaíso)	327570.0	3617207.0	113.3	39.0	0.263
M04	Encumeada de São Vicente	311042.0	3625405.0	145.1	47.2	0.437
M05	Funchal Observatório	322874.0	3613446.0	62.2	26.6	0.959
M06	Lugar de Baixo	304639.0	3617411.0	54.3	23.8	1.505
M07	Ponta Delgada	313525.8	3633232.8	85.2	46.2	1.857
M08	Sanatório	321777.0	3616160.0	81.0	33.8	1.420
M09	Santana	333731.7	3621862.9	104.2	48.9	0.712
M10	Canhas	302217.0	3619353.0	64.1	22.6	0.379
M11	Caniçal	337102.0	3623126.0	54.7	24.7	0.381
M12	Caramujo	307186.0	3627603.0	130.4	32.9	-0.412
M13	Curral das Freiras	316377.0	3624782.0	141.5	39.2	-0.119
M14	Loural	309941.0	3627916.0	121.1	41.6	0.756
M16	Montado do Pereiro	323413.0	3619809.0	134.2	42.3	0.234
M18	Ponta do Pargo	288513.0	3632569.6	62.1	36.8	1.928
M19	Porto do Moniz	297595.0	3636640.0	70.3	37.5	1.761
M20	Queimadas	321860.0	3628847.0	122.7	45.2	2.296
M21	Rabaçal	300361.0	3626520.0	115.8	28.6	-0.462
M22	Ribeira Brava	306894.0	3616657.0	66.6	26.3	0.749
M23	Ribeiro Frio	323551.0	3623025.0	149.1	50.2	0.703
M24	Santo António	317545.0	3617136.0	78.1	28.4	0.647
M25	Santo da Serra	330110.0	3622009.0	124.3	44.4	0.211
M26	Bom Sucesso	322571.0	3615052.0	66.8	21.1	-0.216
M27	Santa Catarina	333916.0	3618351.0	62.2	26.7	0.854
M28	Cascalho	320142.0	3633581.0	72.8	24.8	1.092
M29	Poiso & Posto Florestal	323500.0	3620648.0	135.6	45.0	0.686
M30	Vale da Lapa	319893.0	3633407.0	86.6	31.1	0.677
M32	Lapa Branca (Curral das Freiras)	316222.0	3621455.0	82.5	29.9	3.255
M34	Serra de Água	311124.0	3624104.0	113.9	22.6	-1.230
M35	Chão dos Louros Encumuedas	311346.0	3625775.0	153.4	39.4	0.414
M37	Lombo Furão	321375.0	3624670.0	163.0	51.4	0.254
M43	Meia Serra	325125.0	3619453.0	106.8	19.6	0.444
M44	Covão ETA	316274.0	3616629.0	88.8	32.6	0.476
M45	Encumeadas Casa EEM	310999.0	3625497.0	132.7	32.8	0.350
M46	Santa Quitéria ETA	317452.0	3615056.0	70.6	26.8	0.855
M48	ETA São Jorge	320102.0	3632187.0	113.4	41.4	0.847
M49	Fajã Penedo	316868.0	3629581.0	148.5	46.8	0.302
M50	Cabeço do Meio (Nogueira)	322092.0	3623586.0	170.0	45.0	-0.618
M51	Ponta de São Jorge	321533.0	3634467.0	57.0	22.8	0.684
M53	Lido (Cais do Carvão)	318344.2	3612660.5	30.5	11.5	2.509

Tendo em vista estimar as precipitações diárias máximas anuais para os diferentes períodos de retorno adotados como critério de projeto procedeu-se ao ajustamento de leis estatísticas às anteriores amostras, para o que, de entre as designadas leis de extremos, se selecionaram as log-normal ou de Galton, de Gumbel, de Pearson III e log Pearson III. Em cada posto, a seleção da lei com melhor ajustamento recorreu aos testes do Qui-Quadrado e de Smirnov Kolmogorov e à apreciação visual, neste último caso, mediante representação em papel de probabilidade da lei normal das leis teóricas e da amostra. A probabilidade empírica atribuída a cada ponto amostral utilizou a fórmula de Weibull. As estimativas das precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno, T, adotados como critérios de projeto de 20, 50, 100, 500 e 1000 anos são apresentadas no Quadro 6 e Quadro 7.

Quadro 6 - Estimativas das precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno, T, de 20, 50 e 100 anos de acordo com as leis de Gumbel, Galton ou log-Normal, Pearson III e log-Pearson III.

Identificação do posto udométrico		Precipitações diárias máximas anuais (mm)											
Código	Nome	T=20 anos - F=95.0%				T=50 anos - F=98.0%				T=100 anos - F=99.0%			
		Gumbel	Galton	Pearson III	log Pearson III	Gumbel	Galton	Pearson III	log Pearson III	Gumbel	Galton	Pearson III	log Pearson III
M01	Areeiro	299.4	304.2	300.1	297.9	346.7	353.0	344.1	339.7	382.0	389.8	376.2	370.0
M02	Bica da Cana	228.7	232.8	228.9	222.8	262.5	266.7	259.9	246.5	287.8	292.1	282.4	262.7
M03	Camacha (Valparaíso)	186.0	197.6	180.2	183.7	214.3	230.6	198.8	202.8	235.6	255.7	211.5	215.4
M04	Encumeada de São Vicente	233.1	244.9	228.1	221.5	267.4	282.9	252.7	238.0	293.1	311.5	269.8	248.0
M05	Funchal Observatório	111.9	115.2	111.9	113.1	131.2	137.3	129.4	132.7	145.7	154.4	142.2	147.3
M06	Lugar de Baixo	98.6	97.4	100.3	99.2	115.9	115.0	119.4	119.0	128.8	128.5	133.7	134.7
M07	Ponta Delgada	171.4	169.1	175.9	173.6	204.9	206.8	217.1	217.4	230.1	236.4	248.6	253.3
M08	Sanatório	144.1	147.8	146.3	142.0	168.7	175.2	172.7	162.9	187.1	196.3	192.4	177.9
M09	Santana	195.4	203.4	193.1	202.9	230.9	246.7	222.1	245.7	257.5	280.6	242.8	279.0
M10	Canhas	106.3	109.8	103.6	107.4	122.7	127.5	115.0	122.4	135.0	140.9	123.0	133.3
M11	Cançal	100.8	110.9	97.8	103.4	118.7	136.0	110.3	119.9	132.1	155.7	119.0	131.5
M12	Caramujo	191.7	204.8	180.4	176.7	215.6	231.3	190.5	181.9	233.5	250.8	196.9	184.3
M13	Curral das Freiras	214.7	232.7	204.7	194.6	243.3	266.4	219.6	199.7	264.6	291.6	229.4	201.9
M14	Loural	198.8	219.7	197.2	178.1	229.0	259.1	222.4	184.5	251.7	289.2	240.4	187.3
M16	Montado do Pereiro	213.1	223.6	206.5	207.7	243.9	257.3	226.3	226.1	266.9	282.5	239.8	237.9
M18	Ponta do Pargo	130.7	131.3	134.4	132.3	157.4	164.1	167.9	166.5	177.4	190.4	193.5	194.3
M19	Porto do Moniz	140.3	137.0	143.7	142.0	167.5	166.5	176.3	178.4	187.9	189.5	201.0	208.6
M20	Queimadas	207.0	200.6	211.7	202.6	239.8	229.9	256.8	234.2	264.4	251.8	292.0	258.3
M21	Rabaçal	169.1	180.8	158.8	154.8	189.9	203.8	167.3	158.7	205.5	220.8	172.6	160.4
M22	Ribeira Brava	115.7	118.7	114.6	117.4	134.8	139.6	130.5	136.9	149.1	155.6	141.8	151.5
M23	Ribeiro Frio	242.8	250.6	240.4	238.2	279.3	289.3	270.1	264.2	306.7	318.3	291.3	281.8
M24	Santo António	131.2	138.4	129.5	129.1	151.8	162.3	145.9	143.4	167.3	180.5	157.5	153.0
M25	Santo da Serra	207.0	222.6	199.8	203.1	239.2	261.9	220.3	223.2	263.4	291.9	234.3	236.1
M26	Bom Sucesso	106.1	113.8	100.1	104.0	121.4	131.9	107.6	112.8	132.9	145.5	112.4	118.3
M27	Santa Catarina	112.0	116.6	111.4	112.8	131.3	139.5	128.3	131.2	145.8	157.1	140.4	144.6
M28	Cascalho	119.1	119.8	119.6	117.6	137.1	137.5	136.8	132.9	150.6	150.7	149.4	143.9
M29	Poiço & Posto Florestal	219.5	223.7	217.2	217.7	252.2	256.7	243.6	244.3	276.7	281.5	262.4	263.2
M30	Vale da Lapa	144.6	148.7	143.0	145.3	167.2	172.9	161.2	165.7	184.2	191.2	174.1	180.4
M32	Lapa Branca (Curral das Freiras)	138.3	130.4	139.1	131.9	160.0	147.9	174.9	151.3	176.3	160.8	204.1	166.0
M34	Serra de Água	156.2	166.8	142.0	139.2	172.7	184.6	145.1	139.9	185.0	197.5	146.7	140.0
M35	Chão dos Louros Encumuedas	226.9	235.3	222.5	212.6	255.6	264.0	242.8	222.6	277.0	285.1	256.9	228.2
M37	Lombo Furão	258.9	271.2	251.1	251.6	296.2	311.9	275.4	273.6	324.2	342.3	292.1	287.6
M43	Meia Serra	143.3	147.1	141.2	127.0	157.5	160.0	151.4	127.7	168.1	169.2	158.6	127.8
M44	Covão ETA	149.7	159.8	146.5	147.2	173.4	188.3	163.9	163.0	191.2	210.0	176.0	173.4
M45	Encumeadas Casa EEM	194.0	199.9	189.8	183.6	217.8	223.2	206.2	193.0	235.7	240.2	217.5	198.5
M46	Santa Quitéria ETA	120.6	126.4	120.1	118.7	140.0	148.9	137.0	133.0	154.6	166.0	149.2	142.7
M48	ETA São Jorge	190.6	195.6	189.8	189.5	220.7	227.8	215.9	214.9	243.3	252.0	234.6	233.1
M49	Fajã Penedo	235.9	244.1	229.4	233.5	270.0	279.9	252.1	258.3	295.5	306.5	267.8	275.2
M50	Cabeço do Meio (Nogueira)	254.0	276.4	235.4	232.9	286.7	315.4	247.1	239.1	311.2	344.3	254.3	241.8
M51	Ponta de São Jorge	99.6	103.8	98.4	100.6	116.1	122.9	111.8	116.1	128.5	137.5	121.3	127.4
M53	Lido (Cais do Carvão)	52.0	51.6	53.1	49.9	60.4	59.7	65.2	56.1	66.7	65.8	74.7	60.6

Importa anotar que, à exceção dos postos de M20 - Queimadas, M26 - Bom Sucesso, M32 - Lapa Branca (Curral das Freiras) e M43 - Meia Serra, os testes de ajustamento antes referidos nunca infirmaram a adoção de qualquer uma das leis postuladas. O andamento irregular das amostras naqueles quatro postos levou à sua exclusão do estudo. Em cada um dos restantes postos, perante leis alternativas com ajustamento equivalente optou-se pela conducente a estimativas mais elevadas de modo a introduzir algum fator de segurança em termos de condições de cheia de projeto.

As precipitações diárias máximas anuais de projeto assim alcançadas estão sistematizados no Quadro 4 que inclui também a especificação da lei estatística adotada em cada posto.

Quadro 7 - Lei estatística selecionada em cada posto para descrever a correspondente amostra de precipitações diárias máximas anuais e correspondentes estimativas de projetos para os períodos de retorno, T, de 20, 50, 100 500 e 1000 anos.

Identificação do posto udométrico		Estimativas das precipitações diárias máximas anuais (mm)					
		Leis estatísticas e correspondentes precipitações diárias máximas anuais					
Código	Nome	Lei estatística	T=20 anos - F=95.0%	T=50 anos F=98.0%	T=100 anos F=99.0%	T=500 anos F=99.8%	T=1000 anos F=99.9%
M01	Areeiro	Galton	304.2	353.0	389.8	476.5	514.8
M02	Bica da Cana	Gumbel	228.7	262.5	287.8	346.3	371.5
M03	Camacha (Valparaíso)	Gumbel	186.0	214.3	235.6	284.6	305.7
M04	Encumeada de São Vicente	Gumbel	233.1	267.4	293.1	352.4	378.0
M05	Funchal Observatório	Gumbel	111.9	131.2	145.7	179.3	193.7
M06	Lugar de Baixo	Pearson III	100.3	119.4	133.7	166.8	181.2
M07	Ponta Delgada	Pearson III	175.9	217.1	248.6	323.2	355.9
M08	Sanatório	Pearson III	146.3	172.7	192.4	237.9	257.5
M09	Santana	Gumbel	195.4	230.9	257.5	319.0	345.4
M10	Canhas	Gumbel	106.3	122.7	135.0	163.5	175.7
M11	Canical	Gumbel	100.8	118.7	132.1	163.2	176.5
M12	Caramujo	Gumbel	191.7	215.6	233.5	274.8	292.6
M13	Curral das Freiras	Gumbel	214.7	243.3	264.6	314.0	335.2
M14	Loural	Gumbel	198.8	229.0	251.7	304.1	326.6
M16	Montado do Pereiro	Gumbel	213.1	243.9	266.9	320.1	343.0
M18	Ponta do Pargo	Pearson III	130.7	157.4	177.4	223.7	243.6
M19	Porto do Moniz	Pearson III	140.3	167.5	187.9	235.0	255.3
M20	Queimadas	--	--	--	--	--	--
M21	Rabaçal	Pearson III	158.8	167.3	172.6	182.5	186.1
M22	Ribeira Brava	Gumbel	115.7	134.8	149.1	182.1	196.3
M23	Ribeiro Frio	Gumbel	242.8	279.3	306.7	369.9	397.1
M24	Santo António	Gumbel	131.2	151.8	167.3	203.1	218.5
M25	Santo da Serra	Gumbel	207.0	239.2	263.4	319.2	343.2
M26	Bom Sucesso	--	--	--	--	--	--
M27	Santa Catarina	Gumbel	112.0	131.3	145.8	179.4	193.8
M28	Cascalho	Gumbel	119.1	137.1	150.6	181.8	195.2
M29	Poiso & Posto Florestal	Gumbel	219.5	252.2	276.7	333.2	357.6
M30	Vale da Lapa	Gumbel	144.6	167.2	184.2	223.3	240.1
M32	Lapa Branca (Curral das Freiras)	--	--	--	--	--	--
M34	Serra de Água	Gumbel	156.2	172.7	185.0	213.5	225.7
M35	Chão dos Louros Encumuedas	Gumbel	226.9	255.6	277.0	326.6	347.9
M37	Lombo Furão	Gumbel	258.9	296.2	324.2	388.9	416.7
M43	Meia Serra	--	--	--	--	--	--
M44	Covão ETA	Gumbel	149.7	173.4	191.2	232.3	249.9
M45	Encumeadas Casa EEM	Gumbel	194.0	217.8	235.7	277.0	294.7
M46	Santa Quitéria ETA	Gumbel	120.6	140.0	154.6	188.3	202.8
M48	ETA São Jorge	Gumbel	190.6	220.7	243.3	295.3	317.7
M49	Fajã Penedo	Gumbel	235.9	270.0	295.5	354.4	379.7
M50	Cabeço do Meio (Nogueira)	Pearson III	235.4	247.1	254.3	267.2	271.6
M51	Ponta de São Jorge	Gumbel	99.6	116.1	128.5	157.2	169.5
M53	Lido (Cais do Carvão)	Gumbel	52.0	60.4	66.7	81.2	87.4

4.1.1.2. Comparação com resultados antecedentes do Estudo da Avaliação de Risco de Aluviões na Ilha da Madeira

Refere-se o presente item a uma comparação expedita entre estimativas de precipitações diárias máximas anuais, por um lado apresentadas no EARAM (Portela & Silva, 2010) com base nos dados de precipitações então considerados e explicitados em tal estudo e, por outro lado, decorrentes da análise em curso, na qual estão a ser utilizados os dados de precipitações diárias obtidos por Espinosa et al., 2021, para 41 postos udométricos, no período de 80 anos, entre 1937/1938 e 2016/2017, como antes mencionado. Para tanto foram considerados os 17 postos udométricos comuns àquelas duas fontes de informação.

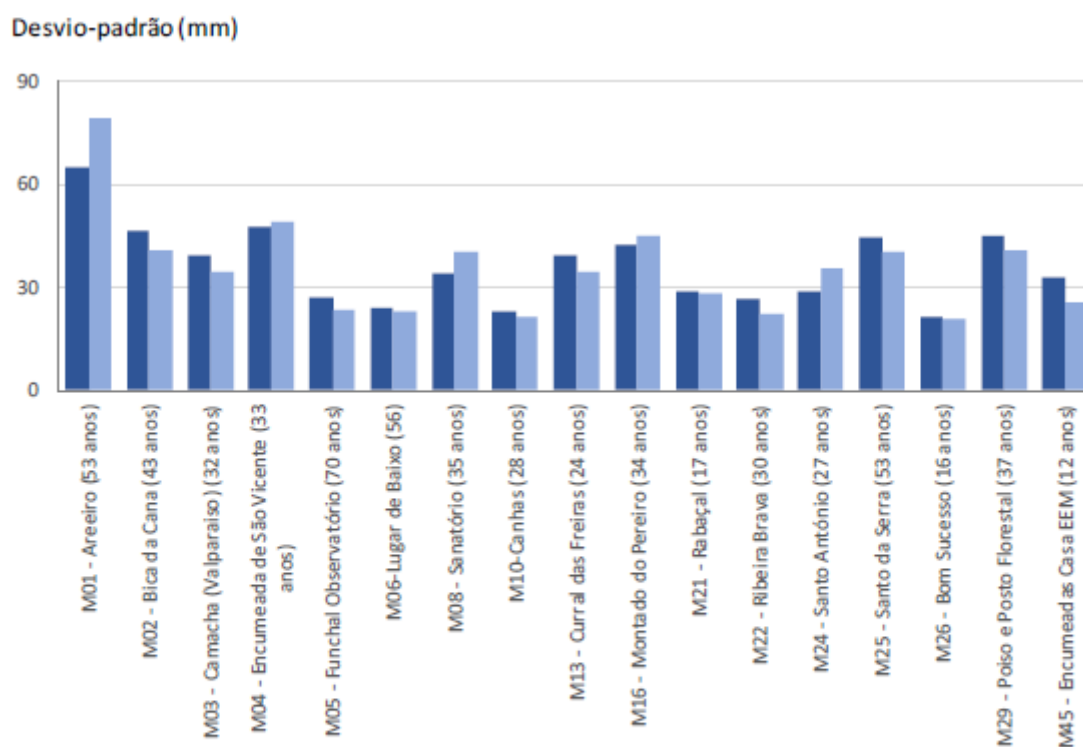
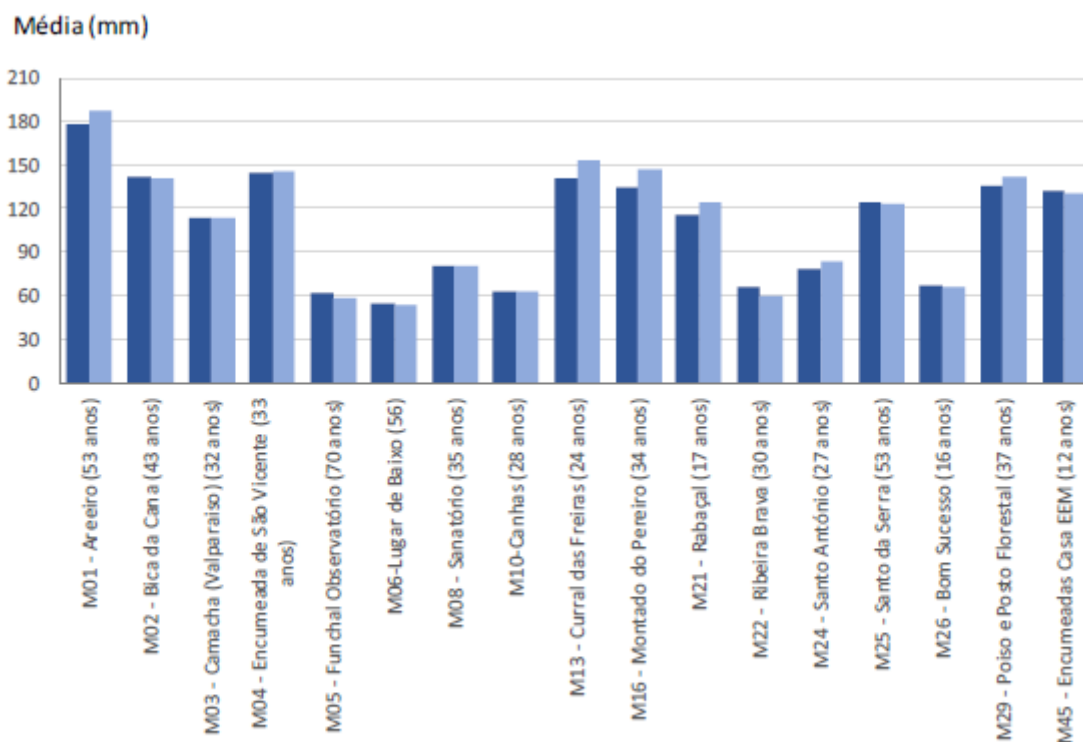
Importa esclarecer que foi solicitado ao IPMA (Observatório do Funchal) a confirmação da precipitação de 522.3 mm que, conforme dados também fornecidos por esse Instituto para elaboração dos estudos de Portela & Silva, 2010, teria ocorrido no posto M01 - Areeiro no dia 8 de novembro de

1963 e que foi então adotada como constituindo a precipitação diária máxima anual no ano de 1963/1964. Desse esclarecimento resultou a correção para o dia em causa da precipitação de 522.3 mm para 112.7 mm, com consequente alteração da precipitação diária máxima anual no ano de 1963/1964 para 184.1 mm, conforme consta do Anexo I contendo as precipitações diárias máximas anuais adotadas no presente estudo.

O Quadro 8 e a Figura 10 referem-se às características estatísticas das séries de precipitações diárias máximas anuais provenientes das duas fontes em menção sendo que na identificação dos 17 postos se inclui, para além da numeração adotada por Espinosa et al., 2021, e dos nomes dos postos, a explicitação do número de anos considerado por Portela & Silva, 2010, o qual variou entre apenas 12 anos (M45 - Encumeadas Casa EEM) e 70 anos (Funchal-Observatório), com o valor médio de cerca de 35 anos. No estudo agora efetuado a dimensão das amostras foi fixa e igual a 80 anos hidrológicos, como referido. As características estatísticas decorrentes dos dados de Espinosa et al., 2021, coincidem obviamente com as antes apresentadas no Quadro 5.

Quadro 8 - Características estatísticas das séries de precipitação diária máxima anual em 17 postos udométricos em função da origem dos dados (na primeira coluna é indicado entre parêntesis o número de anos com registos que sustentou o estudo de Portela & Silva, 2010).

Identificação do posto udométrico (entre parêntesis, número da anos considerado no EARAM)	Características estatísticas das amostras					
	Base: dados precipitação de 1937/1938 a 2016/2017 (80 anos, Espinosa et al., 2021)			Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Madeira, EARAM (Portela, M.M.; Silva, A.T., 2010)		
	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coefficiente assimetria	Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coefficiente assimetria
M01 - Areeiro (53 anos)	178.2	65.0	1.0247	187.4	79.2	2.1773
M02 - Bica da Cana (43 anos)	141.8	46.5	0.9866	141.5	40.8	0.6707
M03 - Camacha (Valparaíso) (32 anos)	113.3	39.0	0.2633	113.3	34.2	-0.1961
M04 - Encumeada de São Vicente (33 anos)	145.1	47.2	0.4371	146.5	49.2	0.9210
M05 - Funchal Observatório (70 anos)	62.2	26.6	0.9590	59.2	23.0	0.5911
M06-Lugar de Baixo (56)	54.3	23.8	1.50488	53.2	22.7	1.94000
M08 - Sanatório (35 anos)	81.0	33.8	1.4200	81.4	40.0	2.1309
M10-Canhas (28 anos)	64.1	22.6	0.3792	64.2	21.3	1.0244
M13 - Curral das Freiras (24 anos)	141.5	39.2	-0.1192	153.2	34.1	-0.9280
M16 - Montado do Pereiro (34 anos)	134.2	42.3	0.2337	147.8	44.7	0.2125
M21 - Rabaçal (17 anos)	115.8	28.6	-0.46219	125.3	28.0	0.22440
M22 - Ribeira Brava (30 anos)	66.6	26.3	0.7487	59.5	22.3	1.4232
M24 - Santo António (27 anos)	78.1	28.4	0.6467	83.5	35.3	0.8701
M25 - Santo da Serra (53 anos)	124.3	44.4	0.6467	123.1	39.9	0.2565
M26 - Bom Sucesso (16 anos)	66.8	21.1	-0.2161	66.4	20.4	0.0787
M29 - Poiso e Posto Florestal (37 anos)	135.6	45.0	0.6857	142.5	40.5	0.5063
M45 - Encumeadas Casa EEM (12 anos)	132.7	32.8	0.3504	130.5	25.2	0.5423



Legenda:

- Base: dados precipitação de 1937/1938 a 2016/2017 (80 anos, Espinosa et al., 2021)
- Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Madeira, EARAM (Portela, M.M.; Silva, A.T., 2010)

Figura 10 - Características estatísticas das séries de precipitação diária máxima anual em 17 postos udométricos

em função da origem dos dados (na especificação dos postos é indicado entre parêntesis o número de anos

com registos que sustentou o estudo de Portela & Silva, 2010).

A menos do posto do M01 – Areeiro, em consequência da correção antes mencionada, a anterior figura denota uma grande consistência entre as características estatísticas das amostras adotadas em 2010 e as agora consideradas, não obstante estas últimas terem sido objeto de preenchimento (Espinosa et al., 2021).

No Quadro 9 e na Figura 11 e Figura 12 indicam-se as estimativas das precipitações diárias máximas anuais em função da fonte de informação. Importa esclarecer que, as estimativas apresentadas por Portela & Silva, 2010, consideraram unicamente a aplicação da lei de Pearson III. No que toca à análise em curso, as estimativas em causa foram retiradas do Quadro 7 tendo decorrido da aplicação de diferentes leis estatísticas.

No Quadro 9 incluíram-se os períodos de retorno antes e agora considerados, enquanto as Figura 11e Figura 12 incidem somente sobre os períodos de retorno comuns às duas fontes de informação. Anota-se que o posto M26 – Bom Sucesso foi excluído do presente estudo devido ao comportamento irregular da respetiva amostra, como antes mencionado.

Quadro 9 - Estimativas da precipitação diárias máxima anual para diferentes períodos de retorno em 17 postos udométricos em função da origem dos dados.

Identificação do posto udométrico (entre parêntesis, número da anos considerado no EARAM)	Estimativa das precipitações diárias máximas anuais (mm) em função do período de retorno, T											
	Base: dados precipitação de 1937/1938 a 2016/2017 (80 anos, Espinosa et al., 2021)						Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Madeira, EARAM (Portela, M.M.; Silva, A.T., 2010)					
	Lei	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos	T=500 anos	T=1000 anos	Lei	T=10 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos	T=1000 anos
M01 - Areeiro (53 anos)	Galton	304.2	353.0	389.8	476.5	514.8	Pearson III	287.1	343.5	420.3	480.0	687.7
M02 - Bica da Cana (43 anos)	Gumbel	228.7	262.5	287.8	346.3	371.5		195.7	215.3	239.1	256.0	307.8
M03 - Camacha (Valparaíso) (32 anos)	Gumbel	186.0	214.3	235.6	284.6	305.7		156.4	167.7	180.0	188.0	209.7
M04 - Encumeada de São Vicente (33 anos)	Gumbel	233.1	267.4	293.1	352.4	378.0		212.2	238.0	270.0	293.1	366.1
M05 - Funchal Observatório (70 anos)	Gumbel	111.9	131.2	145.7	179.3	193.7		91.3	102.3	115.7	125.1	153.7
M06-Lugar de Baixo (56)	Pearson III	100.3	119.4	133.7	166.8	181.2		82.4	97.9	118.6	134.5	189.0
M08 - Sanatório (35 anos)	Pearson III	146.3	172.7	192.4	237.9	257.5		131.9	160.2	198.5	228.3	331.4
M10-Canhas (28 anos)	Gumbel	106.3	122.7	135.0	163.5	175.7		92.6	104.1	118.5	129.0	162.4
M13 - Curral das Freiras (24 anos)	Gumbel	214.7	243.3	264.6	314.0	335.2		192.1	199.1	205.7	209.5	217.6
M16 - Montado do Pereiro (34 anos)	Gumbel	213.1	243.9	266.9	320.1	343.0		206.0	224.0	244.7	258.8	299.8
M21-Rabaçal (17 anos)	Pearson III	158.8	167.3	172.6	182.5	186.1		161.8	173.1	186.2	195.1	221.0
M22 - Ribeira Brava (30 anos)	Gumbel	115.7	134.8	149.1	182.1	196.3		89.0	102.5	119.9	132.9	175.7
M24 - Santo António (27 anos)	Gumbel	131.2	151.8	167.3	203.1	218.5		130.5	148.7	171.2	187.3	238.1
M25 - Santo da Serra (53 anos)	Gumbel	207.0	239.2	263.4	319.2	343.2		175.1	191.5	210.5	223.5	261.3
M26 - Bom Sucesso (16 anos)	--	--	--	--	--	--		92.6	100.3	109.1	115.0	131.6
M29 - Poiso e Posto Florestal (37 anos)	Gumbel	219.5	252.2	276.7	333.2	357.6		196.0	214.4	236.3	251.6	297.8
M45 - Encumeadas Casa EEM (12 anos)	Gumbel	194.0	217.8	235.7	277.0	294.7		163.9	175.4	189.3	199.0	228.4

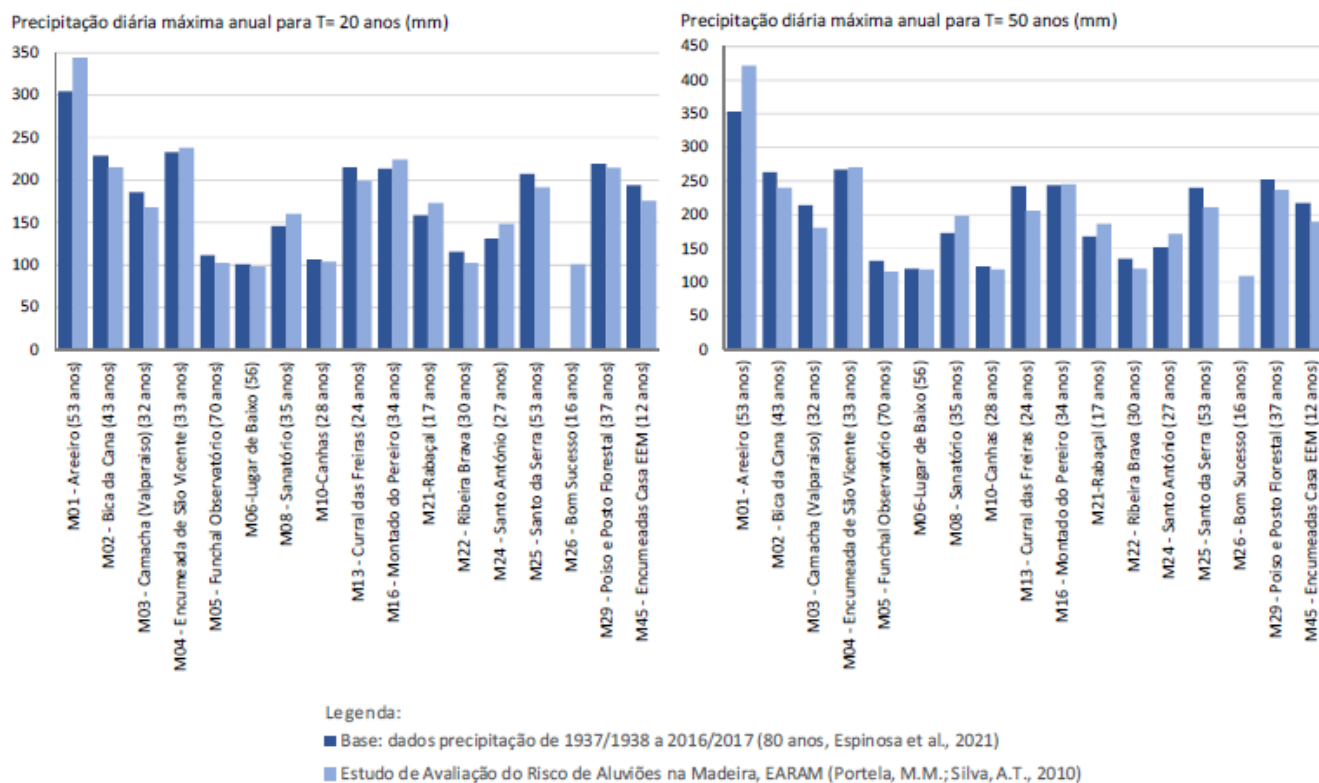


Figura 11 - Estimativas da precipitação diárias máxima anual para os períodos de retorno, T, de 20 e 50 anos em 17 postos udométricos em função da origem dos dados (na especificação dos postos é indicado entre parêntesis o número de anos com registos que sustentou o estudo de Portela & Silva, 2010).

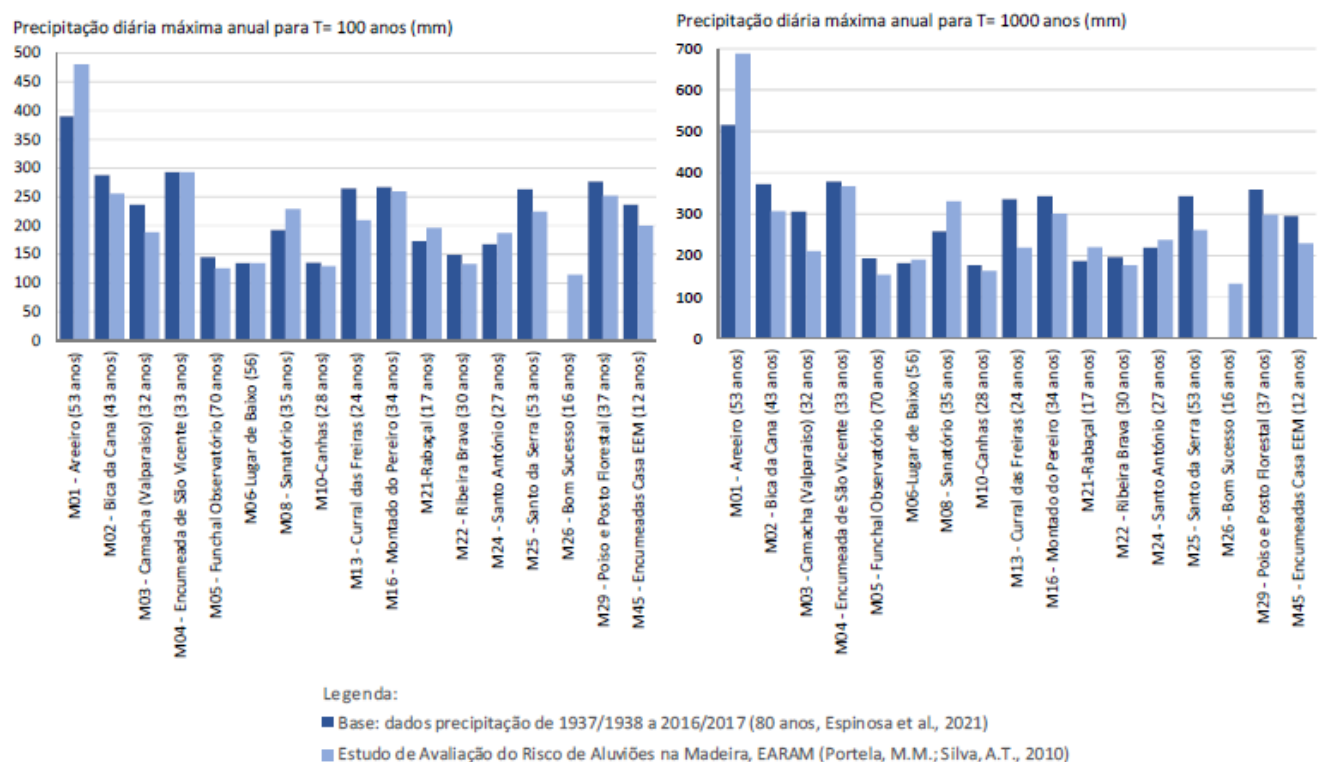


Figura 12 - Estimativas da precipitação diárias máxima anual para os períodos de retorno, T, de 100 e 1000 anos em 17 postos udométricos em função da origem dos dados (na especificação dos postos é indicado entre parêntesis o número de anos com registos que sustentou o estudo de Portela & Silva, 2010).

Tanto os resultados do anterior quadro, como das anteriores duas figuras sustentam claramente a compatibilidade entre os dados considerados em 2010 e os agora em causa, deste modo, conferindo

consistência à informação disponibilizada por Espinosa et al., 2021 e justificando a sua utilização no presente estudo.

4.1.1.3. Estabelecimento de hietogramas de projeto

De NORVIA/CENOR, 2014, foram extraídos os elementos constantes do Quadro 10 e da figura do ANEXO II relativos a quocientes entre as precipitações sub diárias (com durações de 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 12 h) e as precipitações com 24 h. Tais quocientes – que representam não mais do que precipitações adimensionalizadas – resultaram da análise estatística aplicada a séries de duração parcial ou de picos acima de um limiar (Silva et al., 2012) de registos sub diários da precipitação em diferentes postos da Ilha da Madeira então fornecidos pelo IGA, Investimentos e Gestão da Água, S.A., pelo LREC, Laboratório Regional de Engenharia Civil, e pelo Instituto de Meteorologia, IM. A figura do ANEXO II contém também a localização esquemática de tais postos.

Os resultados do Quadro 10 e da anterior figura não são diferenciados em função do período de retorno, uma vez que o estudo de NORVIA/CENOR, 2014, comprovou a proximidade entre quocientes independentemente do período de retorno selecionado, desde que as precipitações que figuram no numerador e no denominador de cada quociente tenham o mesmo período de retorno, aliás, em conformidade com Portela, 2006.

Quadro 10 - Quocientes entre precipitações sub diárias, P_i , com i igual a 1, 2, 3, 4, 6, 8 e 12 h e precipitações com 24 h, P_{24} (fornecido em formato digital por NORVIA/CENOR, 2014).

Pi/P24	Postos do LREC							
	Areeiro (Achada Grande)	Camacha	Casa Velha (Posto Florestal)	Curral das Freiras	Estanquinhos	Fajã da Ovelha	Pico das Pedras (Postos Florestal)	Pico Verde (Clheta)
P1/P24	0.15557	0.20841	0.23300	0.17363	0.16793	0.23984	0.16234	0.22883
P2/P24	0.27469	0.30551	0.31348	0.26514	0.26508	0.34001	0.27099	0.32569
P3/P24	0.37670	0.37590	0.50297	0.34926	0.34470	0.41517	0.36210	0.41349
P4/P24	0.45022	0.43585	0.54155	0.41033	0.40618	0.47691	0.41390	0.46637
P6/P24	0.57322	0.56084	0.65997	0.51895	0.50297	0.55077	0.51149	0.55828
P8/P24	0.66331	0.65683	0.68276	0.57859	0.58113	0.62870	0.60597	0.64478
P12/P24	0.82416	0.80515	0.83418	0.70972	0.72958	0.78424	0.73496	0.74466
P24/P24	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Pi/P24	Postos do LREC				Postos do IGA		Posto do IM
	Prazeres	S. Vicente (Posto Florestal)	São Gonçalo	Trapiche	Covas Grande	ETA de São Jorge	Funchal - Observatório
P1/P24	0.25342	0.16882	0.22437	0.18496	0.20895	0.21760	0.29646
P2/P24	0.36394	0.27974	0.35799	0.30865	0.33463	0.34503	0.42211
P3/P24	0.43801	0.36470	0.38193	0.38824	0.41198	0.41648	0.50250
P4/P24	0.51188	0.41977	0.43812	0.44634	0.46368	0.47206	0.58104
P6/P24	0.56201	0.52778	0.57555	0.54900	0.56640	0.55997	0.63954
P8/P24	0.61696	0.63590	0.61663	0.67213	0.63623	0.67508	0.70586
P12/P24	0.72583	0.78526	0.75433	0.78659	0.80209	0.78202	0.79754
P24/P24	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Tendo por base a anterior informação estabeleceram-se os parâmetros das linhas de possibilidade udométrica, LPU, numa forma, por assim dizer, adimensional, para o que se consideraram as precipitações adimensionalizadas representadas pelos anteriores quocientes e as respetivas durações, de acordo com a seguinte expressão, em que as precipitações são expressas em mm e a duração, t, em horas:

$$Pt/P24 = a t^n$$

O estabelecimento das LPU utilizou regressão linear simples aplicada ao campo das transformadas logarítmicas dos quocientes, ou seja, das precipitações adimensionalizadas, e das respetivas durações, estas últimas expressas em horas. No Quadro 11 apresentam-se as estimativas dos parâmetros a e n, explicitando-se ainda os coeficientes de correlação, R, da análise de regressão.

Quadro 11 - Parâmetros das linhas de possibilidade udométrica adimensionais, $Pt/P24 = a t^n$ dos postos do Quadro 10 (duração, t, expressa em horas).

	a	n	R
Areeiro (Achada Grande)	0.1826	0.5912	0.9841
Camacha	0.2158	0.5105	0.9958
Casa Velha (Posto Florestal)	0.2576	0.4685	0.9736
Curral das Freiras	0.1841	0.5485	0.9971
Estanquinhos	0.1795	0.5599	0.9973
Fajã da Ovelha	0.2480	0.4503	0.9983
Pico das Pedras (Postos Florestal)	0.1808	0.5650	0.9939
Pico Verde (Clheta)	0.2393	0.4625	0.9976
Prazeres	0.2685	0.4138	0.9952
S. Vicente (Posto Florestal)	0.1866	0.5639	0.9932
São Gonçalo	0.2376	0.4617	0.9944
Trapiche	0.2070	0.5307	0.9913
Covas Grande	0.2298	0.4883	0.9937
ETA de São Jorge	0.2384	0.4749	0.9938
Funchal - Observatório	0.3220	0.3724	0.9916

Na Figura 13, Figura 14, Figura 15 e Figura 16, incluídas nas páginas seguintes, representam-se, nos gráficos duplamente logarítmicos localizados à esquerda, os pares de valores ($\ln Pt/P24$; $\ln t$) considerados na análise de regressão linear simples, bem como os segmentos das retas de regressão. Incluiu-se ainda a explicitação das equações das linhas de possibilidade udométrica adimensionais e dos coeficientes de correlação da análise de regressão, uns e outros, conformes com os valores do Quadro 11.

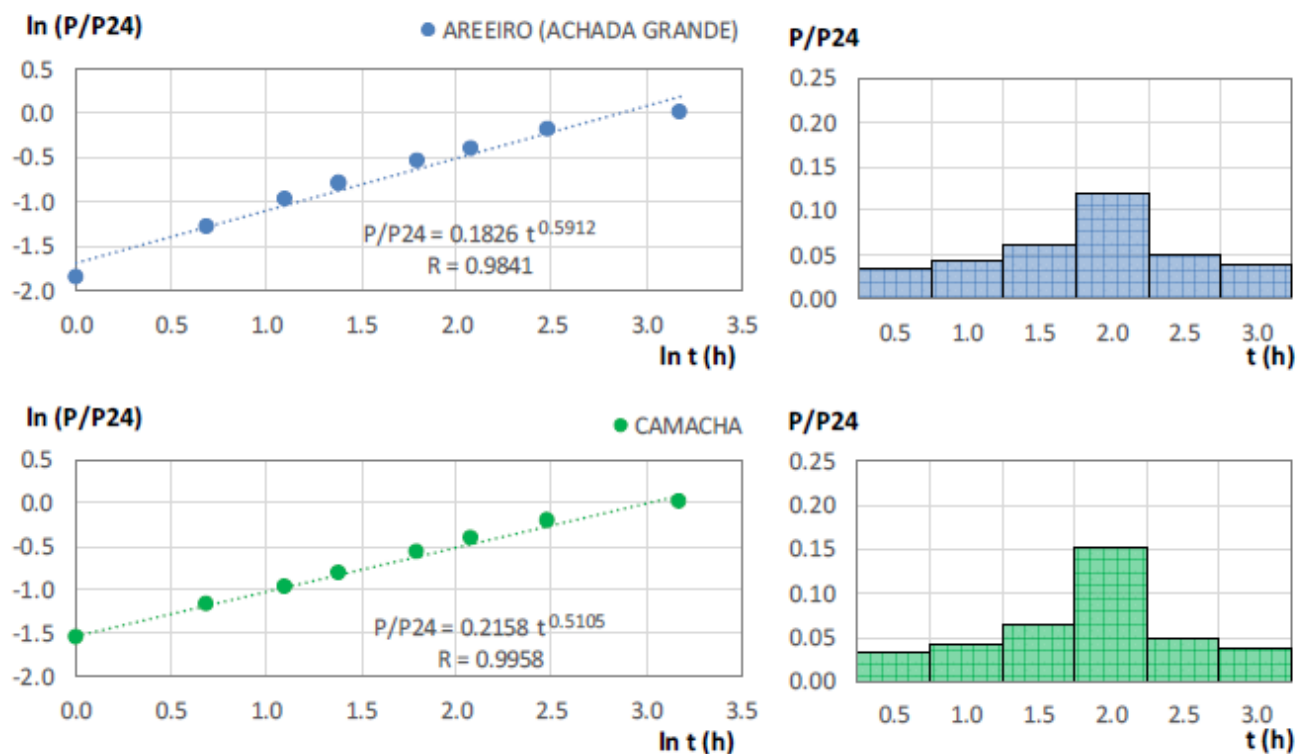


Figura 13 - Linhas de possibilidade udométricas adimensionais dos postos dos Quadro 10 e 11 (para t expresso em horas) e correspondentes hietogramas adimensionais da precipitação com a duração de 1 a 3 h.

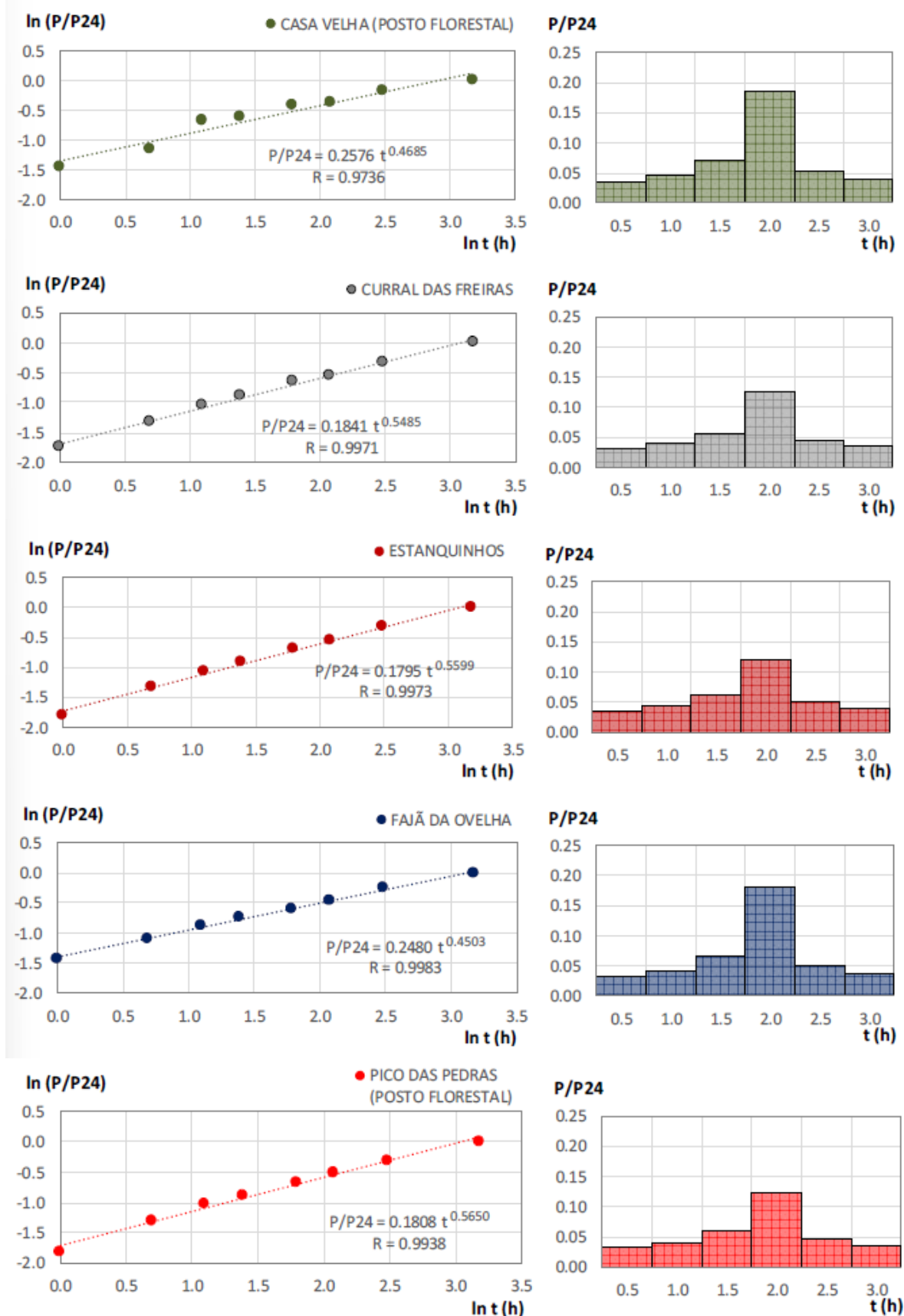


Figura 14 - Linhas de possibilidade udométricas adimensionais dos postos dos Quadro 10 e 11 (para t expresso em horas) e correspondentes hietogramas adimensionais da precipitação com a duração de 1 a 3 h.

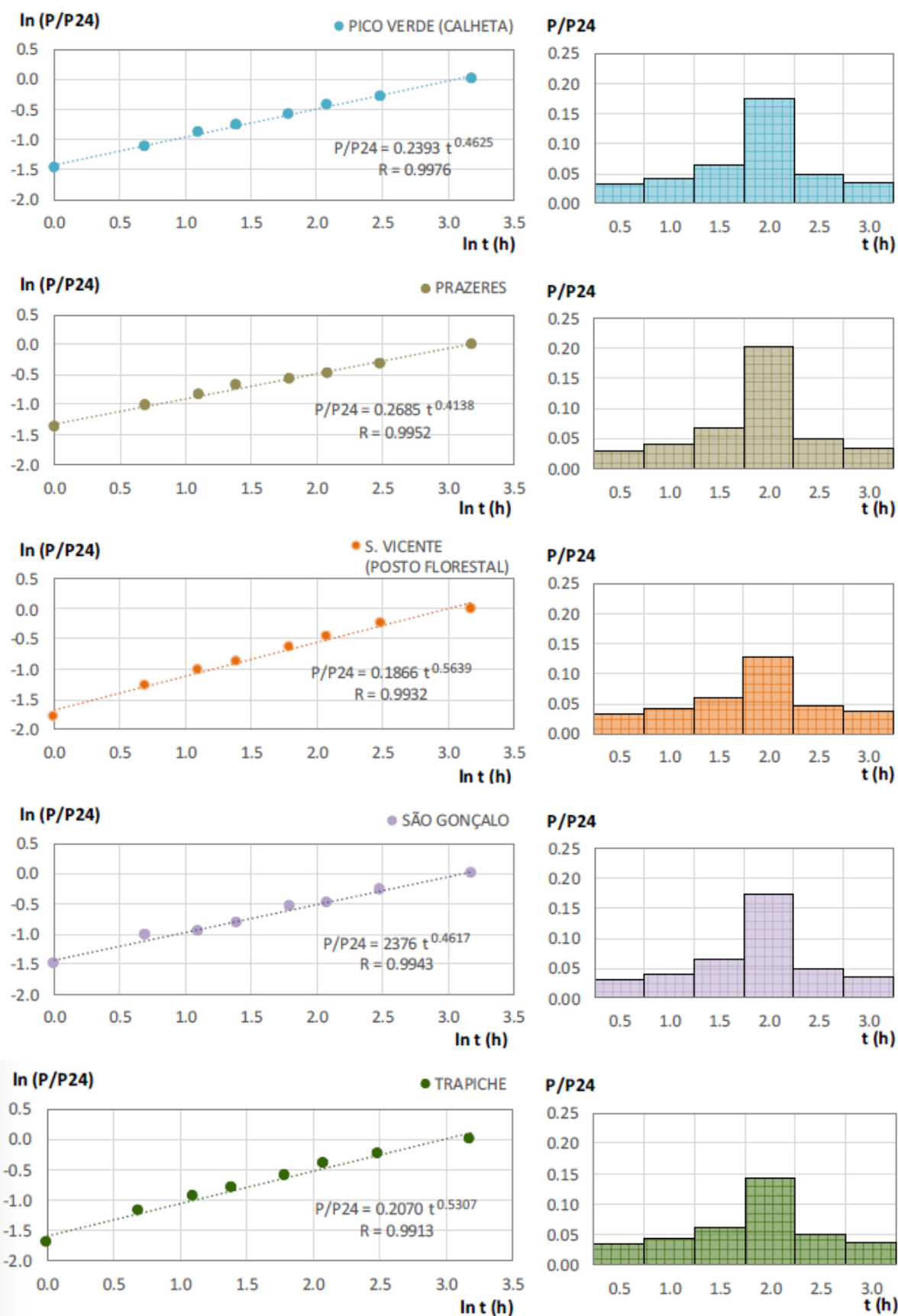


Figura 15 - Linhas de possibilidade udométricas adimensionais dos postos dos Quadro 10 e 11 (para t expresso em horas) e correspondentes hietogramas adimensionais da precipitação com a duração de 1 a 3 h.

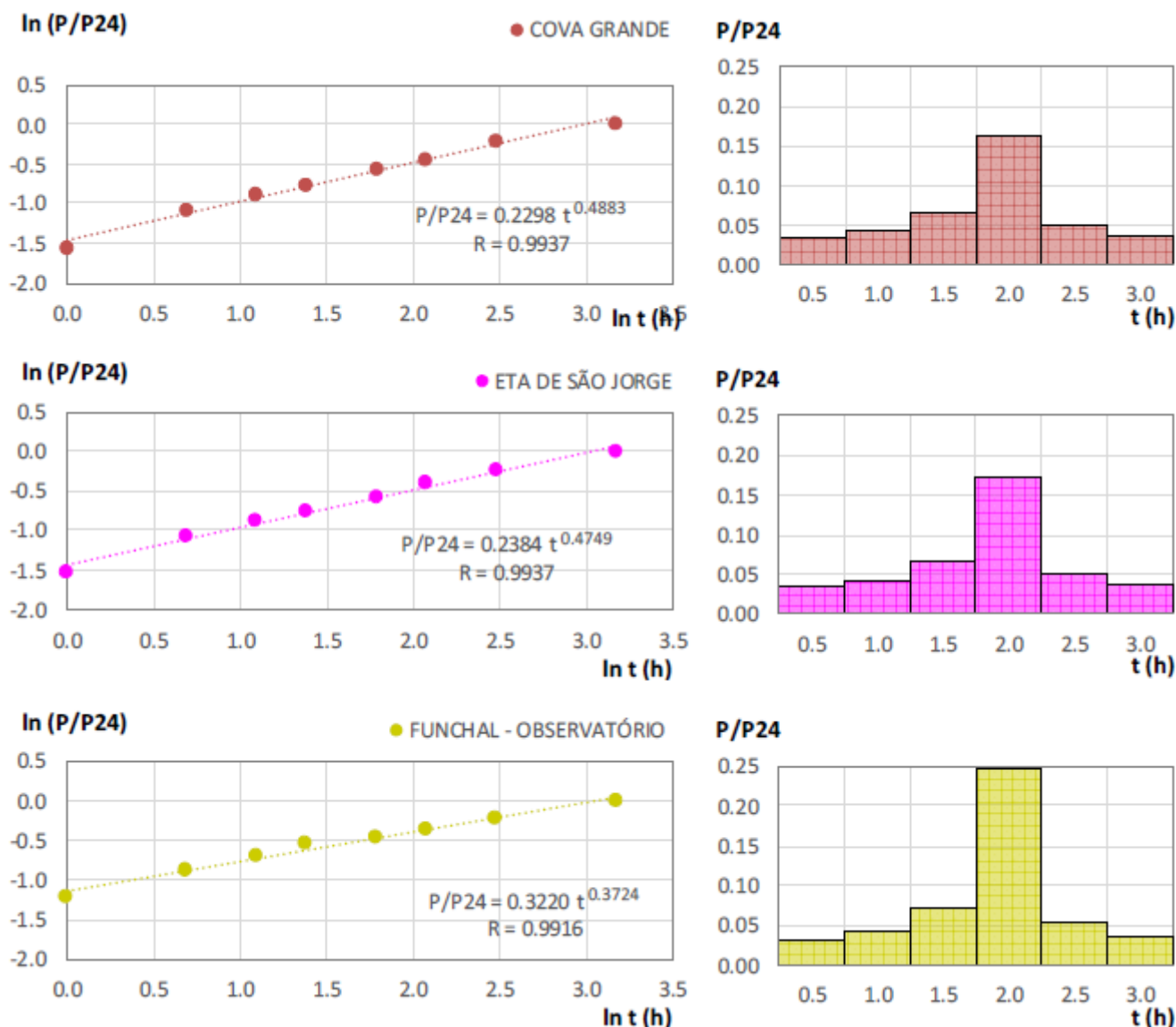


Figura 16 - Linhas de possibilidade udométricas adimensionais dos postos dos Quadros 10 e 11 (para t expresso em horas) e correspondentes hietogramas adimensionais da precipitação com a duração de 1 a 3 h.

Tendo por base as linhas de possibilidade udométrica adimensionais estabeleceram-se hietogramas igualmente adimensionais.

Para o efeito, considerou-se a duração máxima da precipitação de 3 h, a qual compreende os mais elevados tempos de concentração das bacias hidrográficas a analisar, e adotaram-se blocos alternados com a duração de 0.5 h. Para estabelecer o hietograma de cada posto aplicou-se a correspondente linha de possibilidade udométrica ao cálculo das sucessivas precipitações adimensionais (quocientes) com durações até 3 h e incrementos de 0.5 h. Seguidamente, calcularam-se as diferenças entre precipitações adimensionais com durações consecutivas, depois do que se procedeu à disposição dos incrementos das precipitações adimensionais assim obtidos de modo de alternado em torno do bloco com maior valor de $P_t/P24$. Importa esclarecer que o valor da precipitação adimensional do maior bloco é sempre igual ao quociente $P_{0.5}/P24$.

Na disposição do segundo maior bloco atendeu-se às recomendações de Hipólito et al., 2006. Assim, tendo presente que, mais frequentemente, os hidrogramas de cheia apresentem um ramo ascendente, antecedendo o caudal de ponta, com menor duração do que o ramo descendente, que se sucede ao caudal de ponta, adotou-se para os hietogramas uma forma simétrica, para o que o segundo maior bloco foi colocado à esquerda do primeiro maior bloco. A partir daí alternaram-se os blocos. O Quadro 12 exemplifica o anterior procedimento tendo por base o posto udométrico de Areeiro (Achada Grande).

Os hietogramas adimensionais assim obtidos estão representados nos diagramas do lado direito das Figura 13 a Figura 16. Os valores dos sucessivos blocos constam do Quadro 13. Quadro 15 - Posto udométrico de Porto Santo. Precipitações máximas anuais com durações de 1 a 4 h..

Quadro 12 - Exemplo da obtenção dos hietogramas adimensionais baseado no posto udométrico de Areeiro (Achada Grande).

Parâmetros da LPU		a	0.18262
		n	0.59118
Duração	Pt/P24	Δ Pt/P24	Hietograma adimensional
(h)	(-)	(-)	(-)
0.5	0.1212	0.1212	0.0357
1.0	0.1826	0.0614	0.0430
1.5	0.2321	0.0495	0.0614
2.0	0.2751	0.0430	0.1212
2.5	0.3139	0.0388	0.0495
3.0	0.3496	0.0357	0.0388

Quadro 13 - Blocos dos hietogramas adimensionais.

Duração, t (h)	AREEIRO (ACHADA GRANDE)	CAMACHA	CASA VELHA (POSTO FLORESTAL)	CURRAL DAS FREIRAS	ESTANQUINHOS	FAJÃ DA OVELHA	PICO DAS PEDRAS (POSTO FLORESTAL)	PICO VERDE (CALHETA)
0.5	0.0357	0.0336	0.0353	0.0320	0.0322	0.0321	0.0329	0.0322
1.0	0.0430	0.0420	0.0449	0.0393	0.0394	0.0412	0.0401	0.0411
1.5	0.0614	0.0643	0.0714	0.0582	0.0577	0.0665	0.0586	0.0656
2.0	0.1212	0.1515	0.1862	0.1258	0.1218	0.1815	0.1222	0.1737
2.5	0.0495	0.0496	0.0539	0.0458	0.0457	0.0497	0.0465	0.0494
3.0	0.0388	0.0371	0.0393	0.0351	0.0352	0.0358	0.0359	0.0359

Duração, t (h)	PRAZERES	S. VICENTE (POSTO FLORESTAL)	SÃO GONÇALO	TRAPICHE	COVA GRANDE	ETA DE SÃO JORGE	FUNCHAL - OBSERVATÓRIO
0.5	0.0307	0.0339	0.0319	0.0342	0.0335	0.0333	0.0318
1.0	0.0401	0.0413	0.0407	0.0423	0.0422	0.0423	0.0424
1.5	0.0670	0.0604	0.0651	0.0637	0.0660	0.0669	0.0733
2.0	0.2016	0.1262	0.1726	0.1433	0.1638	0.1715	0.2488
2.5	0.0491	0.0479	0.0489	0.0497	0.0503	0.0506	0.0525
3.0	0.0346	0.0370	0.0355	0.0376	0.0371	0.0370	0.0361

Na aplicação dos anteriores hietogramas adimensionais à análise de cheias nas bacias hidrográficas consideradas basta optar por um dos hietogramas adimensionais e transformá-lo num

hietograma de projeto, mediante a multiplicação das suas ordenadas pela precipitação diária máxima anual a considerar naquela bacia, em função do período de retorno em estudo. Como antes justificado, considera-se que os hietogramas adimensionais são muito razoavelmente independentes do período de retorno. Na seleção do hietograma a considerar optou-se pelo do posto udométrico, de entre os dos Quadro 10, Quadro 11 e Quadro 13, mas próximo do centróide da bacia hidrográfica em estudo.

4.1.1.4. Distribuição espacial da precipitação

A espacialização da precipitação na Ilha da Madeira baseou-se no método de interpolação por krigagem Empirical Bayesian Kriging (EBK) que recorre a variáveis explicativas que são conhecidas por afetar o valor dos dados. Para a escolha das variáveis fisiográficas explicativas foi aplicado um modelo de regressão linear múltipla (Regressão Stepwise). Esta análise teve como objetivo identificar as variáveis fisiográficas independentes que estejam correlacionadas entre si e identificar as que possam dar maior contributo para a previsão da variável dependente precipitação (estimativas das precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno, T, de 20, 100 e 1000 anos identificadas no Quadro 6), eliminando as variáveis que contribuem significativamente para a regressão. As variáveis fisiográficas utilizadas na análise foram as seguintes: orientação das encostas (resolução de 25 m), curvatura das encostas (resolução de 25 m), distância à linha de costa (resolução de 25 m), distância à linha de costa norte (resolução de 25 m), distância à linha de costa sul (resolução de 25 m), cota máxima no quadrante norte (resolução de 25 m), cota máxima no quadrante sul (resolução de 25 m), cota do modelo digital de terreno (resolução de 25 m), cota do modelo digital de terreno (resolução de 1 km), cota do modelo digital de terreno (resolução de 2 km), cota do modelo digital de terreno (resolução de 5 km), declive, coordenada cartográfica X, coordenada cartográfica Y, (resolução de 25 m), classe hipsométrica (intervalo de 100m) e classe hipsométrica (intervalo de 250m).

A aplicação do modelo de regressão linear múltipla permitiu identificar as variáveis com maior contributo para a previsão da variável dependente, os respetivos pesos e a qualidade do ajustamento obtido (Figura 17). O modelo de precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno, T, de 20 anos permitiu identificar as variáveis fisiográficas cota do modelo digital de terreno (resolução de 1 km) e coordenada cartográfica X com o maior contributo explicativo da variável dependente.

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,817 ^a	,667	,658	33.13205266
2	,839 ^b	,704	,687	31.68441655

a. Preditores: (Constante), mdt_1km

b. Preditores: (Constante), mdt_1km, X

Figura 17 - Resumo do modelo de regressão linear múltipla para T20

O modelo de precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno, T, de 100 e 1000 anos identificou como a única variável fisiográfica com contributo explicativo a cota do modelo digital de terreno (resolução de 1 km) (Figura 18).

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,746 ^a	,557	,544	46.69084860

a. Preditores: (Constante), mdt_1km

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
1	,641 ^a	,411	,394	70.44227278

a. Preditores: (Constante), mdt_1km

Figura 18 - Resumo do modelo de regressão linear múltipla para T100 e T1000

Os resultados cartográficos da aplicação da EBK para as precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno, T, de 20, 100 e 1000 anos podem ser observados na Figura 19, Figura 20 e Figura 21.

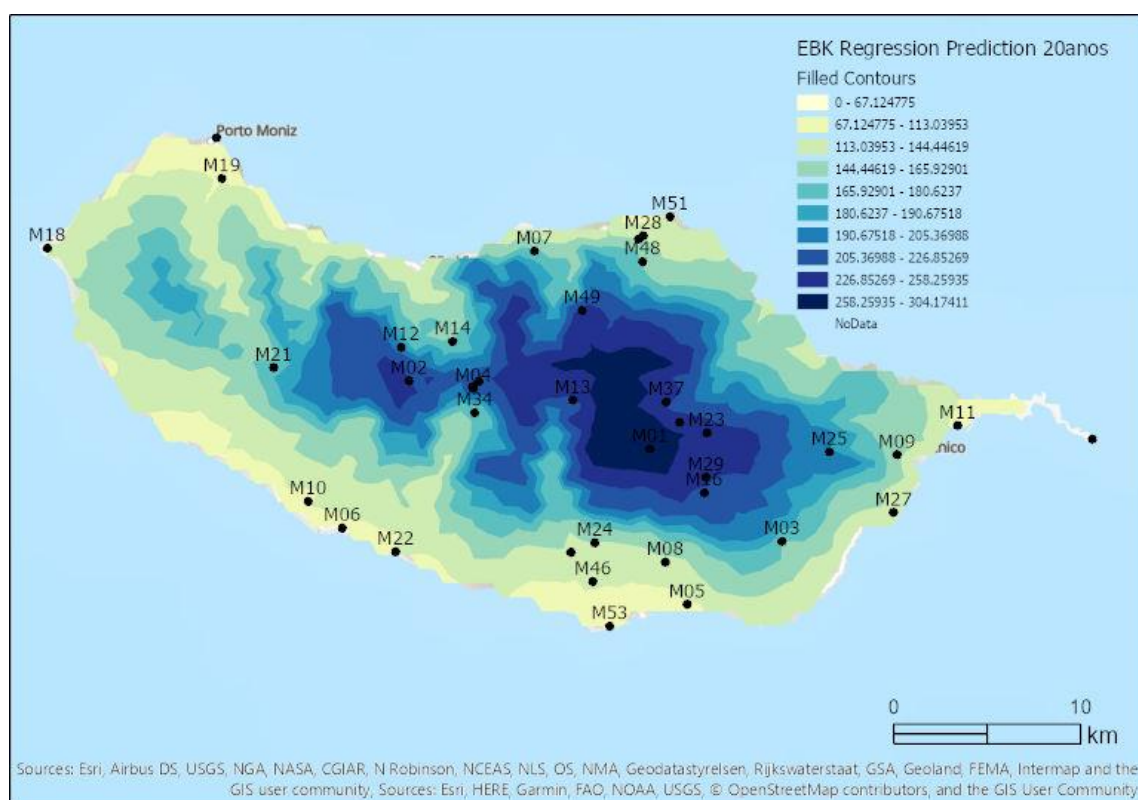


Figura 19 – Distribuição das precipitações diárias máximas anuais para o período de retorno, T, de 20

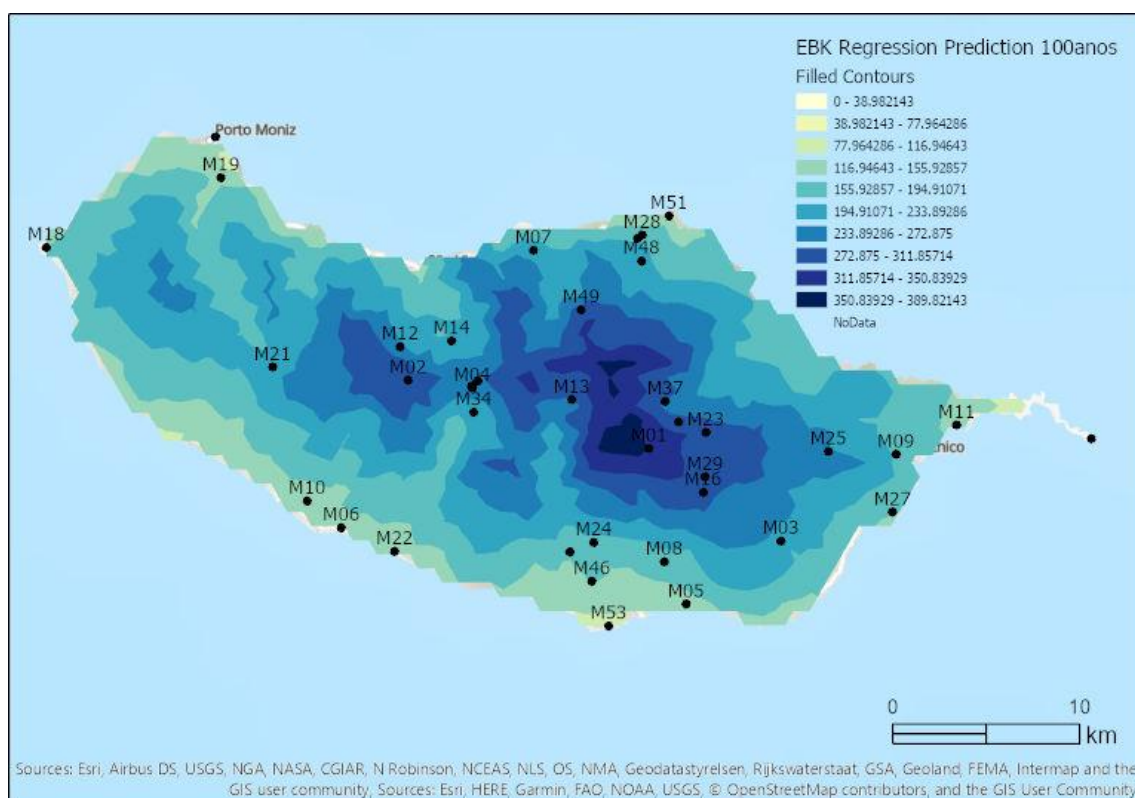


Figura 20 – Distribuição das precipitações diárias máximas anuais para o período de retorno, T , de 100

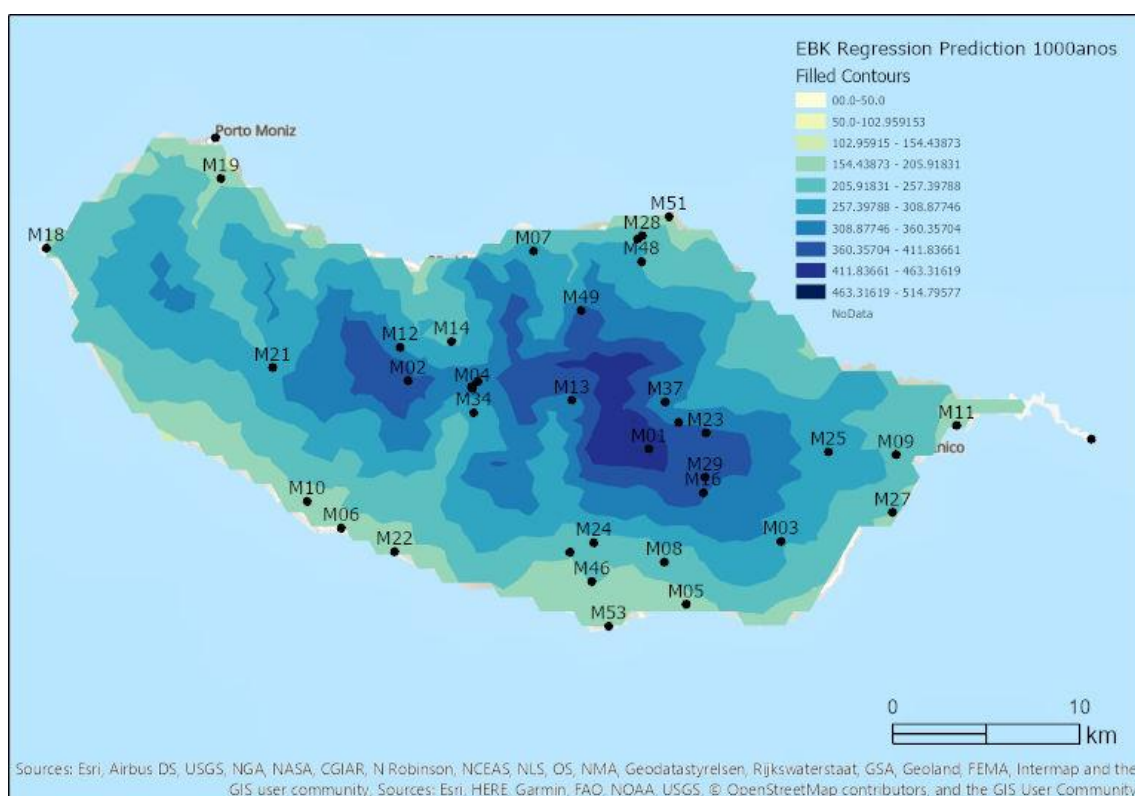


Figura 21 – Distribuição das precipitações diárias máximas anuais para o período de retorno, T , de 1000.

4.1.2. Precipitações máximas anuais na Ilha de Porto Santo. Hietogramas de projeto

4.1.2.1. Dados de base

A caracterização das precipitações intensas na Ilha de Porto Santo utilizou, no essencial, a análise estatística tendo em vista estimar precipitações diárias e horárias máximas anuais com diferentes períodos de retorno. No caso das precipitações horárias procedeu-se ainda ao estabelecimento de linhas de possibilidade udométrica de modo a permitir a obtenção de hietogramas aplicáveis à análise de cheias.

A nível diário, os dados utilizados referiram-se aos registos de precipitações diárias no posto udométrico de Porto Santo disponibilizados pelo IPMA para o período entre 01.01.1961 e 30.04.2022, o que permitiu a constituição de séries de precipitações diárias para os anos hidrológicos de 1961/1962 e 2020/2021.

Posteriormente, verificou-se que os anos de 1981/1982 e de 1990/1991 teriam de ser excluídos por respetivamente apresentarem 11 e 4 falhas em dias previsivelmente com precipitação. Verificou-se ainda existirem mais duas falhas diárias, nomeadamente nos dias 7 de junho de 1986 e 25 de abril de 1993, as quais foram, contudo, preenchidas com as médias das precipitações nos dias imediatamente antes e depois, uma vez que se tratavam de períodos com precipitações muito pequenas, insuscetíveis de influenciarem a constituição das amostras de precipitações diárias máximas anuais. Os estudos foram, assim, sustentados em 58 anos de precipitações diárias (de 1961/1962 a 2020/2021, com exclusão dos anos de 1981/1982 e de 1990/1991).

Relativamente às precipitações horárias, não foi possível atualizar a informação utilizada no estudo antecedente, relativa ao período entre 01.01.1999 e 24.04.2016, que foi assim adotada.

Como referido em tal estudo, os registos horários apresentam, contudo, numerosas falhas, frequentemente esporádicas e dispersas. De modo a permitir a constituição de uma amostra de precipitações horárias máximas anuais tão longa quanto possível optou-se por proceder ao preenchimento de falhas horários, na medida do admissível, ou seja, desde que o preenchimento não compromettesse o conteúdo informativo da amostra de máximos anuais em vista. Resume-se, seguidamente e de acordo com as diferentes circunstâncias de ocorrência de falhas horários, os procedimentos simplificados de preenchimento adotados os quais atenderam sempre aos registos de precipitações diárias nos períodos com aquelas falhas:

- As falhas horários correspondentes a precipitações diárias nulas foram preenchidas com zero.
- Havendo apenas uma falha horária num dado dia atribui-se à mesma a diferença entre a precipitação nesse dia e a soma das precipitações horárias nas restantes 23 h.
- Em dias com falhas de 2 h seguidas, o preenchimento considerou a diferença entre precipitações diárias e as somas das precipitações horárias nas restantes 22 h, diferenças essas que foram igualmente distribuídas pelas 2 h com falhas.
- Em dias com mais de duas falhas horários, atendeu-se à diferença entre registos horários disponíveis e as correspondentes precipitações diárias, diferenças essas que foram distribuídas pelas 4 h iniciais dos períodos com falhas.

Foi assim possível dispor de 15 anos hidrológicos de precipitações horárias, entre os anos de 1999/2000 e 2014/2015, embora sem o ano de 2002/2003 para o qual não foi possível efetuar o preenchimento, dado o elevado número de falhas horárias afetando períodos consecutivos de tempo extensos e previsivelmente com pluviosidade.

A partir das precipitações diárias e horárias, obtiveram-se as amostras de precipitações máximas anuais para o que foram adotados intervalos de acumulação da precipitação de 1 a 6 dias, no caso das precipitações diárias, e de 1 a 4 h, no caso das precipitações horárias.

Tais amostras são apresentadas nos Quadro 14 e Quadro 15 referentes de precipitações diárias e horárias máximas anuais, respetivamente. Os anteriores quadros incluem ainda a especificação de algumas das características das correspondentes amostras.

Quadro 14 - Posto udométrico de Porto Santo. Precipitações máximas anuais com durações de 1 a 6 dias.

Ano	1 dia (mm)	2 dias (mm)	3 dias (mm)	4 dias (mm)	5 dias (mm)	6 dias (mm)	Ano	1 dia (mm)	2 dias (mm)	3 dias (mm)	4 dias (mm)	5 dias (mm)	6 dias (mm)
1961 / 1962	34.8	34.8	36.3	37.3	37.8	46.5	1995 / 1996	73.0	73.4	87.3	87.3	91.1	96.5
1962 / 1963	78.5	89.0	114.2	121.8	125.7	125.7	1996 / 1997	22.7	39.6	50.6	53.1	54.9	64.1
1963 / 1964	40.0	40.5	47.2	58.5	69.0	69.0	1997 / 1998	42.7	63.0	63.4	71.6	75.1	83.8
1964 / 1965	34.5	63.3	68.9	86.7	92.3	107.1	1998 / 1999	20.8	29.6	29.6	32.4	33.6	34.1
1965 / 1966	47.6	60.2	65.5	65.5	76.1	84.1	1999 / 2000	30.8	38.9	49.4	57.5	64.7	64.8
1966 / 1967	72.7	78.3	113.2	118.7	123.3	125.9	2000 / 2001	17.7	32.9	40.7	46.5	56.2	61.4
1967 / 1968	47.6	58.0	59.4	60.1	68.9	71.6	2001 / 2002	89.0	102.2	102.2	102.2	102.2	102.5
1968 / 1969	74.6	93.3	93.9	105.2	107.8	108.4	2002 / 2003	43.0	47.7	47.7	47.7	77.5	81.1
1969 / 1970	77.0	82.2	83.7	105.2	111.1	111.6	2003 / 2004	31.5	33.0	37.4	41.2	41.7	45.5
1970 / 1971	44.2	49.8	66.3	71.9	80.4	86.0	2004 / 2005	39.6	59.4	61.6	65.3	85.1	88.2
1971 / 1972	62.3	62.3	62.3	64.8	66.3	71.8	2005 / 2006	43.4	68.8	70.3	70.3	71.4	71.4
1972 / 1973	24.0	29.6	29.6	31.7	32.0	34.9	2006 / 2007	41.6	41.6	41.8	42.6	42.6	42.6
1973 / 1974	31.8	32.8	34.9	45.2	50.5	54.8	2007 / 2008	29.1	41.8	54.3	57.9	58.6	59.0
1974 / 1975	46.8	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	2008 / 2009	43.9	49.6	65.7	71.4	71.4	71.4
1975 / 1976	30.9	40.3	45.9	47.0	51.4	52.5	2009 / 2010	51.8	77.2	81.0	98.1	99.2	106.3
1976 / 1977	28.5	28.7	55.2	55.7	62.5	63.5	2010 / 2011	90.9	117.6	142.0	145.1	158.4	180.0
1977 / 1978	62.9	63.7	63.7	63.7	95.5	96.3	2011 / 2012	13.8	16.4	30.1	30.2	31.0	34.7
1978 / 1979	33.4	42.3	45.7	69.5	78.4	81.8	2012 / 2013	68.6	135.9	172.6	176.1	178.4	183.1
1979 / 1980	37.5	52.7	73.4	74.0	74.0	74.4	2013 / 2014	33.0	42.2	47.5	47.5	47.5	51.3
1980 / 1981	16.3	18.8	25.8	25.8	26.5	27.2	2014 / 2015	50.5	78.0	78.0	79.7	79.7	79.7
1982 / 1983	30.0	32.1	34.0	34.4	34.4	34.4	2015 / 2016	32.6	35.5	37.2	39.9	48.1	51.7
1983 / 1984	30.6	39.3	50.0	58.3	59.8	69.5	2016 / 2017	50.2	77.2	92.8	107.8	123.4	125.5
1984 / 1985	32.1	37.7	40.9	45.4	49.0	54.6	2017 / 2018	36.3	49.0	70.3	83.0	84.1	85.2
1985 / 1986	31.8	38.7	42.1	62.6	74.8	81.6	2018 / 2019	39.6	56.9	62.3	65.6	74.1	79.5
1986 / 1987	31.8	52.4	62.4	66.0	67.3	72.3	2019 / 2020	44.6	48.3	48.3	48.9	50.0	50.1
1987 / 1988	54.6	76.4	76.4	80.0	80.8	81.6	2020 / 2021	33.4	56.1	72.8	95.4	100.7	103.2
1988 / 1989	38.5	56.0	56.0	56.0	56.1	63.2	Máximo (mm)	90.9	135.9	172.6	176.1	178.4	183.1
1989 / 1990	36.8	37.8	37.9	52.8	55.5	59.8	Mínimo (mm)	13.8	16.4	25.8	25.8	26.5	27.2
1991 / 1992	42.5	47.3	48.3	51.9	61.8	62.8	Média (mm)	42.4	53.4	60.8	66.3	71.5	75.0
1992 / 1993	30.2	34.5	35.4	43.3	44.2	48.1	Desvio padrão (mm)	17.7	23.5	27.9	29.4	30.6	31.9
1993 / 1994	39.2	48.2	48.4	48.4	48.9	49.2	Coef. assimetria	1.035	1.255	1.746	1.436	1.232	1.326
1994 / 1995	20.0	20.2	28.1	28.1	34.9	34.9							

Quadro 15 - Posto udométrico de Porto Santo. Precipitações máximas anuais com durações de 1 a 4 h.

Ano	1 h (mm)	2 h (mm)	3 h (mm)	4 h (mm)
1999 / 2000	10.3	11.0	13.9	15.0
2000 / 2001	11.2	12.2	13.7	15.3
2001 / 2002	19.5	28.7	39.5	47.3
2003 / 2004	15.4	23.2	27.1	29.8
2004 / 2005	19.8	39.6	39.6	39.6
2005 / 2006	24.8	29.6	29.6	29.6
2006 / 2007	40.2	40.2	40.2	40.2
2007 / 2008	19.8	30.5	30.5	30.5
2008 / 2009	25.6	30.9	32.7	32.9
2009 / 2010	12.0	23.6	26.8	29.1
2010 / 2011	15.0	23.3	34.9	46.5
2011 / 2012	8.7	11.7	12.8	13.2
2012 / 2013	35.2	56.1	57.6	57.6
2013 / 2014	9.4	12.9	16.0	18.2
2014 / 2015	24.8	39.2	46.3	46.9
Máximo (mm)	40.2	56.1	57.6	57.6
Mínimo (mm)	8.7	11.0	12.8	13.2
Média (mm)	19.4	27.5	30.7	32.8
Desvio padrão (mm)	9.4	12.8	13.0	13.6
Coeficiente de assimetria	0.920	0.524	0.246	0.092

4.1.2.2. Precipitações máximas anuais com diferentes durações e períodos de retorno Dados de base

Tendo por base as amostras dos Quadro 14 e Quadro 15 precedeu-se ao correspondente tratamento estatístico, tendo em vista estimar precipitações máximas anuais com as durações especificadas em tais quadros e diferentes períodos de retorno.

O procedimento para o efeito aplicado coincidiu em tudo com o especificado para estudo equivalente referente às precipitações intensas na Ilha da Madeira. As estimativas alcançadas para as diferentes leis estatísticas e para os períodos de retorno, T, de 20, 50, 100, 500 e 1000 anos são apresentadas nos Quadro 16 e Quadro 17.

Na última coluna dos quadros anteriores destacam-se as estimativas de acordo com as leis que, globalmente, se conclui apresentarem melhor ajustamento as amostras em causa e que, sendo esse o caso, serão adotadas para prosseguimento dos estudos.

No caso das precipitações diárias selecionaram-se as leis log Normal ou de Galton, para durações de 1,2, 5 e 6 dias, e de Pearson III, para as durações de 3 e 4 dias, sendo que no caso das precipitações horárias se selecionou sempre a lei log-Normal ou de Galton.

Dada a relevância no estabelecimento das linhas de possibilidade udométrica horárias no posto de Porto Santo, representam-se, na Figura 22, as precipitações máximas com durações de 1 a 4 h, bem como a das leis estatísticas aplicadas a essas precipitações, para o que adotou papel de probabilidade da lei normal. Em cada figura incluiu-se uma escala horizontal secundária graduada em termos do período de retorno.

Quadro 16 - Posto udométrico de Porto Santo. Precipitações máximas anuais com durações de 1 a 6 dias e períodos de retorno de 20, 50, 100 500 e 1000 anos.

Período de retorno, T (anos)	Probabilidade de não-excedência, F	Duração (dia)	Lei estatística				Precipitação máxima anual (mm)
			Galton (mm)	Gumbel (mm)	Pearson (mm)	log Pearson (mm)	
20	0.95	1 dia	76.5	75.5	75.7	75.9	76.5
		2 dias	98.6	97.3	98.4	97.7	98.6
		3 dias	109.1	112.9	115.5	114.1	115.5
		4 dias	119.6	121.1	123.0	122.7	123.0
		5 dias	129.5	128.6	129.9	130.1	129.5
		6 dias	135.0	134.5	136.2	135.4	135.0
50	0.98	1 dia	90.4	88.3	87.7	89.2	90.4
		2 dias	117.4	114.4	115.8	115.4	117.4
		3 dias	128.9	133.2	139.6	140.9	139.6
		4 dias	141.5	142.4	146.1	148.5	146.1
		5 dias	153.3	150.9	152.3	154.6	153.3
		6 dias	159.5	157.7	160.3	160.3	159.5
100	0.99	1 dia	101.1	98.0	96.5	99.2	101.1
		2 dias	131.8	127.2	128.6	128.8	131.8
		3 dias	144.0	148.4	157.9	163.1	157.9
		4 dias	158.3	158.4	163.3	169.2	163.3
		5 dias	171.5	167.5	168.8	173.5	171.5
		6 dias	178.2	175.0	178.2	179.4	178.2
500	0.998	1 dia	126.7	120.3	116.2	122.7	126.7
		2 dias	166.8	156.8	157.8	160.6	166.8
		3 dias	180.4	183.5	201.0	222.7	201.0
		4 dias	198.5	195.4	203.1	221.9	203.1
		5 dias	215.4	206.1	206.5	219.4	215.4
		6 dias	223.1	215.1	219.2	225.7	223.1
1000	0.999	1 dia	138.1	129.9	124.5	133.1	138.1
		2 dias	182.5	169.6	170.3	174.7	182.5
		3 dias	196.6	198.6	219.9	252.4	219.9
		4 dias	216.5	211.3	220.2	247.0	220.2
		5 dias	235.0	222.6	222.5	240.2	235.0
		6 dias	243.3	232.4	236.8	246.5	243.3

Quadro 17 - Posto udométrico de Porto Santo. Precipitações máximas anuais com durações de 1 a 4 h e períodos de retorno de 20, 50, 100 500 e 1000 anos.

Período de retorno, T (anos)	Probabilidade de não-excedência, F	Duração (dia)	Lei estatística				Precipitação máxima anual (mm)
			Gumbel (mm)	Galton (mm)	Pearson (mm)	log Pearson (mm)	
20	0.95	1 h	37.0	38.2	36.9	38.9	38.2
		2 h	51.5	56.9	50.4	53.6	56.9
		3 h	55.0	61.0	53.0	56.4	61.0
		4 h	58.1	64.4	55.4	59.5	64.4
50	0.98	1 h	43.8	46.4	43.0	48.0	46.4
		2 h	60.8	70.0	57.4	62.9	70.0
		3 h	64.5	74.0	59.2	64.4	74.0
		4 h	67.9	78.0	61.3	67.6	78.0
100	0.99	1 h	48.9	52.8	47.4	55.3	52.8
		2 h	67.8	80.5	62.3	69.6	80.5
		3 h	71.6	84.3	63.4	70.0	84.3
		4 h	75.3	88.5	65.2	73.2	88.5
500	0.998	1 h	60.7	68.5	57.2	74.2	68.5
		2 h	84.0	106.6	72.8	84.5	106.6
		3 h	88.0	109.5	72.1	81.5	109.5
		4 h	92.3	114.6	73.3	84.7	114.6
1000	0.999	1 h	65.8	75.8	61.3	83.2	75.8
		2 h	90.9	118.8	77.1	90.6	118.8
		3 h	95.0	121.1	75.6	85.9	121.1
		4 h	99.7	126.5	76.5	89.1	126.5

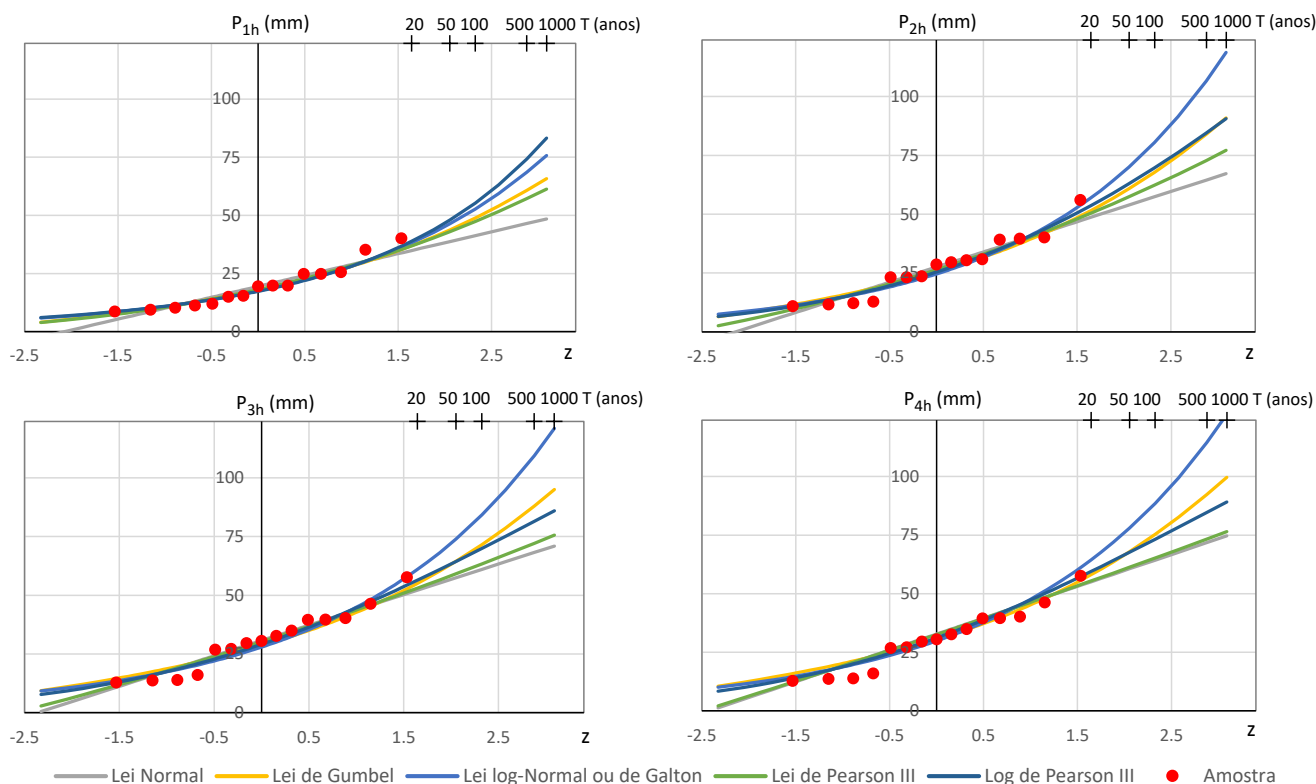


Figura 22 - Posto udométrico de Porto Santo. De cima para baixo, da esquerda para a direita: ajustamento de leis estatísticas às precipitações máximas anuais com durações de 1, 2, 3 e 4 h.

4.1.2.3. Linhas de possibilidade udométrica sub diárias e hietogramas de projeto

Tendo por base as estimativas dadas pela lei log-Normal ou de Galton das precipitações máximas anuais com durações entre 1 e 4 h, sistematizadas no Quadro 17, estabeleceram-se as linhas de possibilidade udométrica, LPU, e as correspondentes curvas intensidade-duração-frequência, curvas IDF, aplicáveis até àquela duração máxima e relativas aos períodos de retorno antes considerados.

Nos gráficos da Figura 23 representam-se as LPUs bem como os pontos de base que as originaram para o que se adotaram escalas lineares dos logaritmos neperianos da precipitação, expressa em milímetros, e da duração, expressa em horas.

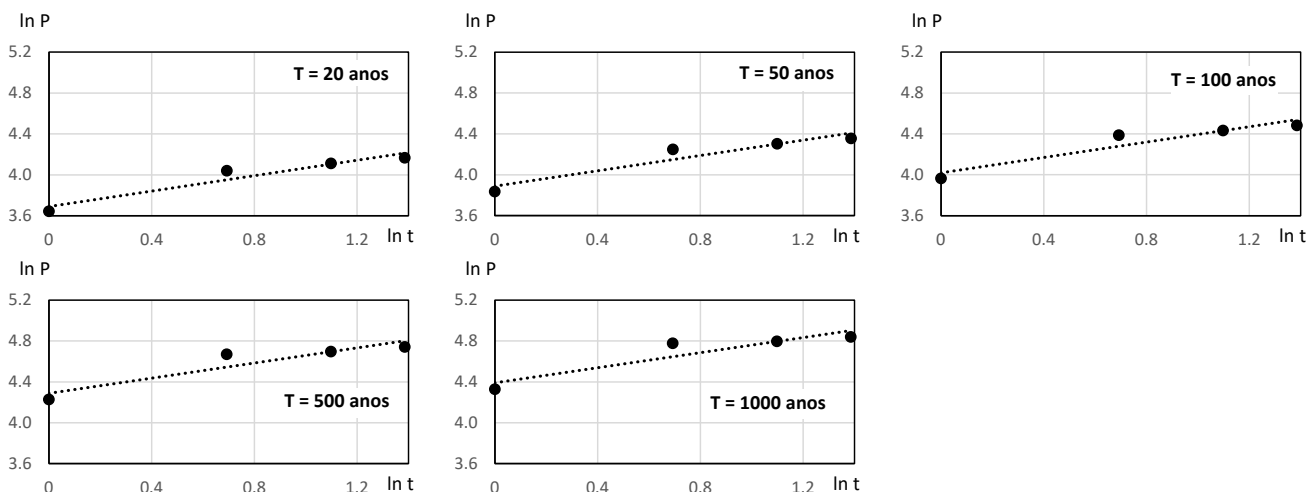


Figura 23 - Posto udométrico de Porto Santo. Representação das linhas de possibilidade udométrica para os períodos de retorno de 20, 50, 100 500 e 1000 anos e dos pontos que as originaram.

As equações das linhas de possibilidade udométrica aplicáveis até à duração de 4 h e das correspondentes curvas intensidade duração frequência em função do período de retorno são as seguintes:

Linhas de possibilidade udométrica para P expresso em mm e t, em horas:

$$T = 20 \text{ anos} \quad P = 39.978 t^{0.3792}$$

$$T = 50 \text{ anos} \quad P = 48.787 t^{0.3763}$$

$$T = 100 \text{ anos} \quad P = 55.713 t^{0.3744}$$

$$T = 500 \text{ anos} \quad P = 72.889 t^{0.3706}$$

$$T = 1000 \text{ anos} \quad P = 80.820 t^{0.3691}$$

Curvas intensidade-duração-frequência para i expresso em mm/h e t, em horas:

$$T = 20 \text{ anos} \quad i = 39.978 t^{-0.6208}$$

$$T = 50 \text{ anos} \quad i = 48.787 t^{-0.6237}$$

$$T = 100 \text{ anos} \quad i = 55.713 t^{-0.6256}$$

$$T = 500 \text{ anos} \quad i = 72.889 t^{-0.6294}$$

$$T = 1000 \text{ anos} \quad i = 80.820 t^{-0.6309}$$

Tendo por base as anteriores equações das LPU, estabeleceram-se os hietogramas de projeto para os diferentes períodos de retorno a considerar na análise de cheias. À semelhança dos critérios adotados para a análise equivalente relativa à Ilha da Madeira, consideram-se hietogramas constituídos por seis blocos alternados, cada com a duração de 0.5 h, perfazendo a duração total de 3 h.

Os cálculos inerentes ao estabelecimento dos hietogramas, bem como a representação gráfica destes últimos constam do Quadro 18.

Quadro 18 - Posto udométrico de Porto Santo. Hietogramas de projeto para os períodos de retorno de 20, 50, 100 500 e 1000 anos.

T (anos)	Equação da LPU (P em mm e t em h)	Duração (h)	P (mm)	ΔP (mm)	Hietograma	
					Blocos (mm)	Representação gráfica
20	$P = 39.978 t^{0.3792}$	0.5	30.7	30.7	4.1	
		1.0	40.0	9.2	5.4	
		1.5	46.6	6.6	9.2	
		2.0	52.0	5.4	30.7	
		2.5	56.6	4.6	6.6	
		3.0	60.6	4.1	4.6	
50	$P = 48.787 t^{0.3763}$	0.5	37.6	37.6	4.9	
		1.0	48.8	11.2	6.5	
		1.5	56.8	8.0	11.2	
		2.0	63.3	6.5	37.6	
		2.5	68.9	5.5	8.0	
		3.0	73.8	4.9	5.5	
100	$P = 55.713 t^{0.3744}$	0.5	43.0	43.0	5.5	
		1.0	55.7	12.7	7.4	
		1.5	64.8	9.1	12.7	
		2.0	72.2	7.4	43.0	
		2.5	78.5	6.3	9.1	
		3.0	84.1	5.5	6.3	
500	$P = 72.889 t^{0.3706}$	0.5	56.4	56.4	7.2	
		1.0	72.9	16.5	9.5	
		1.5	84.7	11.8	16.5	
		2.0	94.2	9.5	56.4	
		2.5	102.4	8.1	11.8	
		3.0	109.5	7.2	8.1	
1000	$P = 80.820 t^{0.3691}$	0.5	62.6	62.6	7.9	
		1.0	80.8	18.2	10.5	
		1.5	93.9	13.0	18.2	
		2.0	104.4	10.5	62.6	
		2.5	113.3	9.0	13.0	
		3.0	121.2	7.9	9.0	

4.1.3. Modelo de precipitação-escoamento

Para todas as bacias hidrográficas das ARPSI, os caudais de ponta de cheia para os três períodos de retorno de 20, 100 e 1000 anos foram obtidos através da aplicação do modelo hidrológico de precipitação-escoamento HEC-HMS. A construção do modelo iniciou-se pela definição das sub-bacias no software GeoHMS. A definição da sub-bacias teve como princípio a identificação de áreas homogêneas do ponto de vista fisiográfico e a integração com a simulação hidráulica.

O valor do número de escoamento, associado a cada sub-bacia a modelar foi obtido a partir da interseção topológica das sub-bacias com o tema “Número de Escoamento” e respetiva ponderação, deduzida para condições antecedentes de humidade elevada do solo (condições AMCIII).

A determinação das precipitações de projeto a considerar na modelação hidrológica da Ilha da Madeira foi elaborada de acordo com o procedimento descrito no ponto 4.1.1.3 do presente relatório. Para determinar as precipitações de projeto a considerar na modelação hidrológica das sub-bacias hidrográficas da ilha do Porto Santo, para os períodos de retorno de 20, 100 e 1000 anos foi adotado o procedimento descrito no ponto 4.1.2.3 do presente relatório. Tendo presente que só foi utilizado um único posto udométrico a espacialização da precipitação foi estendida a todas sub-bacias.

Relativamente ao método de propagação das ondas de cheias optou-se pelo Lag method. Este método não considera processos de atenuação ou de difusão, adequando-se a troços de curso de água curtos, com tempos de percurso na rede hidrográfica previsíveis e que não variam com a profundidade de fluxo (Scharffenberger, 2015).

4.1.4. Caudais de ponta

Os principais resultados da aplicação do modelo HMS às 29 bacias hidrográficas das APRSI, na foz, para os períodos de retorno de 20, 100 e 1000 anos, podem ser observados no Quadro 19.

Quadro 19 – Caudais de ponta na foz das APRSI fluviais no 2.º ciclo e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	CAUDAL DE PONTA DE CHEIA (m³/s)			
		ÁREA DE DRENAGEM (km²)	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	5.79	59.5	75.0	102.9
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	15.56	167.2	215.8	282.9
	(6) Ribeira dos Socorridos	38.69	553.1	689.5	876.9
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	2.75	28.6	37.8	51.0
	(8) Ribeira de S. João	14.67	191.1	243.7	316.1
	(9) Ribeira de Santa Luzia	14.22	205.2	273.9	335.2
	(10) Ribeira de João Gomes	12.94	140.3	180.9	235.0
	(11) Ribeiro da Nora	1.53	26.9	34.6	44.9
	(12) Ribeiro do Lazareto	3.96	50.1	64.8	84.2
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	24.34	391.7	484.5	610.9
	(19) Ribeira do Junçal	4.60	86.7	104.4	130.9
	(18) Ribeira da Maiata	5.34	97.3	118.6	149.4
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	9.80	98.9	128.5	173.7
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	19.06	201.6	261.1	347.5
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	1.77	16.0	20.7	27.7
	(26) Ribeira da Janela	51.89	478.3	625.3	839.2
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	8.79	113.9	146.2	192.5
	(4) Ribeira Brava	41.00	502.2	631.9	819.0
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	2.60	29.2	37.9	49.3
	(14) Ribeira do Porto Novo	16.98	209.6	266.4	344.2
	(15) Ribeira da Boaventura	10.43	167.3	211.1	270.7
	(16) Ribeira de Santa Cruz	12.83	187.6	234.1	298.1
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	49.90	654.9	794.6	990.1
	(21) Ribeira de São Jorge	33.51	453.3	565.7	717.8

SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	20.12	308.2	384.4	486.1
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	5.13	84.7	108.1	137.8
	(24) Ribeira de São Vicente	38.29	465.5	576.3	735
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	7.23	28.7	40.9	52.5
	(29) Ribeira do Cochino	3.64	14	20.2	26.1

4.2. Modelação Hidráulica

4.2.1. Considerações Gerais

Por forma a verificar as condições hidráulicas em que os escoamentos associados aos caudais de ponta de cheia são conduzidos nas ARPSI, nomeadamente no que respeita às áreas inundáveis, velocidade e altura de escoamento, recorreu-se ao software River Analysis System (HEC-RAS versão 6.0) do US Army Corps of Engineers.

O HEC-RAS permite a simulação de escoamentos unidimensionais através do Método Direct-Step (Chow, 1981) permitindo a consideração de condições de regime permanente ou de regime variável tendo-se para o efeito optado por recorrer à modelação hidráulica em regime permanente uniforme.

A quantificação das perdas de carga considerou a expressão de Manning-Strickler (Hromadka et al. 2010) sendo que o cálculo hidráulico foi realizado considerando os caudais de ponta de cheia anteriormente obtidos para perfis transversais correspondentes ao início dos trechos da rede hidrográfica em estudo ou em secções intermédias dessa rede.

Na atribuição de caudais de ponta de cheia a tais secções aplicou-se a seguinte generalização da fórmula de Meyer que permite a transposição de caudais de cheia quando estão em causa bacias hidrográficas com características análogas (Quintela, 1984, p. 677):

$$Q/Q_1 = (A/A_1)^\alpha$$

em que Q e Q₁ representam caudais de ponta de cheia nas secções com áreas de bacia hidrográfica A e A₁, respetivamente, e α é um expoente que toma valores compreendidos entre 0.4 e 0.8 e que se aproximam do anterior limite superior quando estão em causa zonas acidentadas e solos que não favorecem a infiltração.

Para um dado trecho de rio relativamente ao qual se foram consideradas secções intermédias estimou-se primeiramente o expoente α por aplicação da anterior expressão às áreas das bacias hidrográficas nas secções extremas de montante e de jusante do trecho e aos correspondentes os caudais de ponta de cheia antes estimados. Conhecido tal expoente, o caudal de ponta de cheia atribuído à secção intermédia, Q₁, resultou da aplicação da anterior fórmula ao par de valores (Q, A) indiferentemente numa das secções extremas do trecho, tendo por base a área de bacia hidrográfica na secção em causa, A₁.

A metodologia de modelação hidráulica implementada segue a recomendação do Hydrologic Engineering Center (Hydrologic Engineering Center, 2020), consistindo nos seguintes passos:

1. Simulação do escoamento do caudal nas ARPSI utilizando o software de modelação hidráulica HEC-RAS versão 6.0;

2. Verificação da capacidade de vazão nos diferentes perfis transversais para os caudais de ponta de cheia associados aos diferentes períodos de retorno;

3. Obtenção das superfícies de inundação, altura dos escoamentos e respetivas velocidades com recurso ao módulo RAS-mapper do HEC-RAS.

Os MDTs que serviram de suporte ao estabelecimento dos modelos hidráulicos possuem resoluções espaciais de 1 m, informação de base cuja obtenção é explicitada no capítulo 3.1, sendo que esta foi a malha de cálculo computacional utilizada para determinar os diferentes níveis de cheia e julgada adequada face às necessidades da modelação hidráulica e à precisão dos resultados a obter.

Atenda-se que nas zonas urbanas a imprecisão dos dados de elevação e da geometria dos elementos físicos que confrontam com o escoamento superficial a modelar pode ser elevada pelo que os resultados obtidos das simulações devem ser entendidos com as devidas precauções, em especial nas zonas onde existam redes de drenagem pluvial urbana que possam causar derivação e/ou restituição dos caudais superficiais gerados.

Nas restantes situações será necessário realizar estudos de pormenor, aumentando a precisão da altimétrica dos dados e executando levantamentos topográficos e geométricos mais detalhados das infraestruturas.

Foram consideradas, para efeitos de incorporação nos modelos hidráulicos, apenas as singularidades existentes nos MDTs ou através de levantamentos geométricos disponibilizados para o efeito, tendo-se atendido em especial à modelação de passagens hidráulicas (PHs) onde a condução de caudais é analisada com alguma cautela e de forma conjunta com o escoamento ocorrente na rede hidrográfica.

4.2.2. Informação de base dos modelos

4.2.2.1. Regime de escoamento, configuração geométrica e perdas de carga

A simulação do escoamento nas diferentes bacias hidrográficas foi efetuada em regime permanente gradualmente variado considerando o escoamento unidirecional (1D), simplificação esta que consiste na adoção de um valor único de caudal para todas as secções de controle consideradas, condição que se afigura válida atendendo a que rede hidrográfica da Ilha da Madeira se encontra fortemente encaixada, apresentando trechos retilíneos em extensões significativas (PRAM, 2002). Este aspeto para além de conferir maior confiabilidade na modelação unidimensional proposta julga-se também adequado dada a magnitude dos declives apresentados.

Por forma a permitir a modelação hidráulica as simulações foram efetuadas com base em perfis transversais localizados e implantados sobre os MDTs e utilizando para o efeito o módulo mapper do HEC-RAS. A representação geométrica dos leitos e margens das linhas de água atendeu a um criterioso reforço na implantação destes perfis onde ocorrem mudanças de direção do escoamento, declive, alargamentos e estreitamentos assim como em torno das singularidades existentes. Os perfis transversais apresentam equidistâncias médias compreendidas entre 30 a 60 m, sendo que nas zonas urbanas se considerou necessariamente um maior número de perfis por forma a melhor evidenciar as

características topo-batimétricas dessas seções e assim obter um melhor conhecimento das condições hidráulicas em que o escoamento ocorre.

Sempre que necessário e após efetuar as simulações os modelos foram afinados, através do prolongamento do traçado ao longo das margens dos perfis transversais, no sentido de estes poderem refletir totalmente a extensão das áreas inundadas sobre as mesmas.

Relativamente às perdas de carga contínuas foram considerados valores aproximados do coeficiente de Manning-Strickler (n) de 0,05 para o leito e de 0,04 para margens, espelhando o efeito de maior rugosidade no leito (pedra solta de diferente granulometria) comparativamente às margens (alguma pedra e vegetação nos taludes).

4.2.2.2. Condições de fronteira

Nos trechos em estudo assumiu-se como condição de fronteira a jusante a existência do regime uniforme pelo que se introduziram nos modelos os respetivos declives dos leitos i (iguais aos declives das respetivas linhas de energia, J) sendo estes estimados a partir da ferramenta disponível no RAS - Mapper. Com base nos declives dos leitos (i), nos coeficientes de rugosidade de Manning (n), nos caudais de ponta (Q_p) e na definição topo-batimétrica das linhas de água é estimada uma altura de escoamento a partir da qual a equação da energia é resolvida pelo modelo através de um processo de cálculo iterativo. Por forma a que os escoamentos possam ocorrer o mais próximo possível do regime uniforme os caudais de cheia anteriormente obtidos através dos modelos de precipitação-escoamento foram afetos às seções imediatamente anteriores às seções iniciais de cálculo.

De acordo com o definido no Caderno de Encargos como condição de fronteira a jusante das ARPSI costeiras considerou-se a cota correspondente ao nível de maré, tendo o levantamento sido efetuado através da observação dos registos de marégrafo para os níveis de máxima preia-mar e na consideração de águas-vivas equinociais. A cota de maré considerada¹ foi de 1,15 m.

4.2.2.3. Singularidades da rede hidrográfica

As singularidades como pontes, passagens hidráulicas, muros e outras infraestruturas que possam causar perturbações ou bloqueios à passagem dos escoamentos em superfície livre foram consideradas na modelação hidráulica por forma a possibilitar o cálculo das perdas de carga localizadas e consequentemente averiguar acerca das possíveis alterações nos escoamentos. Apesar das perturbações serem causadas pelos diferentes tipos de infraestruturas existentes nas linhas de água colocou-se ênfase em especial nas inúmeras PHs por condicionarem de forma mais evidente as características hidráulicas dos escoamentos. Para o efeito foram introduzidas as respetivas características geométricas como altura, comprimento e forma da seção transversal assim como as

¹ Foi considerado o valor da Preia-Mar de Águas-Vivas (PMAV) que corresponde ao valor médio, tomado ao longo do ano, das alturas de maré de duas preia-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude de maré é maior (próximo das situações de Lua Nova ou Lua Cheia), devidamente corrigido da diferença entre referenciais cartográfico e marítimo (Fonte: <https://www.hidrografico.pt/tabelamares>)

rugosidades do leito e topo, tendo-se considerado para estas últimas os valores de 0,05 e 0,015 respetivamente para ocupação de leito com rocha solta de diferente granulometria e betão no topo destas passagens.

Em função da tipologia de cada PH e dos respetivos dispositivos de entrada e de saída foram considerados os valores dos coeficientes de perda de carga recomendados pelo manual da Federal Highway Administration's "Hydraulic Design of Highway Culverts" (FHWA, 1985).

Averiguou-se no final das simulações a ocorrência de galgamento das PHs para os caudais de ponta associados aos distintos períodos de retorno por forma a verificar a existência de áreas inundadas sobre este tipo de infraestruturas, permitindo a sua inclusão na elaboração da respetiva cartografia de risco de inundação.

4.3. Cenários de Transporte Sólido

A modelação inicial dos fluxos *debris* foi elaborada com recurso ao software Flow-R (Flow path assessment of gravitational hazards at a Regional scale). Trata-se de um modelo de avaliação da suscetibilidade de fluxos de *debris* à escala regional que utiliza um conjunto de parâmetros geotécnicos. Verificou-se que estes parâmetros são inexistentes para a totalidade das ARPSI interiores.

Dada a dificuldade em obter informação consistente sobre o possível efeito da integração de material sólido nos caudais líquidos a modelar para todas as bacias hidrográficas, e não obstante se reconhecer a sua extrema importância na modelação de áreas inundáveis na ilha da Madeira, optou-se por considerar a sua incorporação de duas formas distintas:

- Para as bacias hidrográficas em que existiram levantamentos de dados de campo obtidos no âmbito do estudo de caracterização das aluviões de Almeida e Oliveira, 2010, identificaram-se as correspondentes zonas de deposição de material sólido ao longo das diferentes secções da rede hidrográfica e a respetiva obstrução das secções de vazão. Com base nas alturas dos depósitos de material sólido evidenciadas no anterior estudo o efeito da obstrução consistiu em adotar uma sobre-elevação do fundo das linhas de água através do estabelecimento no HEC-RAS de uma cota variável correspondente a altura dos sedimentos depositados.
- Para as restantes bacias hidrográficas consideraram-se as recomendações do estudo de Oliveira et al., 2017 tendo-se efetuado a majoração dos caudais líquidos obtidos por um fator de 3 por forma a simular o efeito da integração com o caudal sólido.

Este cenário que incorpora o efeito do transporte sólido nos caudais líquidos foi desenvolvido apenas para os caudais associados a um período de retorno de 100 anos.

Atenda-se a que a incerteza na determinação dos volumes de material sólido decorrentes da instabilização das encostas, não tornou possível a consideração de deslizamentos, ruturas ou confinamentos laterais e como tal a modelação dos diferentes processos de erosão, transporte e deposição de material sólido não permite ser devidamente considerada na modelação das zonas inundáveis.

4.4. Cenários de Alterações Climáticas

Não obstante a Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, e o Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, não prever o impacto provável das alterações climáticas na reavaliação das cartas de zonas inundáveis para áreas de risco e cartas de riscos de inundações, analisou-se neste ponto os potenciais efeitos das alterações climáticas na ocorrência de inundações através de uma análise de tendências das precipitações diárias máximas anuais. No que respeita ao comportamento da precipitação com impacto nos recursos hídricos superficiais e que eventualmente possa ser associado aos efeitos das mudanças climáticas, tendo por base exatamente o período de 80 anos utilizado no presente estudo, Espinosa et al., 2021, identificaram diminuições da precipitação na Ilha desde as escalas mensais e anual. Embora tal diminuição seja diminuta e na generalidade das ocorrências sem significado estatístico, afeta essencialmente as zonas centrais localizadas a maior cota, fundamentais para o reabastecimento dos aquíferos, contribuindo, assim, para a escassez de água na região.

Especificamente no que respeita a precipitações máximas anuais com durações de 1 a 7 dias cujo comportamento afeta diretamente a génese de cheias, as tendências estatisticamente significativas foram ainda em menor número e notoriamente reduzidas. Não obstante sugerirem sistematicamente diminuição das precipitações intensas, para as menores durações de 1 e de 2 dias identificaram-se ocorrências pontuais de acréscimo da precipitação. Tais resultados estão sistematizados na Figura 24, integralmente reproduzida de Espinosa et al., 2021. Globalmente, as durações analisadas sugerem tendências com consequências negligenciáveis na magnitude dos caudais de ponta.

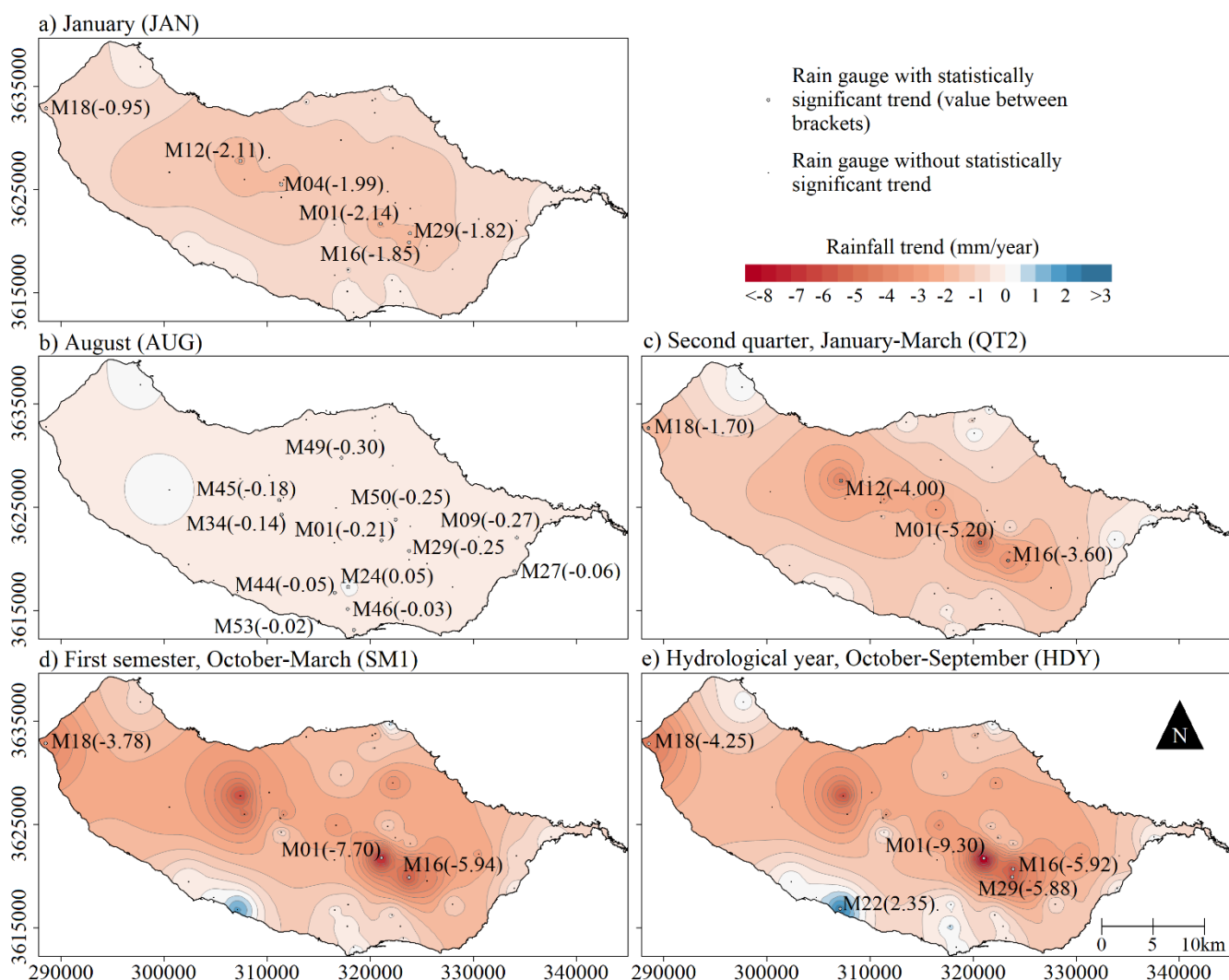


Figura 24 - Precipitações máximas anuais com durações entre 1 e 7 dias (AM1 a AM7). Tendências (figura reproduzida de Espinosa et al., 2021, pelo que a identificação dos postos é a aí considerada; entre parêntesis são indicadas as tendências estatisticamente significativas).

No contexto das projeções realizadas na Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira (Gomes et al., 2015), foi identificada uma potencial diminuição futura da frequência de dias com precipitações elevadas, associada a uma diminuição da frequência de episódios subdiários com precipitações elevadas com um aumento da severidade das cheias/aluviões devido à acumulação superior de depósitos nas vertentes e leitos fluviais.

5. MODELAÇÃO DAS ARPSI DE ORIGEM COSTEIRA

A modelação das ARPSI de origem costeira permite a simulação dos processos de galgamento e inundação para cada um dos locais, considerando: o cálculo do nível máximo do mar, a cartografia das zonas inundáveis e a cartografia de risco para o período de retorno de 100 anos.

5.1. Modelação

O processo de cartografia de risco em áreas costeiras é compósito, uma vez que implica uma descrição detalhada das reações dinâmicas da zona costeira ao impacto de eventos hidrometeorológicos, como o galgamento e a inundação (Peixoto & Gomes, 2021). Assim, a metodologia para caracterização e análise de eventos de galgamento, erosão e inundação costeira usa uma combinação de abordagens semi empíricas, modelos de simulação de processos e análise probabilística. Tendo por base esta metodologia, a avaliação dos perigos associados a eventos de tempestade costeira, assentou na modelação de galgamento e inundação costeira usando o software de modelação costeira XBeach.

A inundação costeira é geralmente causada por uma combinação entre níveis de água elevados (marés e sobrelevações) e a ação das ondas. Assim, o nível total de água junto à costa é o resultado das várias componentes expressas na Figura 25.

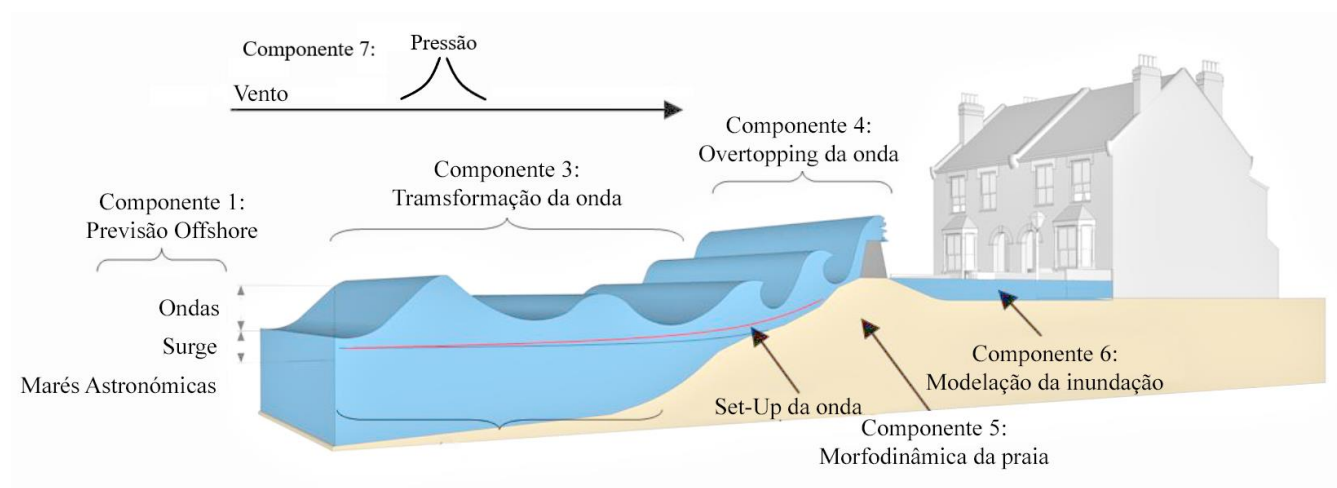


Figura 25 – As várias componentes associadas à modelação de galgamentos e inundações costeiras (adaptado de Environment Agency UK, 2016).

Os cenários de alterações climáticas apontam para uma subida no nível médio do mar, que alguns modelos globais de clima apontam como superior a 1 metro, associado a um aumento do número de tempestades marítimas, e também a um incremento nos riscos de galgamento costeiro e de erosão da linha de costa. Este risco acrescido representa não só custos económicos significativos, mas também riscos para a população residente nas zonas costeiras (Figura 26).

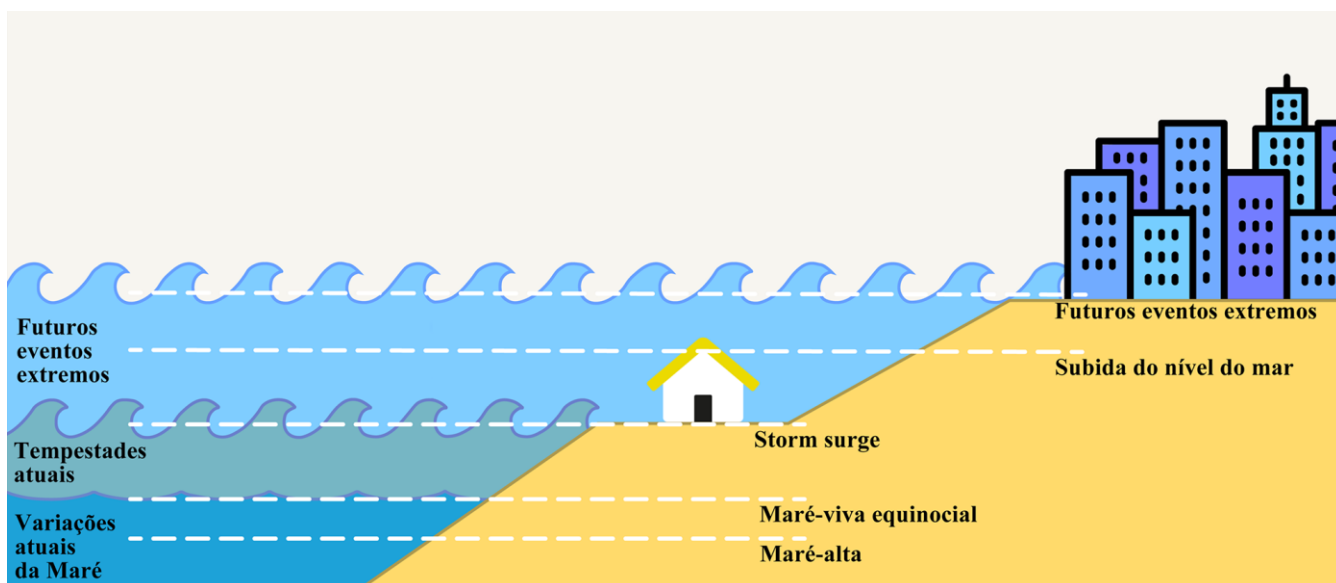


Figura 26 - Ilustração do efeito das alterações climáticas nas zonas costeiras (adaptado de Cantwell, 2020).

A modelação dos galgamentos e inundações costeiras segue três fases (Figura 27): i) a recolha de dados oceanográficos e topobatimétricos, ii) o tratamento e processamento dos dados necessários para a modelação, iii) a modelação dos galgamentos no software XBeach, da qual resulta a área inundada/*run-up* horizontal e vertical, mediante os parâmetros de entrada fornecidos ao programa.



Figura 27 - Metodologia seguida na modelação da inundação costeira/run-up nas ARPSIC.

Os parâmetros oceanográficos usados na modelação das ARPSIC da RAM, derivam dos valores colhidos pela boia ondógrafo do Funchal (1996-2018, série de dados da ondulação com aprox. 22 anos), e do marégrafo do Funchal. Com base na série disponível, os valores extremos considerados na modelação preliminar das ARPSIC da RAM foram os que se registaram no evento de abril de 2008 (Figura 28).

O software XBeach permite modelar a propagação de ondas, o transporte de sedimentos e antever mudanças morfológicas na costa. Para as ARPSI costeiras, a modelação incidiu na determinação de frentes costeiras galg veis, do “run-up” e da altura da coluna de água nas áreas inundáveis.

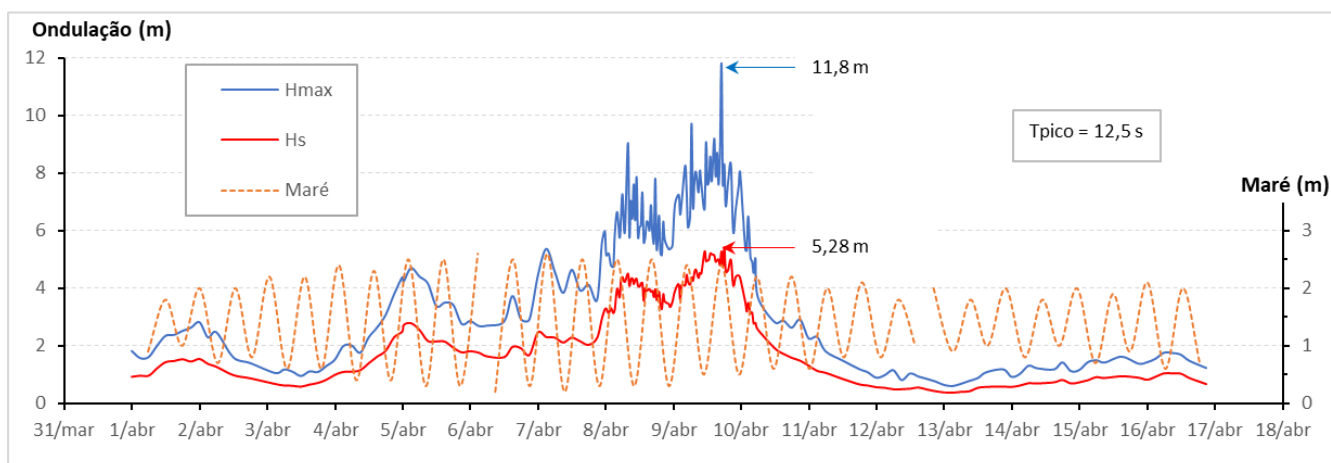


Figura 28 - Valores de altura de onda significativa (Hs) e máxima (Hmax), e alturas da maré, registadas durante a tempestade de abril de 2008. Os dados usados na modelação XBeach referem-se aos valores máximos registados no dia 9/04/2008.

No que respeita ao impacto das alterações climáticas nas ARPSI costeiras, efetuaram-se simulações com o modelo XBeach considerando o nível do mar no contexto de alterações climáticas (4.6 m). Relativamente ao cenário de mudanças climáticas, optou-se por assumir a previsão para 2050 proposta por Antunes (2019), ou seja, um acréscimo de 40 cm do nível médio. Os resultados obtidos têm como objetivo alertar para o eventual aumento da área inundada com a subida do nível médio das águas do mar, não havendo publicação de cartografia no contexto das alterações climáticas. No entanto, durante a elaboração do PGRI-RAM poderão ser integradas medidas ou orientações que visem a adaptação das frentes costeiras aos efeitos das alterações climáticas.

6. CARTOGRAFIA DE RISCO – METODOLOGIA

Considerando o disposto na Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações, e no Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, as cartas de riscos de inundações devem indicar as potenciais consequências prejudiciais associadas às inundações. A cartografia de risco de inundações integra várias componentes: suscetibilidade, perigosidade, consequências e risco. A cartografia de suscetibilidade das inundações fluviais/pluviais e costeiras corresponde ao tema da extensão das zonas inundáveis para os períodos de retorno analisados. A cartografia de perigosidade das inundações fluviais/pluviais resultou da multiplicação dos temas da velocidade de escoamento pela profundidade, obtidos na modelação hidráulica, de acordo com a equação 1.

$$P = d \times (v + 0.5) \quad (1)$$

onde, d corresponde à profundidade (m) e v à velocidade de escoamento (m/s).

A determinação da perigosidade foi determinado a partir das classes que contam no Quadro 20.

Quadro 20 – Classes de perigosidade

Perigosidade= $d \times (v+0,5)$	Grau da ameaça da inundação	Descrição do Risco (considerando, apenas, a população)
<0,75	1 - Inexistente (I)	
0,75-1,25	2 - Baixo (B)	Cautela
1,25-2,5	3 - Médio (M)	Perigo para alguns
2,5-7	4 - Alto (A)	Perigo para a maior parte das pessoas
>7	5 - Muito Alto (MA)	Perigo para toda a população

A etapa seguinte consistiu na determinação do grau de consequências. O grau de consequências baseou-se na classificação do tema da Carta de Ocupação de Solo de acordo com o Quadro de Consequências (ANEXO III).

Com recurso aos temas da perigosidade e consequências, procedeu-se à quantificação do risco na área inundável, de acordo com o Quadro 21.

Quadro 21 - Matriz de Risco para as ARPSI fluviais

Risco	Perigosidade				
	1	2	3	4	5
Consequências	1 Insignificante	Insignificante	Baixo	Baixo	Médio
	2 Insignificante	Baixo	Médio	Médio	Alto
	3 Baixo	Médio	Médio	Alto	Alto
	4 Baixo	Médio	Alto	Alto	Muito Alto
	5 Médio	Alto	A	Muito Alto	Muito Alto

Adicionalmente à quantificação do risco nas ARPSI fluviais foi incluído na cartografia de risco um tema com a identificação dos cursos de água de montanha de passagem de cheias aluviais que atravessam áreas povoadas. Estes cursos de água foram identificados a partir da listagem de cursos de água publicada na 1.ª versão das cartas de risco de inundações da Região Autónoma da Madeira.

Para a determinação do risco para as ARPSI de origem costeira, considerou-se a interseção da extensão da área inundada com a presença de recetores na área inundada, tendo por base o Quadro de Consequências (ANEXO III). Neste sentido, a matriz de risco para as ARPSI costeiras assume um formato binário de acordo com o quadro seguinte.

Quadro 22 - Matriz de Risco para as ARPSI fluviais

Risco	Inundação costeira	
	Sim	Não
Consequências	1 Insignificante	n.a.
	2 Baixo	n.a.
	3 Médio	n.a.
	4 Alto	n.a.
	5 Muito Alto	n.a.

6.1. Elementos Expostos – metodologia

Segundo Julião *et al.* (2009), atribui-se a designação de elementos expostos à população, propriedades, estruturas, com infraestruturas, atividades económicas, etc., expostos (potencialmente afetáveis) a um processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território. Na mesma publicação, atribui-se a designação de elementos expostos estratégicos, vitais e/ou sensíveis (EEVS) ao conjunto de elementos expostos de importância vital e estratégica, fundamentais para a resposta à emergência (rede hospitalar e de saúde, rede escolar, quartéis de bombeiros e instalações de outros agentes de proteção civil e autoridades civis e militares) e de suporte básico às populações (redes de abastecimento de água, rede elétrica, centrais e retransmissores de telecomunicações).

Partindo desta definição, o mapa de elementos expostos será uma agregação de sete categorias de informação espacial:

1. POPULAÇÃO – Número de residentes obtidos a partir dos censos 2021 à escala da subsecção estatística e espacializados por cartografia dasimétrica.
2. EDIFÍCIOS SENSÍVEIS - Rede hospitalar e de saúde, rede escolar, quartéis de bombeiros, instalações de outros agentes de proteção civil e autoridades civis e militares, e edifícios do governo regional/autarquias locais.
3. ATIVIDADE ECONÓMICA – Atividades agrícolas, industriais e serviços.
4. INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE– Infraestruturas rodoviárias regionais, sistemas de transporte público, instalações portuárias, instalações aeroportuárias.

-
5. INFRAESTRUTURAS BÁSICAS – Origens e redes principais de abastecimento de água, rede de saneamento e drenagem pluvial, redes de fornecimento de energia elétrica, abastecimento de gás, telecomunicações, rede de telemóvel, centrais e retransmissores de telecomunicações.
 6. ELEMENTOS AMBIENTAIS – Estações de tratamento de águas residuais e estações elevatórias, instalações SEVESO no âmbito de Prevenção, Controlo Integrado da Poluição (PCIP) e no âmbito do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (PRTR); são identificadas áreas protegidas que podem sofrer danos. São também identificadas as massas de água que estão incluídas nas zonas de inundação para os cenários estudados.
 7. PATRIMÓNIO – Afetação do património classificado a partir da informação disponibilização pela Direção Regional de Cultura.

7. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DAS ARPSI

7.1. Cartografia das áreas inundáveis

Face aos eventos de inundação ocorridos no período em análise, as áreas inundáveis determinadas no 1.º ciclo não sofreram qualquer tipo de alteração dos limites de montante e de jusante. Relativamente às novas ARPSI fluviais, neste 2.º ciclo foram identificadas duas novas (Ribeira da Calheta e Ribeira do Cochino), cujas áreas atingidas estão indicadas no Quadro 23.

Quadro 23 – Área inundável (ha) das ARPSI da RH10 no 1.º e 2.º ciclo e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	ÁREA INUNDÁVEL (ha)			
		CICLO	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	2.º Ciclo	0.9	0.9	1.0
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	1.º Ciclo	9.0	9.6	10.2
	(6) Ribeira dos Socorridos	1.º Ciclo	40.1	43.3	47.8
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	1.º Ciclo	0.8	0.9	1.0
	(8) Ribeira de S. João	1.º Ciclo	14.1	15.2	17.0
	(9) Ribeira de Santa Luzia	1.º Ciclo	10.1	10.6	11.0
	(10) Ribeira de João Gomes	1.º Ciclo	2.8	2.9	3.0
	(11) Ribeiro da Nora	1.º Ciclo	1.3	1.4	1.6
	(12) Ribeiro do Lazareto	1.º Ciclo	0.9	0.9	1.0
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	1.º Ciclo	20.7	24.2	27.4
	(19) Ribeira do Junçal	1.º Ciclo	2.2	2.4	2.5
	(18) Ribeira da Maiata	1.º Ciclo	1.7	1.8	2.0
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	1.º Ciclo	3.5	3.7	4.0
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	1.º Ciclo	5.4	5.8	6.4
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	1.º Ciclo	0.4	0.4	0.5
	(26) Ribeira da Janela	1.º Ciclo	34.2	37.0	39.6
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	1.º Ciclo	5.8	6.1	6.5
	(4) Ribeira Brava	1.º Ciclo	39.1	44.7	49.6
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	1.º Ciclo	2.6	2.8	3.1
	(14) Ribeira do Porto Novo	1.º Ciclo	17.0	19.0	21.4
	(15) Ribeira da Boaventura	1.º Ciclo	7.8	8.4	9.3
	(16) Ribeira de Santa Cruz	1.º Ciclo	9.0	10.0	10.9
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	1.º Ciclo	58.8	62.4	67.1
	(21) Ribeira de São Jorge	1.º Ciclo	23.2	25.6	28.7
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	1.º Ciclo	12.7	13.3	14.2
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	1.º Ciclo	2.3	2.5	2.7
	(24) Ribeira de São Vicente	1.º Ciclo	20.7	21.7	23.2
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	1.º Ciclo	1.7	2.1	2.4
	(29) Ribeira do Cochino	2.º Ciclo	1.6	1.6	1.7

7.2. Elementos expostos identificados nas ARPSI

A identificação dos elementos expostos constitui uma das fases mais importantes da cartografia de risco, uma vez que possibilita a antecipação dos danos que podem ocorrer, e paralelamente permite identificar possíveis medidas de mitigação do risco e consequentemente a definição das medidas a implementar no PGRI.

7.2.1. Impacto na Saúde Humana

A análise dos resultados obtidos para a população potencialmente afetada nas ARPSI da RH10, permite confirmar que nas áreas costeiras a afetação da população é baixa, enquanto nas áreas de origem fluvial/pluvial há um número significativo de habitantes potencialmente afetados, sendo esse número mais elevado nas ARPSI da Ribeira de Machico e Ribeira Brava para os três períodos de retorno, (Quadro 24 e Quadro 25). Na RH10, os municípios onde o número de residentes potencialmente afetados é mais elevado são os municípios do Funchal, Ribeira Brava, Machico e Santa Cruz.

No Quadro 24 e Quadro 25 apresenta-se ainda a população flutuante potencialmente afetada, ou seja, a população temporária ou pontual nas ARPSI da RH10. Esta informação foi cedida pelo Direção Regional de Turismo relativa empreendimentos turísticos em funcionamento na Região Autónoma da Madeira. Considerou-se, para este efeito, que os empreendimentos se encontram a um terço da sua lotação máxima. Nas áreas de origem fluvial/pluvial de Santa Cruz, Machico, Ribeira Brava e Ponta do Sol há um número significativo de população flutuante potencialmente afetada, para os três períodos de retorno.

Quadro 24 – População residente e flutuante potencialmente afetada por ARPSI fluvial/pluvial e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	POPULAÇÃO RESIDENTE (N.º)			POPULAÇÃO FLUTUANTE (N.º)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	-	-	-	-	-	-
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	7	7	85	-	-	-
	(6) Ribeira dos Socorridos		2	2	-	-	-
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	2	2	2	-	-	-
	(8) Ribeira de S. João	10	17	35	-	-	-
	(9) Ribeira de Santa Luzia	2	4	4	-	-	-
	(10) Ribeira de João Gomes	-	-	-	-	-	-
	(11) Ribeiro da Nora	148	148	151	-	-	-
	(12) Ribeiro do Lazareto	13	13	13	-	-	-
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	383	383	452	19	19	19
	(19) Ribeira do Junçal	-	-	-	-	-	-
	(18) Ribeira da Maiata	-	-	-	-	-	-
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	-	-	-	-	-	-
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	2	2	2	10	10	10
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	-	-	-	-	-	-
	(26) Ribeira da Janela			1	-	-	-
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	1	1	1	-	-	-

	(4) Ribeira Brava	452	639	842	21	21	21
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	2	2		-	-	-
	(14) Ribeira do Porto Novo	-	2	2	-	-	-
	(15) Ribeira da Boaventura	-	-	-	-	-	-
	(16) Ribeira de Santa Cruz	6	11	19	157	157	157
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	-	-	2	3	3	3
	(21) Ribeira de São Jorge	-	-	-	-	-	-
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	-	-	-	-	-	-
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	-	-	-	-	-	-
	(24) Ribeira de São Vicente	-	-	-	-	-	-
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	1	3	4	-	-	-
	(29) Ribeira do Cochino	-	-	-	-	-	-

Quadro 25 – População potencialmente afetada por ARPSI costeira por período de retorno

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	POPULAÇÃO RESIDENTE (N.º)	POPULAÇÃO FLUTUANTE (N.º)
CALHETA	G4-Calheta	-	-
	G5-Jardim do Mar	-	-
	G6-Paúl do Mar	10	15
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	15	25
FUNCHAL	G26-Funchal	-	-
	G27-Funchal / Reids	-	-
	G28-Funchal / Lido	-	-
	G29-Funchal / Lido Promenade	-	-
	G30-Funchal / Ponta Gorda	-	-
	G31-Praia Formosa / Socorridos	-	-
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal	-	-
	G13-Porto da Cruz	-	1
	G14-Quinta do Lorde	1	1
	G15-Rochinha	-	-
	G16-Zona Franca	-	-
	G17-Ribeira do Natal	-	-
	G18-Machico	6	78
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol	-	-
	G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo	44	44
	G3-Madalena do Mar	-	14
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz	-	-
	G8-Ribeira da Janela	-	-
	G9-Praia da Lage	-	-
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava	-	-
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina	-	-
	G20-Santa Cruz	-	-
	G21-Porto Novo	-	-
	G22-Reis Magos	-	8
	G23-Caniço / Rocamar	-	-
	G24-Caniço / Atlantis G25-Garajau	-	-

SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	-	-
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente	-	-
PORTO SANTO	G34-Porto Santo	2	9

Os edifícios sensíveis potencialmente afetados pelas inundações na RH10 são 28 para o período de retorno de 20 anos, 30 para o período de retorno de 100 anos e 35 para o período de retorno de 1000 anos. De acordo com o Quadro 26, aquele que tem associada uma maior probabilidade de ser atingido situa-se na ARPSI da Ribeira Brava e são serviços de Administração do Estado, Bombas de gasolina, Educação, Património Cultural, Saúde e Segurança e Justiça. A identificação dos Edifícios Sensíveis potencialmente afetados pela inundação encontra-se no ANEXO IV.

Quadro 26 – Edifícios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	EDIFÍCIOS SENSÍVEIS (N.º)			
		TIPOLOGIA	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	-	-	-	-
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	-	-	-	-
	(6) Ribeira dos Socorridos	Bombas de gasolina e Outros	1	2	2
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	-	-	-	-
	(8) Ribeira de S. João	Bombas de gasolina e Outros	1	1	1
		Educação	1	1	1
	(9) Ribeira de Santa Luzia	-	-	-	-
	(10) Ribeira de João Gomes	-	-	-	-
	(11) Ribeiro da Nora	Educação	1	1	1
		Saúde	1	1	1
	(12) Ribeiro do Lazareto	-	-	-	-
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	Quartéis de Bombeiros	1	1	1
		Saúde	1	1	2
	(19) Ribeira do Junçal	-	-	-	-
	(18) Ribeira da Maiata	-	-	-	-
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	-	-	-	-
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	Administração do Estado	1	2	2
		Bombas de gasolina e Outros	-	-	1
		Educação	2	2	2
		Património Cultural	1	1	1
		Saúde	1	1	1
		Segurança e Justiça	1	1	1
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	-	-	-	-
	(26) Ribeira da Janela	-	-	-	-
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	-	-	-	-
	(4) Ribeira Brava	Administração do Estado	2	2	4
		Bombas de gasolina e Outros	1	1	1
		Educação	2	2	3
		Património Cultural	1	2	2
		Quartéis de Bombeiros	1	1	1
		Saúde	4	4	4
		Segurança e Justiça	1	1	1
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	-	-	-	-
	(14) Ribeira do Porto Novo	-	-	-	-
	(15) Ribeira da Boaventura	-	-	-	-
	(16) Ribeira de Santa Cruz	Educação	1	-	-
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	Educação	1	1	1

	(21) Ribeira de São Jorge	-	-	-	-
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	-	-	-	-
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	-	-	-	-
	(24) Ribeira de São Vicente	Bombas de gasolina e Outros	1	1	1
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	-	-	-	-
	(29) Ribeira do Cochino	-	-	-	-

Quadro 27 – Edifícios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	TIPOLOGIA	CENÁRIO ATUAL (N.º)	CENÁRIO 100 ANOS (N.º)
CALHETA	G4-Calheta	-	-	-
	G5-Jardim do Mar	-	-	-
	G6-Paúl do Mar	-	-	-
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	-	-	-
FUNCHAL	G26-Funchal	Administração do Estado	1	1
	G27-Funchal / Reids	-	-	-
	G28-Funchal / Lido	-	-	-
	G29-Funchal / Lido Promenade	-	-	-
	G30-Funchal / Ponta Gorda	-	-	-
	G31-Praia Formosa / Socorridos	Bombas de gasolina e Outros	1	1
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal	-	-	-
	G13-Porto da Cruz	-	-	-
	G14-Quinta do Lorde	-	-	-
	G15-Rochinha	-	-	-
	G16-Zona Franca	Segurança e Justiça	1	1
	G17-Ribeira do Natal	-	-	-
	G18-Machico	Administração do Estado	-	2
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol	-	-	-
	G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo	-	-	-
	G3-Madalena do Mar	-	-	-
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz	-	-	-
	G8-Ribeira da Janela	-	-	-
	G9-Praia da Lage	-	-	-
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava	-	-	1
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina	-	-	-
	G20-Santa Cruz	-	-	-
	G21-Porto Novo	-	-	-
	G22-Reis Magos	-	-	-
	G23-Canico / Rocamar	-	-	-
	G24-Canico / Atlantis G25-Garajau	-	-	-
SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	-	-	-
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente	-	-	-
PORTO SANTO	G34-Porto Santo	Bombas de gasolina e Outros	1	2

A análise da exposição da rede viária foi efetuada para a rede regional e rede municipal. A classe que apresenta maior afetação de vias são vias municipais urbanas, com destaque para as ARPSI de Machico, Socorridos, S. João e Ribeira Brava (Quadro 26).

Quadro 28 – Rede viária potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	REDE VIÁRIA (m)			
		TIPOLOGIA	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	EM	150	156	162
		ER	198	205	228
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	EM	731	778	819
		ER	116	124	130
	(6) Ribeira dos Socorridos	EM	3124	3457	3958
		ER	132	190	204
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	EM	109	141	164
		ER	16	30	69
	(8) Ribeira de S. João	EM	1667	1847	2289
		ER	365	431	718
	(9) Ribeira de Santa Luzia	EM	468	502	527
		ER	429	445	462
	(10) Ribeira de João Gomes	EM	216	219	223
		ER	228	235	244
MACHICO	(11) Ribeiro da Nora	EM	771	891	1089
		ER	4	4	4
	(12) Ribeiro do Lazareto	EM	18	19	20
		ER	5	6	6
	(17) Ribeira de Machico	EM	6534	8208	9570
		ER	178	216	236
	(19) Ribeira do Junçal	EM	103	107	113
		ER	13	13	14
PONTA DO SOL	(18) Ribeira da Maiata	EM	30	44	74
		ER			
	(1) Ribeira da Madalena do Mar	EM	105	108	
		ER	70	72	
PORTO MONIZ	(2) Ribeira da Ponta do Sol	EM	510	569	630
		ER	247	286	359
	(25) Ribeira da Laje	EM	13	27	47
		ER	6	7	7
RIBEIRA BRAVA	(26) Ribeira da Janela	EM	521	634	806
		ER	39	40	42
	(3) Ribeira da Tabua	EM	113	120	142
		ER	33	34	34
SANTA CRUZ	(4) Ribeira Brava	EM	2425	3596	4316
		ER	1187	1501	1727
	(13) Ribeira da Abegoaria	EM	251	267	284
		ER	22	23	24
	(14) Ribeira do Porto Novo	EM	747	919	1253
		ER	272	323	362
	(15) Ribeira da Boaventura	EM	252	297	355
		ER	44	47	50
SANTANA	(16) Ribeira de Santa Cruz	EM	824	1009	1207
		ER	91	92	92
	(20) Ribeira do Faial	EM	1144	1274	1557
		ER	146	150	151
SÃO VICENTE	(21) Ribeira de São Jorge	EM	990	1190	1464
		ER	37	31	33
	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	EM	131	148	165
		ER	17	21	27
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	EM	92	96	100
		ER	25	26	28
	(24) Ribeira de São Vicente	EM	803	846	918
		ER	200	205	284
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	EM	103	208	312
		ER	71	110	148
	(29) Ribeira do Cochino	EM	10	15	41
		ER	7	7	7

Quadro 29 – Rede viária potencialmente afetada por ARPSI costeira

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	TIPOLOGIA	REDE VIÁRIA (m)
CALHETA	G4-Calheta	EM	370
	G5-Jardim do Mar	EM	280
	G6-Paúl do Mar	EM	555
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	EM	790
FUNCHAL	G26-Funchal	EM	5250
	G27-Funchal / Reids	EM	-
	G28-Funchal / Lido	EM	7
	G29-Funchal / Lido Promenade	EM	25
	G30-Funchal / Ponta Gorda	EM	-
	G31-Praia Formosa / Socorridos	EM ER	815 21
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal	EM	428
	G13-Porto da Cruz	EM	141
	G14-Quinta do Lorde	EM	637
	G15-Rochinha	EM	-
	G16-Zona Franca	EM	956
	G17-Ribeira do Natal	EM	47
	G18-Machico	EM	1661
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol	EM	88
	G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo	EM ER	534 283
	G3-Madalena do Mar	EM ER	228 441
		EM	741
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz	EM	
	G8-Ribeira da Janela	EM	30
	G9-Praia da Lage	EM	26
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava	EM ER	539 9
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina	EM	
	G20-Santa Cruz	EM	242
	G21-Porto Novo	EM	152
	G22-Reis Magos	EM	798
	G23-Caniço / Rocamar	EM	-
	G24-Caniço / Atlantis G25-Garajau	EM	28
SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	EM	56
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente	EM	67
		ER	128
PORTO SANTO	G34-Porto Santo	EM	1817
		ER	25

7.2.2. Impacto no Ambiente

Relativamente ao impacto no ambiente, verifica-se na RH10 a existência de estruturas que podem constituir fontes de poluição em caso de inundação (Quadro 30). Destacam-se como fontes de poluição potencialmente afetadas pela inundação a E.T.A.R. do Funchal.

Quadro 30 – Fontes de poluição potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	FONTES DE POLUIÇÃO (N.º)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	-	-	-
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	-	-	-
	(6) Ribeira dos Socorridos	2	2	2
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	-	-	-
	(8) Ribeira de S. João	-	-	-
	(9) Ribeira de Santa Luzia	-	-	-
	(10) Ribeira de João Gomes	-	-	-
	(11) Ribeiro da Nora	1	1	1
	(12) Ribeiro do Lazareto	-	-	-
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	-	-	-
	(19) Ribeira do Junçal	-	-	-
	(18) Ribeira da Maiata	-	-	-
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	-	-	-
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	-	-	-
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	-	-	-
	(26) Ribeira da Janela	-	-	-
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	-	-	-
	(4) Ribeira Brava	-	-	-
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	-	-	-
	(14) Ribeira do Porto Novo	-	-	-
	(15) Ribeira da Boaventura	-	-	-
	(16) Ribeira de Santa Cruz	-	-	-
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	-	-	-
	(21) Ribeira de São Jorge	-	-	-
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	-	-	-
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	-	-	-
	(24) Ribeira de São Vicente	-	-	-
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	-	-	-
	(29) Ribeira do Cochino	-	-	-

O número de áreas classificadas como património natural e as áreas protegidas que poderão ser atingidas por inundações nas diferentes ARPSI, para os períodos de retorno considerados, encontram-se contabilizadas no Quadro 31 e Quadro 32. A identificação do património natural e das áreas protegidas potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO V.

Quadro 31 – Património natural e áreas protegidas, potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	PATRIMÓNIO NATURAL E ÁREAS PROTEGIDAS (N.º)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	-	-	-
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	-	-	-
	(6) Ribeira dos Socorridos	1	1	1

FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	-	-	-
	(8) Ribeira de S. João	1	1	1
	(9) Ribeira de Santa Luzia	1	1	1
	(10) Ribeira de João Gomes	-	-	-
	(11) Ribeiro da Nora	-	-	-
	(12) Ribeiro do Lazareto	-	-	-
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	-	-	-
	(19) Ribeira do Junçal	-	-	-
	(18) Ribeira da Maiata	-	-	-
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	-	-	-
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	-	-	-
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	1	1	1
	(26) Ribeira da Janela	2	2	2
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	1	1	1
	(4) Ribeira Brava	1	1	1
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	-	-	-
	(14) Ribeira do Porto Novo	-	-	-
	(15) Ribeira da Boaventura	-	-	-
	(16) Ribeira de Santa Cruz	-	-	-
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	1	1	1
	(21) Ribeira de São Jorge	1	1	1
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	1	1	1
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	-	-	-
	(24) Ribeira de São Vicente	1	1	1
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	1	1	1
	(29) Ribeira do Cochino	1	1	1

Quadro 32 – Património natural e áreas protegidas, potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	PATRIMÓNIO NATURAL E ÁREAS PROTEGIDAS (N.º)
CALHETA	G4-Calheta	-
	G5-Jardim do Mar	-
	G6-Paúl do Mar	-
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	-
FUNCHAL	G26-Funchal	-
	G27-Funchal / Reids	-
	G28-Funchal / Lido	-
	G29-Funchal / Lido Promenade	-
	G30-Funchal / Ponta Gorda	-
	G31-Praia Formosa / Socorridos	-
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal	-
	G13-Porto da Cruz	-
	G14-Quinta do Lorde	2
	G15-Rochinha	1
	G16-Zona Franca	1
	G17-Ribeira do Natal	-

	G18-Machico	-
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol	-
	G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo	-
	G3-Madalena do Mar	-
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz	-
	G8-Ribeira da Janela	1
	G9-Praia da Lage	1
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava	-
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina	-
	G20-Santa Cruz	-
	G21-Porto Novo	-
	G22-Reis Magos	-
	G23-Canico / Rocamar	-
	G24-Canico / Atlantis G25-Garajau	2
SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	1
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente	-
PORTO SANTO	G34-Porto Santo	2

7.2.3. Impacto no Património

Na análise do possível impacto no património, foi utilizada a informação disponibilizada pela Direção Regional da Cultura. O número de imóveis classificados na Região Autónoma da Madeira que poderão ser atingidos por inundação nas diferentes ARPSI, para os períodos de retorno considerados, encontram-se descritos no Quadro 33 e Quadro 34, destacando-se pelo elevado número a ARPSI de Santa Luzia e Ribeira Brava. A identificação dos elementos patrimoniais potencialmente afetados pela inundação encontra-se do ANEXO VI.

Quadro 33 – Património cultural potencialmente afetado por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	0	0	0
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	-	-	-
	(6) Ribeira dos Socorridos	-	-	-
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	-	-	-
	(8) Ribeira de S. João	1	1	1
	(9) Ribeira de Santa Luzia	3	3	4
	(10) Ribeira de João Gomes	1	1	2
	(11) Ribeiro da Nora	1	1	1
	(12) Ribeiro do Lazareto	-	-	-
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	2	2	2
	(19) Ribeira do Junçal	-	-	-
	(18) Ribeira da Maiata	-	-	-
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	-	-	-
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	-	-	-
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	-	-	-
	(26) Ribeira da Janela	-	-	-

RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	-	-	-
	(4) Ribeira Brava	2	2	2
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	-	-	-
	(14) Ribeira do Porto Novo	-	-	-
	(15) Ribeira da Boaventura	-	-	-
	(16) Ribeira de Santa Cruz	1	1	1
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	1	1	1
	(21) Ribeira de São Jorge	-	-	-
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	-	-	-
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	-	-	-
	(24) Ribeira de São Vicente	-	-	-
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	-	-	-
	(29) Ribeira do Cochino	-	-	-

Quadro 34 – Património cultural potencialmente afetado por ARPSI costeira e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	CLASSIFICAÇÃO	PATRIMÓNIO CULTURAL (N.º)
CALHETA	G4-Calheta		-
	G5-Jardim do Mar		-
	G6-Paúl do Mar		-
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	Interesse Municipal	1
FUNCHAL	G26-Funchal		2
	G27-Funchal / Reids		-
	G28-Funchal / Lido		-
	G29-Funchal / Lido Promenade		-
	G30-Funchal / Ponta Gorda		-
	G31-Praia Formosa / Socorridos		-
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal	Interesse Municipal	1
	G13-Porto da Cruz		-
	G14-Quinta do Lorde		-
	G15-Rochinha		-
	G16-Zona Franca		-
	G17-Ribeira do Natal		-
	G18-Machico	Interesse Público, Interesse Municipal	3
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol		-
	G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo		-
	G3-Madalena do Mar		-
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz		-
	G8-Ribeira da Janela		-
	G9-Praia da Lage		-
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava		-
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina		-
	G20-Santa Cruz		-
	G21-Porto Novo		-
	G22-Reis Magos		-
	G23-Caniço / Rocamar		-

	G24-Canico / Atlantis G25-Garajau		-
SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge		-
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente		-
PORTO SANTO	G34-Porto Santo		-

7.2.4. Atividades Económicas Potencialmente Afetadas

A análise económica dos setores de atividade potencial afetados, teve como referência a listagem de estabelecimentos hoteleiros disponibilizada pela Direção Regional de Turismo e a base de dados de pontos de interesse do OpenStreetMap. Nas ARPSI da Ribeira Brava e Machico, é o setor da “Restauração” e “Comércio” que pode ser mais afetado. Nas áreas costeiras destaca-se o sector da “Restauração e bebidas” com o maior potencial de ser afetado.

Quadro 35 – Atividades económicas potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	ATIVIDADE ECONÓMICA (N.º)			
		CLASSIFICAÇÃO	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta		-	-	-
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário		-	-	-
	(6) Ribeira dos Socorridos		-	-	-
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco		-	-	-
	(8) Ribeira de S. João		-	-	-
	(9) Ribeira de Santa Luzia		-	-	-
	(10) Ribeira de João Gomes		-	-	-
	(11) Ribeiro da Nora	Restauração Comércio	3 1	3 1	3 1
	(12) Ribeiro do Lazareto		-	-	-
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	Restauração Comércio	7 10	8 13	8 14
	(19) Ribeira do Junçal		-	-	-
	(18) Ribeira da Maiata		-	-	-
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar		-	-	-
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	Alojamento Restauração e bebidas	1 1	1 1	1 1
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje		-	-	-
	(26) Ribeira da Janela		-	-	-
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua		-	-	-
	(4) Ribeira Brava	Alojamento Restauração Comércio	0 2 4	0 10 7	1 11 8
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria		-	-	-
	(14) Ribeira do Porto Novo		-	-	-
	(15) Ribeira da Boaventura		-	-	-
	(16) Ribeira de Santa Cruz	Alojamento Comércio e serviços	1 1	1 1	1 1
SANTANA	(20) Ribeira do Faial		-	-	-
	(21) Ribeira de São Jorge		-	-	-
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)		-	-	-
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)		-	-	-

	(24) Ribeira de São Vicente		-	-	-
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque		-	-	-
	(29) Ribeira do Cochino		-	-	-

Quadro 36 – Atividades económicas potencialmente afetado por ARPSI costeira e por período de retorno

CONCELHO	ARPSI COSTEIRA	CLASSIFICAÇÃO	ATIVIDADE ECONÓMICA (N.º)
CALHETA	G4-Calheta	-	-
	G5-Jardim do Mar	-	-
	G6-Paúl do Mar	Restauração e bebidas	1
CÂMARA DE LOBOS	G32-Câmara de Lobos	Alojamento	1
FUNCHAL	G26-Funchal	Restauração e bebidas	6
	G27-Funchal / Reids	-	-
	G28-Funchal / Lido	-	-
	G29-Funchal / Lido Promenade	-	-
	G30-Funchal / Ponta Gorda	-	-
	G31-Praia Formosa / Socorridos	Restauração e bebidas	1
MACHICO	G12-Foz da Ribeira do Junçal	Restauração e bebidas Piscinas	5 1
	G13-Porto da Cruz	-	-
	G14-Quinta do Lorde	Restauração e bebidas	4
		Comércio e serviços	3
		Piscinas	1
	G15-Rochinha	-	-
	G16-Zona Franca	-	-
	G17-Ribeira do Natal	-	-
PONTA DO SOL	G1-Ponta do Sol	-	-
	G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo	-	-
	G3-Madalena do Mar	-	-
PORTO MONIZ	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz	Comércio e serviços	1
	G8-Ribeira da Janela	-	-
	G9-Praia da Lage	-	-
RIBEIRA BRAVA	G33-Ribeira Brava	-	-
SANTA CRUZ	G19-Santa Catarina	-	-
	G20-Santa Cruz	-	-
	G21-Porto Novo	-	-
	G22-Reis Magos	Restauração e bebidas	2
	G23-Caniço / Rocamar	-	-
	G24-Caniço / Atlantis G25-Garajau	-	-
SANTANA	G11-Foz da Ribeira de São Jorge	-	-
SÃO VICENTE	G10-Praia de São Vicente	-	-
PORTO SANTO	G34-Porto Santo	Restauração e bebidas	2

No Quadro 37 indica-se o número de propriedades\aproveitamentos agrícolas, registados no Sistema de identificação Parcelar (iSIP) do Instituto de Financiamento a Agricultura e Pescas, que poderão ser atingidos por inundação nas ARPSI. Destacam-se pela área inundada das parcelas agrícolas as ARPSI da

Ribeira do Vigário, Ribeira Brava, Ribeira do Faial e Ribeira de São Jorge. A identificação das propriedades\aproveitamentos agrícolas potencialmente afetados pela inundação encontra-se do ANEXO VII.

Quadro 37 – Parcelas agrícolas potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno

		PARCELAS AGRÍCOLAS					
		T = 20 anos		T = 100 anos		T = 1000 anos	
CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	n.º	Área (ha)	n.º	Área (ha)	n.º	Área (ha)
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	3	0.02	3	0.02	4	0.02
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	111	1.31	112	1.42	113	1.55
	(6) Ribeira dos Socorridos	42	0.39	50	0.47	61	0.66
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	6	0.06	6	0.07	6	0.08
	(8) Ribeira de S. João	28	0.12	28	0.14	31	0.18
	(9) Ribeira de Santa Luzia	11	0.07	12	0.07	13	0.08
	(10) Ribeira de João Gomes	-	-	-	-	-	-
	(11) Ribeiro da Nora	3	0.02	3	0.02	3	0.02
	(12) Ribeiro do Lazareto	5	0.02	5	0.03	5	0.03
MACHICO	(17) Ribeira de Machico	30	0.30	31	0.36	34	0.45
	(19) Ribeira do Junçal	23	0.20	24	0.22	24	0.23
	(18) Ribeira da Maiata	18	0.20	20	0.22	20	0.25
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	4	0.08	4	0.09	4	0.10
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	26	0.09	27	0.12	28	0.15
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	8	0.02	8	0.02	8	0.03
	(26) Ribeira da Janela	1	0.001	1	0.001	1	0.01
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	28	0.43	31	0.45	33	0.48
	(4) Ribeira Brava	110	2.04	123	2.49	135	2.98
SANTA CRUZ	(13) Ribeira da Abegoaria	21	0.34	21	0.37	21	0.40
	(14) Ribeira do Porto Novo	7	0.12	8	0.13	9	0.15
	(15) Ribeira da Boaventura	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	(16) Ribeira de Santa Cruz	13	0.16	15	0.19	16	0.25
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	83	1.78	89	1.95	97	2.23
	(21) Ribeira de São Jorge	93	2.74	98	3.28	104	3.98
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	28	0.76	29	0.81	29	0.88
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	9	0.14	9	0.15	9	0.17
	(24) Ribeira de São Vicente	55	0.65	58	0.72	9	0.17
PORTO SANTO	(27) Ribeira do Tanque	-	-	-	-	-	-
	(29) Ribeira do Cochino	-	-	-	-	-	-

7.2.5. Massas de Água Potencialmente Afetadas

As inundações estão diretamente relacionadas com vários aspetos que são relevantes para o estado da massa de água, por este motivo são também identificadas as massas de água que podem ser afetadas pelas inundações, nas ARPSI e para os cenários modelados. A área das massas de água subterrâneas identificadas na RH10 nas ARPSI são as indicadas no Quadro 38. A identificação das massas de água subterrâneas potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO VII.

Quadro 38 – Massas de água, potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno

		Massas de água (ha)			
CONCELHO	ARPSI FLUVIAL	CLASSIFICAÇÃO	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
CALHETA	(28) Ribeira da Calheta	Massa de água do Paul da Serra	0.88	0.93	1.00
CÂMARA DE LOBOS	(5) Ribeira do Vigário	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	6.28 2.73	6.64 2.91	7.07 3.09
	(6) Ribeira dos Socorridos	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	13.19 26.92	14.77 28.49	17.58 30.24
FUNCHAL	(7) Ribeira do Ribeiro Seco	Massa de água da Orla Costeira Oriental	0.81	0.89	1.00
	(8) Ribeira de S. João	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	8.20 5.35	9.00 5.63	10.41 5.97
		(9) Ribeira de Santa Luzia	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	5.94 4.18	6.14 4.43
	(10) Ribeira de João Gomes	Massa de água da Orla Costeira Oriental	2.81	2.89	2.97
	(11) Ribeiro da Nora	Massa de água da Orla Costeira Oriental	1.27	1.37	1.63
	(12) Ribeiro do Lazareto	Massa de água da Orla Costeira Oriental	0.88	0.95	1.03
	MACHICO	(17) Ribeira de Machico	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	18.39 1.86	21.72 2.03
(19) Ribeira do Junçal		Massa de água do Maciço Central	2.24	2.36	2.52
(18) Ribeira da Maiata		Massa de água do Maciço Central	1.68	1.80	2.02
PONTA DO SOL	(1) Ribeira da Madalena do Mar	Massa de água do Paul da Serra	3.49	3.74	4.01
	(2) Ribeira da Ponta do Sol	Massa de água do Paul da Serra	5.39	5.75	6.34
PORTO MONIZ	(25) Ribeira da Laje	Massa de água do Paul da Serra	0.41	0.44	0.49
	(26) Ribeira da Janela	Massa de água do Paul da Serra	34.19	36.97	39.55
RIBEIRA BRAVA	(3) Ribeira da Tabua	Massa de água do Paul da Serra	5.79	6.09	6.48
	(4) Ribeira Brava	Massa de água do Maciço Central Massa de água do Paul da Serra	25.31 13.23	29.36 14.82	32.48 16.56
SANTA CRUZ		(13) Ribeira da Abegoaria	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	1.54 1.07	1.66 1.17
	(14) Ribeira do Porto Novo	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	10.63 6.15	12.06 6.66	13.80 7.30
		(15) Ribeira da Boaventura	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	4.34 3.24	4.74 3.50
	(16) Ribeira de Santa Cruz	Massa de água da Orla Costeira Oriental Massa de água do Maciço Central	6.78 2.24	7.55 2.42	8.25 2.64
SANTANA	(20) Ribeira do Faial	Massa de água do Maciço Central	58.84	62.39	67.09
	(21) Ribeira de São Jorge	Massa de água do Maciço Central	23.16	25.65	28.73
SÃO VICENTE	(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	Massa de água do Maciço Central	12.66	13.34	14.19
	(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	Massa de água do Maciço Central	2.33	2.52	2.75
	(24) Ribeira de São Vicente	Massa de água do Maciço Central Massa de água do Paul da Serra	5.23 15.47	5.53 16.18	6.04 17.20
PORTO SANTO		(27) Ribeira do Tanque	Massa de água das Formações Sedimentares Massa de água do Complexo Vulcânico	0.43 1.27	0.47 1.60
	(29) Ribeira do Cochino	Massa de água das Formações Sedimentares	1.57	1.65	1.73

8. APRESENTAÇÃO DO PORTAL

A cartografia elaborada está disponível no geoportal da DRAAC acessível a partir do endereço <https://www.madeira.gov.pt/draac/>. Os mapas serão disponibilizados após a participação pública, e poderão ser descarregados do geoportal em formato PDF e GeoPackage.

No geoportal são disponibilizados os temas para os quais foi elaborada cartografia por período de retorno (20 anos, 100 anos e 1000 anos).

1- Cartas de Áreas Inundáveis

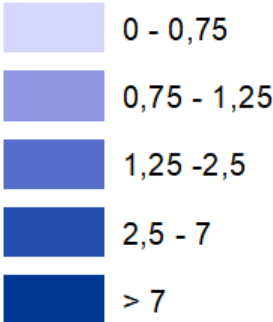
- i. Extensão da área inundada
- ii. Profundidade do escoamento
- iii. Velocidade do escoamento

2 – Cartas de Risco de Inundação

- i. Perigosidade
- ii. Consequências
- iii. Risco

8.1. Temas e Simbologia

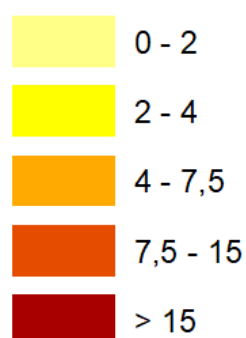
Tema	Áreas Inundadas
Conteúdo	Limite das áreas inundadas para cada evento de cheia estudado (20 anos – alta probabilidade de ocorrência, 100 anos – média probabilidade de ocorrência, 1000 anos – baixa probabilidade de ocorrência). No caso das áreas costeiras o período de retorno 100 anos.
Objetivo/Uso	Esta informação pode ser usada para avaliar a extensão da cheia.
Simbologia	 Área Inundada

Tema	Profundidade
Conteúdo	Camada com os patamares de profundidade da água por cada evento de cheia.
Objetivo/Uso	Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas mais afetadas relativamente à altura da água.
Simbologia	Profundidade (m) 

Tema	Velocidade
Conteúdo	Camada com os patamares de velocidade da água por cada evento de cheia.
Objetivo/Uso	Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas de maior velocidade da água.

Simbologia

Velocidade (m/s)



Tema Perigosidade

Conteúdo Perigosidade da cheia, calculada a partir da velocidade e profundidade da cheia.

Objetivo/Uso Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas de maior perigosidade.

Simbologia

Intensidade



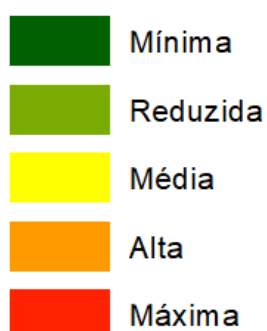
Tema Consequências

Conteúdo Camada relativa à reclassificação do uso do solo em níveis de consequência.

Objetivo/Uso Esta informação pode ser usada para avaliar os níveis de potenciais consequências associadas às inundações na área de estudo.

Simbologia

Consequência



Tema Risco

Conteúdo Risco da Cheia, avaliado de acordo com a Perigosidade e a Consequência.

Objetivo/Uso Esta informação pode ser usada para avaliar em que zonas o risco da cheia é mais grave.

Simbologia

Risco

	Inexistente
	Baixo
	Médio
	Alto
	Muito Alto

9. NOTA FINAL

No presente relatório apresentam-se os resultados obtidos na elaboração das cartas das zonas inundáveis e das cartas de riscos de inundação, bem como a metodologia adotada na sua elaboração, para as 63 ARPSI que foram identificadas na RH10: 34 de origem costeira e 29 de origem fluvial/pluvial.

Para a análise dos elementos expostos ao risco de inundação foram cadastrados um conjunto de elementos. O cadastro destes elementos baseou-se na disponibilização de dados pelas entidades com competência de gestão territorial na região e na consulta aos sites das entidades permitindo obter uma base de dados de elementos expostos atualizada.

A cartografia de áreas inundadas e de riscos de inundações para a Região Hidrográfica da Região Autónoma da Madeira constitui o suporte para a definição das medidas de mitigação do risco a incluir no PGRI-RAM de 2.º ciclo. A elaboração desta cartografia fornecerá informação adicional que beneficiará a atualização do plano de gestão das bacias hidrográficas, a revisão dos planos municipais de ordenamento do território, bem como a revisão dos planos municipais de emergência de proteção civil.

Da cartografia de áreas inundadas e de riscos de inundações para a Região Hidrográfica da Região Autónoma da Madeira importa salientar:

- Para a população residente potencialmente afetada nas ARPSI, permite confirmar que nas áreas costeiras a afetação da população é muito baixa, enquanto nas áreas de origem fluvial há um número significativos de habitantes afetados com destaque para as ARPSI de Machico e Ribeira Brava;
- A análise económica dos setores de atividade potencialmente afetados, tendo em conta a metodologia definida, permite observar que, as ARPSI mais afetadas são:
 - as ARPSI costeiras de G6-Paúl do Mar, G32-Câmara de Lobos, G26-Funchal, G31-Praia Formosa / Socorridos, G12-Foz da Ribeira do Junçal, G14-Quinta do Lorde, G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz, G22-Reis Magos e G34-Porto Santo”, destacando-se o setor da “Restauração e bebidas” e infraestruturas costeiras (passadiços e piscinas), e consequente efeito multiplicador negativo no setor do alojamento.
 - as ARPSI fluviais Ribeira de Machico, Ribeira Brava, Ribeira da Ponta do Sol, Ribeiro da Nora no setor da “Restauração e bebidas” e a Ribeira de Santa Cruz no setor do “Alojamento”.

Da decorrência do período de participação pública e das sessões a realizar serão avaliados os contributos e a sua eventual integração nos resultados agora obtidos e que servirão de base para o desenvolvimento do PGRI do 2.º ciclo a vigorar entre 2022 – 2027.

10. BIBLIOGRAFIA

Almeida, A.B.; Oliveira, R.P. (2010). Estudo de avaliação do risco de aluviões na Ilha da Madeira. Anexos G a K – caracterização das condições de escoamento, das manchas de depósito de material sólido e levantamento preliminar e sucinto dos danos provocados pela aluvião. Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira, Instituto Superior Técnico, Universidade da Madeira, Laboratório Regional de Engenharia Civil.

Antunes, C. (2019). Assessment of sea level rise at West Coast of Portugal Mainland and its projection for the 21st century. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(3), 61, 17 p. <https://doi.org/10.3390/jmse7030061>

Cantwell, R. (2020) Coastal Flooding and Climate Change in Ireland. GAMMA Company, 13 p. <https://gamma.ie/wp-content/uploads/2020/10/Gamma-White-Paper-Coastal-Flooding-and-Climate-Change-in-Ireland.pdf>

Chow, V.T., 1981, Open-channel hydraulics. International student edition, McGraw-Hill International Book Company.

Environment Agency UK (2016) Investigating coastal flood forecasting: Good practice framework. 83 p. www.gov.uk/government/organisations/environment-agency

Espinosa, L.A., Portela, M.M. & Rodrigues, R., 2021, Rainfall trends over a North Atlantic small island in the period 1937/1938–2016/2017 and an early climate teleconnection. *Theor Appl Climatol* 144, 469–491 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03547-7>

Federal Highway Administration (1985). Hydraulic Design of Highway Culverts, Hydraulic Design Series No. 5, U.S. Department of Transportation, September 1985, Washington D.C.

Gomes, A., Avelar, D., Duarte Santos, F., Costa, H. e Garrett, P. (Editores) (2015). *Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira*. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais.

Hipólito, J.R.; Santos, E.G.; Portela, M.M. (2006). “Contribuição para o estabelecimento de um fator de majoração para a fórmula racional”. *Recursos Hídricos*, 27(2):47-53. Número Temático: Hidrologia e Modelação Hidrológica, ISSN:0870-1741, Lisboa.

Hromadka, et al. (2010). Manning's equation and two dimensional flow analogs. *J. Hydrology*, 389.

Hydrologic Engineering Center (2020). HEC-RAS User's Manual, Version 6.0, River Analysis System, Hydraulic Technical Reference Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.

NORVIA/CENOR (2014). “Estabelecimento de metodologias, de parâmetros de base e de ferramentas informáticas para a realização de estudos de cheias na Ilha da Madeira. Projeto de investigação e desenvolvimento. Relatório final”. Empreitada “Intervenção nos Troços Terminais das Ribeiras de Santa Luzia e de João Gomes”. Zagope S.A., AFAVIAS – Engenharia e Construções, S.A., Tecnovia Madeira Sociedade de Empreitadas S.A. e Tecnovia Sociedade de Empreitadas, S.A.

Oliveira, R.P., Almeida, A.B., Sousa A.J., Franco, G., Pereira M.J., Coutinho M.A. e Ferreira R. (2017). Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha da Madeira - Fase 2. Relatório final. Instituto Superior Técnico (IST), pela Associação para o Desenvolvimento do IST (ADIST) e pela Universidade da Madeira (UMa).

Peixoto, A., & Gomes, A. (2021). Avaliação das consequências do galgamento costeiro de 10/11 de dezembro de 2013 na frente urbana do Concelho de Santa Cruz, Ilha da Madeira. Estudos do Quaternário/Quaternary Studies, (20), p. 1-13. <https://doi.org/10.30893/eq.v0i20.198>

Portela, M.M. (2006). “Estimação de precipitações intensas em bacias hidrográficas de Portugal Continental”. Recursos Hídricos, 27(1):15-32, APRH, ISSN:0870-1741, Lisboa.

Portela, M.M.; Silva, A.T., (2010). Estudo de avaliação do risco de aluviões na Ilha da Madeira. Anexo A – Caracterização de precipitações intensas, 86 pp., Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira, Instituto Superior Técnico, Universidade da Madeira, Laboratório Regional de Engenharia Civil.

Quintal, R. (1996) Aluviões da Madeira. Séculos XIX e XX. Territorium, 6, p. 31-48 https://doi.org/10.14195/1647-7723_6_4.

Quintela, A.C., 1984, Hidrologia de águas superficiais, in Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, 1984, Curso Internacional de Hidrologia Operativa. Manual – Vol.II. DGRAH.

Silva, A.T., Portela, M.M., Naghettini, M. (2012). Aplicação da técnica das séries de duração parcial à análise de frequência de variáveis hidrológicas aleatórias, 11º Congresso da Água, 15 pp., APRH, Porto.

ANEXO I

PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS NO PERÍODO EM POSTOS DA ILHA DA MADEIRA NO PERÍODO DE 80 ANOS, ENTRE 1937-1938 E 2016-2017

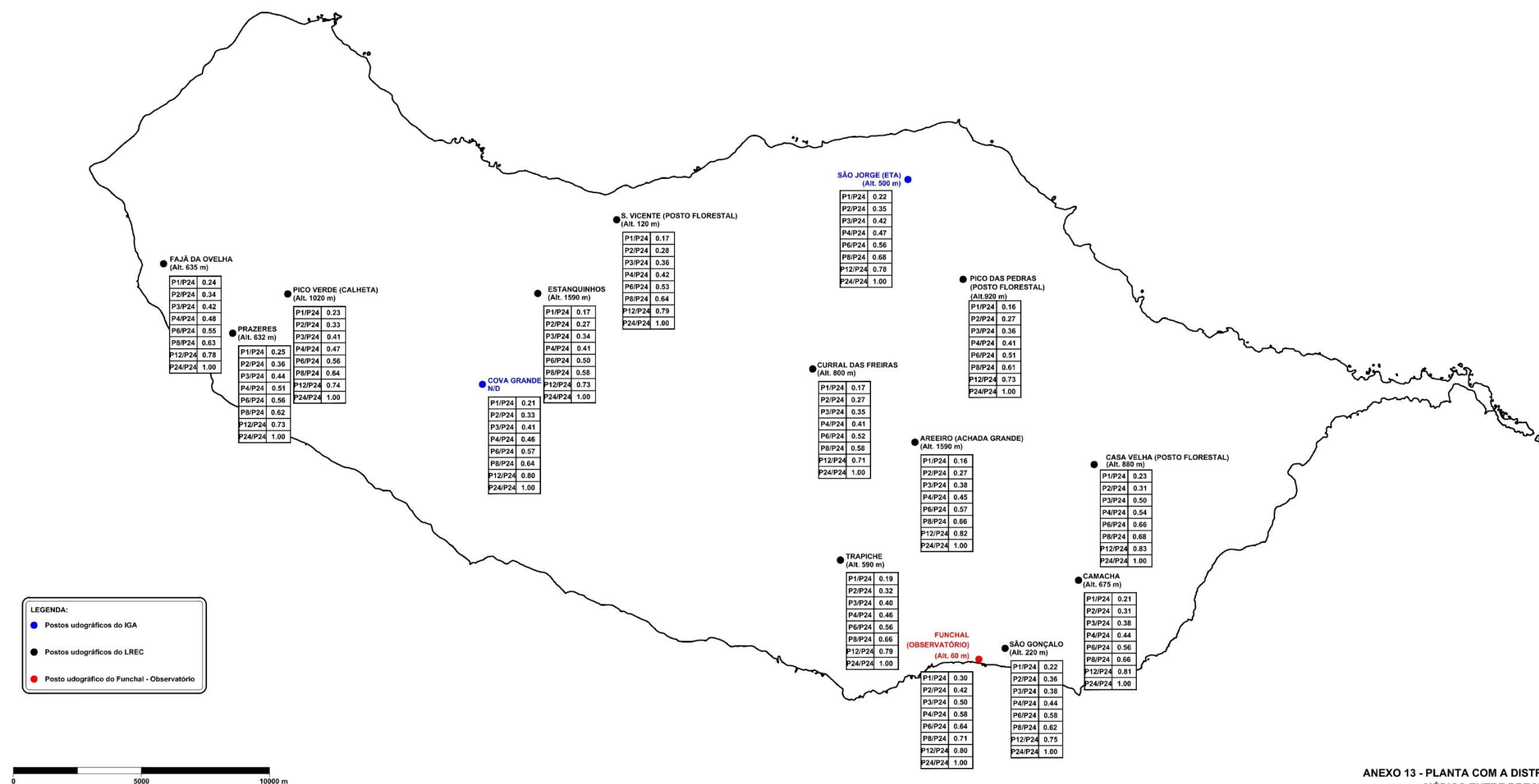
Ano hidrológico	M01 Areiro	M02 Bica da Cana	M03 Camacha (Valparaíso)	M04 Encumeada de São Vicente	M05 Funchal Observatório	M06 Lugar de Baixo	M07 Ponta Delgada	M08 Sanatório	M09 Santana	M10 Canhas	M11 Caniçal	M12 Caramujo	M13 Curral das Freiras	M14 Loural
1937 - 1938	116.2	79.7	67.1	95.7	61.2	44.6	33.5	62.9	68.0	48.5	22.4	86.3	80.8	61.2
1938 - 1939	130.0	111.7	122.7	87.6	28.2	29.4	54.0	40.5	61.7	43.2	33.1	106.7	97.7	87.6
1939 - 1940	301.0	131.9	122.7	120.8	60.5	63.0	56.6	73.4	50.0	74.9	38.2	141.1	154.8	123.3
1940 - 1941	283.0	139.6	67.9	116.7	107.0	50.5	53.2	124.0	60.6	47.7	33.1	143.7	112.7	121.3
1941 - 1942	146.0	95.3	155.7	93.2	67.7	51.0	52.9	240.0	87.6	68.0	43.0	180.0	154.0	78.5
1942 - 1943	276.5	120.3	131.6	136.8	56.0	100.9	67.4	99.0	102.3	102.8	40.9	182.7	164.1	119.7
1943 - 1944	112.0	70.5	55.7	69.7	43.8	30.3	33.5	50.0	35.1	36.8	20.4	71.7	85.7	58.6
1944 - 1945	185.6	168.4	66.2	170.2	38.2	19.8	82.5	74.3	107.0	29.4	52.3	150.9	112.7	132.6
1945 - 1946	197.0	158.7	92.3	99.0	59.1	54.1	102.9	60.6	110.8	76.5	61.6	145.5	133.0	140.5
1946 - 1947	125.0	179.3	81.9	135.5	51.0	40.0	48.4	79.0	74.3	64.1	28.5	200.0	138.3	122.4
1947 - 1948	200.0	80.2	109.3	140.0	41.0	36.5	40.6	54.1	34.6	50.2	23.7	113.4	192.0	135.0
1948 - 1949	118.8	140.4	110.0	97.5	30.2	37.1	35.7	45.5	64.3	69.0	16.7	136.5	182.7	89.0
1949 - 1950	308.0	178.6	130.6	87.8	66.8	59.0	101.2	61.0	161.3	64.2	34.2	186.5	142.4	123.0
1950 - 1951	184.5	144.5	53.6	123.8	27.5	20.0	90.7	37.6	79.5	43.1	21.5	130.8	77.6	141.9
1951 - 1952	228.5	97.0	83.6	108.7	48.4	31.4	70.0	75.2	66.8	52.2	23.7	180.6	169.1	182.5
1952 - 1953	313.0	130.7	176.7	106.0	111.9	84.7	300.1	147.0	193.3	105.2	72.2	160.8	151.3	203.7
1953 - 1954	187.4	140.0	147.4	140.7	115.6	43.2	77.2	126.5	80.6	43.6	85.0	89.5	157.7	150.0
1954 - 1955	101.0	135.0	49.0	127.4	27.3	42.5	156.5	43.3	115.2	50.0	41.5	105.0	162.3	149.2
1955 - 1956	176.0	127.0	141.3	143.8	97.6	85.2	76.0	117.0	140.0	120.4	103.5	102.4	131.5	192.3
1956 - 1957	139.4	125.7	130.0	104.7	131.2	56.0	84.1	124.0	110.0	82.5	76.0	180.0	122.9	90.3
1957 - 1958	141.9	113.5	60.6	87.5	38.0	35.0	63.8	44.0	60.0	44.1	56.4	163.2	99.3	90.0
1958 - 1959	229.5	132.5	121.0	106.7	52.6	37.0	98.2	50.5	165.0	65.0	96.6	169.5	132.1	160.0
1959 - 1960	247.9	135.2	115.4	222.9	47.4	32.3	66.5	64.5	87.5	45.3	35.6	123.4	168.1	110.0
1960 - 1961	129.8	105.3	54.6	86.0	20.4	21.1	36.7	41.3	63.6	52.4	30.1	98.3	118.7	44.5
1961 - 1962	215.3	130.0	108.5	146.3	49.1	50.4	71.3	66.0	95.2	53.9	65.1	178.5	111.3	90.8
1962 - 1963	240.2	140.0	145.0	244.4	62.7	64.2	136.7	78.0	190.0	74.6	40.5	178.5	179.3	300.4
1963 - 1964	184.1	212.0	150.0	200.0	57.8	68.8	57.3	58.0	66.8	70.1	48.2	169.7	177.6	82.5
1964 - 1965	441.0	128.0	100.0	120.5	44.3	44.6	120.1	65.5	81.0	46.7	70.7	146.2	150.1	141.2
1965 - 1966	179.7	155.8	90.0	161.5	54.1	80.0	93.7	90.2	134.0	81.7	90.2	169.7	190.0	135.9
1966 - 1967	175.2	170.0	68.0	141.0	68.7	60.5	76.8	102.0	124.0	86.6	93.0	98.0	199.2	135.8
1967 - 1968	180.4	156.3	77.0	183.3	64.9	52.1	123.5	61.0	104.5	71.0	43.3	145.6	180.4	151.3
1968 - 1969	210.2	181.6	132.5	243.8	84.4	80.2	155.2	110.8	206.5	106.5	86.0	109.8	147.1	182.5
1969 - 1970	226.8	210.0	156.8	199.0	45.8	65.5	96.5	103.0	158.2	106.5	56.3	149.5	177.7	169.8
1970 - 1971	167.0	100.7	126.4	172.8	52.3	35.0	45.0	120.0	125.0	48.6	87.0	104.9	149.4	167.5
1971 - 1972	183.9	166.6	133.8	235.7	72.6	40.9	75.6	83.4	85.0	51.7	75.0	141.8	171.3	130.8
1972 - 1973	194.0	123.9	129.2	138.2	38.0	50.0	74.5	56.5	62.6	58.9	66.0	118.1	80.8	109.1
1973 - 1974	195.6	178.1	140.0	181.8	71.4	48.0	230.0	91.0	175.3	71.8	54.0	161.6	155.9	195.6
1974 - 1975	129.5	111.7	113.0	174.7	47.0	57.1	75.3	67.1	81.0	59.5	36.0	108.1	168.3	104.9
1975 - 1976	133.0	141.1	87.0	112.5	37.6	36.3	56.2	44.0	88.0	38.0	66.0	118.9	87.9	94.8
1976 - 1977	102.0	259.6	88.0	277.0	84.9	46.1	53.2	77.7	170.0	63.0	49.0	141.7	132.3	133.6
1977 - 1978	198.0	197.7	176.2	212.5	55.7	57.0	109.3	90.0	78.0	60.0	92.0	138.1	144.0	125.7
1978 - 1979	204.8	161.9	158.5	201.0	76.6	63.2	126.2	92.0	162.0	83.6	96.0	143.2	167.7	147.3
1979 - 1980	94.0	219.5	130.7	230.4	34.6	38.2	125.6	150.2	57.2	52.9	95.0	155.8	168.0	148.3
1980 - 1981	148.0	57.6	59.3	135.5	26.6	36.5	64.3	67.2	43.5	34.1	36.0	44.9	69.3	58.1
1981 - 1982	146.8	111.0	111.0	130.0	42.1	40.4	46.5	67.2	85.0	34.6	48.0	107.0	88.7	85.3
1982 - 1983	128.0	80.7	38.3	97.5	19.9	28.0	59.0	19.1	120.6	28.2	32.0	57.9	48.4	33.3
1983 - 1984	215.0	121.0	104.6	179.0	73.2	118.0	110.8	75.8	120.0	96.3	36.1	141.4	134.5	135.7
1984 - 1985	137.9	245.9	100.2	182.7	55.5	70.8	82.5	80.1	150.2	87.1	96.0	153.5	150.7	122.7
1985 - 1986	139.4	212.3	79.9	137.0	47.5	56.9	62.9	52.9	73.0	82.3	46.0	166.9	137.0	129.9
1986 - 1987	160.2	198.5	140.5	200.6	90.2	53.5	140.9	110.6	150.3	82.8	56.0	133.9	158.9	138.4
1987 - 1988	178.4	181.0	131.3	204.9	91.7	65.0	166.3	108.4	231.0	85.8	90.0	138.3	158.4	122.9
1988 - 1989	144.0	122.5	136.6	102.9	97.7	41.0	44.9	118.0	64.0	46.9	85.0	93.5	137.2	99.5
1989 - 1990	193.6	154.0	121.3	166.6	82.8	152.5	77.9	108.0	74.5	98.4	116.0	134.2	160.3	139.4
1990 - 1991	160.0	114.0	59.7	138.8	71.6	55.2	121.8	81.9	130.0	68.0	65.0	140.5	123.2	124.7
1991 - 1992	210.0	153.0	107.0	140.2	56.1	46.7	80.3	76.3	146.0	48.7	72.0	125.8	149.9	95.6
1992 - 1993	86.7	162.2	55.4	124.7	42.4	39.5	50.5	48.0	82.5	53.4	40.0	116.9	115.7	81.0
1993 - 1994	135.8	117.5	112.2	137.1	88.9	46.0	148.2	88.8	194.0	48.1	64.6	131.7	119.9	128.9
1994 - 1995	88.6	87.0	91.1	117.9	53.0	29.0	56.5	57.6	73.5	36.3	50.0	77.5	95.2	80.7
1995 - 1996	187.8	128.0	102.1	159.0	94.7	110.0	104.8	111.5	120.0	96.6	68.0	104.9	149.7	126.9
1996 - 1997	80.5	130.5	51.5	84.0	39.8	38.7	47.6	47.2	54.6	43.9	25.8	96.0	126.8	84.6
1997 - 1998	208.0	84.5	120.0	149.5	68.1	42.5	124.9	73.2	193.0	52.7	90.0	131.5	156.8	121.2
1998 - 1999	116.3	108.7	48.0	95.0	53.1	79.3	38.6	71.6	35.0	93.5	22.3	114.6	122.0	94.1
1999 - 2000	96.0	170.5	90.0	170.0	50.6	35.0	44.4	55.2	56.0	35.8	26.4	142.7	147.0	104.9
2000 - 2001	277.0	94.8	133.0	153.2	53.1	75.2	132.1	80.4	207.0	90.1	70.6	137.6	165.5	137.3
2001 - 2002	235.4	139.0	147.0	152.7	86.1	72.0	69.9	103.9	76.0	82.1	39.6	146.5	173.8	131.4
2002 - 2003	110.8	104.6	101.0	86.7	78.2	53.6	62.6	99.4	66.0	48.9	33.3	95.7	137.9	98.6
2003 - 2004	116.0	112.0	111.0	100.0	36.0	33.0	41.6	31.8	85.0	30.5	17.0	89.9	97.7	50.8
2004 - 2005	178.4	159.2	135.0	130.7	61.7	44.1	70.3	91.8	100.8	50.6	39.1	133.6	144.8	117.9
2005 - 2006	137.8	137.0	120.0	153.7	44.2	77.5	79.2	58.3	83.0	81.9	58.4	137.0	112.0	104.0
2006 - 2007	135.0	85.8	102.0	80.7	62.9	49.2	31.2	60.7	58.3	42.1	28.6	94.0	104.7	74.2
2007 - 2008	255.4	106.2	210.4	109.9	110.9	49.2	99.7	132.3	73.0	61.0	70.5	82.1	190.8	156.6
2008 - 2009	201.2	181.0	121.0	188.6	82.3	52.1	91.2	90.2	58.4	54.9	55.1	128.6	105.0	133.0
2009 - 2010	257.6	177.0	192.0	181.8	111.0	59.8	172.1	106.3	185.3	84.6	70.2	148.6	232.2	132.8
2010 - 2011	230.0	327.3	200.0	210.9	155.1	111.9	145.5	121.5	145.6	101.9	74.6	158.6	245.0	166.6
2011 - 2012	58.8	43.5	116.0	30.4	30.0	34.4	23.2	35.8	51.2	28.7	12.7	40.2	31.0	19.1
2012 - 2013	284.0	190.3	176.0	203.3	67.3	81.2	84.0	103.6	169.0	87.4	61.9	120.0	193.3	148.8
2013 - 2014	89.0	121.2	210.0	137.8	33.1	24.4	107.3	38.4	165.0	29.8	56.9	122.2	118.6	129.9
2014 - 2015	168.9	163.9	100.0	182.9	37.8	44.8	50.3	69.6	50.8	60.1	31.5	150.4	231.4	113.7
2015 - 2016	150.2	170.1	138.1	124.8	85.5	64.0	38.9	110.3	41.7	84.7	45.2	137.0	147.0	94.0
2016 - 2017	175.8	106.9	134.6	139.6	62.8	89.0	58.6							

Ano hidrológico	M16 Montado do Pereiro	M18 Ponta do Pargo	M19 Porto do Moniz	M20 Queimadas	M21 Rabaçal	M22 Ribeira Brava	M23 Ribeiro Frio	M24 Santo António	M25 Santo da Serra	M26 Bom Sucesso	M27 Santa Catarina	M28 Cascalho	M29 Poiso & Posto Florestal	M30 Vale da Lapa
1937 - 1938	76.5	26.5	27.2	66.8	63.6	61.1	106.1	61.6	133.3	59.6	29.1	46.5	88.9	47.8
1938 - 1939	107.1	36.7	44.9	76.3	90.9	60.5	115.2	44.9	135.0	38.4	44.1	37.3	123.8	47.2
1939 - 1940	136.1	52.3	55.0	130.0	114.6	68.8	165.5	84.3	135.0	66.8	62.4	54.3	167.2	87.0
1940 - 1941	129.2	36.1	37.4	138.0	142.8	72.2	177.4	77.0	90.2	87.3	54.6	53.1	152.6	99.8
1941 - 1942	177.2	55.8	32.2	120.0	120.3	68.4	141.0	111.3	134.8	94.0	100.9	57.1	116.8	61.9
1942 - 1943	160.7	56.7	52.3	132.0	87.4	80.0	150.0	186.2	102.9	87.0	46.2	79.4	172.1	102.0
1943 - 1944	60.2	19.3	32.2	46.3	56.5	37.3	61.4	58.2	44.3	38.5	26.8	24.2	67.1	34.4
1944 - 1945	103.7	224.5	84.3	149.0	93.7	37.0	133.4	42.2	99.3	51.0	39.6	79.9	97.6	98.2
1945 - 1946	110.8	79.0	67.0	132.0	180.0	55.7	158.0	63.4	123.2	66.2	58.9	77.4	136.0	116.5
1946 - 1947	148.2	200.6	48.0	138.0	150.7	65.3	151.7	65.4	89.7	62.5	45.4	66.0	133.5	85.3
1947 - 1948	118.2	115.2	63.1	127.0	168.3	36.4	145.2	67.0	128.6	50.8	40.4	43.8	99.2	49.5
1948 - 1949	154.8	56.6	66.7	95.6	148.5	34.0	190.2	70.8	78.4	31.7	33.7	38.6	116.4	57.3
1949 - 1950	157.2	49.8	113.0	130.0	114.0	56.3	192.8	56.5	127.8	62.3	60.0	88.1	161.8	107.3
1950 - 1951	122.0	74.4	44.5	129.0	143.2	29.6	118.4	25.4	82.6	27.9	22.7	62.6	102.9	58.2
1951 - 1952	99.7	56.5	66.2	136.3	78.3	41.4	123.5	30.0	40.2	56.6	44.0	54.3	107.9	49.5
1952 - 1953	176.0	63.1	194.0	110.9	95.9	104.3	177.0	88.3	132.6	92.3	102.0	114.5	191.8	89.4
1953 - 1954	165.0	42.9	80.3	99.5	124.6	45.3	180.7	80.7	99.7	91.5	84.3	51.3	172.7	45.7
1954 - 1955	101.3	40.0	160.7	110.8	97.3	39.0	130.5	40.4	127.2	34.1	27.4	71.5	94.1	82.1
1955 - 1956	188.4	95.0	50.2	106.7	128.5	134.0	132.5	140.0	134.0	91.7	73.1	54.1	153.9	86.2
1956 - 1957	160.1	94.6	35.0	94.8	171.6	70.0	77.8	70.0	220.1	91.6	82.3	63.3	103.4	51.9
1957 - 1958	80.8	38.6	45.0	126.6	128.8	53.4	84.6	50.1	122.1	39.1	28.0	61.5	87.6	64.8
1958 - 1959	132.8	122.7	28.5	149.2	109.0	56.2	123.5	98.0	192.0	55.8	115.3	85.6	138.5	93.3
1959 - 1960	160.0	90.9	53.3	110.0	143.0	35.7	178.4	100.0	92.3	56.5	59.7	69.0	170.5	89.4
1960 - 1961	80.0	80.0	53.2	57.0	112.3	41.1	97.7	50.0	59.4	33.2	35.0	50.1	97.6	43.9
1961 - 1962	111.5	50.9	60.0	120.5	83.7	68.0	85.5	67.0	108.5	78.0	65.5	64.7	105.3	80.3
1962 - 1963	150.6	51.0	132.0	128.0	124.7	64.0	98.9	90.0	130.0	62.5	36.6	82.9	121.2	112.4
1963 - 1964	190.0	69.1	69.3	90.3	145.7	65.5	238.3	120.0	150.0	59.5	36.5	55.1	228.0	86.8
1964 - 1965	180.5	56.9	61.0	127.5	98.0	51.0	128.4	93.0	167.3	52.5	55.3	65.0	220.0	116.6
1965 - 1966	255.6	45.6	216.8	122.0	115.9	77.5	147.7	84.0	113.3	62.5	63.2	81.2	122.5	107.0
1966 - 1967	108.1	72.0	72.1	123.6	100.5	78.5	148.6	80.0	111.5	98.5	95.8	73.3	192.9	93.3
1967 - 1968	153.3	61.0	70.2	127.7	123.7	51.5	171.5	71.8	97.3	63.5	47.5	94.0	141.5	83.1
1968 - 1969	210.5	69.5	85.7	130.0	134.5	80.3	240.2	97.8	174.9	105.0	101.9	160.0	159.5	155.0
1969 - 1970	150.6	103.5	56.5	174.2	138.8	75.8	218.6	133.8	160.5	71.7	59.2	160.9	200.0	198.4
1970 - 1971	150.0	90.0	80.0	120.5	93.3	49.8	176.4	66.3	180.6	90.0	80.9	80.0	158.5	90.0
1971 - 1972	231.9	107.0	118.0	129.0	136.1	72.2	238.5	100.1	173.0	39.4	81.1	105.7	133.7	86.7
1972 - 1973	105.3	58.5	52.5	101.0	94.7	53.3	114.4	83.9	80.4	88.2	43.5	60.0	103.5	55.2
1973 - 1974	193.1	80.9	62.2	125.8	130.0	56.4	145.5	93.0	199.8	90.0	59.1	85.6	146.7	80.3
1974 - 1975	120.9	48.3	97.9	116.2	122.8	57.6	230.0	71.3	148.7	58.0	59.1	112.0	125.7	125.2
1975 - 1976	100.0	28.7	82.1	100.8	73.1	31.5	110.2	41.1	160.0	51.8	67.7	105.4	92.4	129.0
1976 - 1977	80.6	44.6	130.2	126.1	144.3	74.5	105.4	91.7	143.1	93.0	63.5	50.7	88.6	79.0
1977 - 1978	204.0	53.3	68.5	130.0	122.7	75.9	155.2	101.1	194.2	75.0	57.1	74.1	251.8	104.2
1978 - 1979	190.5	71.0	115.0	188.5	142.8	88.6	193.5	101.7	181.9	86.0	92.7	92.7	160.0	118.7
1979 - 1980	185.5	70.6	65.2	170.0	124.2	37.2	165.3	68.6	204.3	54.5	80.2	79.1	126.8	72.9
1980 - 1981	150.0	26.1	27.1	82.1	75.6	35.5	88.2	42.5	69.1	44.0	30.2	64.1	107.4	49.2
1981 - 1982	97.4	19.9	47.0	95.0	102.4	39.0	130.8	49.3	79.2	45.5	39.9	59.2	129.7	57.6
1982 - 1983	96.7	14.4	27.5	78.2	51.6	25.2	110.8	23.9	90.2	21.2	31.9	73.5	147.3	74.8
1983 - 1984	144.2	54.2	74.9	129.4	128.3	102.4	149.5	61.6	124.3	71.6	63.0	80.5	171.2	120.6
1984 - 1985	156.8	82.7	61.9	113.8	135.5	87.4	172.7	94.9	175.0	67.6	60.2	91.7	198.6	106.1
1985 - 1986	105.3	88.4	59.2	90.7	139.2	71.0	160.6	78.8	99.2	48.1	123.3	61.4	177.6	52.9
1986 - 1987	150.3	107.2	101.7	127.7	144.6	75.9	152.6	97.6	190.0	87.8	85.0	102.2	135.2	104.0
1987 - 1988	157.5	46.9	79.4	147.9	130.0	98.7	156.4	92.1	129.5	91.4	63.5	109.3	143.3	135.1
1988 - 1989	111.9	38.5	38.6	109.9	101.7	52.7	180.5	78.8	100.7	90.2	109.0	59.5	157.5	90.2
1989 - 1990	152.8	82.1	93.6	99.0	149.9	110.3	122.7	123.0	100.8	88.4	63.0	62.1	158.0	73.5
1990 - 1991	97.4	56.0	76.4	127.4	117.9	76.1	63.5	90.9	110.0	73.4	42.7	86.2	107.5	99.8
1991 - 1992	119.9	32.0	47.0	99.1	95.3	58.0	100.7	71.6	120.3	66.2	113.6	78.4	140.5	92.3
1992 - 1993	79.4	46.6	47.6	81.9	106.1	40.6	100.4	46.9	138.2	45.6	48.1	60.0	64.5	57.5
1993 - 1994	121.0	46.6	78.0	133.6	105.8	47.6	147.5	75.3	117.2	84.1	67.7	109.8	231.0	103.8
1994 - 1995	114.1	26.0	43.1	72.9	90.2	40.4	180.1	53.5	105.0	59.2	38.5	58.9	128.5	73.1
1995 - 1996	170.8	95.7	85.3	127.8	144.2	109.9	208.5	109.7	165.6	87.8	67.0	77.1	230.3	99.2
1996 - 1997	60.3	26.6	32.6	73.4	58.6	38.4	168.0	43.4	67.5	39.7	42.3	52.8	100.0	50.9
1997 - 1998	162.8	35.3	53.4	146.5	109.0	88.3	331.0	59.3	155.7	66.9	82.7	99.8	147.0	116.7
1998 - 1999	67.6	25.9	86.0	71.2	101.7	98.0	220.0	96.3	71.6	65.8	134.2	34.7	60.0	38.4
1999 - 2000	122.5	49.1	77.4	130.8	129.1	70.5	250.0	48.1	113.8	51.3	38.5	79.4	90.0	102.5
2000 - 2001	130.7	76.5	183.0	148.2	130.6	90.2	233.1	91.4	210.5	66.0	59.2	93.5	100.5	120.6
2001 - 2002	155.1	67.7	68.2	106.7	142.3	92.0	139.7	108.8	69.2	87.9	63.0	60.5	171.1	81.9
2002 - 2003	93.9	40.0	80.2	94.9	101.8	60.4	92.2	102.4	68.9	85.0	44.4	57.9	94.2	65.6
2003 - 2004	70.6	24.6	30.8	58.6	66.0	42.0	81.5	45.6	64.8	33.8	30.0	56.4	83.4	50.0
2004 - 2005	129.2	23.0	40.6	215.8	105.2	65.0	144.6	94.7	111.0	79.4	41.1	89.0	139.0	134.5
2005 - 2006	95.0	39.0	68.5	169.4	120.5	76.2	146.5	60.0	101.8	47.1	71.1	77.8	94.0	106.9
2006 - 2007	96.9	30.8	23.8	73.0	88.2	49.0	89.4	62.5	87.7	64.6	40.1	41.5	120.0	43.8
2007 - 2008	172.0	38.3	54.9	174.4	107.8	85.2	190.7	91.1	160.6	93.4	144.0	63.0	120.0	80.4
2008 - 2009	170.1	126.6	91.3	151.0	147.6	122.0	134.8	57.0	137.2	85.0	77.1	61.6	185.0	63.5
2009 - 2010	189.0	85.0	115.6	367.8	137.6	142.0	227.7	88.3	191.0	91.6	76.0	110.9	266.2	144.1
2010 - 2011	175.7	133.3	116.2	231.2	149.0	134.0	159.2	119.5	157.1	92.2	88.0	94.3	134.4	140.9
2011 - 2012	40.0	23.3	32.7	128.4	31.4	41.0	46.9	39.0	33.7	33.3	15.6	48.0	47.2	58.0
2012 - 2013	164.3	72.7	58.8	227.6	144.6	96.7	150.9	107.1	217.7	85.6	71.2	70.2	149.2	91.9
2013 - 2014	77.8	56.0	60.8	127.2	106.8	28.3	129.2	43.2	163.3	31.9	58.4	88.8	73.6	129.0
2014 - 2015	104.9	30.7	37.4	68.1	115.6	62.1	87.9	84.7	59.6	53.2	48.0	38.8	90.0	66.3
2015 - 2016	113.7	22.3	39.6	70.3	103.4	92.8	124.4	109.1	114.0	90.3	84.9	39.1	95.1	46.2
2016 - 2017	140.7	37.5	57.6	100.4	132.1	94.5	128.9	90.4	66.5	78.2	58.5	68.0	130.7	82.1

Ano hidrológico	M32 Lapa Branca (Curral das Freiras)	M34 Serra de Água	M35 Chão dos Louros Encumuedas	M37 Lombo Furão	M43 Meia Serra	M44 Covão ETA	M45 Encumeadas Casa EEM	M46 Santa Quitéria ETA	M48 ETA São Jorge	M49 Fajã Penedo	M50 Cabeço do Meio (Nogueira)	M51 Ponta de São Jorge	M53 Lido (Cais do Carvão)
1937 - 1938	59.1	73.0	103.6	102.4	86.0	73.2	73.5	69.3	73.1	96.0	108.3	35.6	32.5
1938 - 1939	58.3	111.0	134.3	164.1	97.9	46.2	112.0	35.6	88.3	130.3	175.8	39.6	16.1
1939 - 1940	71.9	122.9	170.8	187.1	108.9	101.5	114.2	79.4	70.3	102.8	181.3	41.0	29.8
1940 - 1941	81.8	123.8	181.1	194.2	116.9	70.3	118.5	64.2	80.4	145.2	176.3	34.5	42.0
1941 - 1942	71.9	100.6	142.3	119.2	97.7	122.4	118.0	93.6	96.2	98.6	136.7	44.3	25.9
1942 - 1943	96.8	127.9	152.1	184.8	106.2	137.2	135.4	103.3	107.0	117.5	174.7	60.9	34.3
1943 - 1944	48.6	71.6	87.8	92.5	65.4	59.2	76.5	45.3	46.1	79.3	84.4	19.2	25.8
1944 - 1945	63.0	106.9	157.1	134.6	109.7	65.8	162.3	48.5	125.4	172.2	187.4	68.2	12.9
1945 - 1946	90.4	127.1	173.2	219.6	106.9	71.5	131.7	58.9	128.1	202.1	198.7	65.0	30.6
1946 - 1947	110.2	114.2	132.4	120.2	121.4	72.4	147.4	63.9	87.9	97.3	106.9	51.0	27.3
1947 - 1948	83.6	123.4	155.8	164.0	87.7	85.9	114.2	45.2	42.2	89.7	168.6	21.0	23.3
1948 - 1949	73.2	118.4	159.5	108.5	119.0	75.2	131.9	37.5	59.3	93.5	95.4	31.4	20.2
1949 - 1950	68.6	127.7	165.4	187.8	120.3	57.7	139.8	51.7	169.7	223.4	159.2	80.3	29.5
1950 - 1951	50.7	100.7	124.8	176.2	103.4	28.6	90.1	25.7	83.6	128.3	145.0	38.7	12.0
1951 - 1952	63.6	121.6	161.8	191.9	99.7	65.2	114.1	57.3	81.0	128.4	175.9	29.9	22.8
1952 - 1953	66.5	134.0	187.5	241.8	97.5	119.4	145.3	93.6	140.0	185.4	218.7	78.9	37.3
1953 - 1954	80.2	120.1	148.8	164.1	92.4	96.8	140.1	92.4	99.7	151.7	205.1	46.4	45.8
1954 - 1955	55.7	113.7	155.0	185.4	101.2	46.3	141.5	34.4	120.7	186.3	212.0	41.4	15.8
1955 - 1956	85.6	124.5	145.6	188.4	105.9	129.3	154.8	112.6	148.0	165.2	197.3	86.7	41.2
1956 - 1957	102.3	110.9	159.3	97.2	119.2	75.5	125.6	83.3	103.5	113.0	114.5	62.5	42.4
1957 - 1958	76.1	86.8	124.7	95.0	114.3	42.6	83.2	42.7	77.7	108.7	107.3	43.0	17.0
1958 - 1959	84.2	117.8	160.9	152.8	119.8	89.4	135.8	68.4	182.1	178.2	162.1	80.0	27.9
1959 - 1960	84.6	122.9	185.6	170.9	98.1	71.4	133.4	50.9	97.8	138.6	202.6	49.2	22.7
1960 - 1961	52.1	83.7	122.1	110.8	67.8	46.5	88.0	32.2	63.3	92.9	96.9	30.9	11.9
1961 - 1962	66.2	115.2	144.8	130.2	98.6	54.3	114.7	47.0	111.0	158.7	158.2	50.9	22.9
1962 - 1963	90.0	132.0	176.8	224.5	121.1	81.2	139.4	67.1	163.6	192.1	199.4	86.0	33.2
1963 - 1964	112.1	137.7	213.0	208.5	119.4	85.5	147.5	56.6	89.9	172.8	203.2	42.6	33.6
1964 - 1965	89.7	126.6	212.6	237.1	109.4	86.3	123.2	64.4	96.4	192.6	219.3	28.1	25.0
1965 - 1966	89.9	131.7	165.7	156.3	101.4	120.7	152.2	76.4	119.5	170.4	196.2	71.2	30.5
1966 - 1967	66.2	122.1	157.1	213.8	97.2	116.6	154.3	81.6	115.8	191.9	218.8	68.8	34.9
1967 - 1968	87.4	128.2	168.3	204.5	114.9	95.0	143.5	57.0	106.6	156.7	191.3	45.0	33.1
1968 - 1969	82.9	127.5	181.1	240.7	110.3	110.7	166.7	91.7	166.2	204.4	215.8	99.5	41.7
1969 - 1970	106.9	133.3	193.1	237.5	123.4	117.7	170.8	81.1	172.6	191.3	211.2	82.0	30.0
1970 - 1971	81.0	102.4	132.0	230.1	105.1	89.4	133.1	78.2	141.7	160.6	205.3	77.0	25.7
1971 - 1972	89.0	128.3	167.3	172.7	111.3	76.9	151.6	81.5	103.7	175.1	202.6	60.6	39.4
1972 - 1973	71.9	88.3	117.6	121.8	99.8	51.9	100.9	43.6	73.4	116.2	165.3	32.5	22.9
1973 - 1974	84.4	121.6	178.3	235.1	112.1	102.8	143.7	66.3	163.5	209.4	220.0	73.8	34.3
1974 - 1975	84.2	114.7	128.5	132.4	93.6	71.2	125.0	56.1	111.8	154.3	177.0	54.9	28.7
1975 - 1976	65.1	97.0	126.4	103.0	103.0	46.6	100.0	36.2	118.7	101.8	137.4	59.6	26.0
1976 - 1977	89.0	130.3	169.6	214.1	120.0	114.6	155.5	87.1	170.9	198.6	162.9	88.2	38.3
1977 - 1978	87.8	127.4	159.6	186.3	116.7	118.9	157.2	88.3	111.5	160.0	203.6	59.4	31.5
1978 - 1979	83.7	119.0	164.2	185.8	105.4	114.1	150.1	95.1	142.8	173.9	205.3	79.7	39.4
1979 - 1980	67.6	119.5	156.7	162.6	120.5	83.9	164.6	52.4	77.3	141.5	189.5	28.5	19.9
1980 - 1981	64.4	48.2	57.6	68.6	74.3	35.8	53.8	38.9	46.6	56.2	106.7	22.2	17.5
1981 - 1982	74.7	108.7	130.9	168.1	93.8	60.2	105.2	42.0	87.2	102.1	163.1	52.8	23.7
1982 - 1983	27.7	51.7	61.4	72.6	62.0	24.1	53.2	17.6	113.4	91.3	105.2	64.7	10.8
1983 - 1984	63.8	106.4	159.7	197.8	115.9	73.4	129.3	70.3	115.9	185.6	206.3	54.5	32.6
1984 - 1985	91.2	131.8	174.0	153.5	114.7	111.7	162.7	80.3	151.7	139.7	180.6	76.9	30.6
1985 - 1986	99.4	124.2	158.9	146.9	123.0	88.1	166.8	61.3	91.0	115.1	122.6	39.7	25.7
1986 - 1987	93.1	131.1	158.0	132.5	102.7	110.7	168.9	87.0	161.6	201.1	213.3	82.8	37.3
1987 - 1988	137.5	139.0	137.5	120.7	105.8	106.7	159.7	96.2	186.3	180.1	185.8	87.8	44.2
1988 - 1989	261.0	75.7	104.0	116.6	84.5	110.5	91.8	97.2	81.8	95.2	167.2	41.4	36.5
1989 - 1990	82.6	131.3	165.8	173.8	94.5	131.2	150.3	97.7	104.1	122.9	207.3	55.6	38.2
1990 - 1991	81.2	93.0	151.5	120.5	98.4	107.4	146.8	84.9	123.3	134.4	157.4	59.3	29.0
1991 - 1992	75.8	116.5	170.0	130.0	109.0	95.2	110.0	81.4	123.0	141.4	161.5	70.2	28.6
1992 - 1993	61.2	120.0	144.0	128.5	128.0	51.2	151.6	51.5	94.1	110.8	126.8	42.7	22.1
1993 - 1994	92.3	138.7	145.0	124.0	128.0	90.9	146.5	82.0	168.1	183.5	206.9	87.3	32.8
1994 - 1995	58.7	117.5	106.5	120.0	93.0	58.8	103.1	50.5	94.3	115.3	184.3	45.4	28.4
1995 - 1996	191.4	76.7	171.5	127.0	129.8	126.3	140.8	98.7	109.4	109.8	182.5	63.3	41.2
1996 - 1997	60.3	162.0	170.0	120.0	131.0	56.9	151.6	43.0	61.2	80.6	95.9	37.8	22.2
1997 - 1998	92.7	145.0	180.7	130.0	200.0	80.1	170.5	96.0	130.0	164.2	220.0	90.8	31.4
1998 - 1999	71.9	108.6	135.0	114.2	120.0	105.3	100.3	88.8	45.6	56.5	120.0	22.9	31.0
1999 - 2000	77.9	126.5	190.0	214.6	127.8	81.7	170.0	45.6	92.3	108.5	126.5	38.3	23.8
2000 - 2001	95.4	124.0	195.4	297.0	137.0	90.1	120.5	66.0	235.6	124.2	220.0	90.8	28.1
2001 - 2002	81.8	101.1	141.0	200.5	101.9	145.0	117.0	97.0	98.4	184.0	153.0	47.2	37.9
2002 - 2003	69.1	84.6	103.2	127.8	102.2	139.5	99.0	104.5	126.8	195.2	108.6	40.0	33.5
2003 - 2004	47.6	70.8	91.4	124.9	95.3	40.2	108.0	49.2	119.8	86.7	82.5	46.1	20.4
2004 - 2005	89.8	131.5	141.4	204.2	109.4	116.2	130.0	95.0	118.6	145.8	220.0	76.3	30.0
2005 - 2006	68.5	98.3	104.6	132.5	99.7	80.5	130.0	65.0	112.4	180.0	240.0	52.9	28.2
2006 - 2007	87.2	101.2	155.0	84.6	99.2	71.0	120.0	71.3	92.4	96.4	90.0	44.6	34.9
2007 - 2008	90.2	134.1	257.8	252.9	109.3	112.5	140.0	106.0	85.6	205.0	220.0	50.8	41.9
2008 - 2009	67.8	130.6	184.2	190.0	101.1	65.1	160.9	54.0	127.4	189.7	260.0	43.6	32.3
2009 - 2010	81.2	140.6	288.6	196.0	119.6	143.5	171.1	112.0	257.3	201.4	200.0	93.2	49.1
2010 - 2011	122.3	138.0	267.4	283.4	120.2	160.2	267.4	182.5	163.4	240.7	220.0	84.6	98.8
2011 - 2012	30.3	37.8	61.2	46.2	34.5	45.0	70.2	41.9	62.0	115.5	39.0	37.1	14.6
2012 - 2013	99.4	131.5	160.2	247.1	111.5	200.7	190.6	120.0	159.8	284.6	220.0	137.9	42.0
2013 - 2014	76.3	100.5	91.8	179.0	97.1	76.4	92.5	37.1	162.9	254.0	165.0	94.5	23.9
2014 - 2015	91.4	122.3	144.2	175.7	108.8	103.2	170.2	62.5	72.7	204.3	175.0	31.6	22.8
2015 - 2016	78.0	113.7	156.9	133.4	110.1	121.1	143.3	102.9	56.6	113.6	124.6	31.7	36.8
2016 - 2017	91.1	114.6	149.4	135.7	101.1	99.5	133.6	69.4	110.2	118.4	149.7	56.4	37.0

ANEXO II

Localização esquemática dos postos para os quais foram estabelecidos quocientes entre precipitações sub diárias e em 24 h e valores desses quocientes (reproduzido de NORVIA/CENOR, 2014).



ANEXO 13 - PLANTA COM A DISTRIBUIÇÃO DOS QUOCIENTES MÉDIOS ENTRE PRECIPITAÇÕES SUB-DIÁRIA E COM 24H DE DURAÇÃO

ANEXO III

Quadro 39 - Quadro de Consequências (Fonte: DRAAC, 2021)

Consequência	Legenda	Descrição
Máxima	1.1.1.00.0	Tecido urbano contínuo predominantemente vertical
	1.1.1.01.1	Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal
	1.1.1.02.1	Tecido urbano descontínuo
Alta	1.2.1.01.1	Indústria
	1.2.1.02.1	Comércio
	1.2.4.01.1	Aeroportos
	1.4.2.02.1	Parques de campismo
	1.1.2.02.1	Tecido urbano descontínuo esparso
	1.2.1.05.1	Infraestruturas de produção de energia renovável
	1.2.1.05.2	Infraestruturas de produção de energia não renovável
	1.2.1.06.1	Infraestruturas de captação, tratamento e abastecimento de águas para consumo
	1.2.1.07.1	Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais
	1.4.2.03.1	Equipamentos culturais e zonas históricas (património mundial, monumentos de interesse nacional, imóveis de interesse público)
	1.2.1.04.1	Equipamentos públicos e privados (edifícios sensíveis): quartéis de Bombeiros, subestações, administração do estado, educação, saúde, segurança e justiça)
Média	1.2.1.01.1	Outras Indústrias
	1.1.1.03.1	Instalações Agrícolas
	1.2.1.04.1	Equipamentos públicos e privados (Restantes edifícios sensíveis, não abrangidos no nível 4))
	1.2.3.01.1	Terminais portuários de mar e de rio
	1.2.4.02.1	Outros equipamentos de lazer
	1.4.2.02.2	Estufas e Viveiros
	3.2.4.09.1	Viveiros florestais
	1.2.2.07.1	Rede viária e espaços associados
	1.3.2.01.1	Lixeiras e Sucatas
	1.3.2.01.1	Aterros
	1.4.2.03.1	Equipamentos culturais e zonas históricas (municipais) e sítios arqueológicos
Reduzida	1.2.3.02.1	Estaleiros navais e docas secas
	1.2.3.03.1	Marinas e docas pesca
	1.3.1.01.1	Minas a céu aberto
	1.3.3.02.1	Áreas abandonadas em territórios artificializados

	1.4.2.01.1	Campos de golfe
	1.4.2.01.2	Outras instalações desportivas
	5.1.2.03.3	Aquicultura litoral
	1.3.3.01.1	Aquicultura interior
	2.1.2.01.1	Áreas em construção
	2.1.2.01.1	Culturas temporárias de regadio
Mínima	5.2	Habitats, águas Balneares e Perímetros de Proteção e águas de consumo humano)
	5.1	Águas Marinhas e costeiras
	3.3	Águas interiores
	4.1	Zonas Descobertas e com pouca vegetação
	4.2	Zonas Húmidas interiores
	3.2	Zonas Húmidas litorais
	3.1	Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea
	2.4	Florestas Áreas agrícolas heterogéneas
	2.1.	Culturas temporárias
	2.2	Culturas permanentes
	2.3	Pastagens permanentes

ANEXO IV

Edifícios sensíveis nas áreas inundadas por período de retorno.

Quadro 40 - Edifícios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI (n.º)

ARPSI\Edifícios Sensíveis	20 anos	100 anos	1000 anos
02 - Ponta do Sol			
BP Portugal, S.A.			1
Câmara Municipal da Ponta do Sol		1	1
Centro de Saúde e Segurança Social da Ponta do Sol	1	1	1
EB23 e Secundária da Ponta do Sol	1	1	1
Escola Básica do 1º Ciclo com Pré Escolar da Ponta do Sol	1	1	1
Museu do Centro Cultural Jonh dos Passos	1	1	1
Repartição de Finanças da Ponta do Sol	1	1	1
Tribunal Judicial da Comarca de Ponta do Sol	1	1	1
04 - Ribeira Brava			
Associação dos Bombeiros Voluntários da Ribeira Brava	1	1	1
Câmara Municipal da Ribeira Brava	1	1	1
Centro de Saúde da Ribeira Brava	1	1	1
Centro Social e Paroquial de São Bento - Lar de S. Bento	1	1	1
EB23 e Secundária Padre Manuel Álvares	1	1	1
Escola Básica do 1º Ciclo com Pré Escolar da Fajã da Ribeira			1
Escola Básica do 1º Ciclo da Ribeira Brava	1	1	1
Esquadra de Polícia de Segurança Pública - Ribeira Brava	1	1	1
Farmácia dos Dragoeiros	1	1	1
Farmácia Ribeirabravense	1	1	1
Junta de Freguesia da Ribeira Brava			1
Museu Etnográfico da Madeira		1	1
Núcleo Museológico Sala do Tesouro da Igreja da Ribeira Brava	1	1	1
Repartição de Finanças da Ribeira Brava	1	1	1
Repsol Portuguesa, S.A.	1	1	1
Segurança Social da Ribeira Brava			1
06 - Socorridos			
EEM - Empresa de Electricidade da Madeira, S.A.		1	1
nidade Autónoma de Gás	1	1	1
08 - S. Joao			
Escola Profissional Atlântico	1	1	1
GALP Madeira, Lda.	1	1	1
11 - Nora			
Centro de Estudos, Línguas e Formação do Funchal-CELF	1	1	1
Centro de Santiago	1	1	1
16 - Santa Cruz			
Escola Básica do 1º Ciclo de Santa Cruz		1	1
Escola Básica e Secundária de Santa Cruz	1	1	1

Farmácia Esperança		1	1
17 - Machico			
Bombeiros Municipais de Machico	1	1	1
Centro de Saúde de Machico	1	1	1
Farmácia do Engenho			1
20 - Faial			
Escola Básica do 1º Ciclo com o Pré Escolar de São Roque do Faial	1	1	1
24 - S. Vicente			
GALP Madeira, Lda.	1	1	1
Repartição de Finanças de São Vicente			1
		Cenário atual	
G31			
Bombas de gasolina		1	
G16			
Posto da Polícia Marítima do Porto do Caniçal		1	
G26			
Posto da Polícia Marítima do Funchal		1	
G34			
Bombas de gasolina		1	

ANEXO V

Identificação do património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas nas áreas inundadas, por período de retorno.

Quadro 41 - Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas (n.º)

ARPSI\Edifícios Sensíveis	20 anos	100 anos	1000 anos
03 - Tabua			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
04 - Ribeira Brava			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
06 - Socorridos			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
08 - S. Joao			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
09 - Santa Luzia			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
20 - Faial			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
21 - S. Jorge			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
22 - Porco			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
24 - S. Vicente			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
25 - Laje			
Parque Natural da Madeira	1	1	1
26 - Janela			
Monumento Natural da Escoada da Foz da Ribeira da Janela	1	1	1
Parque Natural da Madeira	1	1	1
27 - Tanque			
Monumento Natural da Praia do Porto Santo	1	1	1
29 - Cochino			
Monumento Natural da Praia do Porto Santo	1	1	1

ANEXO VI

Património Cultural potencialmente afetado

Quadro 42 - Património Cultural potencialmente afetado (n.º)

ARPSI\Património	T20	T100	T1000	Cenário atual
04 - Ribeira Brava				
Capela/Igreja de São Bento	1	1	1	
Solar dos Herédias	1	1	1	
08 - S. Joao				
Ponte São Paulo	1	1	1	
09 - Santa Luzia				
Passo Processional (Paixão)	1	1	2	
Ponte D. Manuel de Portugal e Castro	1	1	1	
Ponte Nova	1	1	1	
10 - Joao Gomes				
Passo Processional (Paixão)	1	1	2	
11 - Nora				
ÁREA DE INTERESSE HISTÓRICO (Centro)	1	1	1	
16 - Santa Cruz				
Misericórdia de Santa Cruz	1	1	1	
17 - Machico				
Igreja de Nossa Senhora da Conceição	1	1	1	
Mercado Municipal de Machico	1	1	1	
20 - Faial				
Ponte do Faial	1	1	1	
28 - Calheta				
Igreja do Espírito Santo	1	1	1	
G12				
Praça Velha				1
G18				
Capela de São Roque				1
Forte de Santo Amaro				1
Mercado Municipal de Machico				1
G26				
Área de Interesse Histórico (Centro)				1
Braza do Ilhéu (Forte do Ilhéu)				1
G32				
Capela de Nossa Senhora da Conceição				1

ANEXO VII

Identificação dos aproveitamentos hidroagrícolas, das massas de água e das águas balneares potencialmente afetadas nas áreas inundadas, por período de retorno.

Quadro 43 - Aproveitamentos hidroagrícolas potencialmente afetados (ha)

ARPSI\Parcela Agrícola	T20	T100	T1000
01 - Madalena do Mar			
7247025	1.0	1.7	2.8
20594832	679.5	771.4	841.0
20678642	18.1	19.2	20.7
20858017	87.6	91.8	97.3
02 - Ponta do Sol			
18479391			0.3
18480982	95.5	131.0	194.8
18480986	16.4	26.7	45.1
18480989	83.9	85.3	86.7
18481076	14.2	86.8	142.5
18482626	27.5	34.3	42.4
18482880	118.8	129.6	141.6
18482884	15.3	19.4	24.5
18482890	60.8	66.4	73.2
18482892	40.7	44.2	48.4
18482949	12.2	19.3	29.9
18483063	35.5	39.1	43.4
18483066	178.6	196.7	221.2
18483071	73.5	84.1	98.4
18483091	32.6	34.6	37.0
18570968	1.0	1.3	1.8
18932397	64.7	82.8	103.5
19415407	68.7	90.6	120.6
19777351		0.6	3.1
19943856	0.3	0.8	1.3
20350007	1.6	8.5	15.9
03 - Tabua			
7206464	29.2	71.4	105.3
7206613		0.0	0.2
7206690	2.4	3.4	5.4
7207333	148.1	163.1	181.7
7207509	96.3	111.3	130.2
7209004	424.0	453.1	488.0
7209295	132.6	141.8	152.8
7216825	520.4	532.2	549.8
7216828	8.5	10.2	13.4
7216917	6.5	8.3	11.3
7217165	3.4	5.1	8.5
7218184	1194.3	1211.8	1231.7

7218187	1.4	2.3	3.4
7218408	43.3	45.4	47.9
7218732	0.4	1.4	3.9
9361695	71.1	79.2	89.9
9361724			0.9
9676541		0.2	1.2
9826308	60.5	74.6	92.2
9873047	10.0	12.8	18.4
9972379	314.0	339.7	370.8
13388851	589.0	601.7	617.4
18503405	2.8	4.6	7.5
19472149	13.2	16.9	22.2
20064350		0.1	1.5
20491477	159.6	166.2	174.0
20559960	420.7	433.0	447.9

04 - Ribeira Brava

7202489	33.5	36.2	39.7
7202717	0.6	1.5	2.8
7203050	242.9	251.7	262.2
7203120	18.5	21.7	25.7
7203176	2.6	3.4	4.5
7203442	11.5	12.3	13.4
7203475	73.0	75.6	78.3
7203491	186.2	189.5	193.5
7203495	68.3	69.0	70.0
7203514	55.1	62.8	73.4
7204199	3.4	4.7	7.6
7204253	0.1	0.6	1.6
7205209	291.5	293.0	295.0
7205275	108.4	112.1	117.1
7205577	50.6	54.3	59.3
7205631	5.0	11.0	21.3
7208301	96.7	130.7	186.9
7215652			0.5
7215912		4.4	75.0
7215929	7.2	39.1	106.7
7215940	19.2	28.1	38.2
7216006	0.1	20.4	59.2
7216171	428.5	585.9	701.1
7216234		2.6	7.1
7216310		58.6	66.2
7216389	170.4	370.9	512.5
7216456			7.0
7216475	48.6	94.3	94.3
7216551	1.0	43.1	104.4
7216552	440.8	821.5	850.4
7216641		97.3	97.4
7216703	18.7	62.9	66.9
7216750	244.5	367.3	438.1

7216760	241.4	241.4	241.4
7216780		24.7	43.4
7216808	53.8	53.8	53.8
7216815		0.0	81.7
7216831	156.4	156.4	156.4
7216862	57.4	87.6	172.9
7216867	454.6	543.9	589.0
7217173	263.9	464.4	484.9
7217395			99.5
7217803			1.4
7217901		0.6	230.5
7217934			27.4
7217943		0.1	137.6
7217966	14.2	33.8	821.1
7217974	13.2	21.6	251.1
7218003	5.4	49.6	319.1
7218064	3.7	200.5	234.6
7218235	36.5	587.1	652.3
7218246		113.2	113.2
7218290		130.4	130.7
7218310	124.7	124.7	124.7
7218364	210.7	214.9	212.7
7218400	228.5	228.5	228.5
7218526	414.2	414.2	414.2
7218542	167.5	167.5	167.5
7218572	116.6	116.6	116.6
7218586	179.0	179.0	179.0
7218691	409.1	409.1	409.1
7219430	13.1	10.5	517.3
7219465	334.0	292.9	343.1
7219505	109.5	110.0	110.4
7219516	489.0	489.0	489.0
7219605	283.1	283.1	283.1
7220005	250.8	250.8	250.8
7220054	564.8	918.8	1102.5
7220319	145.1	398.8	548.1
7220736	1704.4	1806.1	1818.4
7220980	790.7	795.5	797.5
7221108	0.1	2.2	36.6
7221281	188.2	337.6	447.8
9315395	0.0	0.3	0.8
9469083		71.3	169.3
9676728	236.9	242.0	242.2
9676803	559.7	559.7	559.7
9719290	190.4	297.1	342.6
9742976	0.6	11.0	28.4
9743804			1.8
9764561	152.6	190.4	229.8
9769178	21.3	23.5	26.3

9771410	0.0	2.3	7.6
9800050	421.0	427.0	434.2
9800051	579.7	585.9	594.3
9885235	2.1	4.0	7.4
9896934	0.1	0.4	1.9
9988838	26.5	128.3	128.3
10360179	79.2	101.8	117.7
10469204	256.5	281.4	300.1
12693815	0.2	72.8	164.4
13378662	2073.6	2095.3	2116.3
13591629	999.1	999.1	999.1
13791931	1.9	2.8	4.3
17522609	157.5	264.6	279.1
18184933			184.2
18184945	183.6	176.7	183.7
18263596	699.7	704.0	709.6
19012275	116.4	136.6	136.6
19236735	27.6	32.4	38.6
19310833		3.6	11.9
19935026	535.8	573.8	595.4
20037429	2.3	3.1	4.5
20319028	1137.0	1271.5	1468.7
20319190	3.1	123.7	154.1
20319203	49.7	51.1	24.3
20319319	45.3	70.0	70.0
20448975			0.4
20937067	131.5	118.1	158.7
20974610	119.0	137.5	129.6
20974614			22.5
21121881	222.9	229.2	236.7
21273561	12.9	15.3	18.2
21345284	0.9	1.0	1.2
21346329	554.9	554.9	554.9
21346359	188.8	188.8	188.8
21391940	4.2	4.8	5.5
21391950	1.0	1.3	1.6
21430460	1.5	1.9	2.2
05 - Vigario			
7301575	92.2	96.6	101.3
7301905	63.6	72.0	86.1
7301944	48.7	50.1	51.8
7302227	97.0	104.2	113.5
7303118	218.6	231.0	246.1
7303208	137.1	144.1	152.0
7304461	11.4	17.3	31.5
7304509	89.2	93.6	98.4
7304532	96.8	105.1	118.5
7304768	170.9	194.7	222.1
7304784	66.5	72.8	79.9

7307700	83.9	97.8	112.5
7307716	0.8	1.2	1.7
7307752	0.3	2.3	7.4
7308191	5.7	8.6	12.7
7308557	28.2	32.6	52.1
7308752	38.6	48.0	58.6
7308935	73.0	87.7	103.9
7309413	2.5	2.8	3.2
7309465	15.0	18.6	26.2
7309691	0.9	2.3	5.4
7309743	199.2	238.2	288.9
7309777	5.0	6.8	9.4
7309853	1.4	2.4	3.5
7309869	7.6	11.4	16.6
7309898	18.2	23.7	31.1
7309943	43.5	49.3	57.5
7309978	263.8	275.1	287.8
7310041	689.6	713.2	740.8
7310111	344.2	378.6	412.5
7310157	501.6	573.8	653.8
7310252	208.0	221.4	236.5
7310257	176.8	191.6	211.7
7310278	191.5	211.2	239.6
7310307	126.4	126.4	126.4
7310341	277.3	291.1	307.6
7310366	80.3	91.6	110.4
7310404	38.4	43.5	50.2
7310425	101.6	135.1	149.7
7310498	214.0	228.6	242.3
7310525	113.5	116.7	120.3
7310575	129.4	150.3	184.9
7310631	91.6	105.7	117.3
7310651	1055.1	1075.6	1097.4
7310699	76.5	82.1	89.5
7310704	1.6	4.9	11.7
7310716	91.9	94.9	98.4
7310725	257.5	264.0	262.3
7310748	169.6	176.0	183.5
7310793	187.6	203.2	215.8
7310794	143.2	159.3	167.5
7310823	295.4	306.2	319.1
7310859	43.4	45.7	48.8
7310864	680.4	730.6	780.7
7310867	55.8	59.9	64.4
7310874	58.3	65.8	70.3
7310885	27.8	30.6	33.1
7310887	92.3	97.5	102.9
7310888	162.0	185.5	196.1
7310892	48.4	53.7	59.2

7310898	97.6	101.9	106.8
7310917	97.5	117.1	163.0
7310937	22.0	25.5	30.0
7310950	67.6	73.4	83.0
7311058	53.9	58.8	65.1
7311642	57.3	138.2	245.1
9284886	140.9	145.7	150.7
9294854	37.6	35.8	42.6
9294859		0.0	0.2
9549147	7.2	9.0	11.6
9564967	212.6	270.5	339.3
9695396	10.2	11.2	12.6
9763880	442.4	493.5	554.4
9803005	70.8	72.3	74.3
9803699	45.7	50.0	55.2
9915401	323.5	360.1	407.4
12466608	118.2	126.5	138.3
12898303	25.1	35.6	55.0
15838667	95.8	99.9	101.8
16123575	313.1	323.5	333.5
16132443	217.9	222.5	228.5
16205915	230.3	232.8	235.7
17510127	11.5	13.0	14.9
18959551	220.4	238.9	262.8
19380113	399.2	406.2	407.9
19423623	0.8	1.5	2.9
19446703	144.4	146.3	148.7
20004212	105.4	111.5	117.6
20010266	0.3	0.9	2.1
20813505	162.6	173.6	188.3
20960281	20.5	21.3	22.4
21401601	263.8	284.8	308.0
21401648	11.2	16.3	27.5
21401668	29.3	31.5	34.2
21401767	450.4	470.5	492.7

06 - Socorridos

7285952	95.3	142.2	219.8
7285953	129.4	134.6	140.7
7285970	3.3	3.9	4.6
7286143		1.4	2.4
7286167		28.5	156.1
7286485			101.4
7287955			7.1
7288623	53.5	54.4	58.1
7297427	82.7	97.4	114.7
7297611	54.8	71.6	85.9
7297624		0.2	10.1
7297669	11.0	13.4	17.4
7297737	71.4	89.1	106.3

7297766			0.1
7298254	259.1	272.3	283.7
7298911		0.0	6.4
7298976	69.1	79.5	93.2
7299063		1.1	4.6
7309653	209.8	218.4	229.0
7310014	177.9	188.0	199.3
7310516	1269.6	1611.4	1957.9
9334375	8.5	15.8	39.7
9385983	2.0	4.9	9.8
9389239	1.2	3.3	8.3
9418993	69.7	80.2	93.9
9524102	159.1	171.4	187.2
9552510	43.3	46.3	49.7
9675850	0.1	0.3	0.8
9878678			0.1
16311309	2.4	12.1	33.5
18359743	73.7	99.4	137.9
18360003	9.8	19.1	32.9
18360147	53.8	55.8	55.9
18360802			0.6
18558630	27.1	30.4	36.9
19028430	161.8	182.5	246.9
19033763	0.0	0.2	1.0
19472921			94.3
19472927			22.3
19478782		39.5	655.2
19484197	87.4	99.2	112.6
19536393			0.0
19941896	195.0	203.3	212.2
20273928	464.9	555.2	686.2
20404511			2.6
20967551			38.8
21327849	1.4	2.5	4.5
21381274	13.3	16.1	19.5
21383639	13.0	17.4	22.5
07 - Ribeiro Seco			
7289136	18.3	23.7	31.9
7289161	10.4	11.3	12.6
7289229	454.9	488.3	520.8
7289317	16.7	37.8	47.1
18458416	113.6	141.5	164.6
08 - S. Joao			
7285630	189.4	213.8	242.6
7285879	6.6	22.5	61.3
7285880	12.6	14.5	16.7
7286036	11.0	18.6	29.7
7286316	5.5	15.0	29.1
7286474			0.0

7286670	0.4	1.4	5.6
7287258			99.8
9294229	367.2	393.2	375.1
9399340	0.0	35.5	90.4
9403204	3.1	3.8	4.4
9564842	1.6	1.9	2.4
9688688			0.0
13731068	0.2	0.8	3.9
13773780	6.1	23.9	46.7
16221025	11.0	12.3	14.3
18663119	133.6	144.5	158.2
19091714	0.0	0.6	2.4
19091727	1.4	5.1	12.1
19091768	1.9	2.2	2.6
19696872	17.8	20.4	24.3
19988236	12.5	16.4	22.0
20403642	81.3	84.5	88.4
20885060	1.6	5.1	31.1
20990706	13.2	15.0	17.2
21080053	341.7	366.1	393.9
21396791	29.1	31.5	34.4

09 - Santa Luzia

7285844	1.6	3.2	5.5
7285927	163.4	179.3	208.4
7286081	122.8	138.4	158.2
7286085			0.1
7286126	14.0	20.2	29.6
7287251	0.1	23.5	39.4
9762978	36.6	50.2	55.2
19323090	0.0	0.1	0.8
19537542	255.4	270.1	286.4
19979187	57.4	60.6	64.4

11 - Nora

7288156	173.4	186.4	215.4
---------	-------	-------	-------

12 - Lazareto

7288835	20.1	31.7	45.1
7289089	104.4	110.0	117.7
9446416	24.2	25.0	25.9
12205392	88.8	101.1	117.3
20999835	3.4	4.2	5.3

13 - Abegoaria

7195550	92.2	100.2	108.2
7196581	89.1	95.1	101.8
7196607	68.1	75.0	82.7
7196615	8.1	12.1	17.5
7196643	33.3	35.5	38.9
7196720	3.9	4.8	5.9
7196726	601.2	651.6	726.9
7196909	1258.8	1362.9	1473.3

15661649	120.3	128.7	138.6
15743611	98.8	107.1	115.6
15743901	203.6	230.3	252.9
15839152	11.8	14.6	19.1
16132168	479.9	495.5	521.9
20629643	67.5	80.6	93.9
21331715	217.7	273.3	318.7

14 - Porto Novo

7191471			0.6
7193545	19.0	20.5	22.5
9727694	36.8	44.2	52.8
9954698		0.1	0.2
10429061	2.8	7.8	15.8
10670018	14.8	16.7	19.4
13392218	817.6	859.9	989.7
13392224	312.3	352.7	400.6
19694064	19.0	20.8	23.9

15 - Boaventura

7189098	4.2	7.5	12.0
---------	-----	-----	------

16 - Santa Cruz

9328215		0.2	6.5
18464475		0.0	0.7
18464603	35.9	50.4	65.6
18466602	818.0	863.7	955.9
18466680	6.7	10.2	15.6
18466695	239.3	269.5	292.5
18467293	131.9	160.0	180.2
18468232	22.7	25.0	27.8
18468250	118.1	130.6	148.3
18468469	63.3	72.1	82.5
19580014	100.1	280.2	650.5
19974945	18.4	27.5	46.7

17 - Machico

7277025		5.2	27.4
7277041	0.0	0.2	2.0
7277454	79.2	130.3	219.7
7277486	58.4	147.4	262.2
7277511	163.6	188.7	248.6
7277559	90.0	91.6	93.6
7277786	11.4	12.5	13.8
7277792	9.1	20.2	59.5
7278004	0.4	0.9	1.7
7278145	21.5	99.3	224.2
7279142	425.4	554.1	689.6
9315006	24.3	25.6	27.1
9697425	162.5	167.5	173.6
9705214	81.7	135.7	172.5
9706336	288.8	321.2	366.9
9731276	234.6	253.9	290.3

9735161	126.0	133.2	143.0
9938662	79.3	91.9	100.3
9955317			8.6
10463590	224.0	239.4	282.4
12203649	338.3	359.9	388.4
12414306	13.0	14.4	16.1
13768487			0.1
13782295	2.3	2.6	3.0
13784923	33.9	34.9	36.2
13798948			2.8
16211716	25.5	27.4	29.8
19200507	380.1	394.6	412.6
19247117	59.7	81.0	98.3
20387528	41.3	43.7	46.3
21181947	7.4	10.2	13.8

18 - Maiata

18454205	32.1	36.5	42.6
18454240	808.8	847.2	891.3
18454245	191.6	196.3	200.0
18454256		0.4	3.7
18454286	150.2	158.3	168.8
18454301	123.4	130.4	137.4
18454302	199.4	205.7	211.9
18454305	75.8	81.3	87.9
18454416	117.7	180.2	336.8
18454467	94.3	106.9	124.1
18454486	46.0	55.5	64.1
18677393	115.6	106.3	161.6
20049534	49.0	54.8	62.4

19 - Juncal

18454843	111.1	112.1	113.6
18455233	41.7	43.2	45.2
18455246	108.5	113.3	119.9
18455318	36.6	42.7	51.6
18455325	483.9	503.6	529.0
18455681	84.7	86.5	88.5
18455690	19.2	27.2	52.6
18456140	9.6	10.7	12.3
18456144	0.6	0.9	1.3
18456225	16.7	18.2	20.4
18456367	350.7	360.0	369.4
18456378	0.0	0.4	14.5
18456380	41.6	43.1	45.0
18456382	126.2	128.9	133.4
18456386	78.6	94.3	104.3
18456441	6.0	6.7	7.5
18456548	13.0	19.7	31.7
18456560	33.0	35.5	39.1
18456562	165.0	170.2	177.2

19265461	320.0	350.7	387.5
20140432		0.2	1.2
20 - Faial			
7169135			0.3
7169540	37.3	40.2	44.4
7170937	564.1	671.4	755.6
7171609	20.5	27.7	38.5
7172031	269.5	290.6	314.4
7172224	235.8	317.6	397.0
7172384	36.5	40.6	44.4
7172397	594.9	613.4	635.6
7172477	172.2	199.2	246.4
7172525		17.5	574.6
7172561			164.9
7172760	429.7	451.4	474.8
7173022			14.4
7173383	183.1	190.4	233.7
7176572	119.1	119.2	119.2
7176796	824.6	843.6	857.1
7176803	111.4	111.4	111.4
7176892	3.9	10.6	23.6
7176911	302.8	343.0	390.1
7176920	179.5	237.1	307.3
7176964			0.5
7176968	0.5	6.7	21.6
7177069	0.2	0.2	0.2
7177670	0.0	0.2	0.5
7177777	89.0	96.6	106.6
7177814	514.0	527.3	531.7
7177854	171.6	198.5	221.3
7177876	2641.2	2794.6	2946.3
7178102		2.6	14.7
7178410	5.1	5.8	7.6
7178536	35.7	40.5	46.3
7178676	141.4	144.4	147.9
7178742	2.4	3.5	5.2
7179103	252.7	275.0	303.8
7179140	16.5	18.5	21.0
7179309	18.2	24.2	34.6
7179669	181.0	197.1	216.7
7180171	63.7	107.2	208.2
7180239	69.9	73.9	78.3
7180354	23.6	34.0	48.7
7180356	50.3	117.2	164.8
7180451	615.8	710.1	783.2
7180491	197.2	268.2	348.2
7180552	50.6	61.3	75.0
7180605	563.6	603.7	622.8
7180661	48.0	50.7	53.8

7180813	197.8	202.1	206.9
7180848		0.1	0.3
7180875	24.2	28.2	31.9
7180947	0.0	0.1	0.3
7181000	144.6	151.8	159.8
7181101	403.8	430.3	465.6
7181107	135.0	151.6	172.9
7182011	204.6	213.7	224.9
7182244	513.5	540.3	570.5
9418530	84.5	92.5	99.8
9491803		0.0	10.0
9510375	10.7	23.2	62.6
9624424	12.2	17.0	23.6
9624534	13.0	19.8	33.0
9669898	580.9	606.8	633.1
9675686			0.0
9688966	18.9	18.9	18.9
9704082	0.2	0.7	1.3
12289267	2659.3	2889.5	3165.6
12349072	317.4	319.3	321.7
12726303	68.3	69.5	71.0
13684435	61.7	64.7	68.3
13792465	317.6	408.4	506.1
18292552	104.0	104.0	104.0
18292688	125.8	125.8	125.8
18328275	34.6	37.2	39.6
18328601	325.7	344.8	372.2
18457380	3.3	11.0	19.3
18457384	54.9	126.7	342.6
19264471	162.2	194.8	241.2
19347313	1.0	2.7	5.7
19410848		0.3	4.1
19609171	868.3	875.0	879.4
19609305	480.3	512.3	577.5

21 - S. Jorge

7147852	890.4	904.6	916.3
7148681			0.1
7148790	273.3	313.7	358.2
7148945	461.0	930.7	1556.6
7149497	400.8	506.4	678.8
7155440	41.9	54.8	65.4
7155693	381.2	381.2	381.2
7155718	1418.5	1524.8	1635.8
7155769	2170.3	3928.3	5704.3
7155804	191.7	476.5	902.2
7155904	1060.1	1405.4	1728.7
7156065	2.3	16.1	124.0
7156092	859.1	859.2	859.2
7156200	0.1	18.0	135.5

7156381	675.3	1082.3	1555.4
7157113	312.1	332.5	356.8
7157272	119.9	153.5	197.1
7157376	984.4	1050.5	1111.9
7157465	2.2	2.9	3.9
7157557	551.5	585.8	634.9
7158117	82.5	40.1	41.3
7158202	171.1	175.2	180.4
7158416	1174.7	1248.6	1332.5
7158713	159.3	193.4	224.0
7159510	238.8	248.3	259.2
7159748	240.5	245.5	251.6
7160335	355.5	396.4	427.4
7161355	504.8	504.8	504.8
7161534	658.6	697.3	754.2
7161965	2505.2	2763.7	3317.7
7162477	16.6	23.0	28.7
7162494	88.4	92.4	96.1
7162606	163.9	182.6	203.7
7162766	468.2	523.3	628.5
7162926	132.2	226.4	283.9
7163066		10.0	50.8
7163133	335.6	256.7	268.3
7163330	209.0	178.8	193.0
7164138	145.0	149.5	156.7
9274110			6.6
9274129	56.5	82.3	96.3
9274193	46.9	62.0	78.7
9274205			18.5
9508114	86.0	163.0	210.6
9517305	333.2	347.7	375.7
9675585	12.6	92.7	156.0
9800519	255.7	455.3	827.5
9802886	118.1	145.1	152.3
10404849	54.6	167.0	206.4
12113639	335.0	357.9	381.3
13734547	39.5	45.2	52.4
18332581	166.0	168.5	171.1
18444146	1558.5	1711.6	2034.9
18444148	824.2	828.9	830.6
18444149	53.2	63.7	74.6
18444217	1001.9	1026.5	1060.7
18444219	8.4	11.2	15.5
18444222	783.7	805.5	829.8
18444224	11.3	17.0	26.6
18697150			84.6
19225314	631.4	661.8	697.2
19228816	621.8	739.3	1069.9
19342902	275.2	277.1	277.1

19986822	108.1	108.1	108.1
20092902		0.2	3.0
20400549	737.8	787.5	854.1
20915353	396.4	478.7	492.7
20949972	393.3	393.3	393.3
20975562	24.1	27.8	33.9
21174208	21.1	48.8	98.8

22 - Porco

18443059	606.0	658.9	725.1
18444218	12.5	19.0	45.2
18444255	603.8	646.0	700.3
18444342	873.9	914.9	973.7
18444344	88.5	96.6	103.2
18444348	71.0	88.8	83.2
18445185	935.7	962.4	998.3
18446352	2.1	11.1	26.4
18446510	25.0	26.7	28.9
18446527	229.9	243.6	261.1
18446659	0.0	0.5	1.8
18446661	88.9	98.7	111.0
18446690	128.2	134.1	140.7
18446703	48.9	61.1	81.7
18446713	0.0	0.3	0.6
18447966	3.7	7.6	15.8
18447973	40.4	48.3	60.1
18448017		0.0	0.1
18448444	185.0	237.3	289.9
18448540	265.1	311.0	386.1
18448689	1.0	2.5	8.9
18448882	1104.0	1161.9	1214.7
18448885	290.4	322.5	362.1
18448893	48.3	67.0	92.9
18449763	642.8	669.0	699.2
18449766	1272.0	1305.7	1340.6
18449790	49.8	53.6	58.4

23 - Moinhos

18443283	295.9	307.9	320.9
18444599	145.7	150.2	154.3
18444621	35.4	43.6	55.0
18445046	19.2	21.9	24.5
18445106	26.2	33.9	44.0
19269843	707.8	753.5	802.5
20976619	119.8	172.3	252.0

24 - S. Vicente

7129502	19.6	122.2	693.1
7130271	224.3	226.2	228.4
7131221	191.0	200.7	213.2
7131254		0.0	0.1
7131631	0.6	1.1	2.0

7132384	1047.9	1081.1	1120.8
7132539	329.3	374.3	431.6
7136661		0.0	0.2
7137258	122.9	131.2	141.9
7137404	130.1	140.3	151.2
7137906	4.1	6.1	8.7
7137932	3.4	5.4	7.9
7138223	92.9	101.1	111.2
7138275	1.2	2.4	4.5
7138278	14.6	16.4	18.8
7138487	2.8	3.5	4.4
7138540	1.6	5.1	11.3
7139141		0.1	0.4
7139240			0.3
7139529	141.9	154.2	169.7
7139551	155.8	164.8	176.1
7139553	103.3	136.0	171.3
7139624	183.2	192.2	204.5
7139639	1.0	2.3	5.5
9324916	0.5	2.0	4.4
9619440	13.7	16.6	21.1
9705045	404.5	491.2	599.9
9731201	0.5	0.9	1.8
9801528	2.2	3.1	4.4
9831100	14.3	15.8	17.7
9872312	2.5	3.2	4.2
9892919	28.5	34.5	39.4
9950740	45.7	84.8	175.7
10105402	74.8	90.3	111.0
12290147	448.9	464.0	481.6
13542899	408.6	443.1	450.1
13542926	1277.6	1317.9	1364.0
13542932	59.0	73.3	113.5
13787242	14.6	18.4	8.2
16358802	1.0	1.7	2.6
19309534	78.4	121.9	183.7
19530238	286.6	298.1	311.9
19619650	164.4	173.5	180.8
20574437	56.2	64.2	73.2
20866041	171.5	184.4	179.6
20947757	5.2	9.0	31.2
20961756	67.0	72.6	79.9
20973935	1.7	2.5	3.6
20992880	131.3	135.6	141.3
21311806	9.0	13.9	20.9
25 - Laje			
18461297	17.7	21.5	43.2
18461307	78.5	83.0	90.4
18461449	9.0	11.6	16.0

18462044	1.5	1.8	2.2
18464889	0.6	2.7	7.3
18706511	2.4	2.5	2.7
20046134	51.5	57.8	65.1
20046185	32.8	34.8	37.7
26 - Janela			
9800315	16.6	28.8	53.5
28 - Calheta			
7344943	195.8	208.3	226.2
17099902			0.0

Quadro 44 - Massas de água potencial afetadas (n.º)

ARPSI\Massa de Água Subterrânea	T20	T100	T1000
01 - Madalena do Mar	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
02 - Ponta do Sol	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
03 - Tabua	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
04 - Ribeira Brava	2	2	2
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
05 - Vigario	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
06 - Socorridos	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
07 - Ribeiro Seco	1	1	1
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
08 - S. Joao	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
09 - Santa Luzia	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
10 - Joao Gomes	1	1	1
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
11 - Nora	1	1	1
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
12 - Lazareto	1	1	1
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
13 - Abegoaria	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
14 - Porto Novo	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1

Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
15 - Boaventura	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
16 - Santa Cruz	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
17 - Machico	2	2	2
Massa de Água da Orla Costeira Oriental	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
18 - Maiata	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
19 - Juncal	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
20 - Faial	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
21 - S. Jorge	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
22 - Porco	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
23 - Moinhos	1	1	1
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
24 - S. Vicente	2	2	2
Massa de Água do Maciço Central	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
25 - Laje	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
26 - Janela	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
27 - Tanque	2	2	2
Massa de Água das Formações Sedimentares	1	1	1
Massa de Água do Complexo Vulcânico	1	1	1
28 - Calheta	1	1	1
Massa de Água do Paul da Serra	1	1	1
29 - Cochino	1	1	1
Massa de Água das Formações Sedimentares	1	1	1

Quadro 45 - Águas Balneares potencialmente afetadas (n.º)

ARPSI\Água balnear	20 anos	100 anos	1000 anos
01 - Madalena do Mar	1	1	1
Madalena do Mar	1	1	1
02 - Ponta do Sol	1	1	1
Ponta do Sol	1	1	1
04 - Ribeira Brava	1	1	1
Delimitação AB Ribeira Brava	1	1	1
15 - Boaventura	1	1	1
Boaventura	1	1	1
17 - Machico	1	1	1

AB S. Roque	1	1	1
28 - Calheta	1	1	1
Calheta	1	1	1