



nemus

EDP - Gestão da
Produção de Energia, S.A.

**PROGRAMA ESPECIAL DA
ALBUFEIRA DE FOZ TUA**

ELEMENTOS FINAIS

Volume 1
RELATÓRIO

Tomo 2 – Diagnóstico e Proposta

Agosto de 2020
T11079_10

EDP - Gestão da
Produção de Energia, S.A.

**PROGRAMA ESPECIAL DA
ALBUFEIRA DE FOZ TUA**

ELEMENTOS FINAIS

Volume 1
RELATÓRIO

Tomo 2 – Diagnóstico e Proposta

Agosto de 2020
T11079_10

Programa Especial da Albufeira de Foz Tua

Elementos finais

Volume I – Relatório

**Tomo I – Levantamento / Caracterização da
Situação de Referência**

Tomo 2 – Diagnóstico e proposta

Tomo 3 – Modelação da Qualidade da Água

Modelo Territorial

Volume 2 – Diretivas

**Volume 3 – Programa de Execução e Plano de
Financiamento**

Volume 4 – Relatório Ambiental e resumo não técnico

Tomo I – Relatório Ambiental

Tomo 2 – Resumo Não Técnico

Volume 5 – Resumo Não Técnico do PEAFT

Anexo Cartográfico

Desenhos

Fontes

Regulamento de Gestão da Albufeira de Foz Tua

ÍNDICE GERAL

2. Diagnóstico da situação existente	I
2.1. Análise da evolução da qualidade da água na albufeira	I
2.2. Determinação da capacidade de carga máxima admissível na massa de água	3
2.3. Avaliação de pressões sobre as massas de água	5
2.4. Riscos naturais e ambientais	27
2.5. Potencialidades e vulnerabilidades do território, identificação de áreas de salvaguarda indispensável e áreas naturais e seminaturais	77
2.6. Identificação de potencialidades e condicionamentos que se colocam a curto e médio prazo	109
2.7. Avaliação da previsível evolução do estado da qualidade da água da albufeira	135
2.8. Quadro estratégico de referência	139
3. Cenários de simulação da hidrodinâmica e qualidade da água	141
4. Proposta	143
4.1. Enquadramento e objetivos do programa	143
4.2. Visão, princípios e objetivos para a área do PEAFT	145
4.3. Estrutura do modelo territorial	155
4.4. Componentes do modelo territorial	157
Bibliografia	167
Anexos	175
Anexo 1. Procedimento adotado para cálculo dos caudais	177
Anexo 2. Resultados obtidos no programa HEC-RAS	247

ÍNDICE DETALHADO

2. Diagnóstico da situação existente	I
2.1. Análise da evolução da qualidade da água na albufeira	I
2.2. Determinação da capacidade de carga máxima admissível na massa de água	3
2.3. Avaliação de pressões sobre as massas de água	5
2.3.1. Introdução	5
2.3.2. Pressões qualitativas	6
2.3.2.1. Poluição pontual	6
2.3.2.1.1. Setor urbano	6
2.3.2.1.2. Setor industrial	10
2.3.2.2. Poluição difusa	15
2.3.2.2.1. Agricultura	15
2.3.2.2.2. Pecuária	16
2.3.2.2.3. Turismo	19
2.3.3. Pressões quantitativas	19
2.3.4. Pressões hidromorfológicas	21
2.3.4.1. Caudal ecológico	21
2.3.4.2. Alterações morfológicas	22
2.3.4.3. Alterações no regime hidrológico	23
2.3.5. Pressões biológicas	23
2.3.5.1. Espécies exóticas	23
2.3.5.2. Carga piscícola	24
2.3.6. Síntese	25
2.4. Riscos naturais e ambientais	27
2.4.1. Sismicidade	27
2.4.1.1. Enquadramento regional	27
2.4.1.2. Neotectónica	29

2.4.1.3. Sismicidade induzida	31
2.4.2. Vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes	32
2.4.2.1. Enquadramento regional	32
2.4.2.2. Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente na área do PEAF	34
2.4.3. Risco de erosão hídrica do solo	48
2.4.4. Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias	54
2.4.4.1. Considerações	54
2.4.4.2. Cálculo dos caudais	55
2.4.4.3. Áreas inundáveis	56
2.4.5. Risco de incêndios florestais	60
2.4.6. Risco de poluição	68
2.4.7. Habitats em risco	69
2.4.8. Alterações climáticas	70
2.4.8.1. Enquadramento	70
2.4.8.2. Recursos hídricos	72
2.4.8.3. Risco de Incêndio	74
2.4.8.4. Habitats e Biodiversidade	74
2.4.8.5. Síntese	75
2.4.9. Riscos relevantes para o estabelecimento de regimes de salvaguarda da albufeira de Foz Tua	75
2.5. Potencialidades e vulnerabilidades do território, identificação de áreas de salvaguarda indispensável e áreas naturais e seminaturais	77
2.5.1. Potencialidades e vulnerabilidades do território	77
2.5.1.1. Clima	77
2.5.1.2. Geologia, geomorfologia e hidrogeologia	82
2.5.1.3. Solos	84
2.5.1.4. Conservação da natureza	85
2.5.1.5. Ocupação, uso do solo e núcleos construídos	89
2.5.1.6. Paisagem	91

2.5.1.7. Património cultural	94
2.5.1.8. Infraestruturas	99
2.5.1.8.1. Rede viária, acessos e transportes	99
2.5.1.8.2. Infraestruturas associadas ao turismo e recreio	99
2.5.1.9. Socioeconomia	100
2.5.2. Avaliação global dos aspetos relevantes para a área de intervenção	105
2.5.3. Áreas de salvaguarda indispensável e áreas naturais e seminaturais	105
2.6. Identificação de potencialidades e condicionamentos que se colocam a curto e médio prazo	109
2.6.1. Diretrizes, ocupações e intervenções previstas na área do PEAF	109
2.6.2. Potencialidades e condicionamentos para usos e atividades	112
2.6.2.1. Introdução	112
2.6.2.2. Atividades secundárias no plano de água	112
2.6.2.2.1. Pesca	113
2.6.2.2.2. Prática balnear	116
2.6.2.2.3. Náutica de recreio	117
2.6.2.2.4. Atividades marítimo-turísticas	122
2.6.2.2.5. Competições desportivas	124
2.6.2.2.6. Rega	124
2.6.2.3. Atividades na zona terrestre de proteção	126
2.6.2.3.1. Introdução	126
2.6.2.3.2. Caça	126
2.6.2.3.3. Infraestruturas para apoio à pesca	128
2.6.2.3.4. Empreendimentos turísticos	128
2.6.2.3.5. Zonas de apoio à navegação recreativa e às atividades marítimo-turísticas	131
2.6.2.3.6. Zonas balneares	132
2.7. Avaliação da previsível evolução do estado da qualidade da água da albufeira	135
2.8. Quadro estratégico de referência	139

3. Cenários de simulação da hidrodinâmica e qualidade da água	141
4. Proposta	143
4.1. Enquadramento e objetivos do programa	143
4.2. Visão, princípios e objetivos para a área do PEAFT	145
4.2.1. Introdução	145
4.2.2. Visão	146
4.2.3. Princípios	146
4.2.4. Objetivos	148
4.2.5. Modelo estratégico do PEAFT	149
4.2.5.1. Proteger, valorizar e garantir o bom estado da albufeira e das restantes massas de água	152
4.2.5.2. Proteger e valorizar a envolvente da albufeira	152
4.2.5.3. Garantir os usos principais da albufeira e a compatibilização das atividades secundárias	153
4.2.5.4. Gerir os riscos	154
4.2.5.5. Potenciar a boa governança	154
4.3. Estrutura do modelo territorial	155
4.4. Componentes do modelo territorial	157
4.4.1. Plano de água	157
4.4.1.1. Zona de proteção da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira	158
4.4.1.2. Zona de Navegação Interdita	158
4.4.1.3. Zona de Navegação Livre	158
4.4.1.4. Zona de Navegação Restrita	159
4.4.2. Zona terrestre de proteção	159
4.4.2.1. Zona de respeito da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira	160
4.4.2.2. Zona de Proteção Hídrica e de Integridade Biofísica	160
4.4.2.3. Zona de Proteção Complementar	161
4.4.2.4. Zonas de Proteção ao Risco	161

4.4.2.4.1. Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo	161
4.4.2.4.2. Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes	161
4.4.2.4.3. Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias	162
4.4.2.5. Zona reservada	162
4.4.2.6. Margem	162
4.4.3. Áreas de Recreio e Lazer e Infraestruturas de Apoio às Atividades Secundárias	162
4.4.4. Áreas críticas	163
4.4.5. Componentes complementares	164
4.4.5.1. Áreas com especial interesse para a conservação da natureza	164
4.4.5.2. Medidas compensatórias da ecologia definidas no processo de AIA do AHFT	164
4.4.5.3. Recursos hídricos	164
4.4.5.4. Aglomerados	164
4.4.5.5. Áreas de concessão de recursos hidrominerais	165
Bibliografia	167
Anexos	175
Anexo 1. Procedimento adotado para cálculo dos caudais	177
Anexo 2. Resultados obtidos no programa HEC-RAS	247

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Cargas associadas às rejeições urbanas (kg/ano) nas massas de água abrangidas pela área do PEAF	9
Quadro 2 – Antigas explorações mineiras degradadas com recuperação ambiental concluída nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	12
Quadro 3 – Antigas explorações mineiras degradadas com recuperação ambiental em curso nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	13
Quadro 4 – Cargas associadas à atividade industrial (kg/ano) nas massas de água abrangidas pelo PEAF	13
Quadro 5 – Cargas associadas às explorações aquícolas nas sub-bacias do Rabaçal e do Tuela	14
Quadro 6 – Cargas de azoto e fósforo associadas à atividade agrícola (kg/ano) nas massas de água abrangidas pela área do PEAF	16
Quadro 9 – Fatores que podem contribuir para a instabilidade de vertentes na área do PEAF	36
Quadro 10 – Classificação da zona terrestre de proteção relativamente à sua vulnerabilidade a um movimento de massa, área ocupada por cada classe e respetiva percentagem	40
Quadro 11 – Movimentos de massa de vertentes com maior probabilidade de ocorrência	45
Quadro 12 – Erodibilidade dos solos para as unidades pedológicas presentes na área do PEAF	50
Quadro 13 – Estimativa do fator C para os tipos de coberto vegetal presentes na área do PEAF	51
Quadro 14 – Representatividade das classes de risco de erosão hídrica potencial do solo na área do PEAF	52
Quadro 15 – Representatividade das classes de risco de erosão hídrica real do solo na área do PEAF	53
Quadro 16 – Caudais de ponta de cheia calculados pelo modelo do HUS, do SCS	56
Quadro 17 – Classes de ocupação do solo das áreas ardidas entre 2000 e 2010	61
Quadro 18 – Classes de risco de incêndio na área incluída no PEAF	62
Quadro 19 – Tipos de valores com interesse geológico, geomorfológico e hidrogeológico na área do PEAF	83
Quadro 20 – Classificação dos habitats relativamente à sua sensibilidade ecológica para as componentes da flora e fauna na presença da albufeira de Foz Tua	86
Quadro 21 – Ocorrências arqueológicas e património arquitetónico identificados em bibliografia ocorrentes na área do PEAF	95
Quadro 22 – Medidas propostas para as diferentes áreas de sensibilidade patrimonial definidas	97
Quadro 23 – Elementos ponderativos e critérios aplicados para determinação do grau de sensibilidade patrimonial	98

Quadro 24 – Principais potencialidades e vulnerabilidades em termos socioeconómicos dos concelhos abrangidos pelo PEAFT e da região envolvente	100
Quadro 25 – Avaliação global dos aspetos relevantes para a área de intervenção com relação com os objetivos do regime de proteção das albufeiras	107
Quadro 27 – Conjunto de cenários estudados no PEAFT	136
Quadro 29 - Quadro estratégico de referência do PEAFT – outros documentos estratégicos	139
Quadro I.1. Características fisiográficas da bacia hidrográfica do Tua e das sub-bacias que a constituem	180
Quadro I.2. Tempo de concentração para a bacia hidrográfica do Tua e para as sub-bacias que a constituem.	183
Quadro I.3. Tempos de concentração obtidos por diferentes métodos para a bacia hidrográfica do Tua e sub-bacias que a constituem	184
Quadro I.4. Características dos postos udométricos que influenciam a precipitação na bacia	185
Quadro I.5. Características da estação hidrométrica de Castanheiro (06M/01H)	185
Quadro I.6. Precipitação diária máxima anual na bacia hidrográfica do Tua para o período de retorno de 100 anos. Ponderação do peso dos postos udométricos influentes	188
Quadro I.7. Curvas IDF do posto de Chaves. Parâmetros correspondentes ao período de retorno de 100 anos	189
Quadro I.8. Número de escoamento ponderado para a bacia do rio Tua	193
Quadro I.9. Síntese das estimativas dos caudais de ponta de cheia (m ³ /s) para a bacia do Tua	198
Quadro I.10. Caudais de ponta de cheia calculados pelo modelo do HUS, do SCS	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Principais grupos de pressões sobre as massas de água (APA, 2016)	5
Figura 2 – Cargas urbanas de CBO ₅ (kg/ ano), por descarga do setor urbano, nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	7
Figura 3 – Cargas urbanas de CQO (kg/ano), por descarga do setor urbano, nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	8
Figura 4 – Aterros e lixeiras na bacia do Tua/Tuela/Rabaçal	9
Figura 5 – Unidades industriais e explorações mineiras nas sub-bacias do Tua, do Rabaçal e do Tuela	11
Figura 6 – Exploração mineira desativada de Minas de Jales	12
Figura 7 – Explorações aquícolas nas sub-bacias do Tua, do Rabaçal e do Tuela	14
Figura 8 – Cargas difusas específicas totais de azoto e fósforo de origem agrícola nas massas de água das sub-bacias dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	15
Figura 9 – Efetivo bovino (a) e suíno (b) no norte de Portugal continental	17
Figura 10 – Cargas difusas específicas totais de azoto e fósforo resultantes da atividade pecuária nas massas de água das sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	18
Figura 11 – Captações de água superficial para abastecimento público	20
Figura 12 – Captações de água subterrânea para abastecimento público	20
Figura 13 – Infraestruturas hidráulicas nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela	22
Figura 14 – Sismicidade instrumental em Portugal entre 1970 e 2010 (Oliveira et al, 2011)	28
Figura 15 – Sismos ocorridos na região Norte entre 1347 e 2006 (CCDR Norte, 2009)	29
Figura 16 – Localização da área do PEAFT relativamente às falhas ativas em território de Portugal Continental (adaptado de Cabral, 1996)	30
Figura 17 – Inventário de movimentos de massa de vertente na região Norte (Pereira et al., 2009)	33
Figura 18 – Perigosidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente (CCDR-Norte, 2009)	34
Figura 19 – Distribuição temporal dos movimentos de massa de vertente registados ao longo da linha do Tua no período de 2000 a 2009	38
Figura 20 – Quedas de blocos	42
Figura 21 – Tombamentos	42
Figura 22 – Fluxos de solos	42
Figura 23 – Deslizamento planar	42

Figura 24 – Secções transversais definidas no programa HEC-RAS para os principais afluentes ao rio Tua	57
Figura 25 – Resultados obtidos pelo modelo HEC-RAS, convertidos para SIG	58
Figura 26 – Localização no PEAFT das áreas mais críticas suscetíveis de virem a ser inundadas para uma cheia de projeto com período de retorno de 100 anos: a) Zona norte b) Zona sul	59
Figura 27 – Cartografia oficial de áreas ardidas dos anos 1990 a 2010 (ICNF, 2012)	61
Figura 28 – Extrato da Carta do Risco de Incêndio Florestal de Portugal Continental (IGP, 2011)	63
Figura 29 – Mapa de rede de postos de vigia e bacias de visibilidade no concelho de Alijó	64
Figura 30 – Mapa de prioridades de defesa, pontos de água e sua área de influência no concelho de Carrazeda de Ansiães	65
Figura 31 – Mapa perigosidade de incêndio florestal do concelho de Carrazeda de Ansiães	66
Figura 32 – Mapa de rede de postos de vigia e bacias de visibilidade no concelho de Carrazeda de Ansiães	66
Figura 33 – Mapa de modelos de combustíveis florestais do concelho de Carrazeda de Ansiães	67
Figura 34 – Anomalia da Temperatura média (°C), calculada em relação à média de 1961-90, para os períodos de: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	71
Figura 35 – Anomalia relativa da precipitação (%), calculada em relação à média de 1961-90, para os períodos de: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100	71
Figura 36 – Impactos das alterações climáticas nos recursos hídricos portugueses	73
Figura 37 – Resolução do gráfico bioclimático de Olgyay para as estações de Mirandela e Pinhão/Santa Bárbara (às 9 horas)	78
Figura 38 – Resolução do gráfico bioclimático de Olgyay para as estações de Mirandela e Pinhão/Santa Bárbara (às 18 horas)	79
Figura 39 – Resolução do gráfico bioclimático de Olgyay para as estações de Mirandela e Pinhão/Santa Bárbara (média mensal)	80
Figura 40 – Concessão de pesca do rio Tinha atribuída à Associação de Pesca Desportiva do Concelho de Murça incidente na área do PEAFT	114
Figura 41 – Encostas quentes a muito quentes	117
Figura 42 – Zonas de Caça Municipal coincidentes com a área do PEAFT	127
Figura 43 – Modelo estratégico do PEAFT	150
Figura 44 – Estrutura do modelo territorial do PEAFT	156

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Zona vulnerável a um movimento de massa, na margem esquerda do rio Tua, a jusante da zona onde está a ser implantada a barragem; (b) zoom de (a) (abril/2012)	43
Fotografia 2 – Bloco rochoso pendendo sobre a estrada por onde circulam as máquinas da obra; fotografia tirada na margem esquerda do rio Tua a jusante da zona onde está a ser implantada a barragem (abril/2012)	44
Fotografia 3 – Cicatriz na vertente da margem esquerda do rio Tua provocada por um deslizamento ocorrido próximo da Estação de Brunheda (abril/2012)	46
Fotografia 5 – Vista para as vertentes da zona do Amieiro. Note-se os blocos soltos e vulneráveis à queda (abril/2012)	47
Fotografia 6 – Vista para as vertentes da zona de S. Lourenço (abril/2012)	47
Fotografia 7 – Vista para o Vale do Tua e para o relevo vigoroso (abril/2012)	84
Fotografia 8 – Deformação das rochas xistentas (Abreiro) (abril/2012)	84
Fotografia 9 – Caos de blocos - formas de alteração dos granitos (a norte do Castanheiro) (abril/2012)	84
Fotografia 10 – Vista para a atual zona de aproveitamento das Caldas de S. Lourenço (abril/2012)	84

ÍNDICE DE DESENHOS (ANEXO CARTOGRÁFICO)

- Desenho 1. Área do PEAF e enquadramento administrativo
- Desenho 2. Plano de água, zona terrestre de proteção e bacia hidrográfica do rio Tua
- Desenho 3. Carta hipsométrica
- Desenho 4. Carta de declives
- Desenho 5. Classes de profundidade da albufeira
- Desenho 6. Carta Geológica
- Desenho 7. Intenções e projetos previstos na área do PEAF
- Desenho 8. Carta de solos
- Desenho 9.1. Aptidão do solo para uso agrícola
- Desenho 9.2. Aptidão do solo para pastagem melhorada
- Desenho 9.3. Aptidão do solo para exploração florestal e/ou pastagem natural
- Desenho 10. Carta de habitats
- Desenho 11. Galerias ripícolas a manter e a recuperar
- Desenho 12.1. Sensibilidade ecológica – flora
- Desenho 12.2. Sensibilidade ecológica – fauna
- Desenho 13. Ocupação atual do solo
- Desenho 14. Exposição e grau térmico das encostas
- Desenho 15. Unidades de paisagem
- Desenho 16. Carta de ocorrências patrimoniais
- Desenho 17. Infraestruturas
- Desenho 18. Pressões qualitativas de origem pontual na bacia hidrográfica do rio Tua
- Desenho 19. Áreas de vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes
- Desenho 20. Risco de erosão hídrica potencial do solo
- Desenho 21. Risco de erosão hídrica real do solo
- Desenho 22. Mapeamento das áreas inundadas para o período de retorno de 100 anos
- Desenho 23.1. Riscos ambientais e naturais
- Desenho 23.2. Riscos ambientais e naturais - galerias ripícolas

Desenho 24. Sensibilidade patrimonial

Modelo territorial

2. Diagnóstico da situação existente

Os estudos de caracterização iniciais do PEAFI foram desenvolvidos em 2012 e 2013, tendo as metodologias utilizadas sido as consideradas mais adequadas nessa data. Neste âmbito, sempre que aplicável, o diagnóstico da situação existente considera esses estudos, não tendo sido alterados os trabalhos então desenvolvidos apesar de poderem ter havido novos desenvolvimentos em termos metodológicos.

2.1. Análise da evolução da qualidade da água na albufeira

No âmbito da modelação da qualidade da água, apresentada no **tomo 3 do volume 1**, foi **aplicado um modelo de hidrodinâmica e qualidade da água** às albufeiras de Foz Tua e da Régua, com o objetivo final de determinar a previsível qualidade da água em ambas as albufeiras, **em situações distintas**:

- Condições atuais de funcionamento da albufeira da Régua;
- Albufeira de Foz Tua a funcionar sem bombagem a partir da albufeira da Régua;
- Funcionamento acoplado das duas albufeiras, considerando o regime de exploração previsto pela EDP.

Da análise dos dados de monitorização da albufeira da Régua, resultou a conclusão de que a mesma deve ser classificada como eutrófica e relativamente ao potencial ecológico, não existe critério para este tipo de albufeira, visto que ela pertence ao tipo Curso Principal.

As simulações da albufeira de Foz Tua sem bombagem conduzem à conclusão de que a mesma, a funcionar nessas condições apresentaria boa qualidade da água, sendo mesotrófica e com Bom potencial ecológico.

A simulação do sistema acoplado com turbinagem em Foz Tua e reposição parcial desses caudais por meio de bombagem a partir da Régua mostrou que, no caso da albufeira da Régua, os impactes são praticamente nulos. Em Foz Tua, o peso relativo das cargas adicionais provenientes da bombagem, quando comparado com as cargas naturalmente afluentes do Rio Tua, é maior. No entanto, existindo esse maior impacte, o mesmo é minimizado pelo facto de a bombagem erodir parcialmente a termoclina permitindo uma diluição das cargas na coluna de água numa zona subsuperficial, mas mantendo uma termoclina superficial que impede a difusão de nutrientes e matéria orgânica até à superfície. Só em períodos de mistura vertical mais vigorosa os efeitos da bombagem se farão sentir próximo da superfície. Resulta assim que, em termos de classificação da massa de água, mesmo no caso da existência de bombagem, a albufeira de Foz Tua manterá a classificação obtida para o cenário sem bombagem (mesotrófica e com Bom potencial ecológico).

2.2. Determinação da capacidade de carga máxima admissível na massa de água

No âmbito da modelação da qualidade da água, apresentada no **tomo 3** do **volume 1**, considera-se que deverá existir alguma contenção nos usos quer da massa de água da albufeira de Foz Tua, quer da área circundante, no sentido de não aumentar as cargas diretas na albufeira, quer de nutrientes quer de matéria orgânica. No entanto, dada a boa qualidade da água obtida nas simulações, nomeadamente naquelas em que foi considerado o aumento das cargas afluentes à albufeira, parece razoável exigir que futuros licenciamentos possibilitem o aumento de cargas de nutrientes em valores da ordem de 5% da carga atual. Este valor deve ser aferido tendo em conta os cenários de evolução das cargas em toda a bacia hidrográfica da albufeira de Foz Tua.

Assumindo os 5% da carga atual como valor razoável de aumento de carga, chega-se a valores aproximados de:

- 3.0 ton/ano de Fósforo inorgânico;
- 55.4 ton/ano de Azoto inorgânico;
- 87.9 ton/ano de BOD5.

Estas cargas correspondem a cerca de 3000 a 4000 habitantes equivalentes, utilizando as capitações disponíveis na literatura (utilizou-se Henze et al., 2002).

Fazendo uma extrapolação também para cabeças de gado, os valores máximos que resultam para bovinos, suínos e ovinos são da ordem de 200, 340 e 760 cabeças. Utilizou-se como referência o Código de Boas Práticas Agrícolas publicado em 1997 pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Deve, no entanto, recomendar-se a interdição de usos de pecuária e pastorícia, em particular os intensivos, na zona do programa.

2.3. Avaliação de pressões sobre as massas de água

2.3.1. Introdução

A avaliação de pressões sobre as massas de água foi baseada no Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Douro (RH3) e noutras referências bibliográficas consideradas relevantes, devidamente referenciadas.

O PGRH do Douro identifica os seguintes tipos de pressões sobre as massas de água (**Figura 1**):

- Pressões qualitativas:
 - Poluição pontual;
 - Poluição difusa;
- Pressões quantitativas;
- Pressões hidromorfológicas;
- Pressões biológicas.

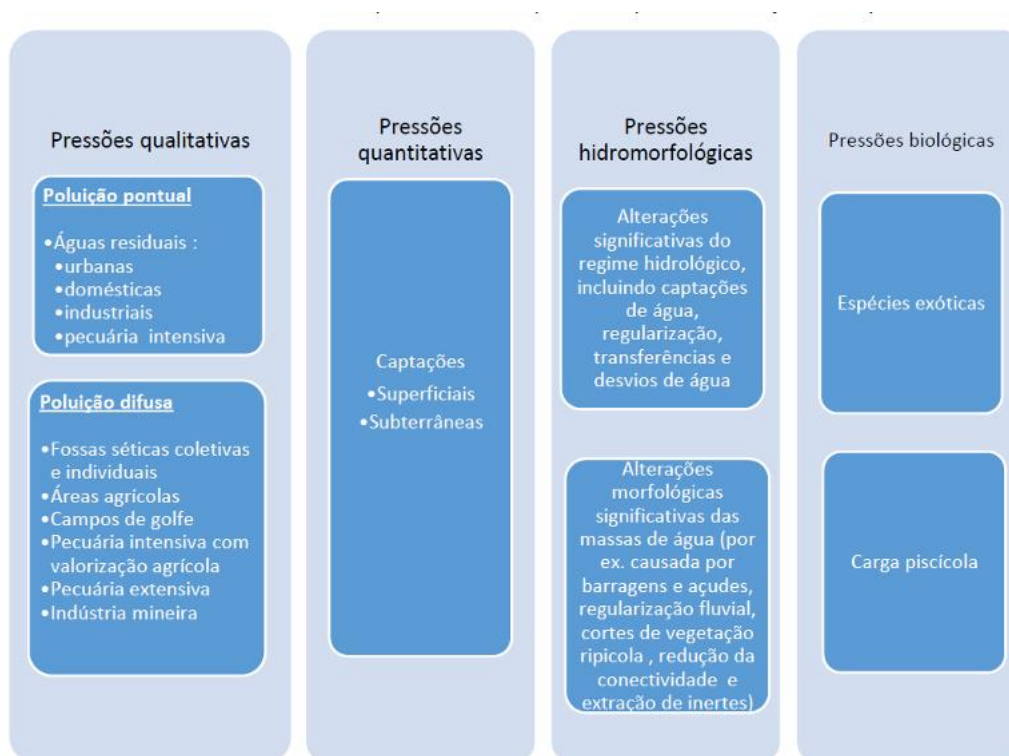


Figura 1 – Principais grupos de pressões sobre as massas de água (APA, 2016)

Apresenta-se seguidamente uma síntese dos dados e uma análise das pressões sobre as massas de águas presentes na bacia hidrográfica do Tua/Tuela/Rabaçal e na área do PEAFT.

2.3.2. Pressões qualitativas

2.3.2.1. Poluição pontual

As pressões qualitativas responsáveis pela poluição pontual sobre as massas de água relacionam-se genericamente com a rejeição de águas residuais provenientes de diversas atividades, nomeadamente de origem urbana, industrial e pecuária (APA, 2016). Para as sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal, onde se insere a área do PEAFT, o PGRH do Douro identificou as pressões representadas no **Desenho 18 (anexo cartográfico)**.

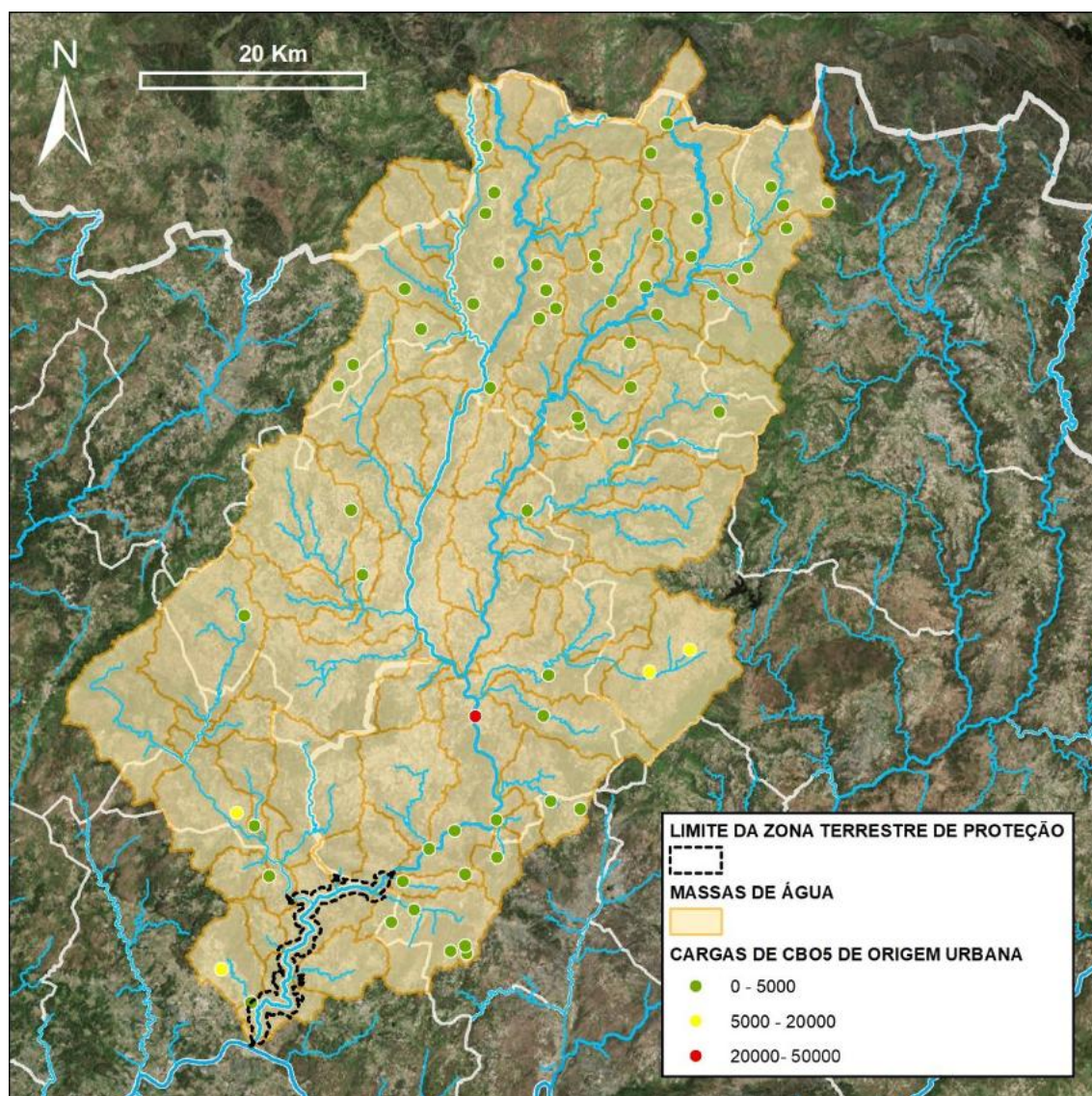
2.3.2.1.1. Setor urbano

No que respeita à poluição pontual com origem no setor urbano importa referir-se aquela originada pelos sistemas de tratamento de águas residuais e aquela originada em instalações de disposição final de resíduos sólidos (aterros).

Quanto aos **sistemas de tratamento de águas residuais urbanas**, nas sub-bacias hidrográficas do Tua, Rabaçal e Tuela predominam aqueles de tratamento de grau secundário, com descarga nos recursos hídricos (**Desenho 18, anexo cartográfico**). Verifica-se que existem, nas sub-bacias consideradas, 10 ETAR com uma população servida superior a 2000 equivalente populacional (e.p.), todas com sistemas de tratamento de grau secundário. A ETAR com uma maior população servida localiza-se no concelho de Mirandela, na massa de água do Rio Tua, com um valor de 40.650 e.p.

Importa referir os índices de atendimento de tratamento elevados nos concelhos desta região, sendo de mencionar que este índice atinge os 100% nos concelhos de Vila Flor e Carrazeda de Ansiães, 98% em Mirandela e 96% em Alijó. Na restante área abrangida pelas sub-bacias hidrográficas em estudo, e nos concelhos em que há conhecimento deste índice (não sendo deste modo passíveis de análise os concelhos de Murça, Vinhais e Bragança), apenas o de Chaves apresenta um indicador abaixo dos 95%, com um índice de 63%. Importa referir que este concelho se encontra numa posição periférica na bacia hidrográfica e a uma grande distância da área do PEAFT (INAG, 2011).

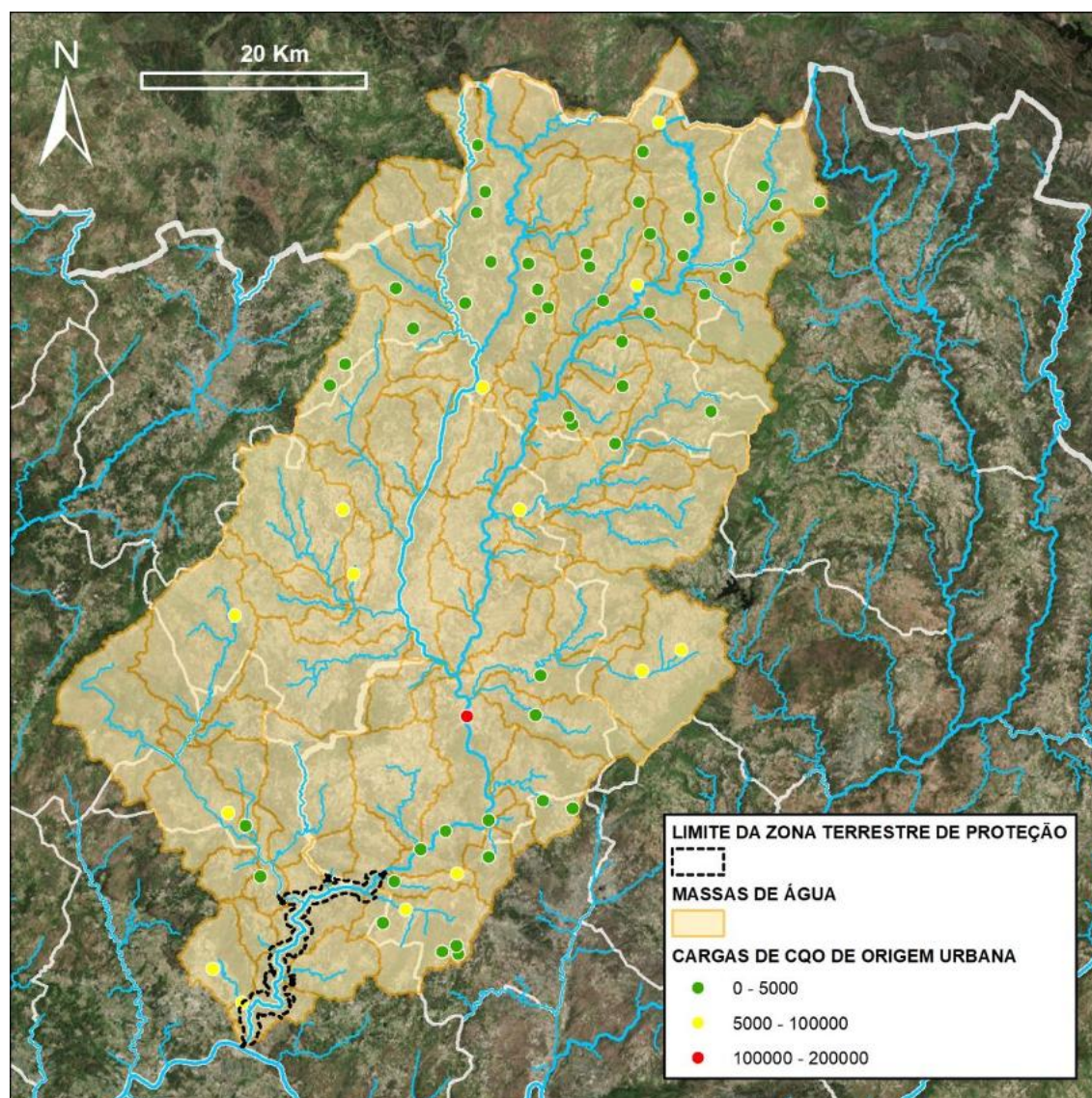
Em termos de cargas afluentes ao meio hídrico, importa consultar a **Figura 2** e a **Figura 3**, onde se representam, respetivamente, as cargas de CBO₅ e CQO associadas às rejeições urbanas nas massas de água das sub-bacias hidrográficas do Tua, Tuela e Rabaçal. Verifica-se que as maiores cargas específicas se localizam nas massas de água da sub-bacia do Tua e, principalmente, na massa de água do Rio Tua.



Fonte: APA (2016)

Figura 2 – Cargas urbanas de CBOs (kg/ ano), por descarga do setor urbano, nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

Na envolvente da área do PEAF, encontram-se distribuídas várias rejeições pontuais urbanas junto dos núcleos populacionais. Destaca-se a estação de tratamento de S. Mamede de Ribatua, no concelho de Alijó, que se encontra parcialmente localizada na Zona Terrestre de Proteção, na massa de água Ribeira de São Mamede. Esta instalação caracteriza-se por efetuar tratamento secundário, com rejeição no meio hídrico, sendo o local de descarga uma linha de água afluente à Ribeira de São Mamede, contribuindo para uma carga de CQO de 5.256 kg/ano (cf. **Figura 3**).



Fonte: APA (2016)

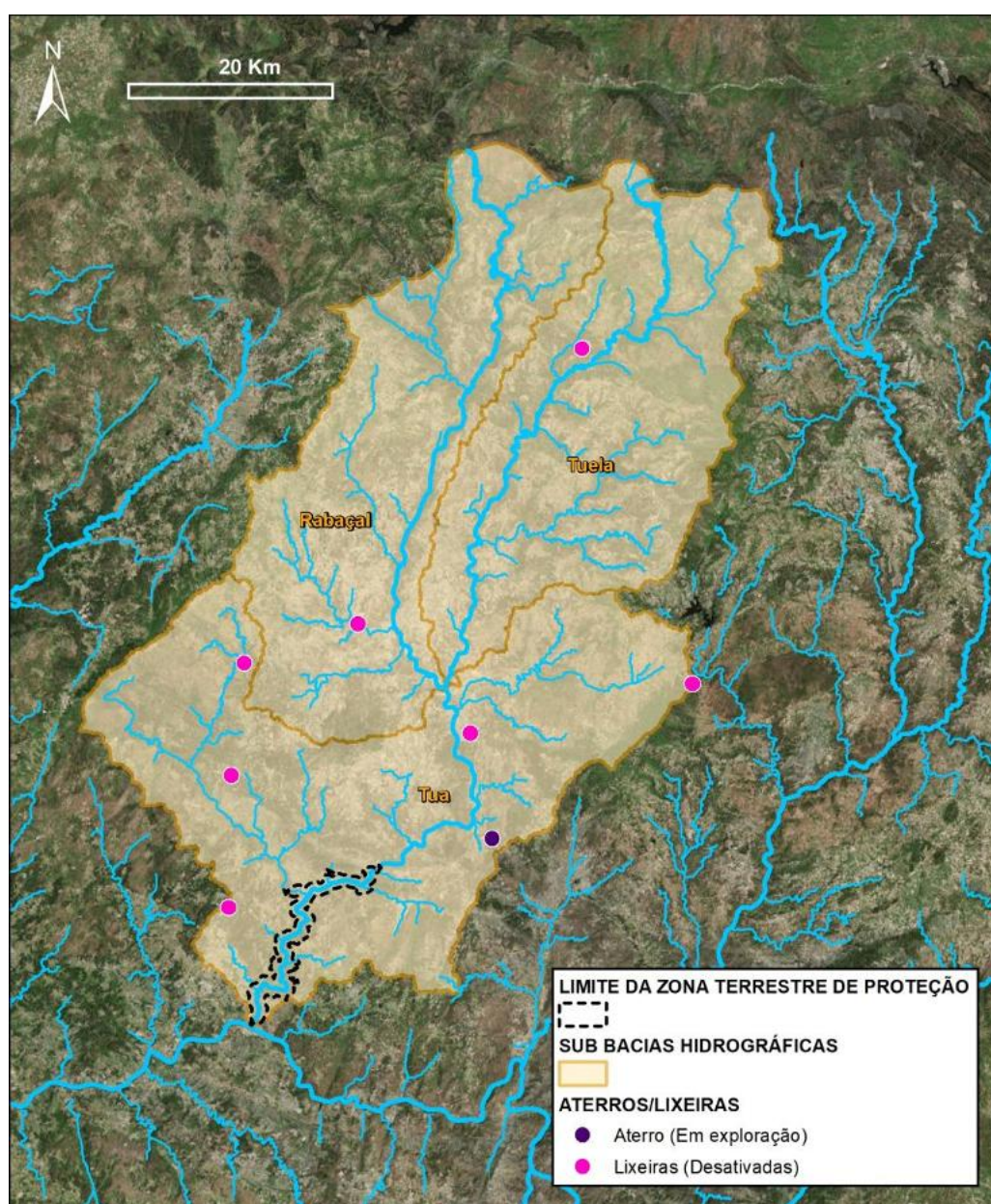
Figura 3 – Cargas urbanas de CQO (kg/ano), por descarga do setor urbano, nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

No **Quadro 1** apresentam-se as cargas urbanas que afetam as massas de água na área do PEAF: observam-se as maiores cargas urbanas nas massas de água da Ribeira de São Mamede e Rio Tinhela, especialmente para os valores de CQO, que apresentam concentrações cerca de cinco vezes mais elevadas que nas restantes massas de água.

Quadro 1 – Cargas associadas às rejeições urbanas (kg/ano) nas massas de água abrangidas pela área do PEAF

Massa de água	CBO ₅	CQO	N _{total}	P _{total}
Ribeira de São Mamede	10.895	43.581	6.537	2.135
Rio Tinhela	8.906	35.624	5.344	1.746
Afluente do Rio Tua	1.862	7.446	1.117	365
Ribeira da Cabreira	2.106	8.422	1.263	413

Fonte: APA (2016)



Fonte: APA (2016)

Figura 4 – Aterros e lixeiras na bacia do Tua/Tuela/Rabaçal

Merece referência também a operação na Zona Terrestre de Proteção da estação de tratamento de águas residuais de reator biológico de membranas (MBR-compacta) que serve a localidade de Sobreda (Câmara Municipal de Murça, 2019).

No que respeita às **instalações de disposição final de resíduos sólidos**, a localização dos aterros (em exploração e encerrados) e das lixeiras (seladas e encerradas) nas sub-bacias hidrográficas do Tua, Tuela e Rabaçal é apresentada na **Figura 4**. Verifica-se que nestas sub-bacias existe apenas 1 aterro em funcionamento (Aterro Sanitário de Urjais), localizado no município de Mirandela, na massa de água Ribeira de Meireles. Este aterro é abrangido pelo regime PCIP e rejeita os lixiviados no meio hídrico após tratamento em ETAR.

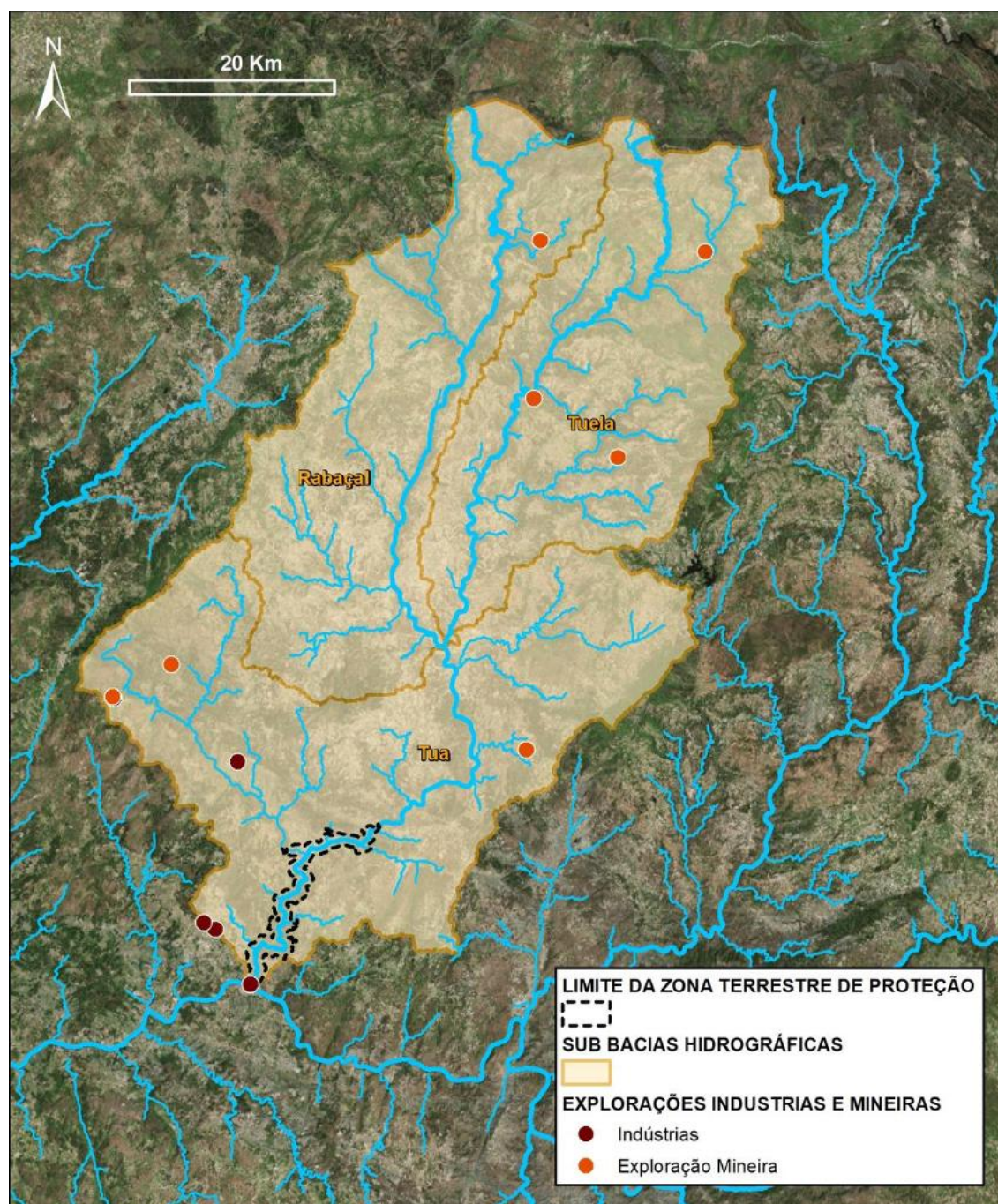
Existem também, nestas sub-bacias, 7 lixeiros encerradas e seladas. A mais próxima da área do PEAFT localiza-se no município de Alijó, com rejeição no solo.

2.3.2.1.2. Setor industrial

As **rejeições industriais pontuais** também constituem uma fonte importante de poluição em algumas zonas específicas na área em estudo, estando representadas no **Desenho 18 (anexo cartográfico)** e na **Figura 5** as explorações mineiras e as unidades industriais inseridas nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela.

Relativamente às **instalações abrangidas pelo regime PCIP**, verifica-se que nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Tuela e Rabaçal apenas existe uma instalação, o aterro de Mirandela, já referido anteriormente e exterior à área do PEAFT.

Nas sub-bacias dos rios Tua, Rabaçal e Tuela existem três **indústrias extrativas** em exploração, duas na parte norte das sub-bacias dos rios Rabaçal e Tuela e uma na sub-bacia do Tua. Existem ainda várias explorações mineiras desativadas, destacando-se as Minas de Jales (depósitos de Ouro e Prata), no concelho de Vila Pouca de Aguiar, que drena para o rio Tinhela, na sub-bacia do Tua (**Figura 6**). No verão de 2010 foram concluídas as obras para a instalação de um tratamento para as escorrências das minas (www.edm.pt, 2012) com o objetivo de correção, limpeza e remoção de óxidos de ferro e aplicação de argilas expandidas e macrófitas naquela exploração.



Fonte: APA (2016)

Figura 5 – Unidades industriais e explorações mineiras nas sub-bacias do Tua, do Rabaçal e do Tuela

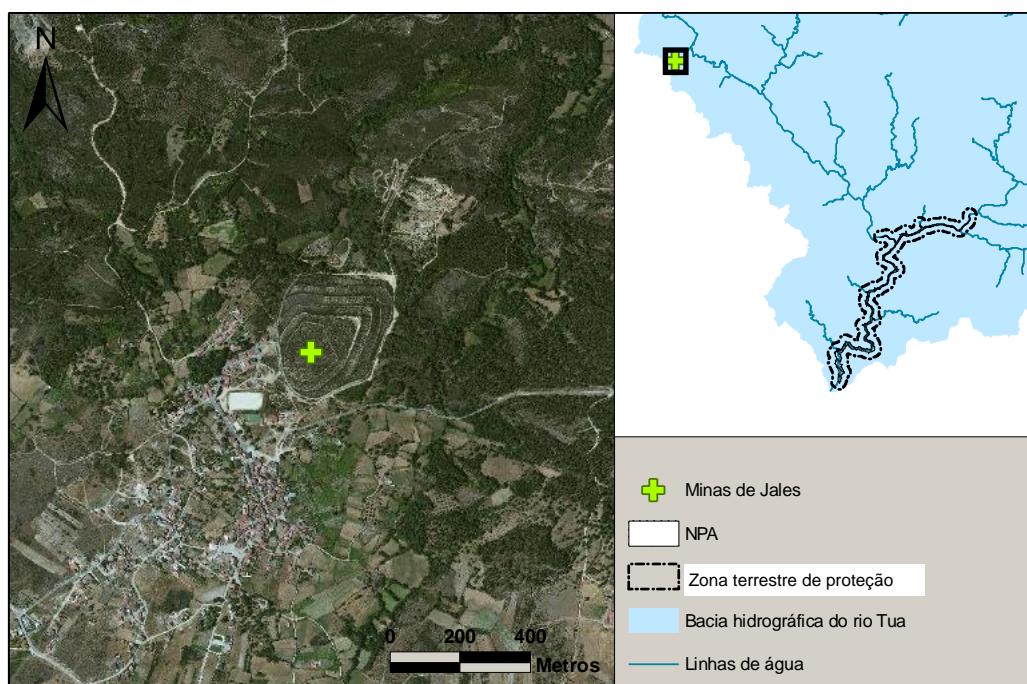


Figura 6 – Exploração mineira desativada de Minas de Jales

Nos quadros seguintes apresentam-se as indústrias extrativas relativas a antigas explorações degradadas com recuperação ambiental concluída (**Quadro 2**) e em curso (**Quadro 3**).

Quadro 2 – Antigas explorações mineiras degradadas com recuperação ambiental concluída nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

Área Mineira	Concelho	Natureza da intervenção	Ano de conclusão
Jales	Vila Pouca de Aguiar	Recuperação Ambiental da Escombreira da Mina de Jales	2003
		Instalação de Tratamento de Efluentes de Fundo de Mina	2006
Freixeda	Mirandela	Recuperação Ambiental da Área Mineira de Freixeda	2007
Murçós	Macedo de Cavaleiros	Recuperação Ambiental da Área Mineira de Murçós	2007

Fonte: APA (2016)

Quadro 3 – Antigas explorações mineiras degradadas com recuperação ambiental em curso nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

Área Mineira	Concelho	Natureza da intervenção	Ano de início
Três Minas	Vila Pouca de Aguiar	Recuperação Ambiental da Área Mineira de Três Minas	S/ data
Tuela	Vinhais	Recuperação Ambiental da Área Mineira de Tuela	S/ data

Fonte: APA (2016)

Verifica-se que nenhuma das explorações mineiras, em exploração e desativadas, se insere dentro da área do PEAFT.

Não se verifica a existência de nenhuma **indústria transformadora** nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela e apenas na sub-bacia do rio Tua se localizam **outras instalações industriais**, do setor alimentar e do vinho. Algumas massas de água abrangidas na área do PEAFT são afetadas por este tipo de poluição, incluindo a Ribeira de São Mamede, o Rio Tinhela e o Rio Tua (HMWB - Jusante - B. Foz Tua), neste último caso em área do PEAFT, estando representadas no **Quadro 4** as cargas associadas.

Quadro 4 – Cargas associadas à atividade industrial (kg/ano) nas massas de água abrangidas pelo PEAFT

Massa de água	CBO ₅	CQO	N _{total}	P _{total}
Ribeira de São Mamede	2.085	3.502	137	37
Rio Tinhela	214	1.792	72	48
Rio Tua (HMWB - Jusante - B. Foz Tua)	2,06	42,63	5,13	1,36

Fonte: APA (2016)

Refira-se que, de acordo com informação prestada pela Câmara Municipal de Mirandela em parecer ao PEAFT emitido em janeiro de 2019, havendo a intenção de se revitalizar o espaço do Complexo Industrial do Cachão, o município considera que a ETAR do Cachão, instalada no referido Complexo, poderá vir a ser uma fonte de poluição.

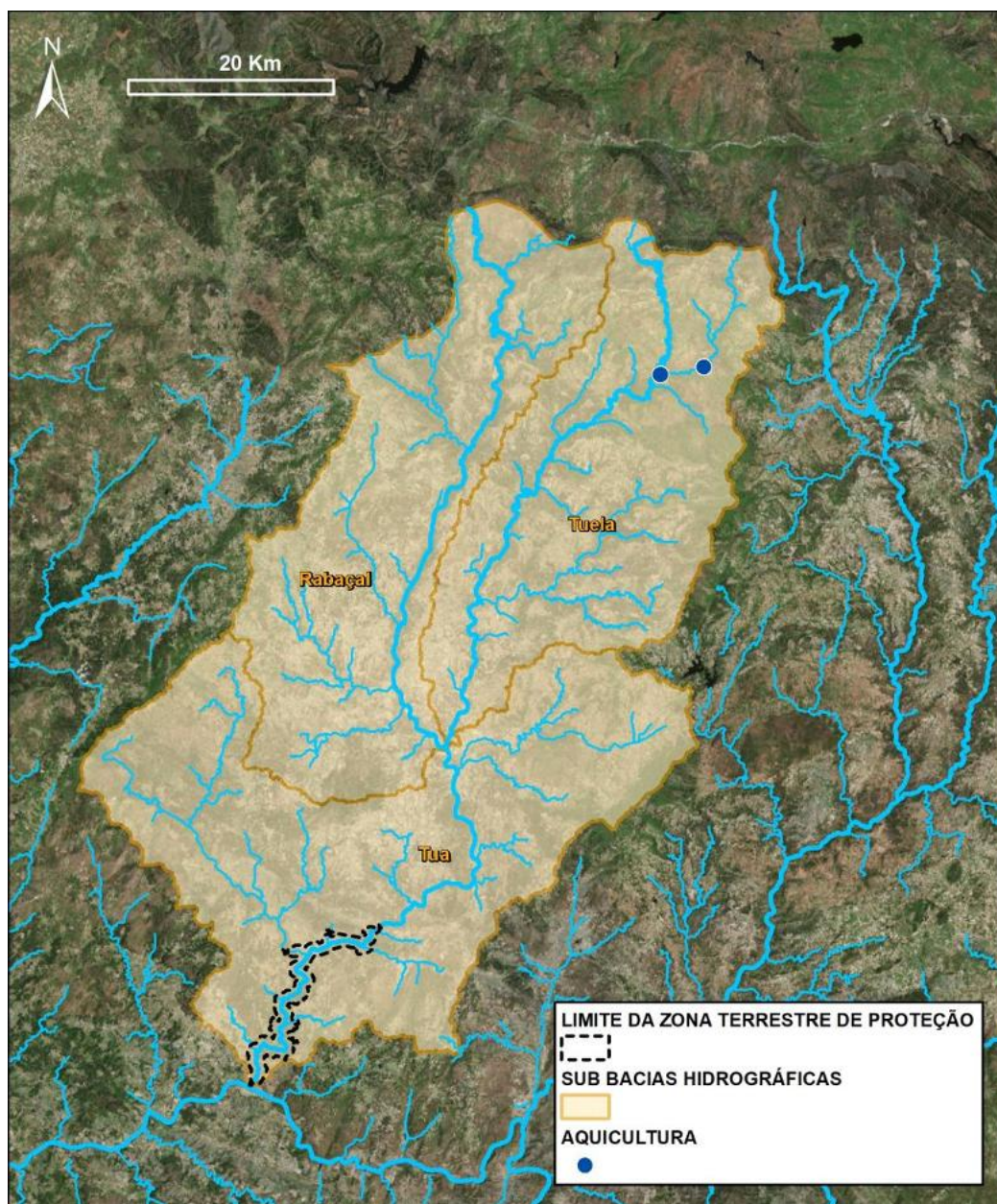
Na sub-bacia do rio Tuela estão ainda quantificadas duas rejeições provenientes de **aquiculturas**, uma de exploração intensiva e outra em que o tipo de exploração é desconhecido, localizadas no rio Tuela, nos concelhos de Vinhais e Bragança (**Figura 7**). Estas origens de poluição tópica revestem-se de particular interesse por poderem constituir fontes de azoto amoniacal, nitratos, fosfatos e eventualmente antibióticos (**Quadro 5**).

Quadro 5 – Cargas associadas às explorações aquícolas nas sub-bacias do Rabaçal e do Tuela

Tipo de aquicultura	Estado	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	N (kg/ano)	P (kg/ano)	Meio recetor
Intensivo	Em exploração	6.296,25	12.592,50	3.358,00	839,50	Hídrico
Desconhecido	Em exploração	-	-	-	-	Hídrico

Fonte: APA (2018)

Na área de estudo não se verifica a presença de **instalações portuárias** ou de **passivos ambientais**.



Fonte: APA (2016)

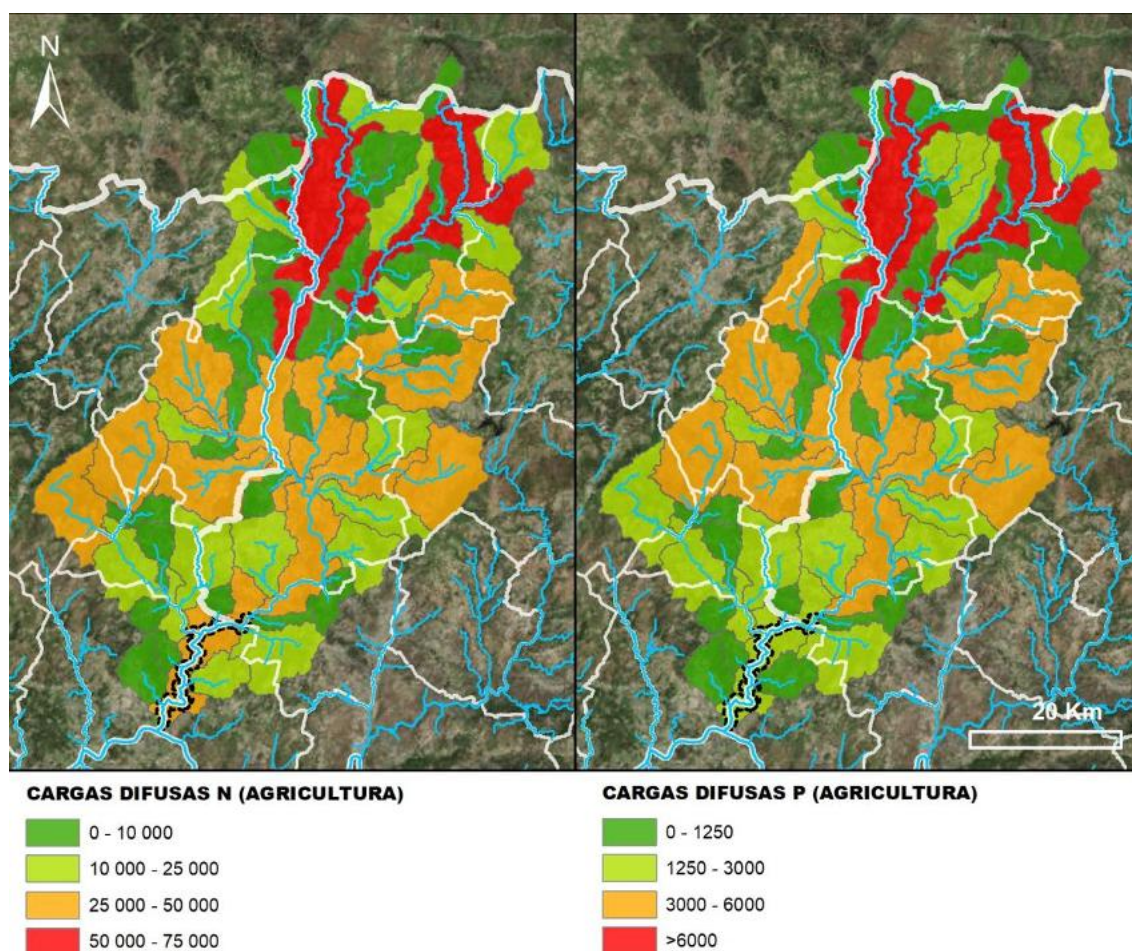
Figura 7 – Explorações aquícolas nas sub-bacias do Tua, do Rabaçal e do Tuela

2.3.2.2. Poluição difusa

2.3.2.2.1. Agricultura

Das fontes de poluição difusa existentes nas sub-bacias hidrográficas do Tua, Rabaçal e Tuela, destaca-se a atividade agrícola, por ser a que mais contribui para a contaminação das massas de água em azoto e fósforo.

Na **Figura 8** encontram-se representadas as cargas específicas de azoto e fósforo de origem agrícola nas massas de águas destas sub-bacias hidrográficas.



Fonte: APA (2016)

Figura 8 – Cargas difusas específicas totais de azoto e fósforo de origem agrícola nas massas de água das sub-bacias dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

Da análise da **Figura 8**, verifica-se que as massas de água do rio Rabaçal e do rio Tuela são as que se encontram mais pressionadas pelo setor agrícola. A massa de água do rio Rabaçal apresenta uma concentração total de azoto e fósforo de 61.421,6 kg/ano e 6.841,9 kg/ano, respetivamente, enquanto que a massa de água do rio Tuela apresenta uma concentração total de azoto e fósforo de 55.510,9 kg/ano e 7.286,0 kg/ano, respetivamente.

No **Quadro 6** encontram-se representadas as cargas específicas de azoto e fósforo nas massas de águas coincidentes com a área do PEAF.

Quadro 6 – Cargas de azoto e fósforo associadas à atividade agrícola (kg/ano) nas massas de água abrangidas pela área do PEAF

Massa de água	N _{total}	P _{total}
Ribeira de São Mamede	9.138	738
Ribeira da Rebousa	3.559	335
Rio Tinhela	23.369	2.446
Ribeira de Milhais	3.971	399
Afluente do Rio Tua	3.685	397
Ribeira da Cabreira	19.067	1.754
Ribeira do Barrabaz	10.213	1.204
Albufeira Foz Tua	26.329	2.696
Rio Tua (HMWB - Jusante - B. Foz Tua)	553	1,4

Fonte: APA (2016)

Na área do PEAF, as maiores concentrações específicas de azoto e de fósforo situam-se nas massas de água do Rio Tinhela e da Albufeira Foz Tua, que apresentam concentrações de azoto de cerca de 23.369 kg/ano e 26.329 kg/ano e concentrações de fósforo de 2.446 kg/ano e 2.696 kg/ano, respetivamente. É ainda de realçar a ribeira da Cabreira.

2.3.2.2.2. Pecuária

A atividade pecuária pode ser responsável pela deterioração da qualidade da água da albufeira, na medida em que as águas de escorrência dessas unidades de criação contêm cargas poluentes elevadas, sobretudo, de matéria orgânica e metais tóxicos. No entanto, tanto os efetivos de gado bovino como de gado suíno são pouco numerosos, segundo dados do Recenseamento Agrícola 2009 (INE, 2011) – **Figura 9**.

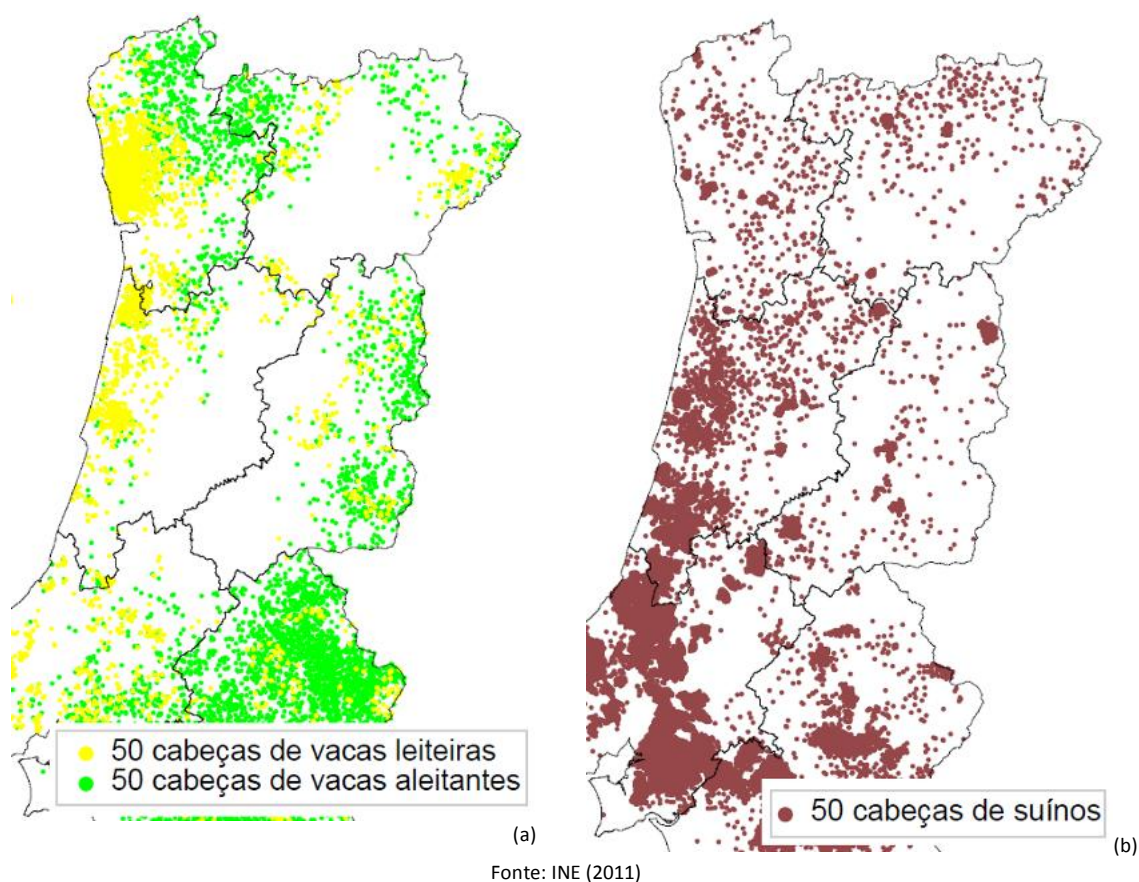
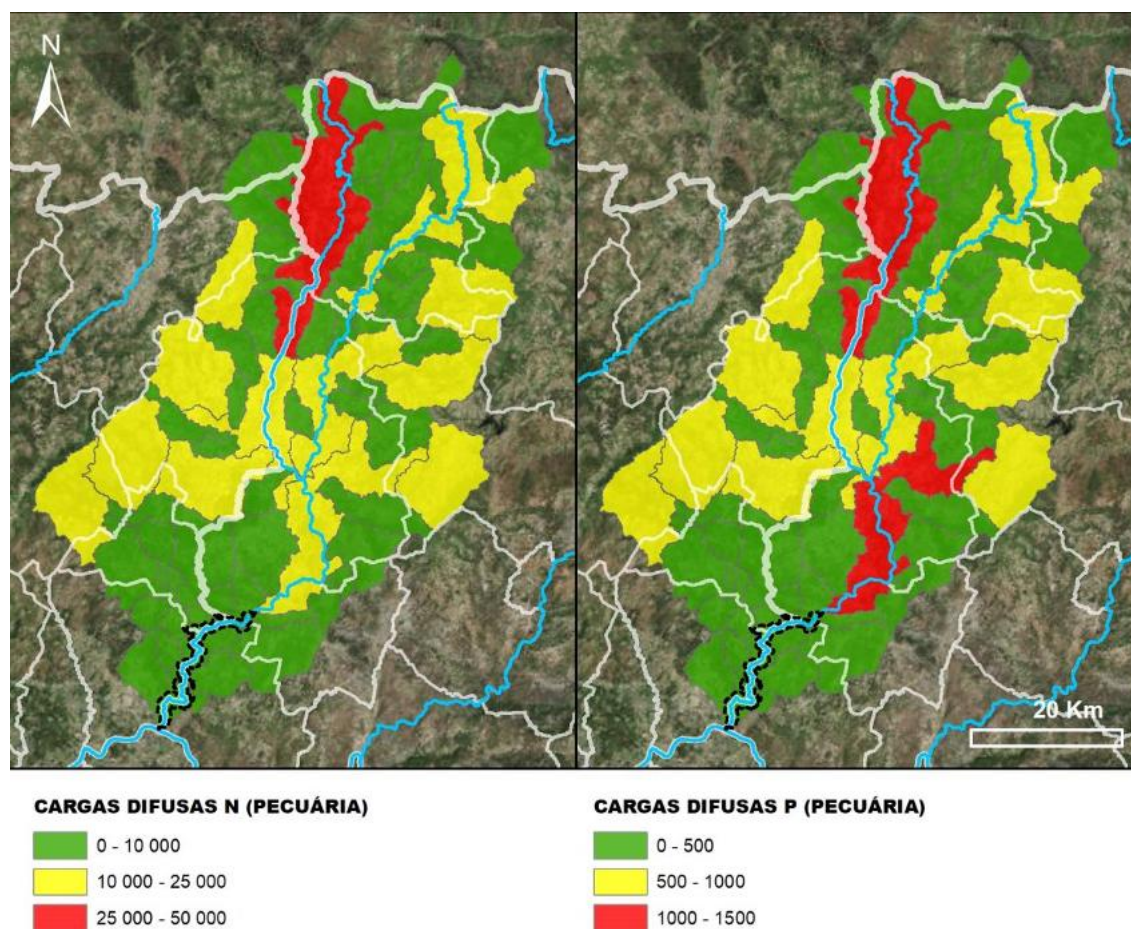


Figura 9 – Efetivo bovino (a) e suíno (b) no norte de Portugal continental

Na **Figura 10** encontram-se representadas as cargas específicas de azoto e fósforo associadas à atividade pecuária, nas massas de águas das sub-bacias hidrográficas em estudo.

As maiores concentrações específicas tanto de azoto como de fósforo ocorrem principalmente na massa de água do Rio Rabaçal, apresentando uma concentração de 25.071,98 kg/ano de azoto e 1.316,2 kg/ano de fósforo. Para as cargas totais de fósforo, destaca-se também a massa de água do Rio Tua, que apresenta uma concentração de 1.051 kg/ano.



Fonte: APA (2016)

Figura 10 – Cargas difusas específicas totais de azoto e fósforo resultantes da atividade pecuária nas massas de água das sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

Relativamente às massas de água abrangidas pela área do PEAFT, são apresentadas no quadro seguinte as cargas de azoto e fósforo associadas.

Quadro 7 – Cargas associadas à atividade pecuária (kg/ano) nas massas de água abrangidas pela área do PEAFT

Massa de água	N _{total}	P _{total}
Ribeira de São Mamede	1.805	98
Ribeira da Rebousa	655	36
Rio Tinhela	6.200	341
Ribeira de Milhais	1.669	97
Afluente do Rio Tua	1.121	62
Ribeira da Cabreira	5.701	316

Massa de água	N _{total}	P _{total}
Ribeira do Barrabaz	2.158	120
Albufeira Foz Tua	7.136	404
Rio Tua (HMWB - Jusante - B. Foz Tua)	109	6

Fonte: APA (2016)

As massas de água na área de do PEAFI mais afetadas por esta atividade correspondem à Albufeira Foz Tua, ao Rio Tinhela e à ribeira de Cabreira, com concentrações de azoto de 7.136, 6.200 e 5.701 kg/ano, respetivamente. Ainda assim, e através do disposto nas figuras e tabelas acima, é possível concluir que a pecuária não representa uma fonte de poluição difusa particularmente relevante na área.

2.3.2.2.3. Turismo

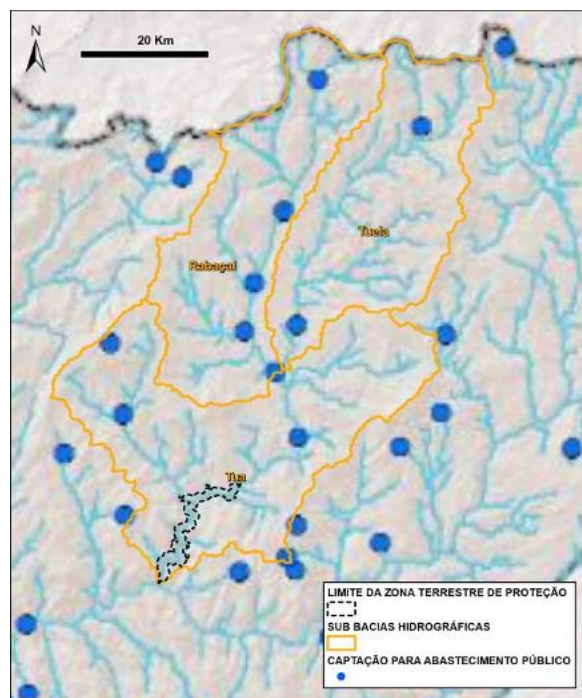
Das pressões resultantes do setor do turismo, destaca-se a prática de **golfe**, que representa uma fonte importante de poluição difusa. No entanto, apesar de na RH3 existirem 6 campos de golfe, nenhum se localiza nas sub-bacias em análise.

2.3.3. Pressões quantitativas

Relativamente às pressões quantitativas, importa analisar os volumes de água captados, de origem subterrânea e superficial, para os diversos setores de atividade (urbano, indústria, agricultura, pecuária, turismo e golfe), assim como os respetivos retornos.

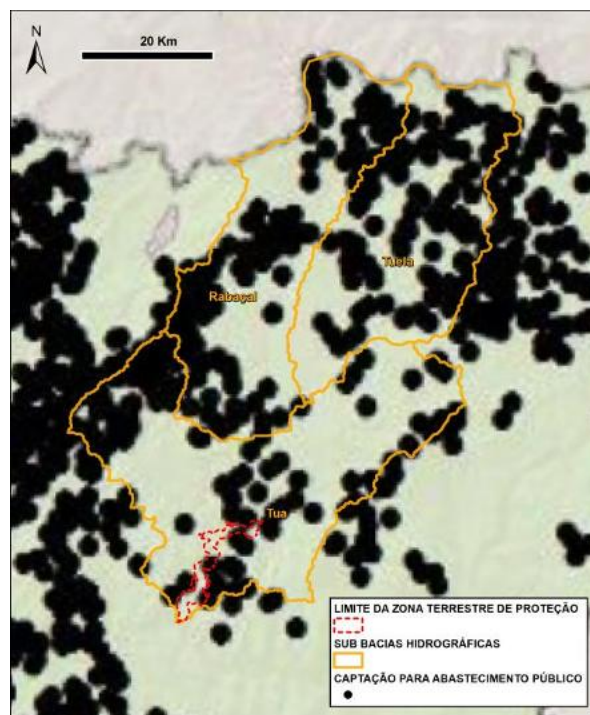
O PGRH do 2.º Ciclo apenas apresenta os volumes captados por setor na RH3, não fazendo a distinção por sub-bacias. Verifica-se que os principais volumes captados/consumidos dizem respeito à energia (volumes não consumptivos), correspondendo a cerca de 99% do total captado, na RH3. Segue-se a agricultura e o abastecimento público, que representam, respetivamente, 0,6% e 0,2% do volume captado/consumido. Cerca de 99% do volume captado/consumido na RH3 retorna aos recursos hídricos.

Nas figuras seguintes apresentam-se as captações de água superficial e subterrânea para abastecimento público, nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Tuela e Rabaçal.



Fonte: APA (2016)

Figura 11 – Captações de água superficial para abastecimento público



Fonte: APA (2016)

Figura 12 – Captações de água subterrânea para abastecimento público

2.3.4. Pressões hidromorfológicas

As pressões hidromorfológicas sobre as águas de superfície, de acordo com o artigo 2.º e o Anexo III do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, são as seguintes:

- Captações de água significativas;
- Regularização significativa dos cursos de água, incluindo as transferências e desvios de água;
- Alterações morfológicas significativas das massas de água.

As pressões hidromorfológicas de origem antropogénica correspondem a alterações físicas nas áreas de drenagem, nos leitos e nas margens das massas de água e a alterações do regime hidrológico das massas de água, podendo ter como impacto modificações no estado e no potencial ecológico das massas de água.

2.3.4.1. Caudal ecológico

A jusante de um aproveitamento hidráulico verifica-se habitualmente a redução do caudal médio, a diminuição da variação sazonal do caudal, a alteração da época de ocorrência dos caudais extremos, com a redução da magnitude das cheias e/ou a ocorrência de descargas não naturais. A modificação do regime hidrológico conduz à alteração do padrão da velocidade e da profundidade do escoamento, do regime de transporte sólido e da morfologia do leito, da temperatura e da qualidade da água.

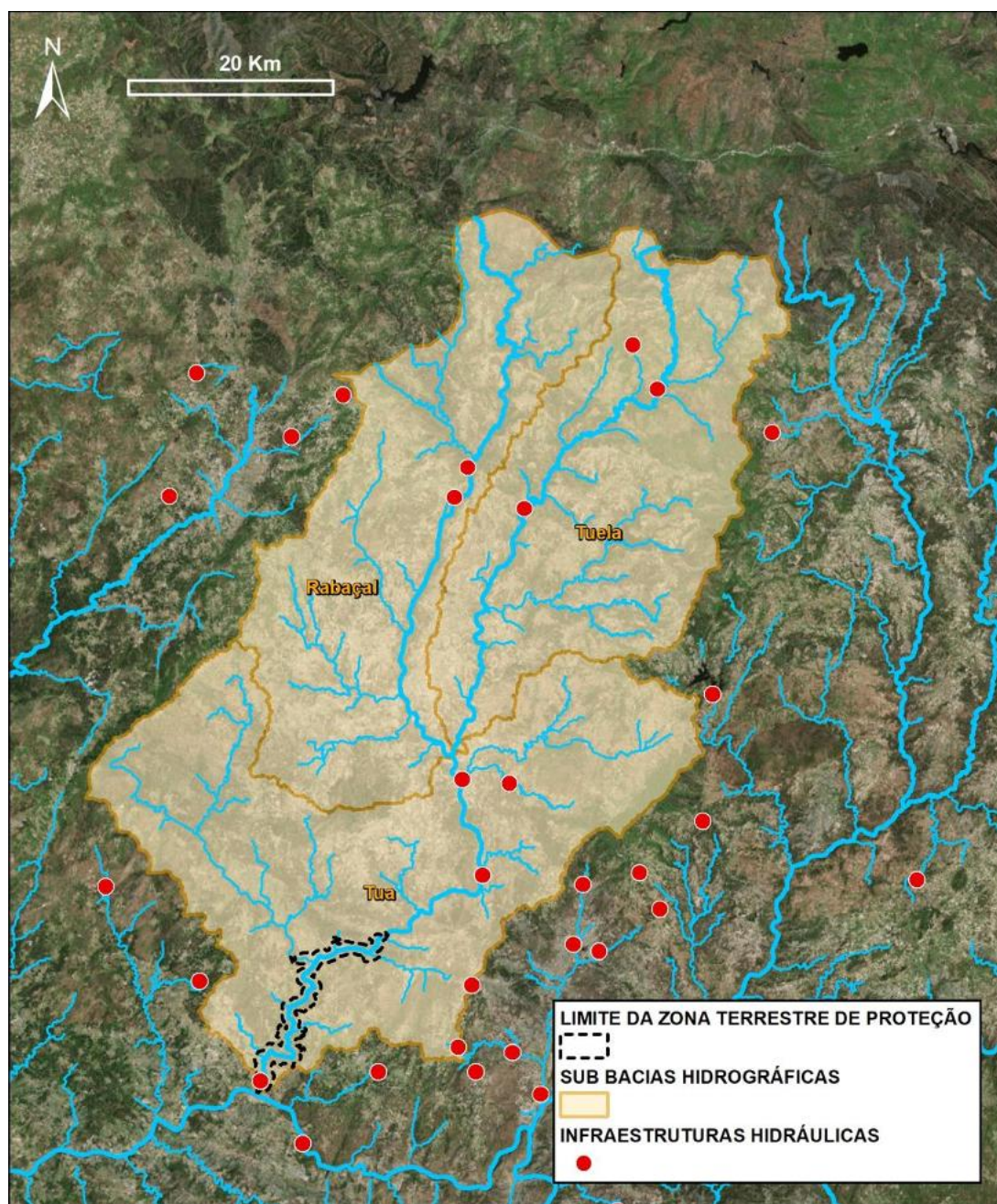
O caudal ecológico corresponde ao regime de caudais que permite assegurar a conservação e a manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais, o desenvolvimento e a produção das espécies aquícolas, assim como a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas associados ao regime hidrológico natural.

No sentido de minimizar os impactos sobre os ecossistemas aquícolas a jusante de aproveitamentos hidráulicos, têm sido desenvolvidos esforços no sentido de definir, para os aproveitamentos hidráulicos existentes, um regime de caudais ecológicos (RCE), que obrigatoriamente é associado aos que agora são construídos.

Os aproveitamentos que integram o Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH), no qual se inclui a barragem de Foz Tua, vão dispor de dispositivo próprio para o lançamento do RCE definido, bem como de programas de monitorização para aferir a sua eficácia e eficiência.

2.3.4.2. Alterações morfológicas

Nas sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal, apenas se verifica a existência de grandes barragens, incluindo-se nesta classificação, na área do PEAFT, a barragem de Foz Tua (**Figura 13**). A sub-bacia do Tua é onde se encontra o maior número de barragens para abastecimento público, das três sub-bacias analisadas.



Fonte: APA (2016)

Figura 13 – Infraestruturas hidráulicas nas sub-bacias hidrográficas dos rios Tua, Rabaçal e Tuela

Quanto a alterações morfológicas devido à regularização fluvial e à extração de inertes, verifica-se que estas não têm expressão significativa na RH3.

2.3.4.3. Alterações no regime hidrológico

As alterações no regime hidrológico estão relacionadas com diferentes tipos de alterações, designadamente:

- Captações de água (abordadas no **capítulo 2.3.3**);
- Transferência de água através de circuitos de transvase;
- Alterações a jusante de uma central hidroelétrica;
- Circuitos hidroelétricos;
- Alterações a jusante de barragens com albufeiras com capacidade de regularização.

Não se verifica a existência de transferências de água através de circuitos de transvase nas sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal.

A barragem de Foz Tua também não está incluída nos aproveitamentos hidroelétricos ou nas barragens com capacidade de regularização, incluindo-se, no entanto, nesta classificação, algumas das barragens existentes nas sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal, com finalidades variadas, como o abastecimento público, rega, produção de energia e fins múltiplos.

2.3.5. Pressões biológicas

2.3.5.1. Espécies exóticas

Várias das espécies exóticas presentes em sistemas aquáticos portugueses têm sido consideradas como um dos fatores importantes na estruturação de alguns ecossistemas aquáticos, podendo contribuir para o declínio de *taxa* nativos e para a alteração dos aspetos funcionais dos ecossistemas. A invasão dos sistemas aquáticos portugueses por espécies exóticas, sobretudo dos fluviais, afigura-se estar fortemente relacionada com as características do habitat; sistemas mais artificializados, como as albufeiras e os canais, facilitam e estimulam a invasão, enquanto sistemas mais naturais permitem a dominância de espécies nativas. Assim, a presença de espécies exóticas contribui diretamente para a degradação do estado ecológico de uma massa de água, mas também é parcialmente condicionada pelo estado global da mesma.

No **Quadro 8** são apresentadas as espécies de macroinvertebrados exóticos (crustáceos e bivalves) introduzidos na RH3.

Quadro 8 – Principais espécies de macroinvertebrados exóticos (crustáceos e bivalves) introduzidas na RH3

Espécies	Nome vulgar	Nome científico
Crustáceos	Lagostim-vermelho do Luisiana	<i>Procambarus darkii</i>
	Lagostim-sinal	<i>Pacifastacus leniusculus</i>
Molúsculos	Amêijoia-asiática	<i>Corbicula fluminea</i>

Fonte: APA (2016)

O Lagostim-vermelho do Luisiana encontra-se em todo o território nacional. Já o Lagostim-sinal foi detetado pela primeira vez em Portugal em 1997, no rio Maçãs, tendo-se difundido na sua bacia hidrográfica nos últimos anos.

Em relação aos macrófitos, alguns *taxa* exóticos contribuem também para a redução do estado ecológico de várias massas de água. Uma percentagem destes *taxa* apresenta comportamento invasivo, gerando problemas também quanto ao funcionamento de infraestruturas hidráulicas, como os canais de rega.

2.3.5.2. Carga piscícola

A pesca constitui uma pressão direta sobre as comunidades biológicas, em particular sobre as comunidades piscícolas, podendo afetar direta ou indiretamente o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, nomeadamente através de alterações na estrutura trófica.

Para efeitos de pesca, as águas interiores do domínio público, classificam-se em águas livres, zonas de pesca reservada e concessões de pesca. Nas águas livres pode praticar-se a pesca desportiva e profissional e nas zonas de pesca reservada e concessões de pesca só é permitida a pesca desportiva nos termos dos respetivos regulamentos. A pesca profissional pode ser praticada nos locais definidos por regulamentação específica, nas Zonas de Pesca Profissional (ZPP) e ainda nos troços fronteiriços (também com regulamentação específica). Apesar de não existirem ZPP na RH3, estão identificados vários troços de pesca profissional, incluindo todo o rio Tua.

Um dos efeitos negativos indiretos passíveis de ser causado pela pesca desportiva em águas interiores está relacionado com o aumento da carga piscícola nas massas de água, resultante de ações de biomanipulação realizadas de forma não regulada.

As cargas piscícolas em meio dulçaquícola, particularmente nas albufeiras, podem contribuir para a promoção de fenómenos de eutrofização, nomeadamente através da ressuspensão de nutrientes contidos nos sedimentos ou através dos seus efeitos na cadeia trófica.

No entanto o aumento da carga piscícola é, sobretudo, uma consequência dos níveis de nutrientes existentes na massa de água e não a sua causa. Não obstante os elevados períodos de crescimento de grande parte das espécies piscícolas que ocorrem nas massas de água portuguesas – resultantes das elevadas temperaturas da água e da estrutura trófica simplificada das associações piscícolas existentes (sem predadores naturais) – contribuem para os problemas associados às elevadas cargas piscícolas, pelo que a redução da carga piscícola nas massas de água pode contribuir para a minimização desses problemas.

2.3.6. Síntese

Nas sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal foram identificadas várias **fontes de poluição pontuais**, de origem urbana e industrial.

Em toda esta área regista-se a existência de 10 ETAR com dimensão para servir, cada uma, uma população equivalente superior a 2.000 habitantes, constituindo estas as principais rejeições pontuais urbanas. Das ETAR identificadas, apenas uma, em Alijó, situa-se a uma distância próxima o suficiente da área do PEAFT para poder influenciar mais significativamente a qualidade da água. Esta ETAR utiliza a Ribeira de São Mamede como meio recetor e apresenta um nível de tratamento secundário. Está ainda localizada na área do PEAFT a estação de tratamento de S. Mamede de Ribatua, com tratamento secundário e que serve uma população equivalente inferior a 2000. De referir ainda que os concelhos abrangidos pela bacia hidrográfica em estudo e, em particular, na área do PEAFT, possuem na generalidade dos casos níveis de atendimento de tratamento elevados.

Como fontes de origem urbana, realça-se ainda a presença, na sub-bacia do rio Tua, de um aterro em funcionamento, no município de Mirandela, abrangido pelo regime PCIP. Estão também presentes nas sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal 7 lixeiros, encerradas e seladas, sendo a mais próxima da área do PEAFT localizada no município de Alijó.

As rejeições industriais afetam as massas de água no sul da sub-bacia do rio Tua, sendo a massa de água da Ribeira de São Mamede a mais afetada entre aquelas abrangidas pela área do PEAFT, por indústrias do setor alimentar. Na área do PEAFT assinala-se a rejeição industrial que ocorre na massa de água do rio Tua (HMWB - Jusante - B. Foz Tua). Verifica-se ainda a existência de três indústrias extrativas em exploração e várias explorações mineiras desativadas no conjunto das sub-bacias dos rios Tua, Tuela e Rabaçal.

Foram ainda identificadas duas explorações aquícolas, na sub-bacia do rio Tuela, uma das quais com um regime de exploração intensivo.

No que se refere à **poluição difusa**, as explorações agrícolas constituem a principal fonte na área das sub-bacias dos rios Tua, Rabaçal e Tuela. As maiores cargas específicas de azoto e fósforo no conjunto destas sub-bacias hidrográficas encontram-se fora da área do PEAF, na zona central da bacia hidrográfica, e principalmente nas massas de água do rio Rabaçal e do rio Tuela. Dentro da área do PEAF, as maiores cargas de azoto e fósforo assinalam-se nas massas de água do Rio Tinhela, da Albufeira Foz Tua e da ribeira da Cabreira.

Apesar de com menor relevância quando comparada com as explorações agrícolas, também a atividade pecuária afeta as massas de água das três sub-bacias com cargas poluentes difusas, em particular a massa de água rio Rabaçal, verificando-se igualmente cargas relativamente elevadas de fósforo para a massa de água do rio Tua. Na área do PEAF as massas de água mais afetadas por cargas poluentes geradas por esta atividade correspondem à Albufeira Foz Tua, ao Rio Tinhela e à Ribeira de Cabreira.

Relativamente às **pressões quantitativas**, verifica-se que os principais volumes captados/consumidos dizem respeito à energia (volumes não consumptivos), correspondendo a cerca de 99% do total captado, na RH3, não existindo dados específicos para as sub-bacias do Tua/Tuela/Rabaçal.

Para as **pressões hidromorfológicas**, identificaram-se alterações morfológicas nas bacias do Tua, Tuela e Rabaçal, verificando-se a existência de várias grandes barragens ao longo da rede hidrográfica, nas quais se inclui a barragem de Foz Tua. Foram também identificadas várias alterações no regime hidrológico, identificando-se aproveitamentos hidroelétricos e barragens com capacidade de regularização nas sub-bacias em análise.

As **pressões biológicas** identificadas referem-se à existência de espécies exóticas, que contribuem para a degradação do estado ecológico das massas de água, e à carga piscícola, que é sobretudo uma consequência dos níveis de nutrientes existentes na massa de água.

2.4. Riscos naturais e ambientais

Identificam-se os seguintes riscos naturais e ambientais na área do PEAF:

- Sismicidade;
- Vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes;
- Risco de erosão hídrica do solo;
- Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias;
- Risco de incêndios florestais;
- Risco de poluição;
- Habitats em risco;
- Alterações climáticas.

2.4.1. Sismicidade

2.4.1.1. Enquadramento regional

Deve-se à localização do território continental português no mosaico regional das placas litosféricas a origem da atividade tectónica responsável pela sismicidade que o afeta, caracterizada pela ocorrência de alguns sismos fortes que causaram danos materiais e humanos avultados (Cabral, 1996). A zona de epicentros de alguns dos sismos de maior intensidade em Portugal continental localiza-se a SW do Cabo de S. Vicente, na região do Banco de Gorringe, o qual constitui um fragmento de crosta oceânica levantado que emerge da planície abissal a mais de 5000 m de profundidade até aos – 25 m de profundidade (CCDR-Norte, 2009).

Para além da sismicidade inerente à interação das placas tectónicas Africana e Euroasiática, a atividade sísmica do território nacional está também associada à tectónica intraplaca, nomeadamente à movimentação de falhas ativas que entrecortam o Maciço Hespérico. Na maioria dos catálogos de sismicidade histórica e instrumental existe um défice do conhecimento da atividade sismogénica das falhas ativas, em particular devido aos longos períodos de recorrência (10^3 a 10^5 anos) para os grandes sismos.

Não obstante o enquadramento do país no contexto geotectónico mundial e dos diversos acidentes tectónicos relacionados com o reajustamento do Maciço Hespérico, a sismicidade na região de Trás-os-Montes é relativamente fraca. A distribuição espacial das intensidades sísmicas máximas, com base tanto na sismicidade histórica como na sismicidade instrumental, mostra que os valores mais elevados são atingidos no Sudoeste de Portugal, nomeadamente no Algarve e na região de Lisboa e Vale do Tejo (Zêzere *et al*, sem data). Na **Figura 14** apresenta-se a distribuição dos sismos ocorridos em Portugal Continental no período compreendido entre 1970 e 2010.

De facto, o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP, 1983), que efetua o zonamento do território de Portugal Continental de acordo com a sua sismicidade, classifica a região na Zona Sísmica D, caracterizada por terrenos do Tipo I (rochas e solos coerentes). A esta zona corresponde um coeficiente de sismicidade de 1,0, equivalente à zona de menor sismicidade de entre as quatro em que Portugal Continental se encontra dividido.

Na **Figura 15** apresenta-se a distribuição do conjunto de sismos com registo de epicentro na região Norte, no período compreendido entre 1347 e 2006.

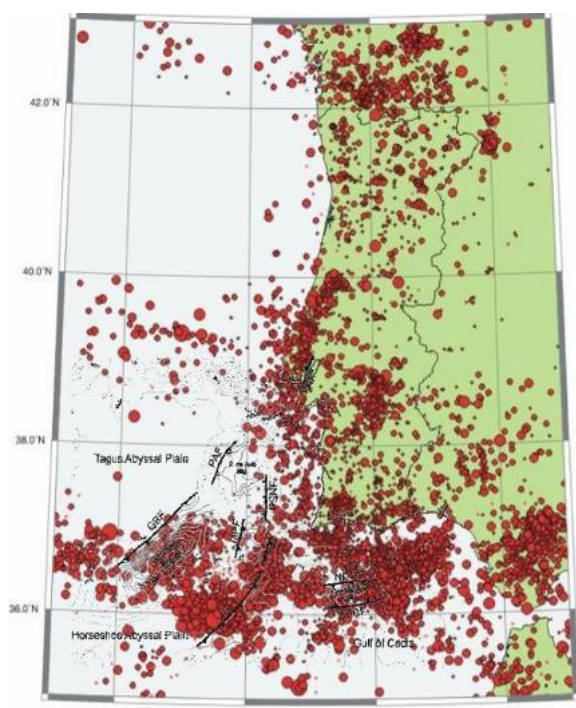


Figura 14 – Sismicidade instrumental em Portugal entre 1970 e 2010 (Oliveira et al, 2011)

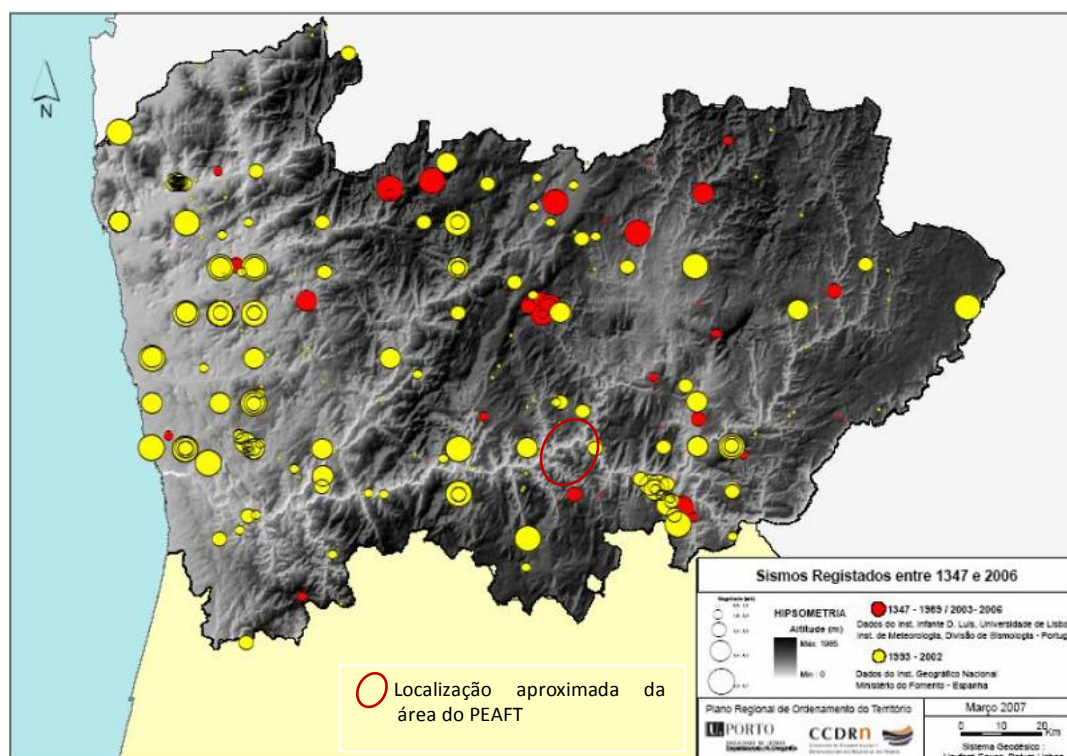


Figura 15 – Sismos ocorridos na região Norte entre 1347 e 2006 (CCDR Norte, 2009)

Na Carta de Intensidades Máximas Históricas do Instituto de Meteorologia (IM, 2000), a região do PEAFT apresenta intensidades sísmicas máximas de grau VI (forte) na Escala de Mercalli Modificada.

As cartas de isossistas disponíveis para o território de Portugal Continental mostram que as intensidades de alguns dos maiores sismos foram sentidas na região de Trás-os-Montes de formas muito diferenciadas:

- 1356: sismo de grau IV (sismo médio);
- 1755: sismo de grau V (sismo pouco forte);
- 1909: sismo de grau II (sismo muito fraco);
- 1964: sismo de grau IV (sismo médio);
- 1969: sismo de grau V (sismo pouco forte).

2.4.1.2. Neotectónica

Uma das particularidades do território de Trás-os-Montes é a influência da atividade tectónica na deformação dos terrenos. A deformação frágil é evidente pelo significativo número de falhas, algumas delas com registo ou evidências de movimentação nos últimos dois milhões de anos. Embora a região Norte tenha menor

perigosidade sísmica relativamente ao restante território de Portugal Continental, a presença e evidências destes acidentes tectónicos adquire particular relevância no que respeita ao risco sísmico.

À atividade sísmica intraplaca, associada ao rejogo de falhas ativas, são atribuídos os sismos de Moncorvo, ocorridos em 19 de dezembro de 1751 e 19 de março de 1858.

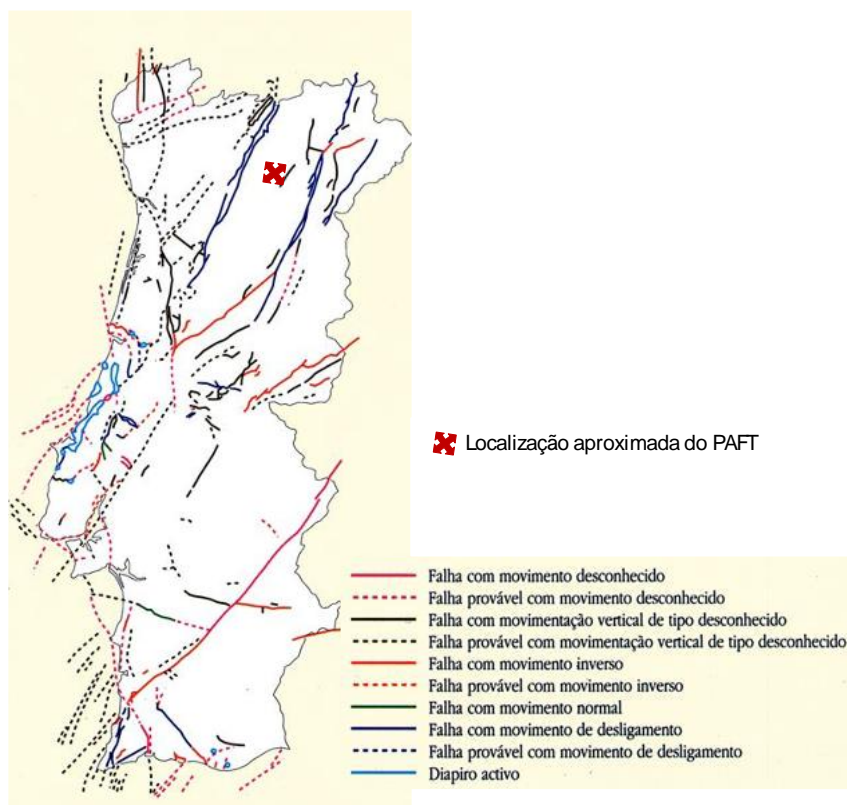


Figura 16 – Localização da área do PEAFT relativamente às falhas ativas em território de Portugal Continental (adaptado de Cabral, 1996)

Na Carta Neotectónica de Portugal, à escala 1:1.000.000, encontram-se identificados os seguintes acidentes tectónicos ativos na região do PEAFT (Figura 16):

- **Falha Manteigas-Vilarica-Bragança:** esta falha do tipo desligamento esquerdo corresponde a um importante acidente tectónico tardivarisco, localizado a este do PEAFT, com uma direção NNE-SSW. Tem uma extensão de aproximadamente 250 km e um deslocamento horizontal máximo de cerca de 8 km. A atividade neotectónica (Plio-Quaternária) é evidenciada por uma expressão geomorfológica regional marcada (escarpas de falha bem definidas e retilíneas, estruturas compressivas, deflexão esquerda do rio Douro, alinhamentos de formas com morfologia em sela, entre outros) e pela presença de sedimentos recentes falhados (Cabral, 1995, *in* Perea *et al*, 2010). A taxa de desligamento para o Quaternário foi estimada entre 0.2 e 0.5 mm/ano.

- Falha Penacova-Régua-Verin: esta falha pertence ao mesmo sistema de fraturas que o acidente tectónico de Manteigas-Vilariça-Bragança. Corresponde a um desligamento esquerdo tardivarisco, com orientação geral NNE-SSW e desenvolvimento ao longo de cerca de 200 km.

Com direção paralela a estes dois acidentes tectónicos ocorre muito próximo da albufeira, na margem esquerda, uma falha ativa certa – a falha de Carrazeda de Ansiães, com inclinação desconhecida, com componente de movimentação vertical (marcas no bloco inferior).

Os dados da neotectónica atualmente disponíveis (Cabral & Ribeiro, 1989) permitem estimar a taxa de atividade de algumas das falhas ativas, obtendo-se velocidades médias de deslocamento compreendidas entre 0,001 mm/ano e 0,5 mm/ano nos últimos 2 Ma. Estas taxas de movimento correspondem a um grau de atividade baixo a moderado (Cabral, 1986a, 1986b; *in* Cabral & Ribeiro, 1989).

No âmbito do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do AHFT foi efetuado um trabalho de análise e interpretação geológica tendo em vista a identificação de acidentes tectónicos. De acordo com o mesmo estudo, a área do PEAFT e a sua envolvente são atravessadas pelo seguinte conjunto de falhas com orientações:

- NNE-SSW – incluem-se, na margem esquerda, as falhas de Carrazeda de Ansiães e de Ribalonga-Abreiro e um conjunto de lineamentos geológicos. Estas falhas têm a mesma orientação dos grandes acidentes tectónicos regionais e coincidem em alguns casos com afluentes do rio Tua;
- NE-SW – falha que atravessa toda a área do PEAFT, entre S. Mamede da Ribatua e Pombal;
- NW-SE – cavalgamento dos terrenos do Complexo Parautóctone a norte de Abreiro sobre os terrenos autóctones e subautóctones, a sul.

2.4.1.3. Sismicidade induzida

Com a construção de uma barragem e consequente criação da albufeira podem conjugar-se condições para a ocorrência de atividade sísmica induzida pelo aumento de carga sobre os terrenos, devido ao peso da massa de água armazenada e que altera as condições estáticas das formações rochosas, e pela sua infiltração e circulação em profundidade, lubrificando as fraturas que compartimentam os maciços rochosos locais.

Face ao enquadramento geológico e tectónico da região, esta questão foi considerada importante no âmbito da construção do AHFT, e foi avaliada em fase de EIA como não sendo negligenciável a possibilidade de geração de microssismicidade local, induzida durante e após a fase de enchimento da albufeira, ou seja, nos períodos de maior risco de ocorrência de sismicidade induzida.

Para além do estrito cumprimento da legislação nacional e internacional que está inerente à construção antissísmica deste tipo de aproveitamentos, é neste contexto de risco que foi proposta no EIA, e vertida na respetiva declaração de impacte ambiental, a implantação de uma rede automática permanente de deteção sísmica (com sismógrafos de alta precisão na área da barragem para avaliação de eventual microssismicidade induzida antes, durante e após o enchimento da albufeira) e, se necessário, a criação de um sistema de aviso sísmico e de um protocolo de procedimentos para mitigação de danos.

2.4.2. Vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes

2.4.2.1. Enquadramento regional

As características geológicas e geomorfológicas regionais, destacando-se dentro de outros aspetos a litologia, a deformação frágil dos terrenos e a declividade do território, aliada aos fatores climáticos, são por si só particularmente favoráveis à instabilidade das vertentes do norte de Portugal, em geral, e da região do Tua, em particular.

Na **Figura 17** apresenta-se a distribuição dos principais movimentos de massa de vertente inventariados no norte de Portugal, entre 1900 e 2007, de acordo com a informação histórica e bibliográfica disponíveis.

Conforme se observa na mesma figura, e embora não seja a zona da região Norte com o maior número de movimentos de massa de vertente, verifica-se que ao longo do vale do Tua a frequência de situações de instabilidade tem sido particularmente significativa. O PROT Norte considera inclusivamente que as zonas do Planalto Transmontano com maior entalhe da rede hidrográfica, como é o caso do Tua, estão entre aquelas que apresentam maior perigosidade a movimentos de massa de vertente. De facto, os episódios pontuais de movimentos de massa de vertente são relativamente comuns na evolução das encostas que marginam o vale do rio Tua, tendo alguns dos quais sido responsáveis por vítimas mortais (2007 e 2012) e em diversos casos pelo corte da linha férrea do Tua.

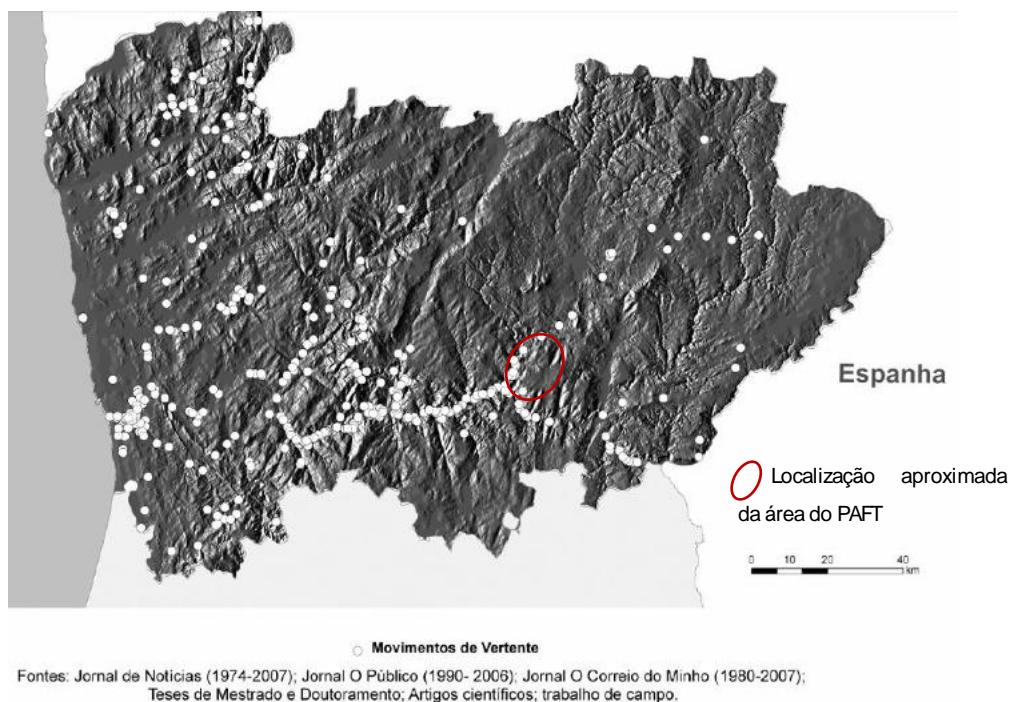


Figura 17 – Inventário de movimentos de massa de vertente na região Norte (Pereira et al., 2009)

A recorrência dos movimentos de massa de vertente é também relativamente comum na mesma localização, mas em eventos de instabilidade distintos. É exemplo desta situação, o fluxo de detritos ocorrido no km 7 da Linha do Tua em 12 de fevereiro de 2007, e cujos registos históricos evidenciam o mesmo tipo de ocorrência em 1 de março de 1978, exatamente no mesmo local (Pereira, 2009).

A confrontação destes resultados com a Carta Geológica permitiu verificar que cerca de 22 % dos movimentos de vertente inventariados ocorreram em áreas de afloramento de xistos argilosos, grauvaques e arenitos (Pereira, 2009), destacando-se duas unidades geológicas que ocorrem na área do PEAFT – a Formação da Desejosa e a Formação do Pinhão. Refira-se que a Formação da Desejosa é uma das unidades geológicas mais representativa da área do PEAFT, aflorando em grande parte da zona montante, entre as estações da linha do Tua de Codeçais e Tralhão. Verificou-se ainda que 20,5 % dos movimentos de vertente inventariados na região Norte ocorreram em afloramentos com granitos de duas micas indiferenciados, ou seja, nos tipos de rochas que afloram maioritariamente na área do PEAFT.

Considerando a distribuição espacial do inventário na região Norte, verifica-se para o período analisado a seguinte densidade de movimentos de massa de vertente, por cada 10 km², nos concelhos abrangidos pelo PEAFT:

- Carraceda de Ansiães: 0.51 – 2;
- Alijó: 0.21 - 0.5;

- Murça, Mirandela e Vila Flor: < 0.2.

Refira-se que embora a densidade de movimentos de massa de vertentes nestes concelhos seja relativamente reduzida, na área do PEAFT em que estes são abrangidos as condições geológicas e geomorfológicas são particularmente propícias à ocorrência de um maior número de situações de instabilidade, nem todas certamente inventariadas, atendendo ao facto desta ser uma zona de reduzida ocupação humana e de nem sempre terem sido provocados danos suscetíveis de serem identificados/registados ou por serem em muitos casos de pequenas dimensões.

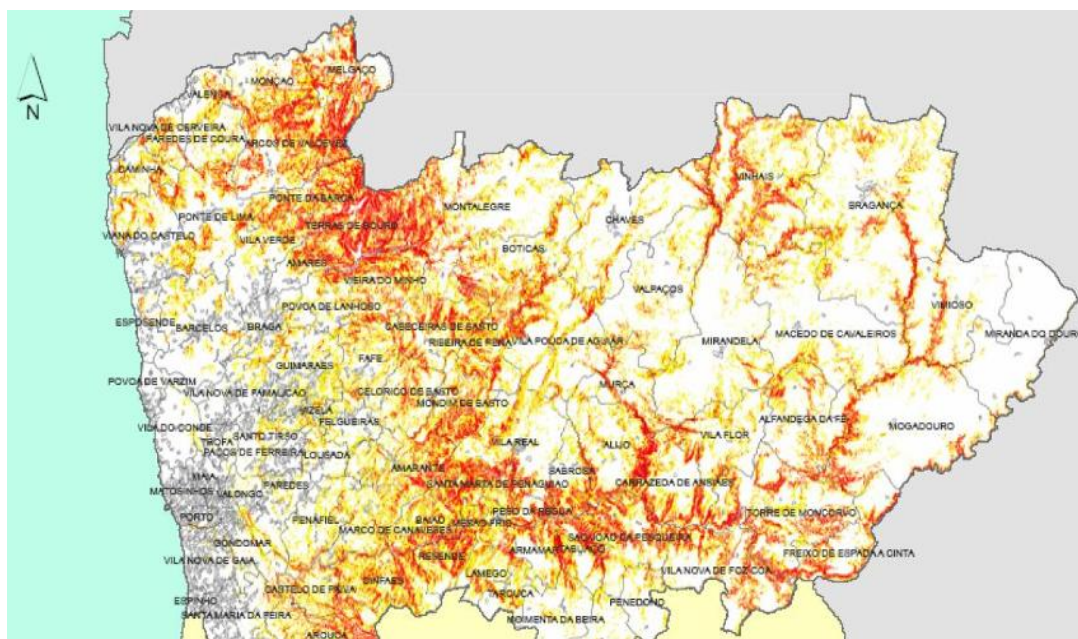


Figura 18 – Perigosidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente (CCDR-Norte, 2009)

Em termos regionais, e considerando critérios como a litologia, os declives e a tectónica, a uma escala de análise de 1:250.000, o PROT Norte classificou a área do PEAFT como apresentando uma perigosidade forte a muito forte à ocorrência de movimentos de massa de vertente (**Figura 18**).

2.4.2.2. Suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente na área do PEAFT

Cartografia de suscetibilidade

É num contexto de suscetibilidade à ocorrência de um movimento de massa de vertente que no âmbito do processo de AIA do AHFT foi dada particular atenção a esta questão e foram efetuados trabalhos a uma escala

de maior pormenor do que aquela que caracteriza o PROT Norte, e que incluem a área do PEAFT. Estes trabalhos compreenderam:

- A elaboração de cartografia de suscetibilidade geomorfológica à instabilidade de vertentes (Profico Ambiente, 2008a);
- A realização de cartografia geológico-geotécnica e avaliação da estabilidade das vertentes, bem como estudo de alteração do maciço e espessura média do rególito, à escala 1:10.000 (Profico Ambiente, 2010i);
- O levantamento geológico, geomorfológico e geotécnico detalhado do setor longitudinal do vale do rio Tua a jusante da barragem até à confluência com o rio Douro (Profico Ambiente, 2010i).

No âmbito do Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua foi efetuada cartografia relativa à suscetibilidade geomorfológica à instabilidade de vertentes (**Desenho 19, anexo cartográfico**), verificando-se que 45 % da área do PEAFT apresenta suscetibilidade alta (**Quadro 10**). Ao longo de toda a extensão da área do PEAFT, e pela continuidade e relação com a litologia, destacam-se as seguintes zonas de suscetibilidade alta:

- A zona envolvente à barragem, nomeadamente os afloramentos graníticos;
- Os afloramentos da Formação do Pinhão e Rio Pinhão na margem esquerda e direita do rio Tua, entre Fiolhal, Tralhariz e S. Mamede da Ribatua;
- Os afloramentos graníticos da margem esquerda do rio Tua, no Castanheiro;
- Os afloramentos da Formação do Rio Pinhão, entre a localidade de Amieiro e a estação de Santa Luzia;
- Os afloramentos da Formação da Desejosa, na margem esquerda do rio Tinhela e a estação da linha do Tua da Brunheda e na margem esquerda do rio Tua, na envolvente do apeadeiro do Tralhão;
- Os afloramentos das Unidades Autóctones de Idade Ordovícia (Formação de Moncorvo e Grupo dos Quartzitos do Marão), a montante da estação de Codeçais.

Nos trabalhos complementares de geologia realizados no âmbito do RECAPE do AHFT (Profico Ambiente, 2010i), concluiu-se que as zonas com maior suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente são:

- As zonas de afloramento da Formação do Pinhão e Rio Pinhão, imediatamente a norte da barragem;
- As zonas de afloramentos graníticos entre o túnel de Alviela (S. Mamede da Ribatua-Castanheiro) e o túnel da Falcoeira (cerca de 4,5 km a montante).

Refira-se que no âmbito deste estudo foram ainda efetuados trabalhos de prospeção geofísica, nomeadamente a sísmica de refração, que permitiram avaliar a espessura de solo de alteração nas Formações

do Pinhão e de Rio Pinhão numa das zonas de alta suscetibilidade à instabilidade de vertentes. Estes trabalhos foram realizados a sul de S. Mamede da Ribatua, na margem direita do rio Tua, na área de incidência da zona terrestre de proteção. Os resultados mostram que a espessura de solos de alteração dos maciços rochosos é inferior a 4,0 m, sendo da ordem dos 2,5 m.

O levantamento efetuado a jusante da barragem não evidenciou quaisquer situações de particular vulnerabilidade à instabilidade de vertentes. A zona mais sensível diz respeito à margem esquerda do Tua, imediatamente a montante da ponte rodoviária da EN108 (da linha do Douro), onde foram identificados depósitos finos de areias siltosas com cerca de 4 m de espessura.

Refira-se que uma das medidas de minimização previstas no âmbito do processo de AIA inclui, se necessário, a execução de um adequado sistema de estabilização de taludes e de prevenção de fenómenos de instabilidade.

Fatores de instabilidade

A instabilidade de vertentes está associada a um conjunto de fatores que de forma conjugada potencia a ocorrência de movimentos de massa de vertente, em geral, rápidos e imprevisíveis.

Quadro 9 – Fatores que podem contribuir para a instabilidade de vertentes na área do PEAF

Fatores condicionantes	Fatores desencadeadores
Litologia e resistência à erosão	Clima
Espessura dos solos de alteração	Vibrações (rebetamentos, sismos, movimentação de máquinas)
Características da fracturação dos maciços (abertura, espaçamento, preenchimento, alteração, rugosidade)	Alterações na geometria das vertentes
Inclinação dos taludes e relação com a orientação das camadas, da estratificação ou xistosidade das rochas	Ondulação na base das vertentes
Orientação das famílias de descontinuidades	Interpenetração de raízes nas fraturas
	Escurência superficial
	Alteração ao coberto vegetal
	Aumento de cargas
	Variações piezométricas

Os dados disponíveis sobre os principais movimentos de massa de vertente ocorridos na área do PEAF evidenciam uma estreita relação entre estes e os meses em que a precipitação foi mais intensa. De facto,

mais de 65 % dos movimentos de massa inventariados ao longo da linha do Tua, entre 2000 e 2009, registaram-se entre os meses de dezembro e março.

A correlação entre a precipitação, intensa e concentrada, e os movimentos de massa de vertente verifica-se em diversas situações e é amplamente reconhecida em bibliografia publicada sobre as condições de estabilidade de vertentes.

Nos trabalhos desenvolvidos no âmbito do PROT Norte verificou-se que mais de 70 % dos eventos de instabilidade registaram-se no outono e no inverno, com especial relevância nos meses de dezembro (31,8 %) e janeiro (24,5 %), que coincidem com os meses mais chuvosos do ano. Também nos anos hidrológicos de 1909/1910 e 2000/2001, períodos em que se verificaram precipitações muito acima da média, o número de movimentos de massa de vertente foram muito superiores àqueles que se registaram noutros períodos analisados. A precipitação foi assim considerada o principal fator desencadeante da instabilidade de vertentes na região Norte, por vezes conjugada com ações antrópicas, como por exemplo a abertura de caminhos, desvios da drenagem, canalizações subdimensionadas, criação de aterros, entre outros, que antecipam o desencadeamento de movimentos de massa de vertente.

A água é o principal agente erosivo das rochas de natureza granítica e xistenta, quer pela escorrência da precipitação, quer pela circulação subterrânea, conduzindo à erosão diferencial das vertentes, de acordo com a resistência à erosão das litologias, à alteração química e dissolução das fraturas, à lubrificação de superfícies impermeáveis e ao aumento de carga por saturação dos solos.

Não obstante a ampla distribuição espacial, o maior número de movimentos de massa de vertente inventariados ao longo da linha do Tua ocorreu nos troços (**Figura 19**):

- Tralhariz-Castanheiro;
- Castanheiro-Santa Luzia;
- Santa Luzia-S. Lourenço.

Correspondem às zonas mais declivosas do vale do rio Tua e onde predominam os afloramentos de rochas graníticas.

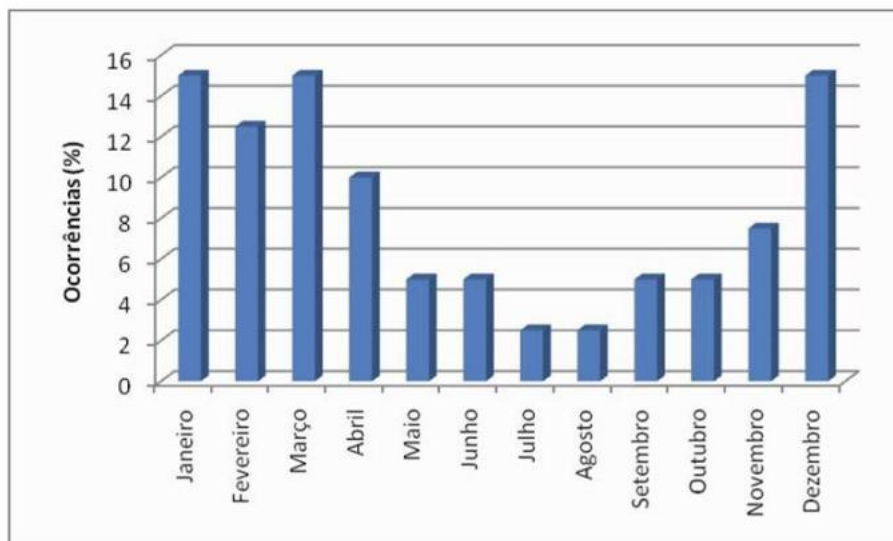


Figura 19 – Distribuição temporal dos movimentos de massa de vertente registados ao longo da linha do Tua no período de 2000 a 2009

Refira-se que as rochas graníticas apresentam, por um lado, os sinais de uma intensa fracturação associada à tectónica regional e que favorece a individualização de blocos em equilíbrio precário e, por outro lado, o desenvolvimento de uma cobertura de solos decorrente da alteração físico-química a que os maciços são sujeitos por ação dos agentes climatéricos.

Nas zonas de afloramento de rochas xistentas, o espaçamento da fracturação é menor e os blocos apresentam menores dimensões, enquanto os solos de alteração têm uma espessura mais reduzida. Desta forma, a maior parte dos movimentos de massa de vertente ocorridos em litologias xistentas estão em grande parte associados à concordância dos planos de fracturação e da orientação da estratificação com o declive.

Conforme referido anteriormente a ação da precipitação é um dos fatores desencadeadores principais da instabilidade, não tendo sido reconhecida a influência de outros fatores listados no **Quadro 9** nos movimentos de massa de vertente inventariados no passado recente ao longo da linha do Tua.

Um dos fatores desencadeadores de particular importância na evolução futura das vertentes adjacentes à albufeira de Foz Tua será a influência das oscilações periódicas do plano de água. Com efeito, com a albufeira, e para além da suscetibilidade decorrente da evolução natural das vertentes imposta pela ação dos agentes erosivos, constitui um fator potenciador de instabilidade a alternância de episódios de secagem e encharcamento das rochas associada à variação interníveis.

A potencial instabilidade de vertentes decorrente da quantidade e da duração dos períodos de presença/ausência de água nas vertentes foi identificada no Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do

aproveitamento hidroelétrico de Foz Tua e avaliada como significativa, sobretudo para o troço compreendido entre Amieiro e Fiolhal. De acordo com o EIA, e à semelhança do que se verifica com outros aproveitamentos da responsabilidade da EDP, a evolução das vertentes é alvo de um acompanhamento sistemático durante o enchimento e início da exploração da albufeira, permitindo desta forma a identificação de eventuais situações de risco e a adoção de medidas minimizadoras.

Outro fator desencadeador de movimentos de massa é a ondulação sobre a base das vertentes. Quando é relativamente expressiva, a ondulação origina o progressivo escavamento basal nos locais de incidência das ondas de geração local, avançando preferencialmente nas formações rochosas com carácter menos resistente (e.g. zonas de vertente compostas por socacos). A erosão que resulta da ação abrasiva e mecânica das ondas sobre a base dos taludes induz a um aprofundamento do sopé, constituindo consolas rochosas, que uma vez sem apoio, e por instabilização da parte superior, tendem a cair por rutura instantânea. Nos casos em que as bancadas basais são mais resistentes (e.g. granito), é atenuada a ação abrasiva e mecânica das ondas, minimizando o subescavamento sobre o sopé das vertentes e, conseqüentemente a vulnerabilidade à ocorrência de um movimento de massa.

A ondulação local na albufeira de Foz Tua será preferencialmente gerada por ventos de norte e noroeste pelo que o fenómeno de erosão hídrica com origem na ondulação deverá afetar sobretudo as vertentes da margem esquerda da albufeira, especialmente os troços com orientação próxima de N-S ou NW-SE e que sejam adjacentes a áreas em que o plano de água possua maior extensão. A albufeira de Foz Tua terá um plano de água com uma largura pouco acentuada, sendo que a zona onde a albufeira será mais larga (~500 m, em situação de NPA) ocorrerá no troço, com orientação N-S, entre a barragem e a foz da ribeira de S. Mamede.

Considerando que grande parte da albufeira não possui uma área suficiente para a geração de ondas de altura significativa e que o vale onde se encontrará a albufeira é, em grande parte, muito escavado e, portanto, protegido dos ventos dominantes, a erosão resultante da ondulação deverá ter uma expressão localizada e pouco expressiva. A salientar, como porção da albufeira onde este fenómeno poderá ser um pouco mais significativo, a margem esquerda do troço entre a barragem e a foz da ribeira de S. Mamede, onde afloram metassedimentos, e existem atualmente socacos agrícolas recentes.

Potenciais movimentos de massa de vertente

A evolução, quer natural, quer induzida por fatores antrópicos, de uma vertente, é marcada pela ocorrência de movimentos de massa de vertente com uma distribuição espacial e temporal muito variável e que conduzem, de forma gradual, ao seu recuo.

Embora a área do PEAFI apresente uma alta suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente (**Quadro 10** e **Desenho 19**, no **anexo cartográfico**), pelo facto de esta ser relativamente pouco povoada e das situações de instabilidade serem pontuais e com dispersão espacial e temporal, os registos históricos disponíveis são em reduzido número e identificados, em grande parte, quando associados a acidentes, quer na Linha do Tua, quer, mais recentemente, no decurso da empreitada de construção da barragem.

Desde a inauguração da Linha do Tua, entre o Douro e Mirandela, no final da década de 80 do século XIX até 2009, a REFER tem registados 40 movimentos de massa de vertente. Particular destaque para o acidente ocorrido em 2007, com vítimas mortais associadas à queda de uma composição ao rio Tua. O contexto de instabilidade de vertentes que marginam o traçado da Linha do Tua justificou, em 2006, a realização de obras de consolidação e reparação, e o encerramento da via cerca de um ano entre 2007 e 2008.

Ainda durante os trabalhos de campo realizados no âmbito do RECAPE do AHFT (2009/2010), foram observados movimentos de massa de vertente, nomeadamente junto à Estação de Santa Luzia e Quinta de Tralhão, ou seja, em áreas onde a cartografia de suscetibilidade à instabilidade de vertentes, elaborada em fase de EIA, e o inventário disponível sobre os movimentos de massa de vertente ao longo da linha do Tua evidenciam a ocorrência preferencial de situações de instabilidade.

Quadro 10 – Classificação da zona terrestre de proteção relativamente à sua vulnerabilidade a um movimento de massa, área ocupada por cada classe e respetiva percentagem

Vulnerabilidade a um movimento de massa	Área (ha)	%
Baixa	222,66	7
Média	1 450,86	48
Alta	1 373,05	45

Fonte: Profico Ambiente (2008a)

No primeiro trimestre de 2012 verificaram-se dois episódios de instabilidade de vertentes na área afeta à construção da barragem de Foz Tua, com registo de vítimas mortais no primeiro dos quais, ocorrido em janeiro de 2012.

A maior parte dos movimentos de massa de vertente registados e suscetíveis de se verificarem na área do PEAFI correspondem a queda de blocos (**Figura 20**). Estes correspondem a quedas súbitas, a grande velocidade, de blocos rochosos, quer de natureza granítica, quer xistenta. Correspondem a movimentos de massa de vertentes comuns em maciços rochosos onde se destacam blocos de acordo com as principais famílias de fracturação e que acabam por cair devido ao forte declive ou por falta de apoio na base. No caso das rochas xistentas, o destacamento de blocos é ainda o resultado da conjugação da fracturação com a

erosão diferenciada. Atendendo ao perfil das vertentes, as quedas de blocos podem ter uma trajetória de simples queda livre, saltação à medida que embatem nas diferentes bancadas que se encontram mais salientes ou de rolamento vertente abaixo.

Considerando as características geológicas, geomorfológicas e estruturais da área do PEAF, para além das quedas de blocos são particularmente suscetíveis de ocorrer os seguintes tipos de movimentos de massa de vertente (**Figura 21 a Figura 23**):

- Deslizamentos planares de solos e rochas: movimento de parte da vertente ou da totalidade, que se desloca em bloco, num movimento rápido de escorregamento sobre uma superfície. Os terrenos movimentados (rochas ou solos de alteração) deslocam-se ao longo de uma superfície de rotura plana ou ondulada (estratificação, xistosidade, diaclases, zona de contacto entre solo e rocha). Movimento relativamente frequente em vertentes com alternâncias de materiais mais ou menos dispostos em concordância com a inclinação da vertente ou em que os planos de xistosidade ou as descontinuidades inclinam no sentido da albufeira. Os deslizamentos em cunha são ainda potencialmente favoráveis, atendendo à interseção de diferentes famílias de fraturas que individualizam blocos.
- Tombamentos de rochas: correspondem à rotura segundo uma família de descontinuidades, predominantes e/ou contínuas, que inclinam contra o talude e cuja direção é subparalela à face do talude. São movimentos típicos de maciços rochosos, condicionados pela disposição estrutural dos estratos e um sistema de descontinuidades bem desenvolvido. Compreendem a rotação de blocos colunares sobre a sua base, efetuando-se o movimento ao longo das descontinuidades, cujos bordos estão frequentemente meteorizados, com consequente queda devido à ação da gravidade. Este tipo de movimentos de massa de vertente pode ocorrer em rochas de natureza, quer granítica, quer xistenta.
- Fluxos de solos: movimentos espacialmente contínuos em que a distribuição de velocidade da massa deslocada se assemelha a um fluido viscoso.

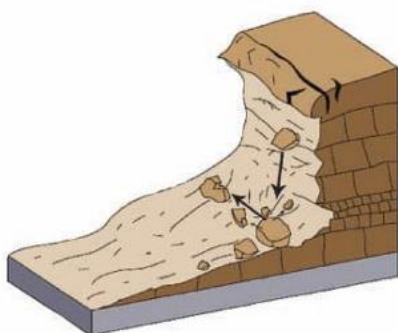


Figura 20 – Quedas de blocos



Figura 21 – Tombamentos

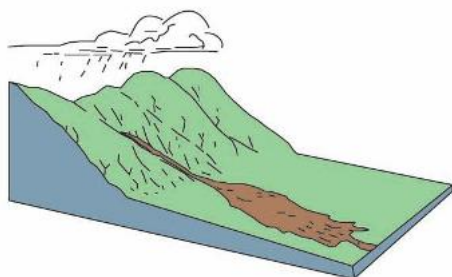


Figura 22 – Fluxos de solos

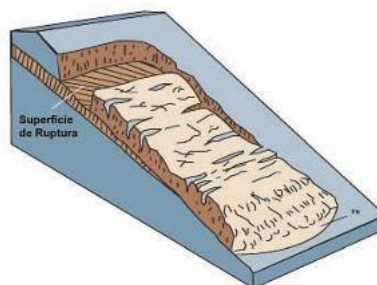


Figura 23 – Deslizamento planar

Retirado de Cruden e Varnes (1996) adaptado por Highland e Bobrowsky (2008); in Pereira, 2009

Em abril de 2012 efetuou-se o reconhecimento de campo da área do PEAF, tendo-se procedido à observação local de um conjunto de zonas identificadas no âmbito do processo de AIA do AHFT como apresentando maior suscetibilidade à instabilidade de vertentes.

No âmbito destes trabalhos foram observadas as condições geológicas e geomorfológicas locais, analisados os principais fatores condicionantes e desencadeadores de instabilidade, identificados os potenciais movimentos de massa de vertente suscetíveis de se verificar e avaliadas as condicionantes e limitações à utilização do território.



(a)



(b)

Fotografia 1 – Zona vulnerável a um movimento de massa, na margem esquerda do rio Tua, a jusante da zona onde está a ser implantada a barragem; (b) *zoom* de (a) (abril/2012)

A partir do reconhecimento de campo e dos estudos realizados na área do PEAFT sobre a instabilidade de vertentes (Profico Ambiente, 2008a e 2010i), conclui-se que a zona de maior suscetibilidade a movimentos de massa é a zona a jusante do Túnel da Falcoeira. Neste setor, o tipo de movimentos de massa potenciais não é uniforme, conforme indicado no **Quadro 11**. Deste modo, o troço entre o Túnel da Falcoeira e o Túnel da

Alvela é caracterizado por afloramentos graníticos onde existe instabilidade de blocos rochosos de dimensão métrica. O troço composto por rochas metassedimentares entre o maciço da barragem e o maciço de S. Mamede corresponde a uma zona de maior vulnerabilidade ao deslizamento de solos. O troço correspondente ao maciço da barragem é composto por afloramentos graníticos caracterizados por blocos graníticos de dimensões métricas e fracturação sub-horizontal pendendo para o rio (**Fotografia 1 e Fotografia 2**).



Fotografia 2 – Bloco rochoso pendendo sobre a estrada por onde circulam as máquinas da obra; fotografia tirada na margem esquerda do rio Tua a jusante da zona onde está a ser implantada a barragem (abril/2012)

Por outro lado, um cenário de elevado risco associado a um movimento de massa numa albufeira relaciona-se com a geração de grandes ondas. Por este motivo, o referido troço do PEAFT (a jusante do Túnel da Falcoeira) configura-se também como a zona de maior risco, uma vez que a coluna de água da albufeira é tanto maior quanto mais próximo da barragem.

A montante do referido túnel, a suscetibilidade a um movimento de massa existe, como aliás é indicado no **Quadro 11**, no entanto, os movimentos de massa típicos nesta zona serão de menores dimensões, acarretando probabilisticamente menor risco.

Quadro 11 – Movimentos de massa de vertentes com maior probabilidade de ocorrência

Litologia	Setor	Potenciais movimentos de massa de vertente	Fatores potenciadores de instabilidade
Granito do Maciço da Barragem	Fiolhal – Quinta da Ribeira	Queda de blocos, deslizamento planar de rocha, tombamento de blocos	Declive, fracturação subvertical com direção do vale e sub-horizontal pendendo para o rio (Fotografia 1 e Fotografia 2)
Granito do Maciço de S. Mamede	Túnel de Alvela – Túnel da Falcoeira	Deslizamento planar de rocha, quedas de blocos	Fracturação sub-horizontal paralela à orientação do vale e inclinando para o rio Tua, declive
Granito do Maciço de S. Lourenço	Amieiro-Brunheda	Queda de blocos, deslizamento em cunha	Declive. Fracturação
Formações xistentas do Pinhão e de Rio Pinhão	Fiolhal-Tralhariz-S. Mamede da Ribatua	Deslizamento de solos	Espessura de solo de alteração, declive, ausência de vegetação
Formações xistentas do Rio Pinhão	Amieiro-Estação de Santa Luzia	Quedas de blocos	Declive, fracturação
Formação da Desejosa	Rio Tinhela-Estação da Brunheda	Deslizamento de solos (Fotografia 3 e Fotografia 4)	Declive, fracturação, intercalação de formações geológicas com resistências diferenciadas à erosão
	Apeadeiro do Tralhão	Deslizamento planar de rocha, deslizamento de solos	Fracturação
Quartzitos das Unidades Autóctones de Idade Ordovícica	Montante Estação de Codeçais-Abreiro	Tombamentos de blocos	Declive, fracturação



Fotografia 3 – Cicatriz na vertente da margem esquerda do rio Tua provocada por um deslizamento ocorrido próximo da Estação de Brunheda (abril/2012)



Fotografia 4 – Deslizamento do solo em socacos antigos na margem esquerda do rio Tua a jusante da ponte da Brunheda (abril/2012)

Embora o contexto geológico e geomorfológico se assuma como uma potencialidade muito importante do património natural, o mesmo é gerador de uma particular vulnerabilidade no que respeita à instabilidade de vertentes e à ocorrência de movimentos de massa, sobretudo de quedas de blocos.

Os fortes declives das vertentes, a fracturação e a alteração dos maciços rochosos, aliada às condições climáticas (precipitação), mas também à oscilação interníveis e à ondulação incidente na base das vertentes, potenciam os episódios de instabilidade de vertentes em praticamente toda a extensão da área do PEAF.

Estima-se que cerca de 45% da área do PEAF apresente alta suscetibilidade e 48% uma suscetibilidade média à ocorrência de movimentos de massa de vertente, que apesar de serem em geral, localizados, podem ser rápidos e imprevisíveis.

Refira-se que a albufeira caracteriza-se por uma reduzida largura do plano de água e que sendo as vertentes particularmente declivosas há uma significativa suscetibilidade de a ocorrência de um movimento de massa poder afetar quem estiver mais próximo da margem (blocos podem soltar-se e cair no plano de água por queda livre, por saltação, por rolamento ao longo das vertentes ou mesmo por tombamento de parte da face dos maciços ou ainda por escorregamento do solo superficial de alteração).



Fotografia 5 – Vista para as vertentes da zona do Amieiro. Note-se os blocos soltos e vulneráveis à queda (abril/2012)



Fotografia 6 – Vista para as vertentes da zona de S. Lourenço (abril/2012)

No contexto de vulnerabilidade que caracteriza o PEAF é particularmente importante a adoção de uma postura preventiva e de minimização de riscos no que respeita à utilização da zona terrestre de proteção, bem como do plano de água, sobretudo na proximidade da crista e da base das vertentes.

A evolução natural característica destes relevos, mas também a evolução induzida pela criação do plano de água, justifica a particular relevância da monitorização das condições de estabilidade das vertentes.

Refira-se que no âmbito dos estudos geológicos que se encontram a ser desenvolvidos pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, se prevê que na fase de desmatção da albufeira se reavaliem as condições de estabilidade das vertentes em duas zonas identificadas previamente como possuindo maior

suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente. Caso se confirme o risco de instabilização, prevê-se a instalação de um sistema de monitorização com recurso a inclinómetros.

Atendendo que a evolução das vertentes é um processo contínuo, dinâmico e imprevisível e que o potencial de instabilidade das vertentes se verifica ao longo de grande parte da extensão das margens da albufeira, recomenda-se a implementação de um programa de acompanhamento periódico da evolução de todas as vertentes identificadas na fase de EIA do AHFT como possuindo vulnerabilidade média e alta. A monitorização destas vertentes é essencial para identificar potenciais situações geradoras de risco e, consequentemente, permitir que atempadamente sejam implementadas, se necessário, medidas de tratamento em áreas críticas de instabilidade, quer resultante da evolução natural (associada essencialmente à ação erosiva da precipitação), quer resultante de evolução induzida (associada à oscilação periódica do plano de água e à contínua abrasão provocada pela ondulação incidente na base).

No que respeita à eventual implementação de infraestruturas e equipamentos, a sua localização em zonas vulneráveis à instabilidade de vertentes justificará uma avaliação das condições geológicas locais. Assim, recomenda-se que se proceda à prévia realização de estudos geológico-geotécnicos que avaliem as condições de segurança locais e definam as necessárias intervenções de tratamento de potenciais movimentos de massa de vertente geradores de risco. Estas intervenções devem ser selecionadas de forma a minimizar soluções que originem a descaraterização e a artificialização da paisagem.

Relativamente à circulação de pessoas são fundamentais a sensibilização e a informação dos utilizadores do espaço para o risco de um eventual movimento de massa de vertente. Recomenda-se a implementação de um sistema de informação e divulgação para os perigos associados a um episódio de instabilidade de vertentes. Sendo impossível eliminar na sua totalidade os riscos da evolução natural e face à importância em preservar as condições geológicas naturais, a aposta na colocação de sinalização de risco e de sinalização informativa sobre os processos, os fatores e os sinais de risco deverá ter um papel de destaque na gestão futura do território.

2.4.3. Risco de erosão hídrica do solo

A erosão hídrica do solo é o processo de desprendimento e arrastamento acelerado das partículas de solo, causado pela água e pelo vento, que constitui a principal causa de perda do seu potencial produtivo. Tal processo tem origem, sobretudo, no escoamento superficial resultante da água da chuva que não se infiltra ou não fica retida à superfície, transportando partículas de solo, nutrientes em solução e agroquímicos. O transporte de partículas de solo também se verifica por ação do vento.

A erosão hídrica é assim influenciada pela chuva, pelo declive e seu comprimento, pela capacidade do solo para absorver água, pela resistência que este oferece à ação erosiva da água e pela densidade do coberto vegetal.

Na previsão das perdas de solo por erosão hídrica tem-se generalizado o uso de modelos, como o que serviu de base à estimativa da erosão aqui efetuada, e cujos resultados se apresentam nos **desenhos 20 e 21 (anexo cartográfico)**, correspondentes às cartas de erosão hídrica potencial e real do solo.

Note-se que o modelo utilizado, baseado na aplicação da Equação Universal de Perda de Solo, permite a estimativa de erosão específica através da consideração de vários fatores físicos e edáficos – que permitem a estimativa da erosão potencial – e de fatores antrópicos e de ocupação de solo, de acordo com os dados disponíveis durante a fase de diagnóstico.

Têm sido desenvolvidos modelos mais apurados, nomeadamente para a delimitação de áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo para inclusão na Reserva Ecológica Nacional (cf. Orientações Estratégicas de Âmbito Nacional e Regional – Critérios para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional, da Comissão Nacional do Território, de 17 de novembro de 2017). Estes modelos permitem a delimitação mais rigorosa de áreas a condicionar, mas, no âmbito do presente diagnóstico, é aplicado o modelo geral da Equação Universal de Perda de Solo.

A metodologia utilizada, que se revelou a mais adequada à escala de trabalho utilizada, aos dados disponíveis e aos objetivos do estudo, baseia-se na aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), cuja fórmula é a seguinte (Wischmeier & Smith, 1978):

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

sendo,

A – erosão específica ou perda de solo média anual (t. ha⁻¹. ano⁻¹);

R – fator de erosividade da precipitação (MJ. mm. ha⁻¹. h⁻¹. ano⁻¹);

K – fator de erodibilidade do solo (t. ha. h. ano. ha⁻¹. MJ⁻¹. mm⁻¹);

L – fator de comprimento da encosta (adimensional);

S – fator de declive da encosta (adimensional);

C – fator de cobertura do solo (adimensional entre 0 e 1);

P – fator de práticas de conservação do solo (adimensional entre 0 e 1).

Os fatores R, K, L, S e C permitem a estimativa da erosão potencial do solo, ao agregarem fatores físicos, edáficos, hídricos e de cobertura de solo que condicionam este fenómeno. Esta erosão potencial será, por sua vez, condicionada por práticas de conservação do solo que se verifiquem no terreno, representadas na Equação Universal de Persa de Solo pelo termo P. O cálculo dos diversos fatores que compõem a metodologia exposta encontra-se descrito de seguida.

O fator R quantifica a ação agressiva da precipitação, nomeadamente através da sua capacidade de destacamento e de transporte das partículas de solo, resultantes do impacto das gotas e do escoamento. Este fator foi obtido usando um método aproximado proposto por Arnoldus (1977), o qual se baseia na seguinte equação:

$$R = \left(\frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{12 P^2} \right)^{-1}$$

Na equação anterior, p_i representa a precipitação média do mês i (mm) e P a precipitação média anual (mm).

Esta equação foi utilizada para calcular o fator R decorrente da chuva. Optou-se por recorrer aos registos da estação meteorológica de Vila Chã (06M/01G) (INAG, 2012) por se considerar que a sua localização próxima à sub-bacia hidrográfica em análise e os registos extensos e com poucas falhas associados permitem um cálculo fidedigno do fator R, não obstante resultar num único patamar de erosividade para toda a área do programa. Assim, apesar de ter baixa resolução espacial, o cálculo desenvolvido tem associado um bom grau de confiança. Através deste método foi possível calcular o fator R, tendo-se obtido o valor 330,8 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ para a erosividade da precipitação em toda a área do programa.

Quanto ao fator K, descrito na caracterização da situação de referência (**tomo 1 do volume 1, capítulo 1.5.4**), os valores utilizados para cada unidade pedológica da área do PEAFT são sintetizados no quadro seguinte.

Quadro 12 – Erodibilidade dos solos para as unidades pedológicas presentes na área do PEAFT

Unidade pedológica	Designação	% da área do PEAFT	K (SI) (t.ha.h.ha ⁻¹ . MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)
ldog	Leptossolos dístricos órticos de granitos	3,6	0,022
ldox	Leptossolos dístricos órticos de xistos	20,2	0,083
leox	Leptossolos éutricos órticos de xistos	0,0	0,075
lsg	Leptossolos líticos de granitos	33,5	0,011
lug	Leptossolos úmbricos de granitos	0,4	0,024
Tasdx	Antrossolos áricos surrúbicos dístricos de xistos	27,6	0,086
Tatdg	Antrossolos áricos terrácicos dístricos de granitos	14,8	0,037

O produto $L \times S$ (fator fisiográfico), de acordo com McCool *et al.* (1987) e Tomás & Coutinho (1993), pode ser calculado com base nas seguintes equações:

- $L \times S = (\lambda/22,13)^m \cdot (16,8 \cdot \sin(\theta) - 0,5)$, para declive $> 9\%$;
- $L \times S = (\lambda/22,13)^m \cdot (10,8 \cdot \sin(\theta) + 0,03)$, para declive $\leq 9\%$, em que:
- λ é o comprimento da encosta (m);
- θ é o ângulo que a encosta faz com a horizontal ($^\circ$);
- m é um coeficiente a que foi atribuído o valor de 0,5 (Arnoldus, 1997).

Para a determinação de λ utilizou-se o Modelo Digital de Terreno (MDT) da área de estudo. O comprimento de uma encosta λ é definido como a distância entre o ponto inicial de escoamento das águas e o ponto de acumulação de águas. Para a sua estimativa utilizou-se a abordagem de Silva & Silva (2001), em que λ se obtém pela raiz quadrada da área contributiva (A_s) para cada célula. A_s resulta do produto entre o número de células que contribuem com escoamento para cada célula e a área definida para cada célula do MDT. Assim, para cada célula foi estimada a dimensão e inclinação da sua bacia afluente, o que permitiu graduar a relevância do efeito hídrico sentido em cada célula calculada para o risco de erosão hídrica do solo.

O valor de θ obteve-se a partir do declive da encosta, por sua vez também calculado a partir do MDT da área de estudo. Este valor foi calculado por relação trigonométrica com o declive de cada célula de cálculo. Esta estimativa permite graduar a relevância do efeito mecânico de vertentes mais íngremes sobre o risco de erosão hídrica do solo. Após conhecidos os valores de θ e de λ , foi possível calcular o produto $L \times S$ (fator fisiográfico) correspondente. O fator de técnica de cultura, C , ou fator de cobertura do solo e operações culturais, representa o efeito das culturas e práticas culturais na taxa de erosão, baseando-se num conceito de desvio relativamente à situação padrão de um solo nu. Os valores de C estimados por Tomás & Coutinho (1993) para os diversos tipos de uso do solo presentes na área do PEAFIT estão apresentados no **Quadro 13**.

Quadro 13 – Estimativa do fator C para os tipos de coberto vegetal presentes na área do PEAFIT

Tipo de coberto vegetal	Fator C
Zonas artificializadas	
Espaço urbano	0,01
Outras áreas artificializadas	0,1
Zonas agrícolas	
Área agrícola – Olival	0,1
Área agrícola – Vinha	0,2
Área agrícola – Olival + Vinha	0,2
Área agrícola heterogénea	0,3
Zonas florestais e seminaturais	
Área florestal – Sobreiro	0,1
Área florestal – Pinheiro Bravo	0,1

Vegetação arbustiva e herbácea	0,02
Corpos de água	
Curso de água	0

Fonte: Tomás & Coutinho, 1993

Os valores de perda de solo obtidos foram agrupados em classes de risco de erosão de modo a facilitar a leitura das Cartas de Erosão Hídrica do Solo (**desenhos 20 e 21, anexo cartográfico**). A determinação das classes de erosão hídrica potencial foi feita com base nos resultados da EUPS considerando apenas os fatores físicos, edáficos, hídricos e de cobertura de solo (R, K, L, S e C), tendo por referência a quantidade de solo erodido por ano, medida em centímetros de solo superficial. A conversão dos resultados de perda de solo de $t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ em cm de solo foi baseada numa densidade aparente de $1,2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (FBO & Nemus, 2001). As classes de risco de erosão hídrica do solo assim definidas foram as seguintes:

- $\geq 1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (perda de mais de 8 cm de solo) – muito elevado;
- $0,72 \leq A < 1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (perda de solo entre 6 e 8 cm) – elevado;
- $0,23 \leq A < 0,72 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (perda de solo entre 2 e 6 cm) – moderado;
- $< 0,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (menos de 2 cm de solo erodido por ano) – nulo ou reduzido.

O **Quadro 14** sintetiza e quantifica os resultados apresentados na carta de erosão hídrica potencial do solo.

Quadro 14 – Representatividade das classes de risco de erosão hídrica potencial do solo na área do PEAF

Risco de Erosão	ha	%
Nulo ou reduzido	668,3	19,3
Moderado	901,1	26,0
Elevado	8,6	0,2
Muito elevado	1891,3	54,5

Constata-se que a classe de risco de erosão hídrica potencial mais abundante na área do PEAF é a classe muito elevado (cerca de 55%). Segue-se a esta, a classe de risco de erosão hídrica potencial moderado, a qual abrange 26% da área do PEAF. Por análise da carta de risco de erosão hídrica potencial do solo (**Desenho 20, no anexo cartográfico**), verifica-se que é nas zonas próximas da secção da barragem e na parte norte da área do PEAF que o risco de erosão hídrica potencial é mais elevado. Esta ocorrência depende principalmente das práticas de ocupação do solo e dos tipos de solo presentes nestas regiões. Como já exposto no **Quadro 13** o uso do solo para práticas agrícolas aumenta o risco de erosão hídrica potencial, quando comparado com ocupações florestais ou arbustivas. Também nestas zonas dominam os antrossolos áricos surrúbicos dístricos em áreas de xisto e os leptossolos dístricos de xistos que por serem muito arenosos e pouco argilosos são muito suscetíveis de sofrerem erosão.

As áreas com risco de erosão hídrica potencial mais baixo coincidem com aquelas em que estão presentes Leptossolos líticos de granitos e rochas afins, que devido ao facto de estarem limitados por rocha dura a pouca profundidade, limitam o risco de erosão hídrica potencial. Ainda assim, importa salientar que nestas áreas a ocupação do solo está atribuída essencialmente a povoados de sobreiros e a vegetação arbustiva, o que constitui um fator adicional para os valores de erosão hídrica mais baixos.

Ainda assim, devem ser valorizados os fatores precipitação e topografia como contribuintes importantes para os valores elevados de erosão hídrica potencial que se registaram na generalidade da área do PEAFT.

O cálculo da erosão específica do solo foi igualmente efetuado com a aplicação da EUPS completa com o fator P, relativo a práticas de conservação do solo existentes, em conjugação com os fatores físicos, edáficos, hídricos e de cobertura de solo considerados para o cálculo da erosão hídrica potencial apresentado anteriormente. As práticas de conservação do solo são particularmente importantes na área do PEAFT se se considerar que 35% do território, correspondente a 1.212 ha, é ocupado por culturas em terraços, também conhecidos por socalcos. Os resultados relacionados com o risco de erosão específica do solo, considerada genericamente como erosão hídrica real do solo, são apresentados no **Quadro 15**.

Quadro 15 – Representatividade das classes de risco de erosão hídrica real do solo na área do PEAFT

Risco de Erosão	ha	%
Nulo ou reduzido	2099,3	60,7
Moderado	826,7	23,9
Elevado	3,8	0,1
Muito elevado	526,1	15,2

A análise dos resultados apresentados acima permite concluir que a inclusão do fator de práticas de conservação do solo no cálculo da erosão específica tem um peso significativo na área de estudo.

O território apresenta um risco de erosão hídrica real nulo ou reduzido corresponde a 61% do total da área do PEAFT, o que representa cerca do triplo quando comparado com os resultados da estimativa de erosão hídrica potencial. Na generalidade, as áreas onde o solo encontra-se disposto em terraços, apresentam valores de erosão específica mais reduzidos. É importante destacar que parte do território em que os socalcos estão presentes é abrangido por culturas de vinha ou não é ocupado por explorações agrícolas, tendo esta prática, em qualquer um dos casos, um papel importante na prevenção da erosão hídrica do solo.

As diferenças quantitativas de representatividade das classes de risco de erosão hídrica intermédias não são expressivas. Em termos de distribuição geográfica também não são de assinalar diferenças relevantes na distribuição do território integrado nestas duas classes.

O território com risco de erosão hídrica real muito elevado corresponde a uma área de 526 ha, maioritariamente localizada em zonas agrícolas sem práticas de conservação do solo e com solos particularmente suscetíveis de sofrerem erosão hídrica. A área incluída nesta classe de risco de erosão hídrica é de quase ¼ da classificada no caso da erosão hídrica potencial, o que reforça a importância das práticas agrícolas em terraços na área do PEAF.

Em síntese, os resultados obtidos revelam a predominância de áreas com risco de erosão hídrica potencial muito elevado (cerca de 54,5% da área do PEAF). Seguem-se, por ordem decrescente de expressividade na área do PEAF, as áreas com risco de erosão potencial moderado (26,0%), nulo ou reduzido (19,3%) e elevado (0,2%). A carta de risco de erosão hídrica do solo específica ou real revela diferenças relativamente à erosão potencial essencialmente nas classes de risco de erosão nula ou reduzida (60,7%) e muito elevada (15,2%). Nas restantes duas classes as diferenças em termos quantitativos e de distribuição geográfica não são expressivas.

2.4.4. Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias

2.4.4.1. Considerações

A delimitação das zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias inclui as áreas suscetíveis de inundação causadas por transbordo da água do leito de rios e cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados, efetuada através de modelação hidrológica e hidráulica que permita o cálculo das áreas inundáveis com período de retorno de pelo menos 100 anos, da observação de marcas ou registos de eventos históricos e de dados cartográficos e de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos (Decreto-Lei n.º 166/2008 na sua redação atual, alínea c, secção II do anexo I).

Os estudos hidrológicos compreendem a análise das condições hidrológicas e a estimativa dos caudais de cheia para períodos de retorno específicos e respetivos hidrogramas de cheia nas secções de calibração do modelo a utilizar.

No âmbito do presente trabalho foi efetuado um estudo hidrológico que tem como principal objetivo identificar as zonas inundáveis na área do PEAF, derivadas de uma cheia com período de retorno de 100 anos. Tal como vem sido referido, a albufeira de Foz Tua pertence à bacia hidrográfica do rio Tua, afluente da margem direita do rio Douro, processando-se o escoamento superficial através de várias ribeiras subsidiárias. Analisando a bacia hidrográfica do Tua, esta é formada por três sub-bacias principais, das quais resultam os seus principais cursos: rio Tua, rio Tuela e rio Rabaçal (**figura I.1, anexo 1**).

Uma vez que nenhum sistema é infalível, importa ainda referir o risco de inundação associado a uma eventual rutura da barragem de Foz Tua. Apesar da diminuta probabilidade de esta situação ocorrer, o elevado potencial destrutivo associado a uma cheia gerada por uma rutura justifica que se tenha em consideração a sua eventual ocorrência. O EIA do AHFT (Profico Ambiente, 2008a e b) identifica que, dos vários acidentes e incidentes que podem ocorrer numa infraestrutura deste tipo, a sua rutura, pese embora tenha uma baixa probabilidade de ocorrência, é aquele que constitui um risco de segurança de maior gravidade. Uma eventual rutura da barragem de Foz Tua colocaria em perigo a vida das populações e os bens materiais localizados a jusante. No entanto, a este respeito, importa referir que estes riscos são acautelados e geridos em sede de Regulamento de Segurança de Barragens, estando prevista a elaboração de Plano de Emergência Interno, de responsabilidade da EDP, e de Plano de Emergência Externo, da responsabilidade da Autoridade Nacional de Proteção Civil.

2.4.4.2. Cálculo dos caudais

De modo a determinar as áreas inundadas do PEAFT, calculou-se o caudal afluente à zona do programa, fazendo intervir a precipitação crítica em toda a bacia hidrográfica do Tua. Foi também necessário delimitar as sub-bacias hidrográficas que drenam diretamente para o trecho do Tua pertencente ao PEAFT, de modo a modelar a cheia na zona de confluência dos afluentes com o rio Tua. Os principais afluentes do Tua na zona do PEAFT são: rio Tinhela (principal afluente), ribeira de São Mamede, ribeira do Barrabaz, ribeira da Rebousa, ribeira da Cabreira e ribeira de Milhais. Para complementar esta informação procedeu-se ainda à delimitação das áreas inundadas, a montante do PEAFT, incluindo nas margens do rio Tuela e Rabaçal o que levou a que se tivessem calculado os caudais afluentes à secção de confluência de cada um dos afluentes com o rio Tua.

O procedimento aplicado para estimar os caudais de ponta de cheia fez intervir a precipitação crítica, ou seja, a precipitação correspondente ao período de retorno de 100 anos e com duração tripla do tempo de concentração da bacia hidrográfica. A precipitação crítica foi calculada a partir da “repartição”, para cada bacia, da precipitação diária máxima anual (com o período de retorno de 100 anos) registada nos postos udométricos com influência na bacia (após o tratamento estatístico) e para uma duração tripla do tempo de concentração. A cada precipitação crítica para cada bacia associaram-se os respetivos hietogramas.

Dos vários métodos utilizados para o cálculo dos caudais de ponta de cheia, consideraram-se como valores mais próximos da realidade os caudais calculados pelo modelo do hidrograma unitário sintético (HUS), do Soil Conservation Service (SCS), para todas as bacias. O modelo do HUS recorre aos hietogramas de projeto para calcular os respetivos hidrogramas de cheia. No **Quadro 16** apresentam-se os caudais de projeto obtidos.

Quadro 16 – Caudais de ponta de cheia calculados pelo modelo do HUS, do SCS

Bacia Hidrográfica Tua	
Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	4836,8
Sub-bacias hidrográficas principais	
Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	
Bacia hidrográfica do rio Tuela	2647,8
Bacia hidrográfica do rio Rabaçal	2693,6
Sub-bacias hidrográficas pertencentes ao PEAFT	
Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	
Bacia hidrográfica da ribeira de São Mamede	450,7
Bacia hidrográfica da ribeira de Rebousa	166
Bacia hidrográfica da ribeira do Barrabaz	415,1
Bacia hidrográfica do rio Tinhela	1111,3
Bacia hidrográfica da ribeira da Cabreira	1067,4
Bacia hidrográfica da ribeira de Milhais	177,9

No **anexo 1** apresenta-se em maior detalhe o procedimento utilizado para o cálculo dos caudais de ponta de cheia.

2.4.4.3. Áreas inundáveis

Procedeu-se ao estudo aprofundado das linhas de água com influência na área do PEAFT, não esquecendo o contributo dos restantes tributários pertencentes à bacia hidrográfica do Tua. Deste modo, pretendeu-se avaliar as áreas inundáveis integradas na área do PEAFT e compará-las com aquelas que estão aprovadas no âmbito da REN.

A identificação das zonas inundáveis fez-se com base no modelo hidráulico HEC-RAS e da sua extensão HEC-GeoRAS para o programa ArcGis, que permite o mapeamento automático das zonas onde ocorrerão as cheias. Este programa consiste num sistema integrado de *softwares*, desenvolvido para o uso interativo num ambiente de várias tarefas e vários utilizadores. O sistema inclui uma interface gráfica para utilizadores, componentes de análise hidráulica, dados de armazenamento e capacidade de geração de gráficos e relatórios. O programa foi desenvolvido para escoamentos unidimensionais numa rede de canais naturais ou artificiais. O procedimento computacional deste *software* compreende a delimitação prévia dos cursos de água e respetivas secções transversais efetuadas ao longo das linhas de água, preferencialmente com espaçamentos reduzidos de modo a que o número de perfis seja numeroso, permitindo uma melhor perceção no leito a analisar e consequente diminuição dos erros associados a cada secção.

Após definir os principais afluentes ao rio Tua (e todos os afluentes à área do PEAF), traçaram-se vários perfis transversais ao longo de cada curso de água, de forma a representar a evolução do relevo característico de cada curso (**Figura 24**).

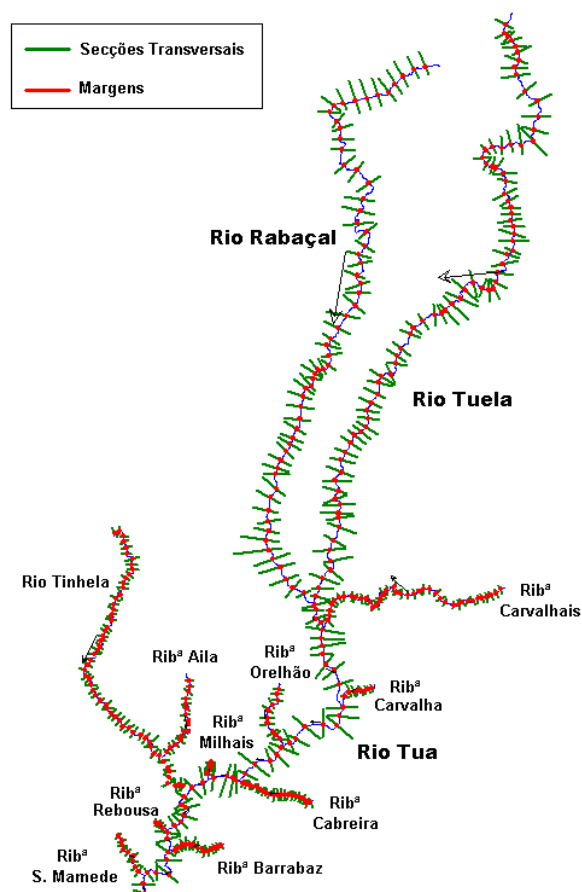


Figura 24 – Secções transversais definidas no programa HEC-RAS para os principais afluentes ao rio Tua

Atendendo aos resultados obtidos pelo modelo do hidrograma unitário sintético (HUS), do Soil Conservation Service (SCS), modelou-se no programa HEC-RAS as condições de fronteira respetivas à área de estudo. Para condições limites de fronteira introduziram-se os caudais de ponta de cheia afluente a montante de cada afluente e inseriu-se como condição de jusante o declive (*normal depth*), considerando o regime como permanente, o que faz com que os resultados estejam do lado da segurança.

No programa Hec-Ras, correram-se dois cenários: o primeiro simulando as áreas que atualmente são inundadas para o caudal de ponta de cheia determinado para o período de retorno de 100 anos, sem a existência de uma barreira localizada imediatamente a montante da foz do rio Tua, e o segundo simulando as áreas inundadas para o mesmo caudal de cheia com a inclusão da barragem. Após simulação dos dois

cenários referidos, converteu-se o modelo gerado no HEC-RAS para Sistema de Informação Geográfica (SIG), no qual se obteve a delimitação das áreas inundadas para ambos os cenários.

A abordagem efetuada permitiu identificar as áreas que potencialmente poderão vir a ser sujeitas a cheias. Os resultados obtidos permitem avaliar as áreas mais propícias à influência de uma onda de cheia na sub-bacia do Tua, que coincidem, geralmente, com áreas relativamente planas e com margens e taludes não definidos. A **Figura 25** mostra os resultados obtidos no Hec-Ras e convertidos para SIG, associados às condições de fronteira.

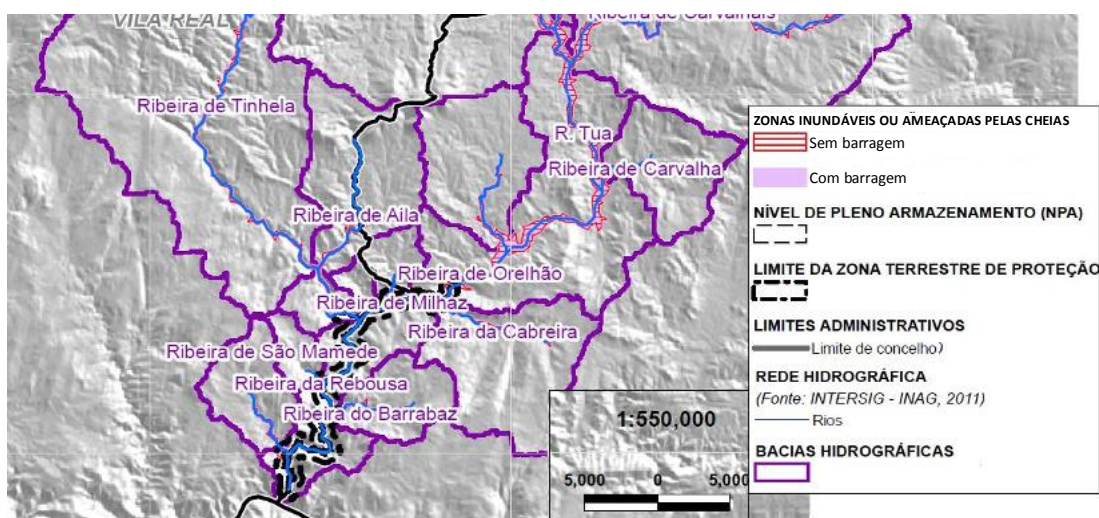


Figura 25 – Resultados obtidos pelo modelo HEC-RAS, convertidos para SIG

As encostas da linha de água do Tua na área do PEAFI são bastante íngremes ao longo do seu percurso o que evita que outras zonas envolventes possam ser inundadas. No **Desenho 22** (anexo cartográfico) apresentam-se as áreas suscetíveis de serem inundadas para a onda de cheia de projeto, para um período de retorno de 100 anos, considerando a situação de ausência e presença da barragem de Foz Tua.

Analisando a área do PEAFI, constata-se que as zonas mais críticas de inundação são as seguintes (**Figura 26**):

- Zona norte, nas margens do Tua, para ambos os cenários **(a)**;
- Zona de confluência do rio Tua com a ribeira de São Mamede, para o cenário de existência da barragem **(b)**; no entanto quase toda esta área se situa a cotas iguais ou inferiores às cotas do nível máximo de cheia (NMC), estando já prevista a sua inundação para situações de cheia na fase de operação da barragem.

Na zona de confluência do Tua com a ribeira de São Mamede, a largura máxima induzida pela onda de cheia é de cerca de 470 m para o cenário de existência da barragem (largura máxima verificada na zona do PEAFI, muito superior ao do cenário de ausência de barragem - cerca de 100 m). Esta área é predominantemente

constituída por áreas agrícolas de olival e vinha, e algumas áreas florestais de sobreiro (**Desenho 13**, no anexo cartográfico).

Na zona norte do trecho em estudo as áreas inundadas para ambos os cenários são praticamente coincidentes, sendo que a máxima largura induzida pela onda de cheia é de cerca de 430 m, ocorrendo perto da localidade de Abreiro (**Figura 26(a)**). Estas zonas são essencialmente constituídas por áreas agrícolas de vinha e algumas áreas de olival e de área florestal de sobreiro, de vegetação arbustiva e herbácea. De referir também uma zona com uma grande largura de onda de cheia (cerca de 400 m), localizada a cerca de 22,7 km da barragem, após a confluência com a ribeira de Milhais e assinalada na **Figura 26(a)**.

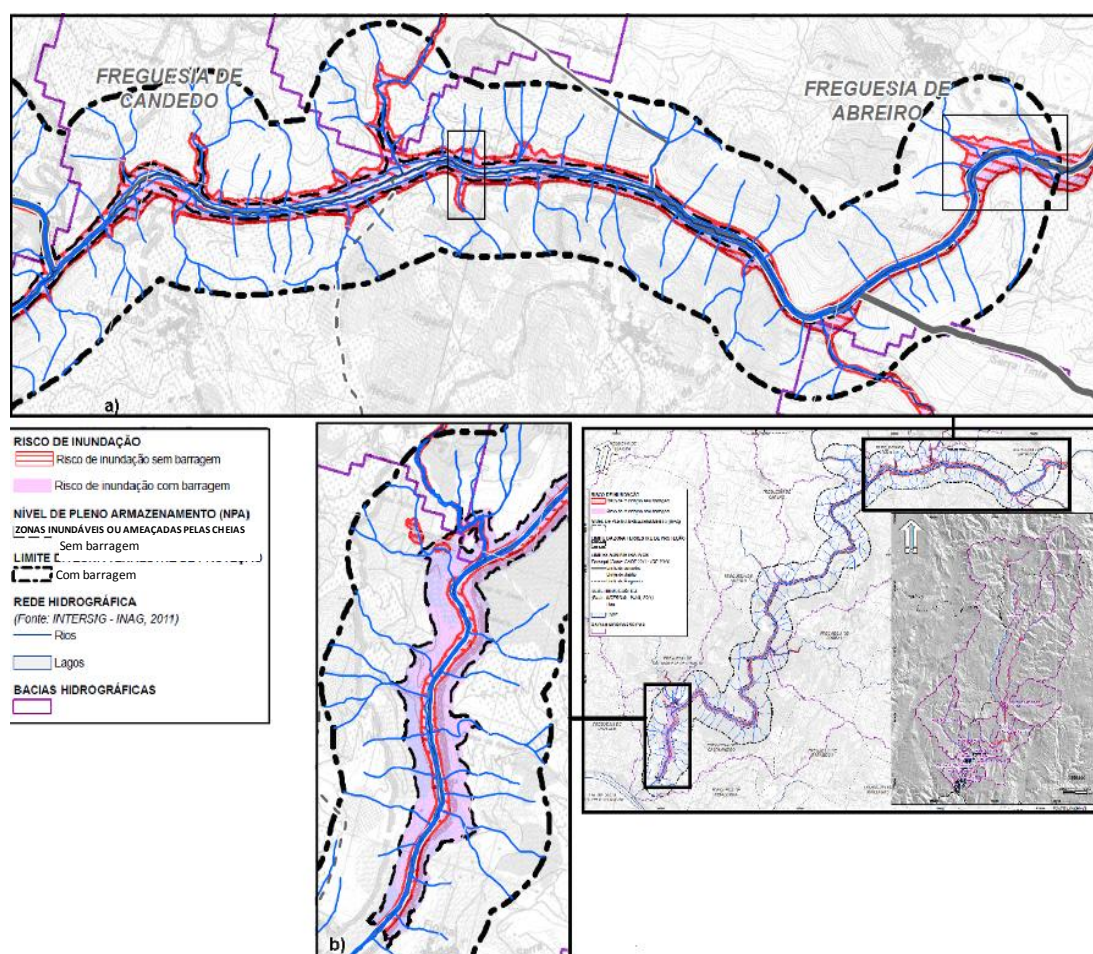


Figura 26 – Localização no PEAFT das áreas mais críticas suscetíveis de virem a ser inundadas para uma cheia de projeto com período de retorno de 100 anos: a) Zona norte b) Zona sul

A máxima altura de água é de 25,62 m para o cenário sem barragem a 28 km da barragem. Para o cenário de existência de barragem, a máxima altura de água alcançada pela onda de cheia é de cerca de 99 m, ocorrendo numa secção imediatamente a montante da barragem. As cotas máximas de altura de água nas zonas

imediatamente a montante da barragem coincidem praticamente com o NMC, sendo que apenas nas zonas situadas a mais de 20 km a montante e na confluência com outras linhas de água, as cotas superam de forma significativa o NMC.

Refira-se que estes resultados traduzem o escoamento em situações extremas com uma probabilidade de ocorrência baixa, correspondente a um período de retorno de 100 anos.

No **anexo 2** encontram-se ainda representados os perfis longitudinais para os principais afluentes (**anexos II.1 a II.3**), e os resultados obtidos pelo modelo HEC-RAS, resultantes da onda de cheia de projeto, para os principais tributários, para ambos os cenários (**anexos II.4 e II.5**).

Comparando os resultados obtidos com as zonas ameaçadas pelas cheias delimitadas no âmbito da REN aprovada para a área do PEAFT em 2013, verifica-se que algumas das áreas mais críticas ameaçadas pelas cheias se situam na zona norte do trecho do estudo. Além disso, ao longo de toda a extensão das margens do curso de água foram identificadas zonas ameaçadas pelas cheias, a maior parte das quais não estão classificadas como REN.

Tendo em conta os resultados obtidos por modelação hidráulica para os dois cenários já mencionados (sem barragem e com barragem), procedeu-se à delimitação das áreas críticas a jusante da estrutura hidráulica. Este mapeamento resultou da interceção do polígono obtido para o NMC (Nível de Máxima Cheia) da Barragem da Régua, referente à cota 81 m, com os dados obtidos pelo modelo Hec-Ras. Esta interceção, apresentada no **Desenho 23.1**, permite assim definir a área inundada a jusante da barragem do Tua até à sua confluência com o rio Douro. De referir que a mancha de inundação deve-se sobretudo à influência do espelho de água criado pela barragem da Régua para o Nível de Máxima Cheia.

2.4.5. Risco de incêndios florestais

Em termos de ocupação do solo, a área do PEAFT caracteriza-se pela predominância de florestas e meios naturais e seminaturais, com destaque para as florestas de sobreiros e de pinheiro bravo, que ocupam cerca de metade da área de estudo.

Mediante observação da **cartografia de áreas ardidas entre 1990 e 2010**, representada na **Figura 27**, verifica-se que neste período de 20 anos foram afetados na área do programa 357,8 ha, sendo que destes, 51% correspondem a território atingido por incêndios no período compreendido entre 1990 e 1999. Esta análise inclui a repetição da quantificação de áreas ardidas caso se tenha verificado que o mesmo território tenha sido fustigado por incêndios mais que uma vez, em décadas diferentes.

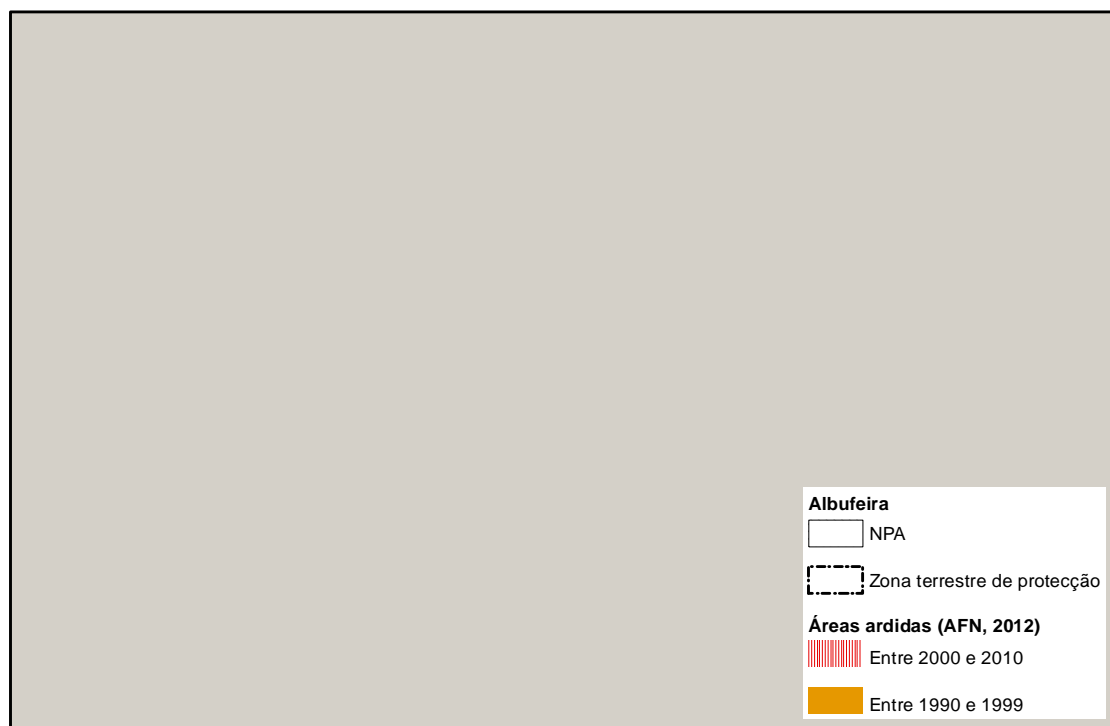


Figura 27 – Cartografia oficial de áreas ardidas dos anos 1990 a 2010 (ICNF, 2012)

No total, e no período temporal em análise, 317,5 ha de terreno já foram afetados pelo menos uma vez por fogos florestais, correspondentes a 9,2% da área total do PEAFT. Algumas destas áreas, localizadas sobretudo na zona centro da zona terrestre de proteção, foram afetadas mais que uma vez em décadas diferentes. Em geral verifica-se que as áreas que na última década foram mais fustigadas por incêndios encontram-se ocupadas por zonas florestais, considerando que 72% do território queimado entre 2000 e 2010 afetou essencialmente áreas de sobreiro.

No **Quadro 17** apresenta-se a área ardida entre 2000 e 2010, por uso do solo, assim como a sua representatividade face à área do PEAFT.

Quadro 17 – Classes de ocupação do solo das áreas ardidas entre 2000 e 2010

Ocupação do solo	Área ardida (ha)	% da área do PEAFT
Zonas artificializadas	0,4	0,01
Espaço urbano	0,4	0,01
Zonas agrícolas	38,7	1,11
Área agrícola – Olival	24,2	0,70
Área agrícola – Vinha	7,0	0,20
Área agrícola – Olival + Vinha	6,0	0,17

Ocupação do solo	Área ardida (ha)	% da área do PEAFT
Área agrícola heterogénea	1,4	0,04
Zonas florestais e seminaturais	142,9	4,12
Área florestal – Sobreiro	131,1	3,78
Vegetação arbustiva e herbácea	11,8	0,34

A **cartografia de risco de incêndio** permite avaliar a suscetibilidade de uma área à ocorrência de incêndios. Da observação da Carta de Risco de Incêndio Florestal de Portugal Continental (IGP, 2011), de onde se retirou o extrato exposto na **Figura 28**, pode verificar-se que a área do PEAFT se encontra abrangida predominantemente por áreas com risco de incêndio florestal muito elevado. A quantificação das áreas ocupadas pelas diversas classes encontra-se representada no **Quadro 18**.

Quadro 18 – Classes de risco de incêndio na área incluída no PEAFT

Classe de Risco	Área (ha)	% da área do PEAFT
Baixo	15,0	0,4
Baixo-Moderado	555,7	16,0
Moderado	608,6	17,5
Elevado	273,4	7,9
Muito elevado	1911,8	55,1
Urbano	5,5	0,2
Hidrografia	100,3	2,9

As cartas de risco de incêndio têm como um dos objetivos principais o auxílio a ações de prevenção e tem em consideração fatores de probabilidade e suscetibilidade. O primeiro fator é composto pela área que já ardeu nos anos anteriores, enquanto o segundo comporta condições essencialmente de clima, topografia e ocupação do solo. A estes fatores adiciona-se a componente relacionada com o valor dos danos potenciais no caso de ocorrer um incêndio nessa área.

Este último fator supramencionado, associado ao valor dos bens afetados, é o que diferencia a carta de risco da carta de perigosidade de incêndio. No contexto do presente trabalho, e tendo em vista uma análise mais profunda dos riscos de incêndio na área de estudo, apenas foi possível recolher dados de mapas de perigosidade em formato *shapefile* dos concelhos de Alijó e Mirandela. Para a elaboração da Carta de Riscos Ambientais e Naturais (**Desenho 23.1 e Desenho 23.2, anexo cartográfico**) esta informação foi complementada pela Carta do Risco de Incêndio Florestal de Portugal Continental (IGP, 2011) para os concelhos em que não foi possível ter acesso a essa informação.



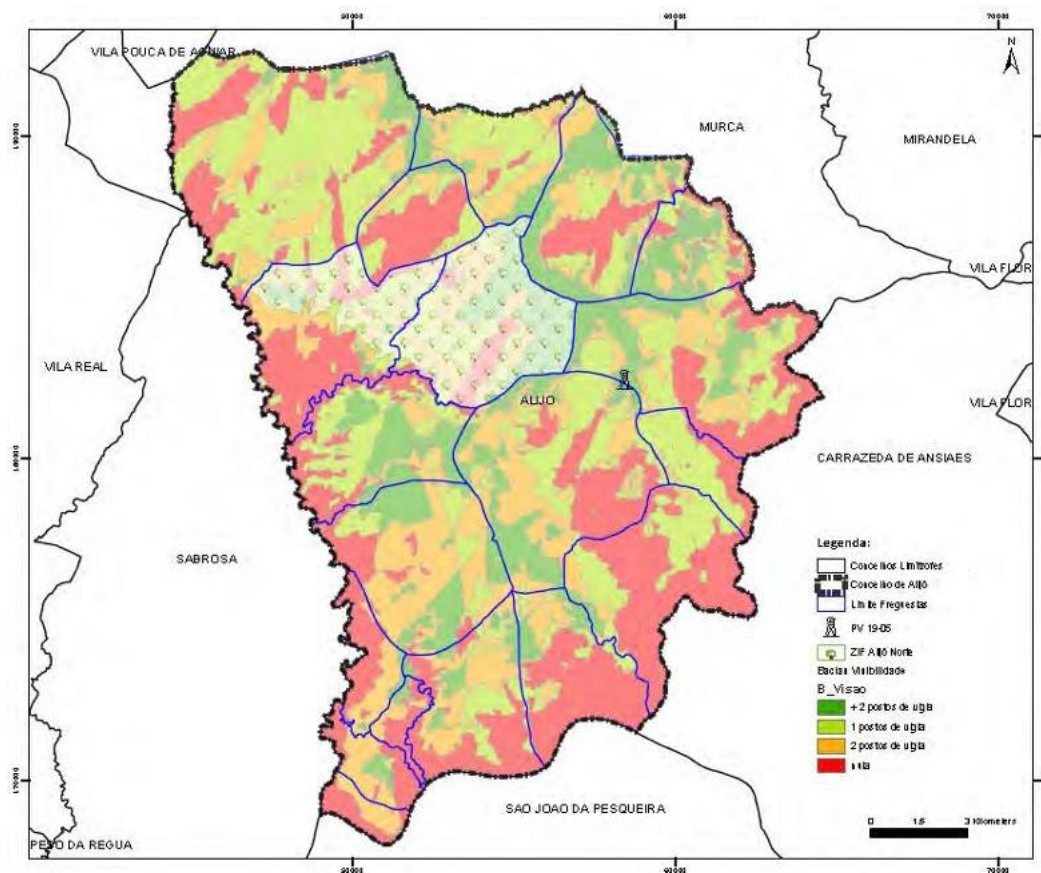
Figura 28 – Extrato da Carta do Risco de Incêndio Florestal de Portugal Continental (IGP, 2011)

Tanto os mapas de risco como de perigosidade de incêndio são elaborados no âmbito dos **Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios - PMDFCI**.

Os PMDFCI, estabelecidos pela Resolução de Conselho de Ministros nº 65/2006, absorvem todas as diretrizes emanadas pelos instrumentos de ordenamento do território de nível superior, definindo ações a desenvolver e condicionantes a aplicar, de forma a proteger tanto a floresta como os bens existentes. No plano de ação dos PMDFCI são definidos 5 eixos estratégicos:

- Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais;
- Reduzir a incidência dos incêndios;
- Melhoria da eficácia do ataque e da gestão de incêndios;
- Recuperar e reabilitar os ecossistemas;
- Adaptação de uma estrutura orgânica funcional e eficaz.

Também os **planos operacionais municipais (POM)** enquadram questões relevantes para a defesa da floresta contra incêndios.



Fonte: Município de Alijó (2012)

Figura 29 – Mapa de rede de postos de vigia e bacias de visibilidade no concelho de Alijó

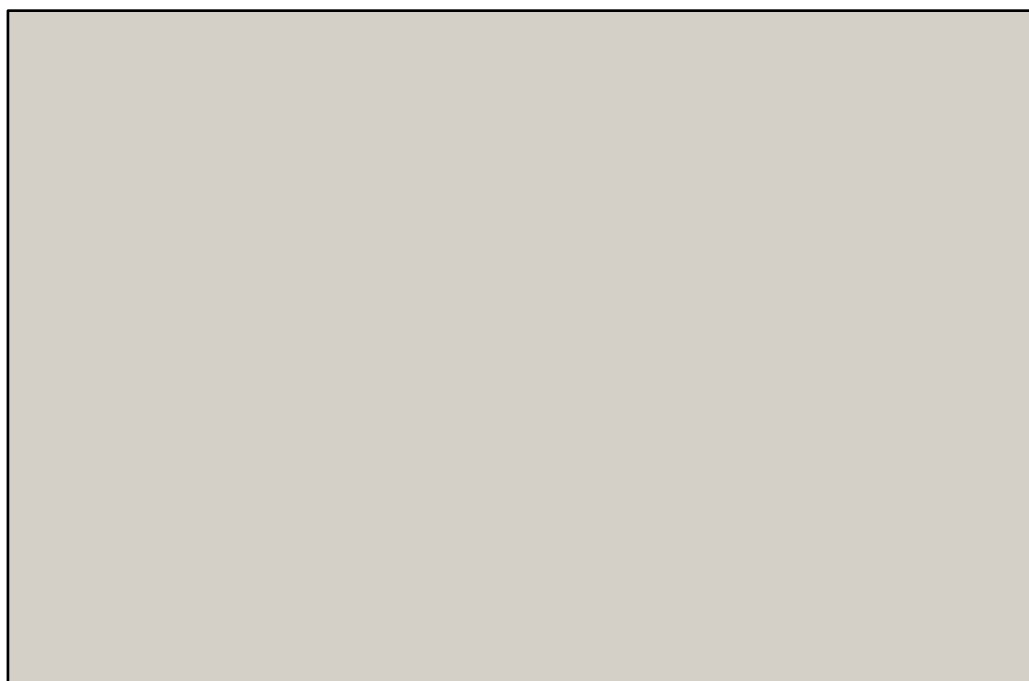
Considerando que os referidos planos são instrumentos relevantes no contexto da presente análise de risco de fogos florestais, apresenta-se seguidamente uma análise dos seguintes documentos:

- POM de 2012 do concelho de Alijó;
- POM de 2011 e PMDFCI de 2007 do Concelho de Carrazeda de Ansiães;
- PMDFCI de Vila Flor.

O *POM de 2012 do concelho de Alijó* identifica as bacias de visão existentes no concelho através dos pontos de vigia fixos existentes. A quase totalidade do território abrangido pelo PEAFT não é incluída nas bacias de visão dos postos de vigia existentes no concelho, o que é expectável tendo em consideração a topografia do local.

Para o concelho de *Carrazeda de Ansiães*, foram consultados no contexto do presente estudo os respetivos PMDFCI (Conselho de Carrazeda de Ansiães, 2007) e POM (Concelho de Carrazeda de Ansiães, 2011). Em ambos os documentos são estabelecidas as zonas prioritárias relativamente a combate a incêndios. Na **Figura 30** é possível destacar que grande parte da área do PEAFT integrada no concelho de Carrazeda de Ansiães

possui um nível de prioridade elevado. Esta importância deve-se essencialmente ao valor ecológico e à fraca visibilidade (**Figura 31**) resultante dos declives acentuados. Em termos de edificações na área de estudo evidencia-se uma fábrica de pirotécnica na antiga freguesia de Castanheiro, que pese embora não esteja inserida no território alvo de PEAF, constitui um risco para esta zona.



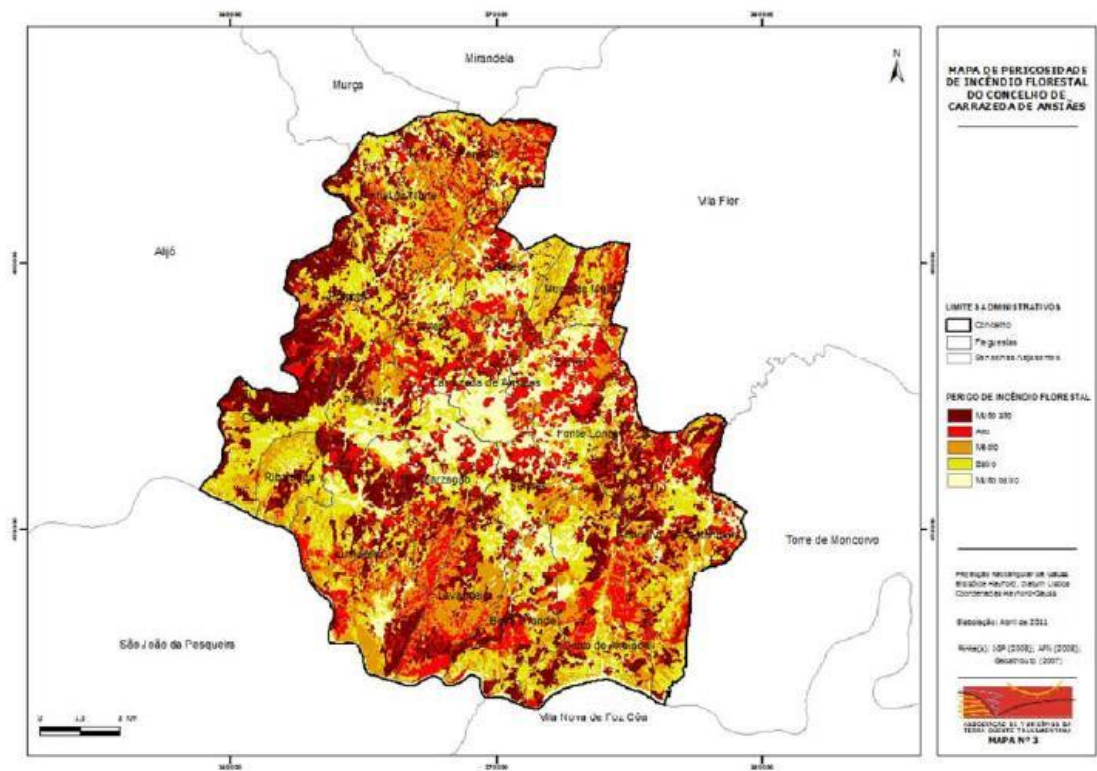
Fonte: Concelho de Carraceda de Ansiães (2007)

Figura 30 – Mapa de prioridades de defesa, pontos de água e sua área de influência no concelho de Carraceda de Ansiães

Através da consulta da carta de bacias de visibilidade de Carraceda de Ansiães, verifica-se que uma grande parte do território próximo da foz do rio Tua encontra-se numa posição não visível relativamente aos postos de vigia existentes. É de destacar que é nas proximidades de uma das zonas com menor visibilidade que se encontra a fábrica de pirotecnia de Tralhariz, antiga freguesia de Castanheiro.

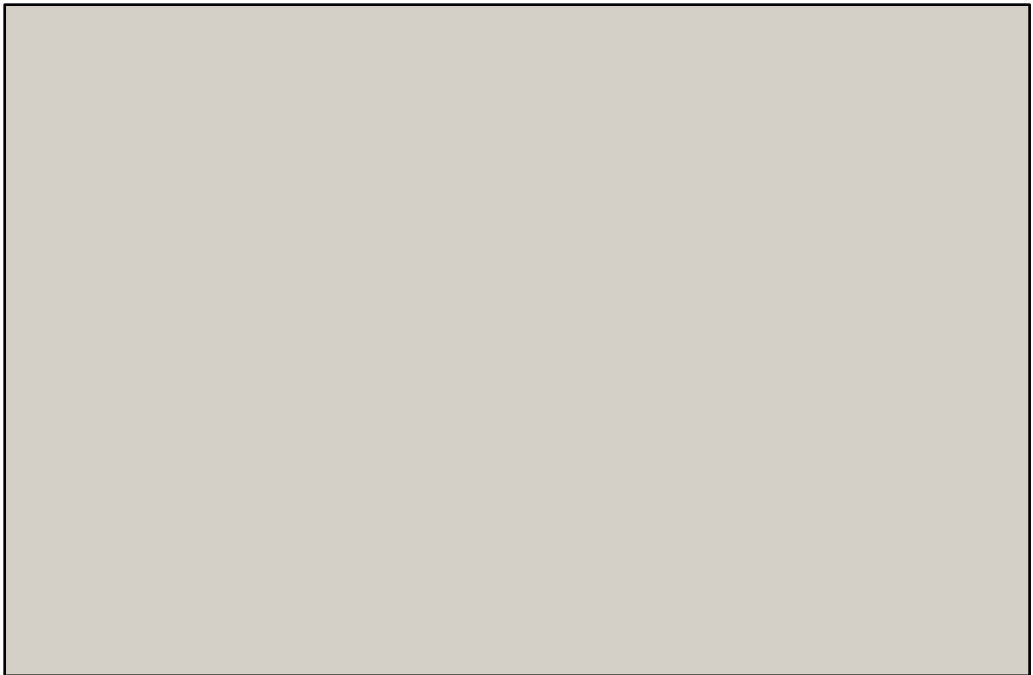
Este documento apresenta igualmente o mapa de perigosidade de incêndio florestal neste concelho. Pela visualização da **Figura 31** é possível concluir que grande parte da área de estudo possui um perigo de incêndio muito alto. Estas zonas mais suscetíveis estão essencialmente próximas das localidades de Tralhariz e Castanheiro.

A carta de combustíveis florestais do concelho de Carraceda de Ansiães (**Figura 33**) permite constatar que o modelo de combustível mais comum na área do PEAF é o 2/6, correspondente a áreas de transição entre herbáceas e matos. Este modelo está essencialmente representado nas zonas norte e sul da área do PEAF.



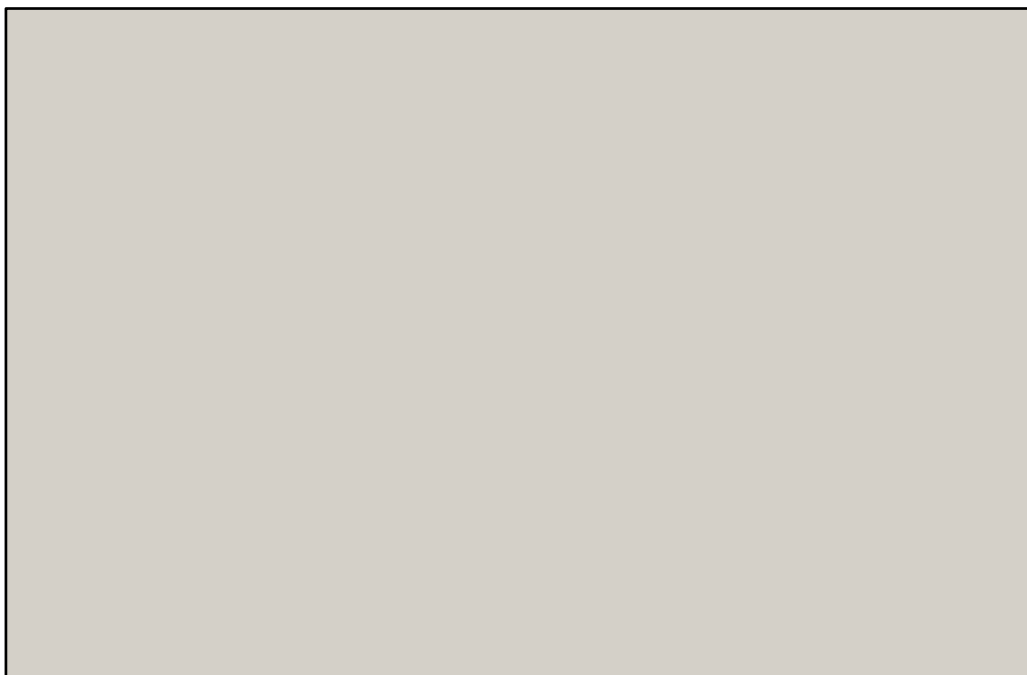
Fonte: Concelho de Carrazeda de Ansiães (2011)

Figura 31 – Mapa perigosidade de incêndio florestal do concelho de Carrazeda de Ansiães



Fonte: Concelho de Carrazeda de Ansiães (2007)

Figura 32 – Mapa de rede de postos de vigia e bacias de visibilidade no concelho de Carrazeda de Ansiães



Fonte: Concelho de Carraceda de Ansiães (2007)

Figura 33 – Mapa de modelos de combustíveis florestais do concelho de Carraceda de Ansiães

Na parte central da zona terrestre de proteção este modelo encontra-se intercalado com os do tipo 8 (sobreiro) e do tipo 9 (pinheiro bravo e carvalho).

Estes modelos de combustível encontram-se complementados por áreas agrícolas, urbanas e afloramentos rochosos em toda a área do PEAFT. No entanto, verifica-se que estas são mais comuns no extremo sul e na área norte. Estas áreas encontram-se incluídas, para efeitos de categorização, no modelo de combustível 0.

O concelho de Vila Flor ocupa uma área reduzida da zona terrestre de proteção da albufeira de Foz Tua, mas que corresponde a um território ocupado essencialmente por vinhas, tendo por essa razão um dano potencial associado a incêndios elevado. *O PMDFCI de Vila Flor (Município de Vila Flor, 2007)*, atribui a esta área categorias de dano potencial baixas e altas. Ainda assim importa destacar que desde de 2007 ocorreu uma expansão de área cultivada no território mencionado.

No PMDFCI é apresentada uma carta de modelos de combustível no concelho, sendo que para a área do PEAFT é dominante o modelo de combustível 9, caracterizado por um bosque denso de coníferas ou folhosas com uma camada pouco compacta ou arejada. Considerando as razões mencionadas acima, estes modelos de combustível podem não corresponder aos existentes presentemente, já que é expectável que com a ocupação vinícola atual, o risco de incêndio nesta zona seja substancialmente menor.

Outras informações presentes no PMDFCI que importam destacar incluem a carta de bacias de visibilidade que demonstra que o território incluído na área de estudo tem uma visibilidade reduzida considerando a rede de postos de vigia existentes.

2.4.6. Risco de poluição

Na área do PEAF, as principais fontes de poluição pontual pertencem ao **setor urbano**, coincidindo com essa área uma instalação de tratamento de águas residuais, localizada em São Mamede de Ribatua, no município de Alijó. Todas as instalações identificadas na envolvente da área do PEAF possuem tratamento secundário.

Destas instalações, duas correspondem a fossas sépticas coletivas, situadas nas localidades de S. Mamede de Ribatua e Santa Eugénia. Em acréscimo ao funcionamento normal destas instalações é necessário contemplar eventuais riscos associados tanto com a degradação das próprias infraestruturas como com caudais de ponta muito elevados que podem não permitir um tempo de retenção adequado das águas residuais nestas instalações.

As restantes instalações de tratamento referem-se a ETAR, que embora possuam um nível de tratamento secundário, não podem ser negligenciadas quando se trata de considerar eventuais focos de poluição. Assim como nas fossas sépticas coletivas, é necessário contemplar cenários em que não é possível proceder a um tratamento adequado das águas residuais, quer devido a caudais de ponta muito elevados, quer devido a possíveis falhas do equipamento ou a erro humano.

Às instalações já enumeradas acima, acresce a presença das respetivas redes de drenagem de águas residuais, integrando-se na área do PEAF as redes de Fiolhal, Amieiro, Sobreira, Codeçais e Abreiro (as duas últimas de forma residual). Tal como nas próprias infraestruturas de tratamento, devem ser considerados os riscos relacionados com eventuais ruturas dos sistemas de drenagem. Neste contexto importa ainda destacar o risco relacionado com possíveis falhas na operação de estações elevatórias de águas residuais. Na área do PEAF não existem estações elevatórias, estando as mais próximas situadas em Samões e Frechas.

De resto, e tal como exposto no **Desenho 18 (anexo cartográfico)**, existem muitas outras instalações de tratamento de águas residuais na proximidade da área do PEAF.

Destacam-se também como possíveis fontes de poluição um aterro em funcionamento, no município de Mirandela, bem como de 7 lixeiras, encerradas e seladas, sendo a mais próxima da área do PEAF localizada no município de Alijó.

Na área do PEAFI não existem **indústrias**. As três instalações industriais mais próximas desta área pertencem ao setor alimentar e do vinho, tendo como recetor o meio hídrico. Existem ainda três indústrias extrativas em exploração, duas no norte das sub-bacias dos rios Rabaçal e Tuela e uma na sub-bacia do Tua, bem como várias explorações mineiras desativadas, nenhuma das quais na área do PEAFI.

Refira-se que no âmbito da modelação da qualidade da água, apresentada no **volume 3**, foi considerado um cenário accidental de falha nos sistemas de tratamento das águas residuais relativo à microbiologia.

Relativamente a outras atividades económicas, tais como a **aquicultura**, não é de esperar eventuais problemas resultantes dos efluentes produzidos nesta atividade, dada a distância entre as existentes (duas aquiculturas) na sub-bacia do rio Tuela e a área do PEAFI.

As infraestruturas e instalações que devido à sua proximidade com a área de estudo possam constituir uma ameaça à qualidade das massas de água encontram-se representadas no **Desenho 23.1** do **anexo cartográfico**.

Em termos de fontes de poluição difusa, é relevante para a área de estudo a importância que os **incêndios florestais** podem ter na qualidade dos recursos hídricos superficiais. O arrastamento das cinzas resultantes dos fogos até às massas de água implica uma entrada de poluentes orgânicos neste meio, sendo os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) aqueles que mais riscos acarretam. Grande parte do território integrado no PEAFI está classificado com um risco de incêndio alto e muito alto, tendo-se efetivamente registado nos últimos 20 anos vários incêndios nesta área. As zonas que, neste contexto, apresentam um maior risco para a qualidade da água encontram-se descritas no **capítulo 2.4.5**, sendo as zonas com perigosidade e risco de incêndio apresentadas no **Desenho 23.1 (anexo cartográfico)**.

2.4.7. Habitats em risco

Com a implementação do AHFT na área do PEAFI foram identificados habitats de elevada relevância ecológica, nomeadamente: áreas de ocorrência de espécies RELAPE de distribuição muito restrita e/ou fragmentada; linhas de água afluentes à albufeira não afetadas diretamente pela albufeira; e áreas de escarpas rochosas não afetadas diretamente pela albufeira.

Pela importância ecológica do habitat rupícola e das comunidades de espécies RELAPE, nalgumas áreas potencialmente incluídas em tipologias de habitats definidas ao abrigo da Diretiva Habitats; pela diminuição da sua área por submersão aquando do enchimento da albufeira do AHFT; e pela sua valoração particular, destacam-se as **escarpas rochosas** e determinadas **comunidades de espécies RELAPE** identificadas na área

como **habitats em risco**, que devem ser considerados no âmbito do desenvolvimento do modelo territorial do PEAF.

No **Desenho 23.1 (anexo cartográfico)** são apresentadas as áreas identificadas como em risco não afetadas diretamente pelo enchimento da albufeira de Foz Tua, e que por isso poderão desempenhar um importante papel na manutenção/conservação dos elencos florísticos e faunísticos existentes.

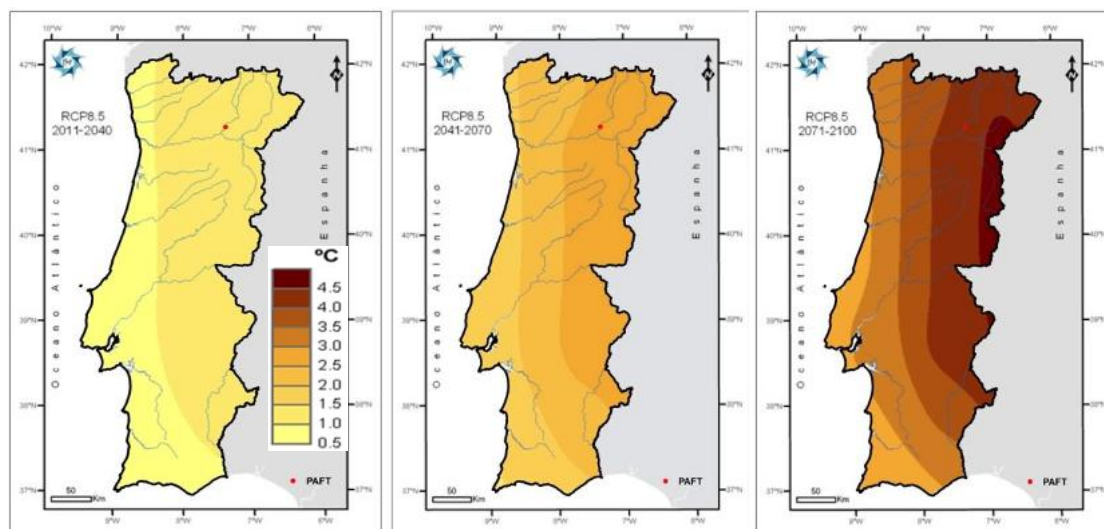
Por outro lado, as **linhas de água** valem no seu todo pela continuidade ecológica que promovem, pelo que áreas restritas destes habitats não representam a mesma significância ecológica. No entanto, algumas linhas de água (e mesmo o próprio rio Tua) não afetadas diretamente pelo NPA da albufeira, que apresentam galerias ripícolas em estados de conservação variável (normalmente bom quando não artificializadas), devem mesmo assim ser preservadas. Tal como identificado na caracterização da situação de referência (**tomo 1 do volume 1**), outras galerias ripícolas devem ainda ser alvo de ações de recuperação. O **Desenho 23.2 (anexo cartográfico)** identifica as linhas de água cujas galerias ripícolas devem ser mantidas ou recuperadas no âmbito do PEAF.

2.4.8. Alterações climáticas

2.4.8.1. Enquadramento

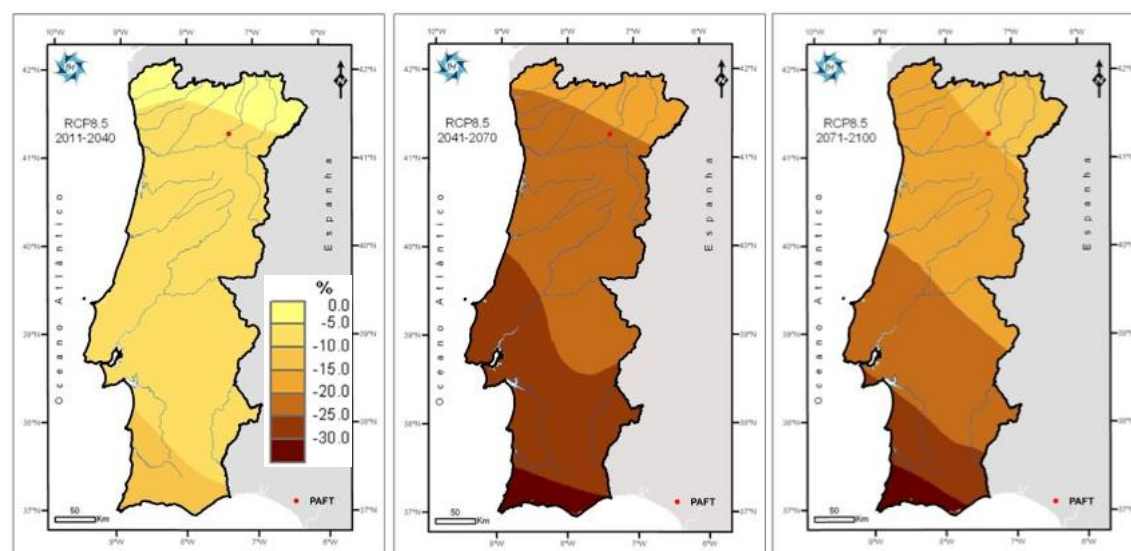
As alterações climáticas são uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas a nível global e que irão ter um impacto significativo em Portugal, exigindo a médio e longo prazo medidas de adaptação e de mitigação. As políticas de mitigação das Alterações Climáticas e de adaptação aos seus efeitos correspondem ao Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) e à Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAC), respetivamente.

De seguida apresenta-se o cenário correspondente a um crescimento contínuo nas emissões durante o séc. XXI (mais gravoso), para a temperatura e precipitação, previstas até ao final do século e ao clima dos últimos 150 anos, identificando as anomalias em relação à normal de referência de 1961-90.



Fonte: IPMA

Figura 34 – Anomalia da Temperatura média (°C), calculada em relação à média de 1961-90, para os períodos de: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100



Fonte: IPMA

Figura 35 – Anomalia relativa da precipitação (%), calculada em relação à média de 1961-90, para os períodos de: 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Na **Figura 34** nota-se um claro contraste entre o litoral e o interior do país. O aquecimento médio no território no final do século XXI é cerca de 4 °C, o mesmo valor de aquecimento correspondente à localização da área do PEAFT.

A evolução da precipitação mostra que para qualquer um dos períodos de 30 anos (**Figura 35**) ocorre uma diminuição em todo o território. O padrão dominante é o contraste norte-sul, com uma forte diminuição percentual no sul do país. De acordo com a **Figura 35**, na localização da Albufeira de Foz Tua ocorrerá uma diminuição da precipitação (-25%) entre 2041-2070 e de -15% entre 2071-2100.

A Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA) apresenta projeções climáticas disponibilizadas pelo IPMA, sintetizando as conclusões dos trabalhos realizados no âmbito do projeto SIAM_II (*Climate Change in Portugal, Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*), indicando o seguinte cenário climático:

- Todos os modelos, em todos os cenários, preveem um aumento significativo da temperatura média em todas as regiões de Portugal até ao fim do século XXI;
- No continente, são estimados aumentos da temperatura máxima no Verão entre 3 °C na zona costeira e 7 °C no interior;
- Os aumentos são grandes no número de dias quentes (máxima superior a 35 °C) e de noites tropicais (mínimas superiores a 20 °C), enquanto são esperadas reduções em índices relacionados com tempo frio (por ex., dias de geada ou dias com temperaturas mínimas inferiores a 0 °C);
- Em todo o território nacional são previstos efeitos decorrentes da alteração do clima térmico, designadamente os relacionados com o incremento da frequência e intensidade das ondas de calor, com o aumento do risco de incêndio, com a alteração das capacidades de uso e ocupação do solo e com implicações sobre os recursos hídricos;
- No que se refere à precipitação, a incerteza do clima futuro é substancialmente maior. No entanto, quase todos os modelos analisados preveem redução da precipitação em Portugal Continental durante a primavera, verão e outono; um dos modelos de clima prevê reduções da quantidade de precipitação no Continente que podem atingir valores correspondentes a 20% a 40% da precipitação anual (devido a uma redução da duração da estação chuvosa), com as maiores perdas a ocorrerem nas regiões do sul; o modelo regional, com maior desagregação regional, aponta para um aumento na precipitação durante o Inverno, devido a aumentos no número de dias de precipitação forte (acima de 10 mm/dia).

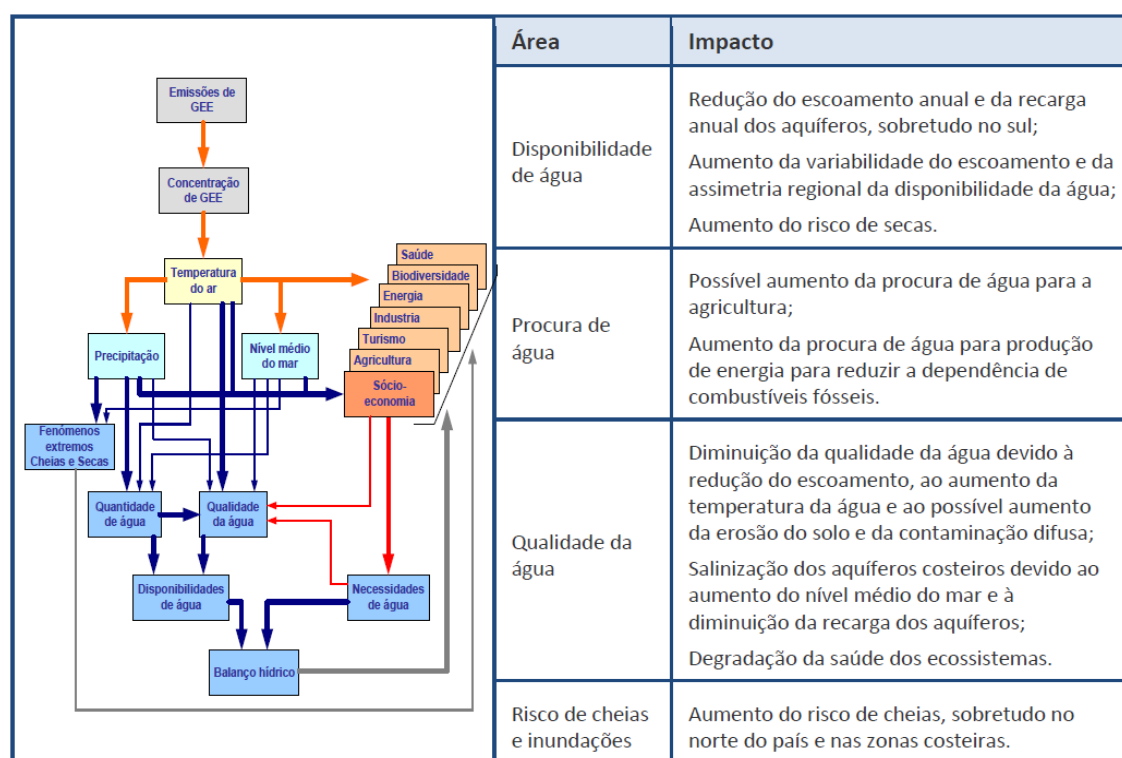
2.4.8.2. Recursos hídricos

A modificação do regime de precipitações conduz a variações do volume e da distribuição temporal das disponibilidades de água superficiais e subterrâneas. A estes impactes sobre a quantidade da água acrescem os impactos sobre a sua qualidade, relacionados com a elevação da temperatura do ar e intensificação dos

fenómenos extremos. Paralelamente ocorrem alterações dos volumes de água consumidos pelas diversas atividades utilizadoras.

O impacto das alterações climáticas sobre os fenómenos extremos (cheias e secas) parece estar a aumentar em resultado da alteração do regime de precipitação, no sentido de uma maior variabilidade da precipitação anual e diária e de uma maior incidência dos períodos húmidos em épocas de menor duração. Períodos de precipitação intensa, separados por longos períodos de seca, suscitam um aumento simultâneo do risco de cheias e de secas (APA, 2013a).

O conjunto das áreas suscetíveis à desertificação (zonas semiáridas e sub-húmidas secas) aumentou de 36% para 58% da superfície continental (média dos valores climáticos de 60/90 e 80/2010, respetivamente) (ICNF, 2013).



Fonte: APA (2013a)

Figura 36 – Impactos das alterações climáticas nos recursos hídricos portugueses

2.4.8.3. Risco de Incêndio

Dado o aumento de temperatura e diminuição da precipitação, é expectável o agravamento do aumento do risco de incêndio, destacando-se o seu aumento substancial nos meses de primavera e outono com o consequente alargamento da época de maior risco de incêndio (“época de fogos”) (ICNF, 2013).

O potencial aumento da área ardida terá impactos sobre os ecossistemas, o solo, a água, o sequestro de carbono e a biodiversidade e consequentemente na produção de bens e serviços. Para além de potenciarem outros fatores negativos como os agentes bióticos (pragas, doenças, espécies invasoras), que tornam as árvores e ecossistemas mais vulneráveis a determinados organismos (p.e. o inseto vetor do nemátodo da madeira do pinheiro, o gorgulho e as brocas do eucalipto).

2.4.8.4. Habitats e Biodiversidade

As alterações climáticas poderão afetar a produtividade dos povoamentos, e alterar a distribuição geográfica potencial das espécies tal como hoje a conhecemos; com a diminuição da precipitação, espécies originalmente adaptadas ao sul do país poderão desenvolver-se mais a norte (p.e. sobreiro). Identifica-se como impacte potencial, a diminuição da produtividade primária do pinheiro bravo, do eucalipto e do carvalho, ainda que, em algumas regiões se possa verificar o aumento da produtividade (norte litoral), em solos com melhor capacidade de retenção de água (ICNF, 2013).

A degradação do coberto arbóreo que decorre da alteração das condições ecológicas, a ocorrência crescente de pragas e doenças ou o aumento da ocorrência de incêndios florestais, reduzem a função protetora das florestas, expondo os solos a um maior risco de erosão hídrica.

Os impactos diretos e indiretos sobre formações florestais de elevado valor para a conservação da biodiversidade poderão comprometer a importante função dos espaços florestais. Destacam-se os impactes potenciais já mencionados, sobre os bosques e montados. As galerias ripícolas poderão sofrer graves impactos pela diminuição de precipitação e aumento dos períodos em que os cursos de água secam. A vulnerabilidade deste habitat é ampliada pelo facto de muitas galerias ripícolas se encontrarem já sujeitas a outras pressões ambientais apresentando um elevado nível de fragmentação (ICNF, 2013).

No que respeita à pesca e recursos aquícolas de águas interiores, a análise dos impactes potenciais permitiu identificar a eutrofização das massas de água em geral e a diminuição da conectividade vertical e longitudinal de parte dos ecossistemas fluviais como as principais alterações do meio aquático que deverão ocorrer em resposta às alterações climáticas previstas. Estas alterações do meio aquático terão impactes nas populações

de várias espécies aquícolas (abundância e estrutura), nomeadamente a truta-fário, os “grandes ciprinídeos” e os migradores diádromos (ICNF, 2013).

2.4.8.5. Síntese

Os cenários de evolução climática para Portugal até ao final do séc. XXI apontam para condições progressivamente mais desfavoráveis para a atividade agrícola e florestal, decorrentes da redução da precipitação e aumento da temperatura, do agravamento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos e do aumento da suscetibilidade à desertificação.

A disponibilidade de água e a capacidade de rega, a fertilidade do solo e a prevenção da erosão, a gestão de risco face aos eventos extremos e à maior variabilidade climática, o acréscimo de condições favoráveis a organismos prejudiciais às culturas e às plantas e a alteração dos sistemas fitossanitário e de sanidade animal, bem como a disponibilidade de património genético animal e vegetal adaptado às novas condições climáticas constituem os principais fatores críticos para a adaptação da agricultura às alterações climáticas expectáveis (MAMAOT, 2013).

O aumento do risco meteorológico de incêndio e das condições favoráveis a agentes bióticos nocivos, bem como a diminuição da produtividade potencial e da capacidade de sequestro são aspetos críticos da adaptação do setor florestal.

2.4.9. Riscos relevantes para o estabelecimento de regimes de salvaguarda da albufeira de Foz Tua

Os riscos são aspetos relevantes para o estabelecimento de regimes de salvaguarda da albufeira de Foz Tua, na medida em que podem interferir com as atividades humanas, mas também na perspetiva de que, por si só, podem contribuir para a degradação dos valores naturais (em presença ou da albufeira). Neste contexto, são particularmente relevantes os seguintes riscos:

- Vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes – constitui-se como um potencial problema para a implantação de atividades humanas, ao mesmo tempo que pode incrementar a deposição de materiais sólidos para o interior da albufeira, tanto com origem na evolução natural característica dos relevos como na evolução induzida pelo plano de água da albufeira;
- Risco de erosão hídrica do solo – contribui para a perda do recurso solo e pode, em simultâneo, fazer aumentar a quantidade de materiais sólidos no interior da albufeira;

- Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias – condiciona a implementação de estabelecimentos humanos permanentes;
- Risco de incêndio florestal – que é elevado ou muito elevado em mais de 60% da área do PEAF e que pode levar à acentuação de problemas relacionados com a erosão hídrica do solo ou a poluição, caso venham a ocorrer incêndios;
- Riscos de poluição – na medida em que na área do PEAF terão que ser acauteladas situações que possam contribuir para a degradação da qualidade da água da albufeira, pelo que é necessário garantir condições de saneamento para os diversos usos e atividades. Por outro lado, realça-se o efeito que os incêndios florestais podem ter na qualidade dos recursos hídricos superficiais;
- Habitats em risco – correspondentes a habitats de elevada relevância ecológica, nomeadamente: áreas de ocorrência de espécies RELAPE de distribuição muito restrita e/ou fragmentada; linhas de água afluentes à albufeira não afetadas diretamente pela albufeira; e áreas de escarpas rochosas não afetadas diretamente pela albufeira.

Também muito importantes são as alterações climáticas, uma vez que são previsíveis modificações nos seguintes níveis, com reflexos negativos em alguns dos riscos identificados:

- Recursos hídricos – com potenciais efeitos negativos ao nível da disponibilidade de água, da qualidade da água e do aumento do risco de cheias;
- Risco de incêndio – cujo aumento poderá conduzir ao agravamento do risco de poluição, bem como a impactos sobre os ecossistemas e o solo, caso se venha a verificar o aumento da área ardida;
- Habitats e biodiversidade – a sua redução/degradação poderá induzir a um maior risco de erosão hídrica do solo, bem como a perda de habitats em risco, assim como a alterações no meio aquático com reflexos ao nível das populações de espécies aquícolas.

2.5. Potencialidades e vulnerabilidades do território, identificação de áreas de salvaguarda indispensável e áreas naturais e seminaturais

2.5.1. Potencialidades e vulnerabilidades do território

2.5.1.1. Clima

O clima pode condicionar o desenvolvimento de atividades humanas específicas, principalmente quando se trata de atividades ao ar livre, como algumas das que podem ser ponderadas na área do PEAFT, nomeadamente recreativas. Por outro lado, a localização de determinadas estruturas ou atividades em função da exposição solar incidente sobre determinado local, pode igualmente influenciar o modo como estas se integram no que respeita às condições climáticas.

Tal como foi demonstrado na caracterização da situação de referência (**tomo 1 do volume 1**), na área do PEAFT o **clima** é mesomediterrâneo, com características sub-húmidas, apresentando um grande défice de água no verão e um excesso moderado de água no inverno. Tem duas estações evidentes: uma estação quente e seca (verão) e uma estação fria e húmida (inverno).

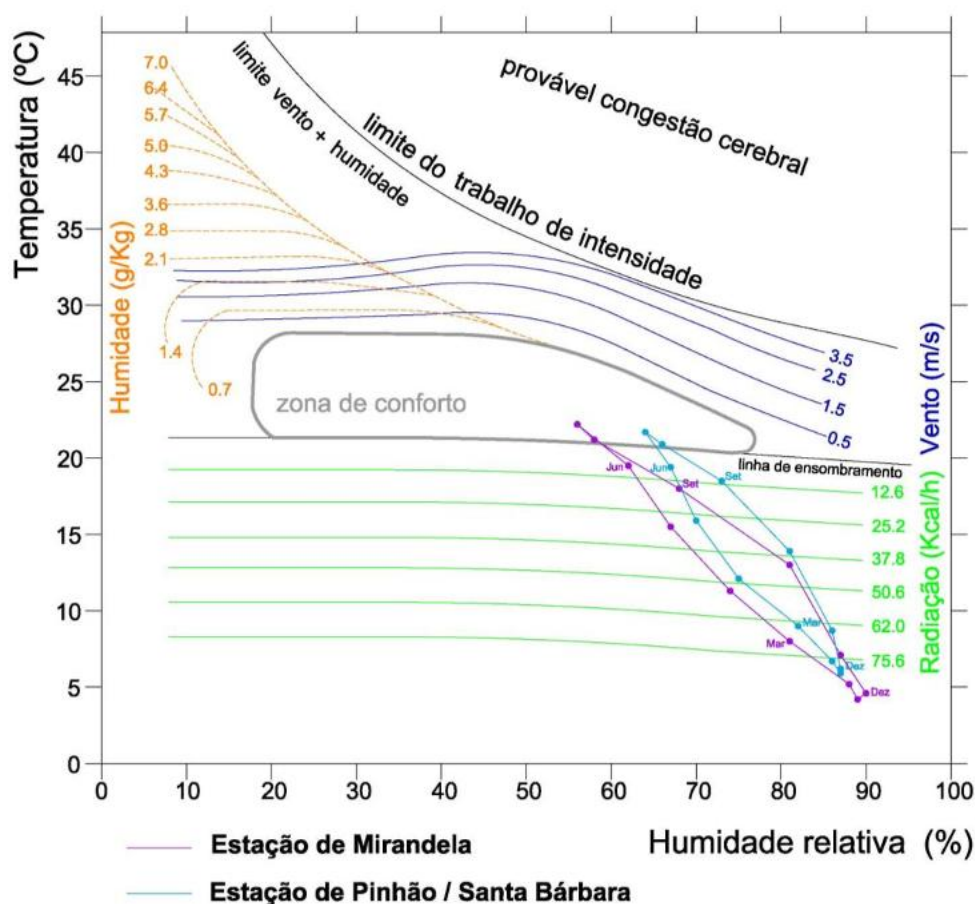
A precipitação e a temperatura apresentam variações importantes conforme a orografia, sendo as zonas mais altas geralmente mais frias e com maior precipitação. Os ventos mais frequentes provêm dos rumos noroeste e norte ao longo de todo o ano, sendo mais intensos durante o verão.

A **resolução do gráfico bioclimático de Olgyay** para as estações de Mirandela e de Pinhão/Santa Bárbara, apresentada na **Figura 37**, permite equacionar o conforto humano através da consideração de dados relativos à temperatura e humidade relativa, dando ainda indicações acerca das correções que poderão ser introduzidas para restabelecer as condições de conforto quanto estas não se verificarem. São analisados os valores das médias mensais às 9 e 18 horas, para além da média mensal (**Figura 37, Figura 38 e Figura 39**).

Para as 9h (**Figura 37**), em ambas as estações, verificam-se situações de conforto bioclimático nos meses de julho e agosto, mas os restantes meses estão abaixo da linha de ensombramento. Ou seja, é necessário calor/radiação para que se adquira essa situação de conforto, necessidade que é maior de novembro a março e vai decrescendo na aproximação aos meses de conforto.

Para as 18h (**Figura 38**), no caso da estação de Pinhão/Santa Bárbara, verificam-se: situações de conforto bioclimático em maio, junho e setembro; situações de desconforto bioclimático por temperaturas elevadas, em julho e agosto, carecendo de vento para sua correção; e situações de desconforto bioclimático geradas pelo frio nos restantes meses do ano (de outubro a abril). No caso da estação de Mirandela, a situação é similar, mas apenas se verificam condições de conforto bioclimático nos meses de junho e setembro,

apresentando os meses de julho e agosto valores muito próximos da zona de conforto (apesar de carecerem de alguma humidade e vento).



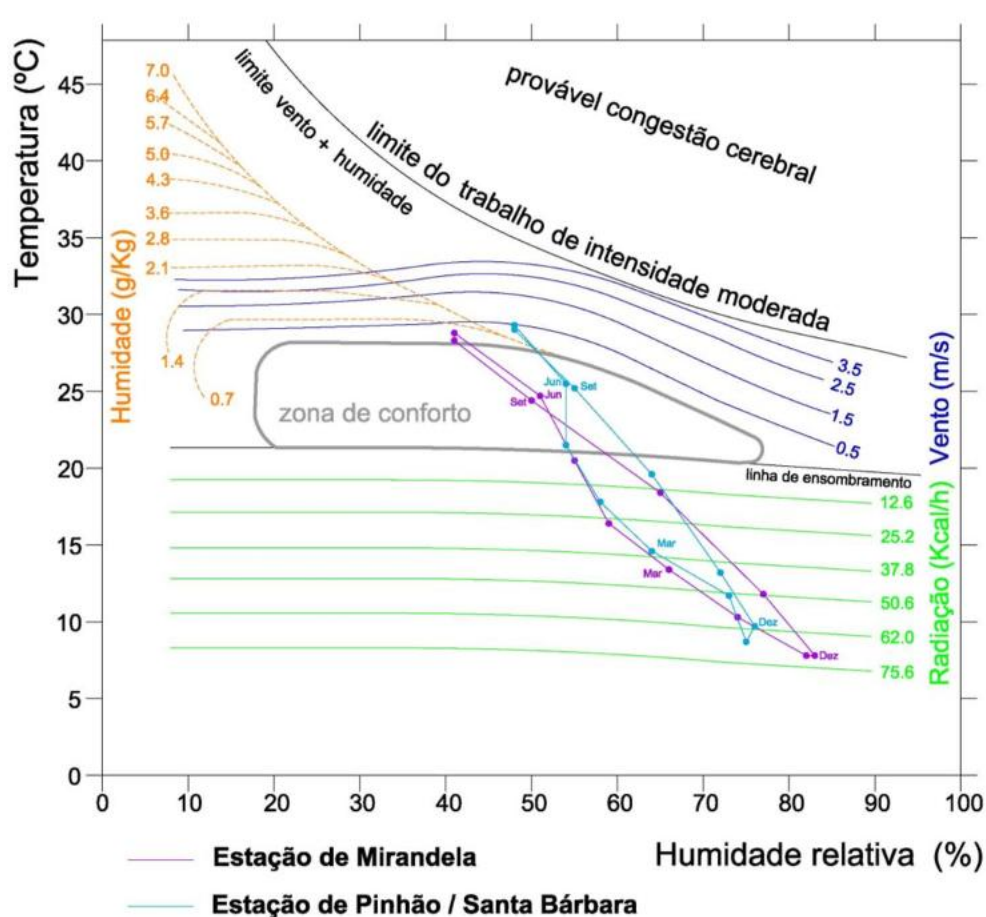
Fonte: Normais climatológicas de 1951 a 1980 (INMG, 1991)

Figura 37 – Resolução do gráfico bioclimático de Olgay para as estações de Mirandela e Pinhão/Santa Bárbara (às 9 horas)

Quanto analisados os valores das médias mensais (**Figura 39**), verifica-se que nos meses de junho a setembro, no caso da estação de Pinhão/Santa Bárbara, e julho e agosto, no caso da estação de Mirandela, se encontram situações de conforto bioclimático. Nos restantes meses verifica-se a ocorrência de situações de conforto bioclimático abaixo da linha de ensombramento, ou seja, necessitando de calor/radiação.

Assim, genericamente pode-se concluir que se verificam condições de conforto bioclimático para a prática de atividades ao ar livre entre junho e setembro, apesar de se verificarem registos pontuais de situações de desconforto devido ao frio (de manhã) ou ao calor (durante a tarde). Nos restantes meses, de uma forma geral, verificam-se condições desfavoráveis à prática de atividades ao ar livre, devido a temperaturas baixas do ar associadas a teores de humidade relativa que proporcionam desconforto. Este desconforto pode eventualmente ser contrariado com a introdução de sistemas de aquecimento do ar no exterior (aquecedores

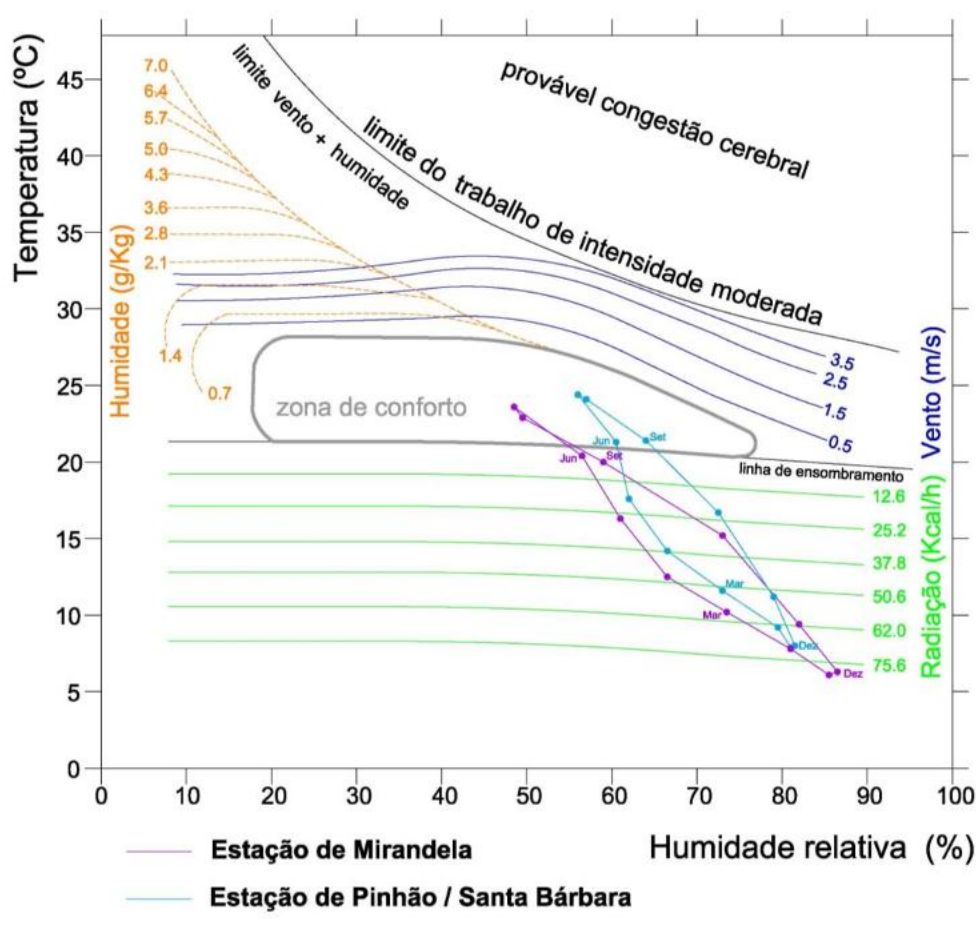
de jardim a gás, por exemplo), assim como através de medidas tendentes a criar proteção contra os ventos dominantes na área do programa (de noroeste/norte), uma vez que estes podem aumentar a sensação de desconforto. Também poderão ser amenizadas pelo aproveitamento das melhores exposições solares.



Fonte: Normais climatológicas de 1951 a 1980 (INMG, 1991)

Figura 38 – Resolução do gráfico bioclimático de Olgyay para as estações de Mirandela e Pinhão/Santa Bárbara (às 18 horas)

Relativamente a situações de desconforto climático devido a temperaturas elevadas, as mesmas podem ser minimizadas com a introdução de medidas que levem à circulação de ar, com criação de vento, à introdução de humidade, quando a humidade relativa do ar for mais reduzida e à criação de zonas de ensombramento que poderão contribuir para a redução das temperaturas do local. Para o conforto climático da área contribuirão também de alguma forma os ventos que são medidos nas estações climatológicas envolvidas da área.



Fonte: Normais climatológicas de 1951 a 1980 (INMG, 1991)

Figura 39 – Resolução do gráfico bioclimático de Olgyay para as estações de Mirandela e Pinhão/Santa Bárbara (média mensal)

A análise efetuada pode ainda ser comparada com a que consta no **Atlas Digital do Ambiente**, que considerou os valores médios do período 1960-1990, e apresenta para a área do PEAFI um índice de conforto bioclimático frio, no mês de janeiro, fresco, no mês de abril, muito quente (na parte jusante da área) e quente (na restante área do PEAFI), no mês de julho, e confortável, no mês de outubro. Os picos de desconforto coincidem em ambas as análises (se se considerar a resolução do gráfico de Olgyay para o mês de julho às 18h), mas a situação de conforto registada em outubro não tem correspondência com a resolução do gráfico de Olgyay.

Face ao exposto, pode concluir-se que a zona terrestre de proteção da albufeira de Foz Tua apresenta potencialidades bioclimáticas para a realização de atividades ao ar livre, apesar de, em diversas alturas do ano necessitar de medidas de correção para obter situações de conforto climático. Refere-se ainda o facto da prática de recreio em contacto com o plano de água da albufeira (natação e banhos) poder vir a ser benéfica

em termos de conforto climático nas alturas do ano em que as temperaturas do ar deverão ser mais elevadas (entre julho a agosto).

A exposição solar e a posição fisiográfica de um determinado local têm igualmente influência na criação de microclimas.

No caso das zonas de cabeço, estes são “mais expostos (...) aos ventos dominantes e à irradiação noturna, do que as restantes zonas ecológicas determinadas pelo relevo (...) O clima dos cabeços é mais seco durante a noite (...), ao passo que, durante o dia, a humidade do ar é, ali, superior” (Magalhães, 2001).

Por seu lado, nas vertentes, “o microclima é mais temperado, devido à circulação de brisas de encosta, e à formação do ‘*thermal belt*’, ou zona quente de encosta, também induzida pela própria existência de relevo. No entanto, as diversas exposições das vertentes ao sol geram diferentes microclimas, determinantes no conforto bioclimático” (Magalhães, 2001). De facto, e tal como é referido pela mesma autora, as encostas viradas a sul são as que recebem maior quantidade de radiação ao longo do ano, recebendo menor quantidade no período sobreaquecido e maior quantidade no período subaquecido, tanto mais quanto maior for o declive. Pelo contrário, as vertentes expostas a norte, são muito desfavoráveis em termos de conforto bioclimático, já que praticamente não recebem radiação entre o solstício de inverno e os equinócios, recebendo insuficientes valores entre os equinócios e o solstício de verão. Nas exposições nascente e poente, verificam-se valores intermédios de radiação relativamente aos recebidos a sul e a norte, sendo os valores de temperatura do ar superiores a poente.

A observação do **Desenho 14 (anexo cartográfico)** permite concluir que na zona terrestre de proteção ocorrem situações diversas de exposição de encostas, mas que nas vertentes da margem direita do rio Tua são mais frequentes situações de encostas temperadas a quentes, enquanto nas vertentes da margem esquerda se verifica o domínio de encostas frias e muito quentes.

Por seu lado, as zonas adjacentes às linhas de água são “caracterizadas por um microclima continental, de grandes amplitudes térmicas diurnas, provocadas pela acumulação do ar frio durante a noite, formado nos cabeços e planaltos”, sendo “particularmente favoráveis para a produção de biomassa e, opostamente, particularmente desfavoráveis para a edificação, devido à instabilidade que oferecem para as fundações, as péssimas condições de conforto que as caracterizam, e ainda os riscos de cheias a que estão sujeitas (Magalhães, 2001).

Assim, os fatores referidos (relevo e exposição) devem ser considerados na implantação de atividades ao ar livre, de edificado ou de outras atividades humanas na zona terrestre de proteção da albufeira.

2.5.1.2. Geologia, geomorfologia e hidrogeologia

Pelo seu enquadramento geológico e geomorfológico e complexa evolução regional, a área do PEAFI encerra um conjunto relativamente diversificado e interessante de valores naturais que pode ser valorizado e, simultaneamente, protegido. De facto, a singularidade dos elementos em presença e a forma como condicionam a fisiografia e definem a paisagem constitui uma enorme potencialidade deste território, podendo ser integrados em ações destinadas à divulgação da geodiversidade e do património natural da região.

Um dos aspetos de maior destaque na área do PEAFI é a forma como os diferentes afloramentos de rochas de natureza granitoide e xistenta condicionam a fisiografia, nomeadamente o desenvolvimento de maciços rochosos com vertentes muito escarpadas e que irão emergir do plano de água. Constituem ainda elementos singulares da fisiografia local as cristas quartzíticas que se destacam no limite montante do PEAFI em virtude da elevada resistência à erosão que possuem.

Embora atualmente a atividade mineira não esteja a ser desenvolvida, a área do PEAFI integra-se na denominada Província Metalogénica¹ Tungsténio-Estanífera do NW da Península Ibérica, que se estende desde a Galiza até ao norte de Portugal e oeste da Espanha. Inclusivamente a zona jusante do Tralhariz está identificada como uma área com potencial em estanho e volfrâmio e existem registos de no passado ter existido a exploração de uma ocorrência mineira a sul de Fiolhal. A potencialidade dos recursos minerais metálicos é assim também um aspeto relevante das condições geológicas da região transmontana.

Em termos hidrogeológicos, devido ao predomínio de rochas cristalinas, a região possui uma aptidão aquífera relativamente reduzida, restringindo-se as captações de água subterrânea atualmente existentes a assegurar pequenos consumos domésticos e a rega. No entanto, os recursos hidrominerais são de particular relevância e à superfície brotam nascentes de águas minerais, com temperaturas da ordem de 30º C, que têm sido aproveitadas para a atividade termal.

Para além de garantir a manutenção do aproveitamento dos recursos hidrominerais (S. Lourenço e Carlão) e da integridade física da captação, a sul do Fiolhal, utilizada para garantir o abastecimento local, e embora os terrenos aflorantes reflitam uma vulnerabilidade à poluição dos recursos hidrogeológicos relativamente baixa, é particularmente importante que eventuais atividades e/ou ocupações na sua proximidade não comprometam as características hidroquímicas do meio hídrico subterrâneo.

Refira-se que para as captações de ambas as concessões estão definidos os perímetros de proteção (Portaria nº 193/2012, de 7 de maio (S. Lourenço) e Portaria nº 289/2005, de 22 de março (Carlão)), sendo que a

¹ Província Metalogénica - região caracterizada por uma associação particular de tipos de depósitos minerais

utilização das áreas por eles definidas está sujeita às condicionantes estipuladas nos artigos 47º, 48º e 49º da Lei nº 54/2015, de 22 de junho.

Os valores naturais presentes possuem interesse em termos de uso turístico e didático, quer de forma individualizada, quer de forma conjunta, podendo ser incluídos em conteúdos ou em programas de divulgação, por exemplo do Parque Natural Regional de Foz Tua e/ou do Projeto de Museologia - Centro Interpretativo do Vale do Tua.

Associada à componente de divulgação recomenda-se a aposta na sensibilização e educação para a importância da preservação e proteção do património local, bem como para os riscos associados ao relevo vigoroso e à potencial instabilidade das íngremes vertentes que bordejam o plano de água.

Quadro 19 – Tipos de valores com interesse geológico, geomorfológico e hidrogeológico na área do PEAFT

Valor geológico	Valor geomorfológico	Valor hidrogeológico
Diferenças litológicas e estruturais entre afloramentos de natureza xistenta e granítica	Relevo vigoroso e diferenciação de formas e a sua relação com a geologia regional	Recursos hidrominerais e geotérmicos e a sua relação com o contexto geológico e geotectónico regional
Relevos de dureza associados ao afloramento localizado de cristas quartzíticas	Escarpas que marginam o vale do rio Tua	Contraste entre o reduzido interesse hidrogeológico regional e o significativo potencial em recursos hidrominerais
Presença de filões a entrecortar os maciços rochosos	Quedas de água em virtude da altura e declive das vertentes que marginam o rio Tua	Aproveitamento dos recursos hidrominerais e a atividade termal
Significativo potencial da região em recursos minerais metálicos (estanho e tungsténio)	-	Vulnerabilidade dos recursos hidrominerais, importância da sua proteção e necessidade de condicionamento de atividades potencialmente contaminadoras



Fotografia 7 – Vista para o Vale do Tua e para o relevo vigoroso (abril/2012)



Fotografia 8 – Deformação das rochas xistentas (Abreiro) (abril/2012)



Fotografia 9 – Caos de blocos - formas de alteração dos granitos (a norte do Castanheiro) (abril/2012)



Fotografia 10 – Vista para a atual zona de aproveitamento das Caldas de S. Lourenço (abril/2012)

2.5.1.3. Solos

A área do PEAFI apresenta maioritariamente solos pobres e com fraca aptidão agrícola, consequência da topografia muito irregular que a caracteriza e que condiciona o processo de formação dos solos. Com efeito, apenas 1,4% da zona terrestre de proteção tem uma aptidão marginal, sendo o resto do território ocupado por solos com aptidão inferior.

Também a aptidão é baixa, tanto para pastagem melhorada como para exploração florestal e/ou pastagem natural. No primeiro caso, apenas 1% da área de estudo tem aptidão moderada, enquanto no segundo esse valor passa para 12,1%, sendo ainda assim um valor que, considerando todo o território em análise, demonstra a falta de potencialidade dos solos nesta região para este tipo de usos.

Os solos com maior potencialidade para os usos supramencionados localizam-se na zona norte da área do PEAF, próximo das localidades de Codeçais e Brunheda. Atualmente, grande parte destes solos encontra-se destinada à plantação de oliveiras e de vinhas.

A predominância de declives acentuados favorece os fenómenos de erosão hídrica, provocando a remoção do material superficial, de textura mais fina. A influência da orografia da zona nos tipos de solos presentes e nos processos erosivos foi confirmada pela estimativa efetuada das perdas potenciais de solo por erosão hídrica, que revelou riscos de erosão hídrica muito elevados e elevados nas áreas mais declivosas e com solos mais arenosos. No entanto, e atendendo às práticas de conservação do solo existentes na área do PEAF, mais concretamente as de culturas em terraços, o risco de erosão hídrica real do solo é substancialmente mais baixo, tendo-se estimado que apenas 15,3% do território tem associado um risco elevado ou muito elevado.

Ainda assim, recomenda-se que nas vertentes mais vulneráveis à erosão hídrica o uso seja condicionado a atividades compatíveis com esta situação fisiográfica. Em particular dever-se-á, em alguns casos, evitar o cultivo dessas áreas e noutros (sempre que exequível) intervencioná-las com práticas de controlo da erosão. Considerando os tipos de solos e riscos de erosão hídrica predominantes na área de intervenção, as ocupações mais benéficas à conservação destas zonas mais vulneráveis (de espessura de solo muito delgada, permeabilidade moderada e alto índice de erodibilidade) serão as que potenciem a proteção do solo.

2.5.1.4. Conservação da natureza

A componente ecológica da área do PEAF foi caracterizada com base no mosaico de habitats existente e nas comunidades biológicas associadas.

De acordo com a importância ecológica e conservacionista dos valores naturais ocorrentes foi possível identificar e delimitar áreas com diferentes graus de sensibilidade e valor ecológico para as componentes florística e faunística (**tomo 1 do volume I**). Embora sejam conceitos distintos, no presente estudo, tendo em conta os habitats identificados, as áreas de maior sensibilidade correspondem às de maior valor ecológico, estando distribuídas por quatro classes: muito elevado, elevado, médio e baixo.

No **Quadro 20** é apresentada a **sensibilidade ecológica dos habitats**. A classificação atribuída resultou do cruzamento da informação disponível para a área, nomeadamente a resultante das diferentes fases da avaliação ambiental do AHFT e de visitas ao terreno, e tem em consideração o grau de conservação em que os habitats ocorriam na área do PEAF durante os trabalhos de campo, cumulativamente com o grau expectável de afetação/conservação com a implementação do AHFT. A classificação teve como base o apresentado e devidamente fundamentado na caracterização da situação de referência (**tomo 1 do volume I**).

Quadro 20 – Classificação dos habitats relativamente à sua sensibilidade ecológica para as componentes da flora e fauna na presença da albufeira de Foz Tua

Sensibilidade ecológica	Flora	Fauna
Muito elevada	<ul style="list-style-type: none"> • Microrreservas (briófitas e líquenes) • Microrreservas (flora vascular) • Comunidades rupícolas de leitos de cheia • Comunidades terofíticas RELAPE de <i>Holcus annuus</i> ssp. <i>duriensis</i> • Áreas de <i>Silene marizii</i> • Bosques de <i>Acer monspessulanus</i> e <i>Celtis australis</i> • Áreas do habitat natural 9560* – Florestas endémicas de <i>Juniperus</i> spp. que apresentam muito bom estado de conservação, comunidades vegetais muito diversas e albergam exemplares de <i>Scrophularia sublyrata</i> (endemismo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas relevantes para a herpetofauna • Áreas relevantes para a avifauna (incluindo área de nidificação de Águia de Bonelli) • Áreas relevantes para a mamofauna (incluindo quirópteros) • Linhas de água afluentes ao rio Tua e troço norte do rio Tua • Galerias ripícolas
Elevada	<ul style="list-style-type: none"> • Bosques de <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Salix salviifolia</i> • Áreas de <i>Digitalis purpurea</i> e <i>Anarrhinum duriminium</i> • Áreas do habitat natural 9560* – Florestas endémicas de <i>Juniperus</i> spp. que não reúnem as características acima descritas • Zonas florestadas (matagais e pinhais) • Prados e pastagens naturais 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas relevantes para o Bufo-real (avifauna) • Áreas de habitat confirmado e/ou potencial de Rato de Cabrera • Zonas florestadas (matagais e pinhais)
Média	<ul style="list-style-type: none"> • Rio Tua e linhas de água afluentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Albufeira • Áreas de cultivo agrícola (olival) • Prados e pastagens naturais
Baixa	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de cultivo agrícola (olival) • Áreas de cultivo agrícola (vinha) • Prados antrópicos • Áreas artificializadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de cultivo agrícola (vinha) • Prados antrópicos • Áreas artificializadas

Algumas áreas integradas nas classes de sensibilidade ecológica “muito elevada” e “elevada” enquadram-se em tipologias descritas para habitats de interesse comunitário, de acordo com a Diretiva Habitats (Diretiva 92/42/CEE, transposta pelo Decreto-Lei n.º 140/99, com as modificações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 49/2005). Tal facto reitera a sua classificação e permite evidenciar a importância ecológica destes biótopos, assim como a necessidade da sua conservação.

Estas áreas deverão ser alvo de medidas de conservação, quer no que concerne à sua manutenção, quer no que diz respeito à sua recuperação/expansão nas áreas fora da influência direta da albufeira de Foz Tua.

No seguimento do processo de avaliação de impacto ambiental do AHFT foi proposto um conjunto de medidas de minimização/mitigação a implementar, na área do programa e sua envolvente direta, com o objetivo de salvaguardar algumas das suas potencialidades ecológicas. No que concerne às medidas de conservação/recuperação/compensação a aplicar mencionam-se as propostas no âmbito dos seguintes planos:

- Plano de intervenção no troço do rio Tua a jusante da barragem;
- Medidas que visem a manutenção e recuperação da vegetação ripícola autóctone nas margens da albufeira e na respetiva faixa interflúvia;
- Plano de contenção, controlo ou erradicação de espécies aquícolas exóticas invasoras no setor da Bacia do Tua afetado pelo AHFT;
- Programa de Medidas Compensatórias para os sistemas ecológicos, no qual são definidas medidas para diversas componentes ecológicas:
 - Medidas compensatórias da flora e vegetação que envolverão um sistema de microrreservas direcionadas para diferentes espécies alvo;
 - Medidas de compensação ao corte de vegetação ripícola;
 - Ações de conservação do Verdemã do Norte (*Cobitis calderoni*);
 - Incremento da conectividade fluvial e da migração das espécies diádromas ao longo do Douro médio e inferior para ultrapassagem das barragens da região;
 - Medidas de compensação da perda de habitat da enguia e das espécies de ciprinídeos autóctones;
 - Medidas de compensação do impacto sobre a Toupeira-de-água (*Galemys pyrenaicus*);
 - Medidas de compensação do impacto sobre os bivalves de água doce;
 - Manutenção e recuperação de habitats de alimentação para morcegos;
 - Criação e manutenção/recuperação de abrigos (ou potenciais abrigos) para morcegos;
 - Medidas de compensação pela fragmentação dos habitats;
 - Medidas de compensação pela perda de habitats importantes para a avifauna.

O Plano de intervenção no troço do rio Tua a jusante da barragem tem como objetivo a gestão dos ecossistemas das comunidades de leitos de cheias no troço final do rio Tua, assegurando a manutenção dos padrões de perturbação naturais e a redução dos riscos de destruição física do habitat. Este plano, em articulação com o Plano de Recuperação Ambiental e Integração Paisagística do AHFT permite assim potenciar a função de continuidade ecológica prestada tipicamente pelos corredores ribeirinhos, que na área de estudo ocorrem com grau de conservação variável.

No Plano de contenção, controlo ou erradicação de espécies aquícolas exóticas invasoras no setor da Bacia do Tua afetado pelo AHFT é reconhecida a complexidade e onerosidade de um plano de erradicação de espécies exóticas, pelo que foi dado enfoque às medidas de controlo da disseminação e de limitação à entrada intencional de novos exemplares, nomeadamente: restauro de troços fluviais (reabilitação da galeria ribeirinha), ordenamento dos usos do solo nas áreas limítrofes às massas de água e controlo de pressões.

O Plano de Recuperação Ambiental e Integração Paisagística do AHFT, para além dos objetivos de enquadramento, recuperação e integração paisagística dos elementos definitivos do aproveitamento hidroelétrico de Foz Tua e dos elementos de obra associados, integra também a definição de zonas de reserva com valor ambiental e paisagístico, salvaguardando-as da afetação pela obra de construção do aproveitamento. Estas zonas de reserva incluem áreas de comunidades vegetais de leito de cheias e áreas de habitat rupícola, reiterando-se a sua importância para as comunidades biológicas de flora e fauna.

Os programas acima mencionados a par dos **programas de monitorização dirigidos aos elementos biológicos** irão produzir um manancial de dados que permitirá um aprofundamento do conhecimento dos valores naturais da área do PEAFT.

Abordando eventuais **vulnerabilidades**, na área de estudo ocorrem **áreas de elevada relevância ecológica** que com a implementação do AHFT podem ver as suas funcionalidades ecológicas afetadas, caso as mesmas não sejam devidamente salvaguardadas no PEAFT: áreas de ocorrência de espécies RELAPE de distribuição muito restrita e/ou fragmentada; linhas de água afluentes à albufeira não afetadas diretamente pela albufeira; e áreas de escarpas rochosas não afetadas diretamente pela albufeira.

Na área de estudo foram identificadas várias áreas onde ocorrem comunidades vegetais de interesse conservacionista não só devido ao carácter RELAPE dos *taxa* que as constituem, como da perda significativa da sua área de ocupação real decorrente da implementação do AHFT: comunidades rupícolas de leitos de cheia; áreas de *Silene marizii*, de *Holcus annuus ssp. duriensis* e de *Acer monspessulanum* em associação a *Celtis australis*.

Segundo estudos efetuados no âmbito do processo de avaliação de impacto ambiental do AHFT, a maior diversidade piscícola nativa ocorre na parte terminal dos afluentes do Tua e no setor deste rio a norte da Brunheda; paralelamente o rio Tinhela foi avaliado como o curso de água com maior potencial de ocorrência de Toupeira-de-água, de todos os prospetados, incluindo o rio Tua. Estes factos comprovam a grande importância ecológica destes troços aquáticos, que deverão, especialmente os que mantêm as suas condições naturais, ser protegidos pelo PEAFT.

As escarpas rochosas representam um biótopo muito específico, em virtude das suas características fisiográficas intrínsecas, que por sua vez determinam as suas particularidades ecológicas. O biótopo rupícola

constitui o habitat preferencial de abrigo e de ocorrência de diversos valores florísticos e faunísticos relevantes de reduzida área de distribuição e elevado estatuto de conservação.

Consequentemente, os valores naturais associados a estes habitats, com agravamento para os valores de distribuição restrita e de marcada exigência ecológica – frequentemente com elevado estatuto de ameaça; podem levar a que a sua manutenção na área fique comprometida. Neste sentido, será importante se o PEAFT os puder de alguma forma acautelar.

Faunisticamente, a ocorrência na área de estudo de espécies exóticas constitui uma vulnerabilidade de relevo, agravada com o expectável incremento na proliferação destas espécies com a implementação do AHFT. A marcada alteração impressa a alguns biótopos, particularmente ao meio aquático dulçaquícola (que perdeu os seus trechos lóticos nas áreas de influência da albufeira), conduzirá expectavelmente à substituição progressiva das espécies piscícolas nativas pelas espécies exóticas atualmente já ocorrentes, e por outras que se venham a fixar, uma vez que serão criadas as condições ideais de fixação e proliferação destas espécies. Também nos bivalves de água doce já se registava a presença de uma espécie alienígena (*Corbicula fluminea*), cuja grande plasticidade ecológica, que inclui uma elevada tolerância à poluição, facilita a sua dispersão com a existência da albufeira de Foz Tua. Esta, porém, é uma questão que não poderá ser acautelada pelo PEAFT, uma vez que é intrínseca à criação de um habitat léntico e ao facto de existirem na área espécies exóticas.

2.5.1.5. Ocupação, uso do solo e núcleos construídos

No que se refere aos **usos do solo**, a análise das potencialidades e vulnerabilidades da área de estudo é indissociável de fenómenos como a erosão hídrica do solo ou os incêndios.

Com efeito, e atendendo à orografia e aos tipos de solos existentes na área de estudo, o desenvolvimento da agricultura pode ser limitado pelos fenómenos erosivos. Assim, destaca-se o facto de grande parte do território ter sido sujeito a técnicas de conservação do solo, em alguns casos em zonas que não se encontram atualmente ocupadas por explorações agrícolas. Deste modo, é possível considerar que existem condições para o desenvolvimento de mais explorações agroflorestais, desde que contribuam para a proteção dos solos com maior risco de erosão hídrica.

No que concerne à área ocupada por áreas florestais e meios seminaturais, e de acordo com as diretrizes para a floresta, destaca-se o potencial para a criação de zonas florestais adequadas ao recreio e lazer, valorizando-se também, deste modo, a vertente paisagística. Neste contexto importa também a criação de condições que permitam o uso das zonas de matos e das adequadas para a pastorícia. Nas zonas húmidas, é relevante a oportunidade de criação de áreas com regime de proteção com o objetivo de conservar os recursos naturais

aí existentes, com um papel fulcral na estabilidade ecológica dos biótopos envolventes, e manutenção da continuidade dos espaços naturais via corredores ecológicos.

O território abrangido pelo PEAFT encontra-se numa posição vulnerável face aos incêndios, situação confirmada pelos 357,8 ha de floresta ardida entre 1990 e 2010. Deste modo, considera-se que a prevenção dos fogos florestais através de práticas agroflorestais adequadas deve ser uma prioridade nesta área.

Relativamente aos **núcleos construídos**, o povoamento na área do PEAFT é o resultado de uma vivência do espaço cuja génese remonta a um passado de séculos. Os hábitos, as opções de ocupação do solo estão de tal forma enraizados, que a comunidade continua a conceber e a interpretar o espaço como os seus antepassados.

A diacronia histórica tem revelado momentos de maior intensidade ocupacional contrastando com outros onde, por motivos político e/ou económicos, o êxodo é bastante elevado. Aparentemente, o presente parece trazer um novo movimento de êxodo, o que se reflete numa população envelhecida e em muito edificado em ruína.

Os três núcleos urbanos abrangidos integralmente pelo PEAFT possuem características distintas devendo ser abordados de forma individual.

Fiolhal é o núcleo urbano que apresenta um melhor estado de preservação e cuidado por parte da população local. A imagem deste núcleo contrasta claramente com Amieiro que, talvez pelo seu isolamento geográfico e desertificação, se revela como um núcleo bastante empobrecido, onde se evidenciam os edifícios envelhecidos, vários já em ruínas. Este núcleo é extremamente interessante ao nível da arquitetura do edificado, revelando técnicas e tipologias antigas que remontam a uma época difícil de precisar.

S. Lourenço é claramente um núcleo de ocupação sazonal associada à utilização do espaço termal. O edificado está fechado, não se observando pessoas nas ruas fora da época termal. O início do usufruto deste espaço remonta a um período ancestral difícil de precisar, havendo registos arqueológicos de edifícios antigos e de outras fontes atualmente situadas em lugar desconhecido. A importância do local está atestada pela calçada que o liga a Pombal.

As povoações de Fiolhal, de Amieiro e de S. Lourenço devem ser preservadas enquanto memória viva de um processo histórico ancestral. Para tal, nos últimos dois casos deveriam ser implementadas, assim que possível, ações de salvaguarda e de revitalização do espaço de forma a proporcionar uma dinâmica social e económica e, consequentemente, a evitar o abandono progressivo do espaço.

O conceito de território e a estratégia de povoamento, utilizado século após século, faz parte da existência da população local enquanto entidade social. Esta realidade, que se tem vindo a perder nas últimas décadas com

o abandono do interior rural, e que se repercute num território envelhecido, pode ser recuperada trazendo um novo dinamismo à paisagem.

Neste enquadramento, considera-se importante que eventuais ações de intervenção urbana promovidas na sua área de incidência, pelos municípios ou por promotores de projetos de desenvolvimento, considerem a realização das seguintes ações:

- Estudo aprofundado às origens dos núcleos, através da pesquisa documental e estudo arqueológico dos espaços total ou parcialmente em ruína;
- Levantamento arquitetónico através do desenho técnico, fotografia e memória descritiva;
- Levantamento do património imaterial a partir de entrevistas aos habitantes;
- Recuperação de espaços para atividades turísticas e culturais;
- Ações de divulgação através da publicação dos resultados dos trabalhos desenvolvidos e de criação de painéis educativos sobre as povoações.

2.5.1.6. Paisagem

A paisagem do PEAFT enquadra-se predominantemente no vale do Tua, abrangendo o vale propriamente dito e as encostas que o delimitam. Encontra-se numa zona com variações muito acentuadas da altimetria, entre cerca de 67 metros e 510 metros, correspondendo as zonas mais baixas ao rio Tua, à albufeira de Foz Tua e sua envolvente direta, e as mais altas a zonas de cumeada ou a zonas de encosta próximas dos festos que as confinam.

As variações de altitude são maiores na parte jusante da área do PEAFT, onde dominam diferenças superiores a 300 metros, sendo geralmente inferiores a este valor na parte montante da área.

As diferenças de nível referidas estão estreitamente relacionadas com os declives do terreno, muito acentuados, sendo em parte significativa da área superiores a 40% (cerca de 67% da área) e predominantemente superiores a 20% (cerca de 92% da área). Também neste caso se verificam diferenças entre as partes jusante, em que os declives são predominantemente superiores a 40%, e montante da área do PEAFT, onde são mais expressivos declives inferiores a 25%.

Distinguem-se na área do PEAFT as seguintes unidades de paisagem:

- Rio Tua;
- Albufeira de Foz Tua;
- Vertentes do Douro;

- Vertentes do Tua, xistentas, graníticas e de ambos os tipos, com diferentes usos dominantes associados;
- Colinas e encostas do Tua, de xistentas e graníticas, com usos agrícolas associados.

As unidades de vertentes (xistentas, graníticas e de ambas) correspondem a 76% da área do PEAFT, seguidas da albufeira (12%), das unidades de colinas e encostas do Tua (10%), das vertentes do Douro (1%) e do rio Tua (menos de 1%).

No que se refere às duas unidades terrestres dominantes (vertentes do Tua e colinas e encostas do Tua), distribuem-se de forma próxima em termos de representatividade os usos agrícolas e os usos florestais (cerca de 24% da área do PEAFT em cada um dos casos), sendo um pouco superior a representatividade das unidades agrícolas e florestais (33% da área do PEAFT) e menor a dos matos (6% da área do PEAFT).

Relativamente aos usos dominantes, verifica-se que as áreas agrícolas correspondem sobretudo a zonas de olival, de vinha e de olival com vinha. Estas ocorrem com maior expressividade na parte jusante da área do PEAFT, até à zona de São Mamede de Ribatua, bem como para montante, entre as zonas de Lajes e do apeadeiro de Codeçais, e na envolvente de Abreiro. Encontram-se ainda outras áreas agrícolas de forma mais dispersa pela área do PEAFT, sendo estas predominantemente de olival. Por seu lado, as áreas florestais correspondem essencialmente a zonas com sobreiro e pinheiro bravo. Encontram-se sobretudo nos troços da área do PEAFT entre as zonas de Regadas e Erva Má, na envolvente do rio Tinhela, bem como entre a zona de Gricha e da ribeira da Cabreira.

Verifica-se uma ocupação reduzida da área do PEAFT por núcleos construídos com dimensão, os quais se restringem, de jusante para montante, a Fiolhal, Amieiro, S. Lourenço e Sobreira (o último abrangido de forma muito reduzida), sendo ainda de destacar a presença de algumas quintas no interior da área, em parte associadas à produção vinícola, bem como da área construída correspondente às termas do Carlão, adjacentes ao rio Tinhela.

Como elementos construídos resultantes da ocupação humana, ao longo da margem esquerda do rio Tua verifica-se ainda a presença da linha de comboio do Tua e das respetivas estações e apeadeiros (Tralhariz, Castanheiro, Santa Luzia, São Lourenço, Tralhão, Brunheda e Codeçais), todos desativados, mas que constituem locais com potencial para o usufruto da paisagem envolvente, nomeadamente a partir de locais que dificilmente são acessíveis de outro modo.

Em termos gerais, e mesmo apesar de algumas degradações visuais que ocorrem na área do PEAFT, a paisagem tem qualidade visual elevada.

Tendo em conta as acessibilidades potenciadas pela rede viária nacional e municipal, em conjugação com a fisiografia presente, podem destacar-se como principais locais com vistas dominantes sobre a paisagem da área do PEAF, inseridos no interior da sua área de intervenção, os seguintes:

- O IC5, a sul da Ponte da Brunheda;
- As estradas nacionais EN212 e EN214 (ambas na parte sul da área do PEAF), e EN314 (na parte norte da área, na zona do rio Tinhela e da Brunheda, e também na envolvente de Abreiro);
- As estradas municipais 596 (na zona de Amieiro), 582 (na parte norte da área, na zona do rio Tinhela) e 628 (a norte de São Lourenço);
- O caminho municipal de acesso ao apeadeiro de Codeçais;
- Os aglomerados de Fiolhal, Amieiro (e respetiva zona de miradouro), São Lourenço e Sobreira (e respetiva zona de miradouro);
- A linha férrea do Tua.

Assim, os locais a partir de onde se acedem a vistas dominantes sobre a paisagem da área do programa correspondem essencialmente:

- À parte jusante da área, para sul e São Mamede de Ribatua;
- Ao troço entre sul de Amieiro e norte de S. Lourenço;
- À zona envolvente da ponte da Brunheda e do viaduto do IC5;
- À envolvente de Sobreira;
- À envolvente de Codeçais;
- À envolvente de Abreiro.

Por outro lado, existem partes da área do PEAF que são menos acessíveis visualmente, sendo mesmo algumas inacessíveis, como, por exemplo, os troços de paisagem entre as zonas do túnel das Fragas Más e da ribeira de Barrabáz, e entre o apeadeiro de Codeçais e a zona de Zambujal.

Tendo em conta as características da área, bem como o seu enquadramento de forma dominante no interior da área classificada do Alto Douro Vinhateiro e na sua zona tampão, considera-se que a paisagem da área:

- Deverá manter o seu carácter atual, essencialmente agrícola e florestal;
- Poderá vir a constituir o suporte para a realização de atividades que permitam o seu usufruto direto ou a contemplação a partir de determinados locais notáveis;
- Pode constituir-se como uma mais-valia para a implantação de atividades turísticas e recreativas, relacionadas com a própria utilização da albufeira e dos recursos existentes (termas), desde que as mesmas se enquadrem harmoniosamente com as suas características específicas.

Apesar dos valores naturais e das condicionantes ambientais presentes na área do PEAF, é possível compatibilizar atividades de recreio e turismo que não os prejudiquem e que podem beneficiar outros valores existentes.

Refira-se, como exemplo, o potencial do aproveitamento dos aglomerados e de outras zonas edificadas na área do PEAF para a valorização dos próprios elementos construídos integrados na paisagem. Essas áreas correspondem também às zonas de maior acessibilidade presentes na área do PEAF, sendo este um dos fatores que condiciona fortemente parte da área do programa.

2.5.1.7. Património cultural

Principais registos patrimoniais identificados: potencialidades para a sua sustentabilidade

O território abrangido pelo PEAF integra a Região Demarcada do Douro, regulamentada pela primeira vez por Marquês de Pombal, em 1756. Os valores presentes na região conduziram à classificação em 2001 como Património Mundial, na categoria de paisagem cultural, evolutiva e viva, das zonas melhor preservadas, correspondendo grosso modo às vertentes do rio Douro e afluentes, que constituem o Alto Douro Vinhateiro. A restante área da Região Demarcada do Douro passou a integrar a zona tampão, ficando sujeita às mesmas restrições que a zona classificada.

Integrado nesta paisagem, existe um vasto conjunto patrimonial, de carácter arqueológico e arquitetónico, nomeadamente o património vernacular, bastante diversificado, que traduzem a ocupação deste território pelo Homem.

Na área do PEAF foram identificados, em 2013, 37 sítios arqueológicos, 24 dos quais na sequência dos trabalhos patrimoniais desenvolvidos para a construção da barragem do Tua, número que pode ter aumentado com a continuidade dos trabalhos. Numa análise direta não se identificam preferências territoriais, havendo uma distribuição homogénea entre as linhas de cumeada e as vertentes. Em termos cronológicos, a ocupação do território está atestada desde o paleolítico até ao presente, percebendo-se períodos com maior densidade ocupacional, com particular destaque para o período romano e medieval cristão.

Os concelhos abrangidos pelo PEAF possuem um vastíssimo património arquitetónico, no entanto na área do programa este concentra-se no núcleo urbano do Amieiro, apesar de ser possível observar elementos do património vernacular um pouco por todo o território.

A classificação da região vitivinícola potenciou a sua visibilidade para o exterior trazendo mais turismo, no entanto essa visibilidade prende-se sobretudo com o rio Douro, nas paisagens tipo mosaico de efeito cénico e nas grandes casas senhoriais de exploração vinícola. A região do Tua continuou fechada sobre si, com um turismo muito direcionado para a linha férrea até ao seu encerramento.

O Parque Natural Regional do Vale do Tua (PNRVT), tem como visão estratégica o promover, articular e integrar um conjunto de ações para conservação e valorização do património natural e cultural. Nas ações propostas de apoio ao desenvolvimento turístico sustentável está incluída a definição e infraestruturação de rotas temáticas, o que irá colmatar o desaparecimento do percurso turístico da linha do Tua.

Os projetos a desenvolver devem ser direcionados para a divulgação que incorpore ações de sensibilização e educação para a importância da preservação e proteção do património local.

Em conformidade com o Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) do AHFT, estão previstos projetos que irão dinamizar o turismo cultural local, como é o caso do Centro Interpretativo do Vale do Tua, com instalação prevista num edifício reabilitado. A elaboração e publicação do estudo Histórico e Etnológico do Vale do Tua e o Estudo Histórico da Linha do Tua, definidos no RECAPE, podem ser aproveitados para reforçar a memória coletiva da população local, aumentando o apreço pela sua história, e, consequentemente, a valorização e salvaguarda que cada indivíduo dará naturalmente ao seu património.

Quadro 21 – Ocorrências arqueológicas e património arquitetónico identificados em bibliografia ocorrentes na área do PEAFT

CNS*	Identificação	Cronologia	Tipologia
Património arqueológico			
<u>Concelho de Carrizosa de Ansiães</u>			
16961	Pala da Moura	Calcolítico e Idade do Bronze	Abrigo
16972	Lugar da Pala	Romano e Alta Idade Média	Casal rústico
16980	Ribeira de Baixo	Indeterminado	Lagar
2188	Quinta da Ribeira do Tralhariz	Romano	Villa
24408	Calçada de S. Lourenço	Indeterminado / romano	Calçada
16956	Fiolhal	Romano e Alta Idade Média	Habitat
<u>Concelho de Alijó</u>			
15184	Castelo dos Barcos	Romano	Habitat
32517	Cunhos	Indeterminado	Vestígios de superfície
3096	Via de Caldas de Carlão	Romano	Via
<u>Concelho de Murça</u>			
3094	Caldas de Carlão	Romano	Achado isolado
3095	Ponte de Caldas de Carlão	Romano	Ponte

CNS*	Identificação	Cronologia	Tipologia
<u>Concelho de Mirandela</u>			
10778	Pala Ferreira	Pré-história	Abrigo
6863	Abreiro	Neocalcolítico	Achado isolado
Património arquitetónico			
<u>Concelho de Alijó</u>			
Capela paroquial do Amieiro			
Capela N. S. da Conceição			
Escola primária do Amieiro			

* CNS – Código Nacional de Sítio obtido na Base de Dados do Endovélico (<http://www.ipa.min-cultura.pt/>)

Riscos e vulnerabilidades do património cultural decorrentes da exploração da albufeira de Foz Tua

Com o enchimento da albufeira, foram vários os sítios a ficarem total ou parcialmente submersos. São na maioria sítios de interesse vernacular que expressam formas de apropriação e de exploração do vale do Tua, nomeadamente, azenhas, moinhos, fornos, socalcos, etc., e a linha-férrea do Tua (e estruturas associadas).

É de salientar que nos trabalhos de acompanhamento arqueológico das obras de construção do AHFT foram identificados vários núcleos de arte rupestre datáveis da pré-história antiga e da pré-história recente.

A submersão total não significa obrigatoriamente uma alteração negativa e/ou significativa que potencie a destruição destes sítios, sobretudo no caso das construções em pedra já que o ambiente submerso se prevê estável. Em relação às rochas com grafismo e pinturas rupestres, o Plano de Salvaguarda do Património Cultural (PSPC) congrega uma metodologia apropriada para registo dos sítios de arte rupestre, adaptada para cada caso concreto e foi aprovada pela Tutela do Património.

A mesma medida deverá ter sido aplicada às rochas encontradas parcialmente submersas já que são as que correm maior risco natural de deterioração. Apesar do estrato geológico corresponder a rochas resistentes, os sítios posicionados na faixa de internível estão sujeitos à degradação devido à oscilação do nível da água e à ondulação provocada pelo vento. A degradação física decorre num processo lento, no entanto a degradação química das pinturas é elevada.

Os sítios localizados na zona terrestre de proteção estão sujeitos a ações nefastas de origem antrópica resultante do mau usufruto do espaço. A falta de sensibilização e educação da população em geral para a importância da preservação e proteção do património local leva a que por vezes haja uma má utilização dos espaços, incorrendo-se numa deterioração progressiva dos mesmos.

Existe ainda o risco de destruição natural provocado pela instabilidade de vertentes, e não da exploração da albufeira, da qual resultem desmoronamentos de rocha. A queda natural dos blocos rochosos poderá provocar o soterramento dos contextos que se encontrem a um nível inferior e ainda a destruição por deslizamento dos substratos e a quebra por pressão.

Medidas para prevenção, proteção e conservação do património

A área abrangida pelo PEAFI abrange referências patrimoniais diversas, onde o registo observável possui diferentes graus de interesse científico e patrimonial. Assim, para além de se equacionar o registo físico individual na definição de ações preventivas, de proteção e de conservação, deve-se igualmente considerar a paisagem cultural enquanto um todo.

Uma das tarefas fundamentais a realizar é o estabelecimento de uma hierarquia dos elementos considerados para a elaboração de propostas de proteção e conservação dos registos inventariados. De acordo com o atual conhecimento do património, definiram-se três categorias de sensibilidade patrimonial (**Desenho 24, anexo cartográfico**), propondo-se, por categoria, medidas que se considera importante serem implementadas na área do PEAFI (**Quadro 22**).

Quadro 22 – Medidas propostas para as diferentes áreas de sensibilidade patrimonial definidas

Sensibilidade	Condicionantes	Registos patrimoniais
Elevada	A construção de infraestruturas ou a realização de quaisquer ações intrusivas devem ser condicionadas à autorização por parte da entidade tutelar do património	<ul style="list-style-type: none"> • cns 24408 - Calçada de S. Lourenço • ID21 - Grafismo² • ID28- Grafismo • ID 67- Grafismo
Média	A realização de atividades ou a construção de infraestruturas devem ser condicionadas à autorização por parte da entidade tutelar do património, conforme previsto na lei, podendo resultar na obrigatoriedade de realização de trabalhos de investigação científica (levantamento, sondagem, escavação, valorização/conservação) destes registos, que na maioria dos casos carecem de elementos novos que permitam a sua correta	<ul style="list-style-type: none"> • cns 16961 - Da Pala Moura • cns 16972 - Lugar da Pala • cns 16980 - Ribeira de Baixo • cns 2188 - Quinta da Ribeira do Tralhariz • cns 16956 - Fiolhal • cns 15184 - Castelo dos Barco • cns 3094 - Caldas de Carlão • cns 10778 - Pala Ferreira

² A rocha com grafismo, identificada como ID21, foi removida por segurança para o estaleiro, com o consentimento prévio da Tutela, estando prevista a sua deposição no local onde foi identificada durante o processo de recuperação paisagística.

Sensibilidade	Condicionantes	Registos patrimoniais
	avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • cns 3095 - Ponte das caldas de Carlão • ID 19 – Mancha de dispersão de materiais • ID 70 – Mancha de materiais • ID 109 – Casal rústico
Reduzida	Não é necessário o condicionamento de quaisquer atividades, devendo-se prever apenas acompanhamento arqueológico durante a realização de atividades ou a construção de infraestruturas	<ul style="list-style-type: none"> • cns 3096 - Via das Caldas de Carlão • cns 32517 - Cunhos • cns 6863 - Abreiro • ID6 - Grafismo • ID 11 – achado isolado • ID 31 – Achado isolado • ID 69 – Achado isolado • Património arquitetónico e vernacular

O grau de sensibilidade patrimonial é alcançado através de um processo de análise e de medição numérica de vários critérios, dos quais resultam os elementos ponderativos finais apresentados no **Quadro 23**.

Quadro 23 – Elementos ponderativos e critérios aplicados para determinação do grau de sensibilidade patrimonial

Elementos ponderativos	Crítérios aplicados
Valor patrimonial e científico	Significância, cronologia e expressão espacial
Estado de conservação	Conservação atual e vulnerabilidade
Monumentalidade	Originalidade, representatividade e complementaridade

O valor atribuído resulta de uma classificação dos diferentes critérios, aos quais se aplica uma fórmula aritmética simples. A classificação aplicada é arbitrária visto os critérios não estarem submetidos a um barómetro objetivo devido à inexistência de dimensão física. A fiabilidade do processo não depende tanto da rigidez dos parâmetros utilizados, mas da homogeneidade aplicada. A medição numérica é igualmente atribuída aos elementos ponderativos, tendo como resultado final a atribuição do grau de sensibilidade patrimonial.

A não identificação de elementos em determinados espaços não deverá ser interpretada como inexistência, mas sim, desconhecimento dos mesmos. As medidas propostas no **Quadro 22** poderão ser alteradas em função dos resultados de futuros trabalhos arqueológicos que se venham a desenvolver.

Por outro lado, a descoberta de quaisquer vestígios arqueológicos na área abrangida pelo PEAFT deverá ser seguida da suspensão imediata dos trabalhos que se estejam a realizar no local e também da sua imediata comunicação às entidades competentes, em conformidade com as disposições legais.

2.5.1.8. Infraestruturas

2.5.1.8.1. Rede viária, acessos e transportes

A área do PEAF, por via do recente início de exploração do IC5, apresenta uma privilegiada ligação supramunicipal, permitindo uma acessibilidade célere e de qualidade à rede viária fundamental.

No entanto, a rede de distribuição local é muito limitativa, vulnerabilizando o Vale do Tua nas suas características de mobilidade e acessibilidade. As limitações identificadas ganham maior relevância na margem esquerda do Tua, com uma rede viária mais sinuosa e degradada, e no acesso ao rio Tua, atendendo aos declives a vencer, aliado ao uso preferencial de serventias agrícolas e florestais (que restringem ainda o tipo de veículo a usar no acesso à linha de água e suas margens).

Estas características refletem-se nas largas distâncias a percorrer e, consequentemente, nos longos tempos de viagem nos percursos e acessos que se desenvolvem em torno do rio Tua e da área do PEAF. Salienta-se o importante contributo das pontes que cruzam o Tua para vencer a fraca acessibilidade e capacidade da rede viária.

Outra vulnerabilidade identificada prende-se com a fraca oferta de transportes públicos, sobretudo em termos de distribuição das zonas servidas, sendo os elevados tempos de viagem e o baixo quantitativo e densidade populacional também uma limitação à sua viabilidade.

Outras infraestruturas de transporte ou são inexistentes (particularmente o transporte fluvial) ou estão degradadas, sendo necessário um investimento na sua reabilitação/recuperação/reactivação (no caso da linha ferroviária do Tua). Não obstante, mais que uma vulnerabilidade, e atendendo às limitações identificadas em termos de rede viária, importa relevar a oportunidade de promoção destes dois meios de transporte na área de estudo – fluvial e ferroviário – e da sua intermodalidade com a rede ferroviária. Considerando as carências identificadas em termos de mobilidade das populações, bem como o potencial paisagístico do vale do Tua, o desenvolvimento destes meios, quer na componente regular, quer na componente turística, constitui uma oportunidade foi equacionada no processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) do AHFT através do Plano de Mobilidade do Tua.

2.5.1.8.2. Infraestruturas associadas ao turismo e recreio

Existem algumas infraestruturas na área de intervenção ligadas a atividades de recreio, nomeadamente as infraestruturas náuticas (cais e fluvinas) implementadas no âmbito do Plano de Mobilidade do Tua, bem como

percursos pedestres promovidos pela Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Tua (ADRV). Por outro lado, o enquadramento paisagístico da região e a evidência de outros usos recreativos que existiram na área antes do enchimento da albufeira (embora carecendo de infraestruturas adequadas – praias fluviais e pesca desportiva), existem oportunidades/potencialidades para desenvolvimento neste setor, associadas com a valorização destes aspetos, promovendo a diversificação de usos turísticos, recreativos e de lazer, garantindo condições para a sua prática com qualidade e segurança.

Um aspeto particular a potenciar são as áreas termais associadas às concessões hidrominerais de Caldas do Carlão e de São Lourenço, pré-existentes e com planos de desenvolvimento. O investimento no turismo termal, promovendo projetos de expansão das áreas termais já existentes e em funcionamento, constitui uma oportunidade de corresponder às expectativas de criação de um polo/nicho turístico que marque a região e em particular o vale do Tua.

2.5.1.9. Socioeconomia

O PEAFT incide num território com potencialidades e vulnerabilidades específicas de carácter socioeconómico. O **Quadro 24** sintetiza os principais aspetos para o conjunto dos concelhos de Alijó, Carraceda de Ansiães, Mirandela, Murça e Vila Flor.

No que respeita às vulnerabilidades, destaca-se o processo acelerado de desertificação que se observa na área de estudo, fenómeno que se acentua nas zonas mais rurais, bem como a dificuldade das autoridades locais e do setor produtivo em atrair massa crítica para o território.

Ressaltam-se como potencialidades relevantes para o PEAFT a margem de crescimento dos setores agrícola e agroindustrial, as oportunidades de desenvolvimento de turismo em espaço rural (TER), assim como as oportunidades de desenvolvimento de atividades de recreio e lazer no espaço rural, associadas a espaços naturais e à albufeira.

Quadro 24 – Principais potencialidades e vulnerabilidades em termos socioeconómicos dos concelhos abrangidos pelo PEAFT e da região envolvente

Potencialidades	Vulnerabilidades
<ul style="list-style-type: none"> Setores agrícola e agroalimentar com condições excecionais para o desenvolvimento, dada a relevância das marcas Douro e Mirandela a nível nacional e internacional Mirandela constitui um polo dinamizador da região, com capacidade para formar, a médio prazo, massa 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de massa crítica em termos demográficos e económicos, com acentuada contração e eminente envelhecimento da população, associado a baixos níveis de participação no mercado de trabalho Parque habitacional envelhecido e parcialmente orientado para a segunda residência, sendo que o

<p>crítica fundamental para o desenvolvimento do território</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importantes investimentos turísticos previstos para a região, associados maioritariamente a turismo em espaço rural (TER) e turismo de natureza • A visibilidade gerada pela classificação da Região Vinhateira do Alto Douro como Património da Humanidade pode gerar efeitos de <i>spill-over</i> positivos para o território do PEAFT • Oportunidades de desenvolvimento de TER, nomeadamente na proximidade da albufeira • Oportunidades de desenvolvimento de atividades de recreio e lazer em espaços naturais e na albufeira, beneficiando de um território relativamente pouco explorado e de empresas já implementadas nas proximidades (Alto Douro Vinhateiro) 	<p>mercado de arrendamento é praticamente inexistente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lacunas em equipamentos coletivos, nomeadamente, de saúde, e de apoio ao idoso e à criança, sobretudo nos espaços mais rurais e periféricos, que dificultam a fixação de população e acentuam o isolamento dos residentes • Tecido empresarial concentrado nas sedes concelhias, pouco diversificado e com uma dimensão limitada • Mercado de trabalho altamente exposto a dinâmicas exógenas, em particular ao investimento público • Dispersão administrativa que dificulta o desenvolvimento de políticas e estratégias integradas para o território
---	--

Refira-se que a criação de uma albufeira como a de Foz Tua normalmente não origina, *per se*, um processo sustentado e duradouro de desenvolvimento regional e local. Tal exige, geralmente, uma certa dose de voluntarismo público e necessariamente um entendimento com o setor privado ou, pelo menos, com o “terceiro setor” cooperativo e associativo, onde se incluem as associações de desenvolvimento regional e local.

Numa albufeira de usos múltiplos, em particular com valência hidroagrícola, é mais fácil despoletar um processo de desenvolvimento regional e local, porque o regadio favorece a produtividade da agricultura e possibilita um maior controlo dos fatores climáticos, minimizando o risco associado às produções. No entanto, nem sempre um novo empreendimento hidroagrícola assegura, de um modo geral, maiores rendimentos e a transformação da base económica local. Diversos fatores poderão limitar a sua eficácia: a aversão ou desconhecimento dos agricultores (provavelmente envelhecidos) de práticas agrícolas assentes no regadio, a elevada rentabilidade de culturas de sequeiro (permanentes ou não), a tradição de não associativismo entre agricultores, o preço relativo elevado da água com origem na albufeira face a outras alternativas (poços, charcas, etc.), entre outros fatores.

Quando uma albufeira não tem valência hidroagrícola como é o caso em apreço, focalizando-se na produção de energia elétrica e no controlo dos caudais, o seu interesse para o desenvolvimento regional e local fica, desde logo, limitado à partida. Tal não significa que a albufeira de Foz Tua não possa (e deva) constituir-se como um elemento estruturante e estruturador do respetivo vale, como a linha de caminho-de-ferro o foi no passado; apenas será necessário um pouco mais de «imaginação» e vontade das entidades envolvidas no processo de desenvolvimento para que o aproveitamento hidroelétrico e o espelho de água associado

motivem, e sustentem, um processo de desenvolvimento numa região envelhecida, carente de massa crítica e algo ancorada na fileira agroindustrial do vinho, do azeite e dos enchidos de carne.

Um dos fatores críticos é, como diversos documentos têm salientado incluindo o Estudo de Impacte Ambiental do AHFT (Profico Ambiente, 2008a), a qualidade da água da albufeira, em particular para fins balneares. Apesar de ser um investimento ainda em curso, sendo prematuro realizar um balanço final, é já evidente que a valência turística do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) tem sido prejudicada pela má qualidade das águas das albufeiras de Alqueva e Pedrógão para banhos, o que obriga os investidores a apostar em produtos turísticos de nicho e com maior valor acrescentado, mas de procura menos universal. Aliás, na região de Alqueva assiste-se, frequentemente, a um fenómeno curioso: centenas ou mesmo milhares de populares procuram a barragem e as aldeias ribeirinhas e não encontram nada que satisfaça a respetiva procura (e poder de compra), mas tão-somente marinas, restaurantes de luxo e algum (pouco) alojamento dirigido a determinados nichos (diferentes) de mercado.

Tal não é, felizmente, o caso da Albufeira do Azibo, em Macedo de Cavaleiros. A qualidade da respetiva água, quando complementada com infraestruturas adequadas (duas praias fluviais equipadas de grande qualidade, galardoadas com a Bandeira Azul no caso da Fraga da Pégada) e com uma envolvente paisagística e de biodiversidade classificada (Paisagem Protegida de âmbito regional-local consagrada pelo Decreto-Lei n.º 19/93, de 23 de janeiro), criou um local diferente e uma atração turística de âmbito suprarregional (Marão On-Line, 2008).

Assim, importa assegurar a qualidade da água da Albufeira de Foz Tua para fins balneares, criar as necessárias infraestruturas nas margens para apoiar os banhistas e, se possível, proteger a paisagem envolvente, pelo menos a médio prazo.

Mas tal será suficiente para criar uma atração turística no troço terminal do Tua? Mesmo o Azibo tem um (grave) problema: a sazonalidade da procura por banhos, por desportos náuticos e pelo contacto com a natureza (que o clima e o isolamento transmontanos acentuam) condiciona a rentabilidade dos empreendimentos turísticos, que são praticamente inexistentes nas proximidades do Azibo, obrigando os forasteiros a pernoitar em Macedo de Cavaleiros ou mesmo em Bragança. Ou seja, é fundamental reforçar a oferta local de alojamento, quer «clássica», quer TER, contrariando a sazonalidade.

No caso do Azibo, o respetivo desenvolvimento foi facilitado pela albufeira estar integrada (quase a 100%) num único concelho, algo que não acontece em Foz Tua, obrigando os cinco municípios envolvidos a entenderem-se entre si caso se pretenda criar um polo de desenvolvimento turístico regional.

A declaração de impacte ambiental (DIA), emitida no âmbito do processo de avaliação de impacte ambiental do AHFT, impôs, como medida de compensação do AHFT, a “promoção da criação de uma agência de

desenvolvimento regional, em colaboração com a CCDR-Norte, Câmaras Municipais e outros agentes, que venha a ser aprovada nos termos do projeto a apresentar em fase de RECAPE” (MAOTDR, 2009, p. 13).

Nesse sentido, a Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Tua foi estabelecida em 2011, sendo constituída pelos cinco municípios abrangidos pelo AHFT e pela EDP. A Agência tem por objeto o fomento e a promoção do desenvolvimento económico, social e cultural do Vale do Tua, a favor da comunidade abrangida e em benefício do interesse público, através da valorização dos recursos endógenos e do aproveitamento das oportunidades criadas pelo AHFT em cooperação e colaboração com a administração local.

Também por exigência da DIA do projeto do AHFT, a Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Tua deverá promover o desenvolvimento económico, social e cultural do vale do Tua, apoiando a consolidação dos seguintes produtos turísticos (MAOTDR, 2009, p. 3):

- Turismo de natureza – criação e infraestruturação de percursos da natureza no vale do Tua (incluindo a existência de sinalização e pontos de interpretação ambiental);
- Turismo náutico – criação de condições infraestruturais para a navegabilidade no plano de água, envolvendo, por exemplo, a criação de cais de embarque/acostagem e de facilidades de suporte para a promoção de atividades de náutica de recreio associadas ao turismo náutico;
- Turismo de saúde e bem-estar – recuperação e dinamização das estâncias termais (incluindo espaços envolventes), de forma a diversificar a oferta turística do território, promovendo-se, assim, a existência de turismo de saúde e bem-estar (em complemento ao turismo náutico e de natureza).

A este nível refira-se a importância do Parque Natural Regional do Vale do Tua (PNRVT), que constitui um instrumento com o objetivo de garantir a conservação da natureza e da biodiversidade, e de promover a utilização sustentável dos recursos da região, como um garante indispensável na prossecução do seu desenvolvimento. Em particular, o PNRVT pode ser um instrumento de promoção do desenvolvimento do turismo sustentável na região, com especial enfoque para as formas de turismo que se baseiam no usufruto dos espaços naturais e dos seus recursos, como sejam o turismo de natureza, o turismo náutico, e o turismo de saúde e bem-estar.

Considerando o caso particular do Douro, o vinho, a gastronomia, as encostas plantadas de vinhas, as quintas, os solares, as aldeias vinhateiras, o património natural e arqueológico e os traços culturais locais são características intrínsecas ao território que têm motivado o crescimento e a consolidação do destino, juntamente com os cruzeiros. Um dos aspetos mais interessantes do projeto de Foz Tua é poder complementar e densificar os produtos turísticos «clássicos» do Douro, introduzindo uma dimensão mais associada ao turismo balnear fluvial, ao *touring* e aos turismos de natureza, cultural e termal.

Tratando-se de um vale acidentado e de difícil acesso, que o encerramento ao tráfego do troço Cachão-Tua da linha férrea (em 2008, por razões de segurança) acentuou, o reforço da acessibilidade à albufeira é uma condição essencial para o seu aproveitamento turístico e, por essa via, para o próprio sucesso dos desígnios que estarão associados à Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Tua e ao projeto de desenvolvimento em torno do AHFT. O projeto de mobilidade apresentado como estudo complementar ao RECAPE (CEDRU & TIS.pt, 2010b) dá um importante contributo nesse sentido, evidenciando a importância da localização de cais/ancoradouros na albufeira para a criação de um percurso turístico interessante e com capacidade de fixação de valor a nível local.

Para o efeito, o estudo (CEDRU & TIS.pt, 2010b) propôs, desde logo, a criação de cais fluviais junto à barragem, no Amieiro, em São Lourenço e em Brunheda. No caso do Amieiro, tal possibilitaria o acesso fluvial à aldeia ribeirinha mais próxima da albufeira. Em São Lourenço, seria possível visitar, não apenas as caldas (e o seu novo balneário), mas também a Igreja de São Lourenço. Em Brunheda, far-se-ia a ligação à linha férrea do Tua, que poderá ser reabilitada.

O Projeto de Execução dos cais e fluvinas, acessos e estruturas dos cais (Quadrante, 2016), veio introduzir algumas alterações ao que tinha sido inicialmente definido. Neste âmbito, estão previstos dois cais de embarque – um na Barragem (margem direita) e outro na Brunheda (margem esquerda) – e dois embarcadouros – S. Lourenço (margem esquerda) e Amieiro (margem direita). Adicionalmente, serão criadas duas fluvinas, que permitirão a colocação e amarração de embarcações de recreio de pequena dimensão. As fluvinas serão localizadas no Cais da Barragem e na localidade de Sobreira, situada em frente ao Cais da Brunheda, na margem oposta.

A ligação entre a estação ferroviária de Foz Tua e/ou cais fluvial no Douro desta localidade e o Cais da Barragem, será efetuada por via rodoviária – transportes ligeiros ou coletivos/autocarros. De Brunheda para Mirandela, mantém-se ligação ferroviária.

Será, pois, da conjugação de esforços entre diversas entidades que se poderá despoletar um processo de desenvolvimento no vale do Tua, apoiado nas medidas de compensação ambiental previstas na DIA do AHFT (MAOTDR, 2009, pp. 12-13). Por seu turno, a eficácia do mecanismo de desenvolvimento regional dependerá do envolvimento de entidades, quer públicas, quer privadas. De facto, os modelos de gestão preconizados pelos estudos complementares ao RECAPE, em particular pelo Projeto de Mobilidade (CEDRU & TIS.pt, 2010a, pp. 18-20), preveem o envolvimento de “associações, empresas e instituições relacionadas com os diversos serviços e atividades complementares ao serviço [de mobilidade], como as unidades hoteleiras, restaurantes, entidades relacionadas com a promoção e venda de vinho, artesanato, entre outros produtos típicos” para além da “agência de desenvolvimento regional” (que definirá os padrões de oferta do serviço de mobilidade e respetivo período de exploração), da CP/REFER, do Metro de Mirandela, da Região de Turismo e dos municípios.

2.5.2. Avaliação global dos aspetos relevantes para a área de intervenção

Tendo em como objetivo o estabelecimento de regimes de salvaguarda e os objetivos do regime de proteção da albufeira estabelecidos pela Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio (na sua redação atual) sistematizam-se no **Quadro 25** os principais aspetos relevantes para a área de intervenção do PEAFI em relação com os objetivos do regime de proteção das albufeiras. Consideram-se também os riscos naturais e ambientais abordados no **capítulo 2.4.9**.

2.5.3. Áreas de salvaguarda indispensável e áreas naturais e seminaturais

Tendo em conta os trabalhos desenvolvidos, consideram-se como áreas de salvaguarda indispensável, aquelas que podem contribuir para a concretização dos seguintes objetivos do regime de proteção das albufeiras:

- Proteger e valorizar os recursos hídricos associados à albufeira;
- Garantir o bom estado ecológico dos recursos hídricos a preservar;
- Proteger e valorizar o território envolvente da albufeira, com o fim de assegurar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, e os ecossistemas aquáticos;
- Garantir o desenvolvimento dos usos primordiais da albufeira.

Neste contexto, identificam-se as áreas seguintes que incluem, também, áreas naturais e seminaturais:

- Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo;
- Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes;
- Áreas com habitats de sensibilidade ecológica elevada e muito elevada;
- Áreas das medidas compensatórias da ecologia definidas na AIA do AHFT;
- Áreas com habitats em risco;
- Ilhas formadas no plano de água da albufeira.

Quadro 25 – Avaliação global dos aspetos relevantes para a área de intervenção com relação com os objetivos do regime de proteção das albufeiras

Temáticas estudadas	Aspetos relevantes para a área de intervenção	Objetivos do regime de proteção								
		Proteger e valorizar os recursos hídricos associados à albufeira	Garantir o bom estado ecológico dos recursos hídricos a preservar	Proteger e valorizar o território envolvente da albufeira, com o fim de assegurar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, e os ecossistemas aquáticos	Garantir o desenvolvimento do uso ou usos principais da albufeira	Garantir que as atividades secundárias da albufeira não comprometem os usos principais	Harmonizar entre si as diversas atividades secundárias da albufeira	Garantir a integridade da paisagem associada aos recursos hídricos objeto de proteção	Controlar as situações de degradação ambiental que põem ou que possam vir a pôr em causa a qualidade dos recursos hídricos, bem como promover a adoção de medidas adequadas a fazer cessar tais situações	Garantir a segurança de pessoas e bens em situações de risco associado a cheias e inundações, bem como prevenir riscos ou perigos decorrentes da utilização da albufeira
Geologia, geomorfologia e hidrogeologia	Valor geológico e geomorfológico – escarpas que marginam o vale do Tua, relevos de dureza associados a cristas quartzíticas e quedas de água							o		
	Valor hidrogeológico – aproveitamento dos recursos hidrominerais (S. Lourenço e Carlão) e manutenção da integridade física da captação, a sul do Fiolhal, utilizada para garantir o abastecimento local. Necessidade de proteção e de condicionamento de atividades potencialmente contaminadoras								o	
Solos	Grande parte do território sujeito a práticas de conservação do solo	o	o	o				o	o	
	Zonas vulneráveis à erosão hídrica do solo, onde são importantes as práticas que levem à sua proteção	o	o	o				o	o	
Conservação da Natureza	Áreas de elevada e muito elevada sensibilidade ecológica para as componentes da flora e fauna	o	o	o				o		
	Conjunto de medidas de minimização/mitigação resultantes da AIA do AHFT, a implementar com o objetivo de salvaguardar algumas das potencialidades ecológicas	o	o	o				o		
Ocupação, uso do solo e núcleos construídos	Vulnerabilidade a incêndios que poderá ser reduzida através da adoção de práticas agroflorestais adequadas	o	o	o				o	o	
	Núcleos construídos que constituem a memória viva de um processo histórico ancestral							o		
Paisagem	Paisagem com qualidade visual elevada, potencial suporte para atividades turísticas e recreativas						o	o		
Património cultural	Área classificada como Património Mundial na categoria de paisagem cultural, evolutiva e viva							o		
	Presença de sítios arqueológicos desde o paleolítico							o		
	Presença de património arquitetónico e vernacular							o		

Temáticas estudadas	Aspetos relevantes para a área de intervenção	Objetivos do regime de proteção								
		Proteger e valorizar os recursos hídricos associados à albufeira	Garantir o bom estado ecológico dos recursos hídricos a preservar	Proteger e valorizar o território envolvente da albufeira, com o fim de assegurar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, e os ecossistemas aquáticos	Garantir o desenvolvimento do uso ou usos principais da albufeira	Garantir que as atividades secundárias da albufeira não comprometem os usos principais	Harmonizar entre si as diversas atividades secundárias da albufeira	Garantir a integridade da paisagem associada aos recursos hídricos objeto de proteção	Controlar as situações de degradação ambiental que põem ou que possam vir a pôr em causa a qualidade dos recursos hídricos, bem como promover a adoção de medidas adequadas a fazer cessar tais situações	Garantir a segurança de pessoas e bens em situações de risco associado a cheias e inundações, bem como prevenir riscos ou perigos decorrentes da utilização da albufeira
Infraestruturas	Predominância de captações subterrâneas para o abastecimento de água e de fossas sépticas para a recolha e tratamento (primário e secundário) de águas residuais								o	
	Potencial da albufeira para o desenvolvimento de atividades secundárias					o	o			
	Concessões hidrominerais de Caldas do Carlão e de São Lourenço							o	o	
Socioeconomia	Desertificação do território							o		
	Oportunidade de desenvolvimento de turismo em espaço rural (TER), turismo de natureza, turismo náutico e turismo de saúde e bem-estar					o	o	o	o	
	Oportunidades de desenvolvimento de atividades de recreio e lazer no espaço rural, associadas a espaços naturais e à albufeira					o	o	o	o	
Riscos naturais e ambientais	Áreas com vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes	o	o	o				o	o	o
	Áreas com risco de erosão hídrica do solo	o	o	o				o	o	
	Risco de incêndios florestais	o		o				o	o	
	Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias									o
	Risco de poluição	o	o	o	o				o	
	Habitats em risco	o	o	o				o		

2.6. Identificação de potencialidades e condicionamentos que se colocam a curto e médio prazo

2.6.1. Diretrizes, ocupações e intervenções previstas na área do PEAF

As diretrizes, ocupações e intervenções previstas na área do PEAF foram abordadas no **Tomo 1** do **Volume 1**, tendo por base os IGT em vigor, os projetos e intenções existentes.

Foram identificadas **diretrizes dos IGT** relacionadas com seis aspetos distintos:

- Qualidade da água e controlo de pressões;
- Conservação da natureza e dos recursos naturais;
- Valorização económica e social / desenvolvimento;
- Turismo;
- Floresta;
- Riscos.

Em geral, as diretrizes dos IGT relacionadas com a qualidade da água e controlo das pressões, conservação da natureza e dos recursos naturais e floresta deverão contribuir para a redução das pressões quantitativas afluentes à albufeira de Foz Tua, para a melhoria da sua qualidade da água e para a permanência dos sistemas ecológicos e usos do solo necessários para a sua proteção, que são também contemplados nas diretrizes para os riscos. No entanto, a consideração das diretrizes para a valorização económica e social / desenvolvimento e para o turismo, terá que ser equacionada em conjunto com as diretrizes anteriores, bem como com as relacionadas com os riscos, na medida em que a exploração dos recursos hídricos, a utilização recreativa do plano de água da albufeira, do território e a implantação de novas atividades, como o turismo, poderão ter influência negativa na massa de água Albufeira de Foz Tua. Estes aspetos são importantes na medida em que condicionam e orientam o desenvolvimento da proposta do PEAF.

Como diretrizes especificamente destinadas à área do PEAF realça-se a seguinte, aplicável ao turismo:

- Apoiar e promover o desenvolvimento do turismo sustentável da região, com especial enfoque para as formas de turismo que se baseiam no usufruto dos espaços naturais e dos seus recursos, como sejam o Turismo de Natureza, o Turismo Náutico, o Turismo de Saúde e Bem-Estar, a promoção turística e o aproveitamento turístico das aldeias ribeirinhas.

No que se refere às **intenções e projetos existentes** para a área do PEAF, de acordo com o levantamento feito em 2012 e atualizado em 2019 (ver **volume 1, tomo 1**), realçam-se os seguintes, por contribuírem de forma específica para os objetivos do programa ou por poderem informar o modelo territorial, o programa de execução e o plano de financiamento:

- Empreendimentos turísticos:
 - Hotel SPA de Caldas de Carlão, com a tipologia de Hotel, Categoria de 4* e 83 camas (com parecer favorável do TP, I.P);
 - Em São Lourenço, apartamentos turísticos de 5*, com 12 unidades de alojamento e 24 camas/utentes (com parecer favorável do TP, I.P);
 - Hotel Rural Quinta das Artes, com 10 unidades de alojamento e 20 camas/utentes (com parecer favorável do TP, I.P);
 - Pequena pousada associada a centro de canoagem (Amieiro, concelho de Alijó);
 - Parque de campismo e/ou caravanismo próximo da área de recreio e lazer (concelho de Murça).
- Beneficiação de infraestruturas:
 - Rede viária;
 - Eliminação das fossas sépticas e respetiva substituição por soluções mais amigas do ambiente.
- Recreio na zona terrestre de proteção:
 - Trilhos/percursos pedestres turísticos, locais de observação científica e de investigação, áreas de estadia e fruição;
 - Percursos de *birdwatching* e recuperação da antiga estação de caminhos-de-ferro de Abreiro para centro de acolhimento/refúgio para pedestrianistas;
- Recreio associado ao plano de água da albufeira:
 - Área de recreio e lazer em S. Mamede Ribatua, na qual seja construído um cais;
 - Zona balnear nas Caldas de Carlão, sita no rio Tinhela e frontal ao empreendimento turístico relacionado com as termas;
 - Centro de Canoagem no Amieiro
 - Pontões e paredões para suporte à estabilização das margens e correção da erosão do solo (concelho de Alijó);
 - Náutica de recreio e prática balnear na área de recreio e lazer de Brunheda.
 - Pesca, competições desportivas, área de recreio e lazer na modalidade de náutica de recreio e área para prática balnear (concelho de Mirandela);
 - Navegação na albufeira, incluindo no troço do rio Tinhela (concelho de Murça);
 - Área de recreio e lazer na zona da Foz da ribeira de Milhais, com possibilidade de prática balnear, náutica de recreio e pesca recreativa;
 - Pesca em todo o concelho de Alijó;
 - Pesca recreativa e implementação de pesqueiros entre a foz da ribeira de Milhais e a estação de Codeçais (concelho de Murça);
 - Utilização de motores de combustão para navegação recreativa na albufeira.
 - Navegação no rio Tua, com caiaques e canoas, no espaço dos 500 m a montante da albufeira.
- Outras

- Núcleos de investigação e informação em Alijó, como extensão da UTAD;
- Plantação de sobreiros através de medidas compensatórias permanentes,
- Captação de água para outras atividades que não a de consumo humano e de natureza doméstica;
- Intervenções para minimização dos impactes ambientais e paisagísticos da variação da faixa intermédias da albufeira;
- Manutenção da vitivinicultura;
- Criação de área de apoio na estação de São Lourenço, protocolada com a REFER;
- Recuperação do troço de linha férrea entre São Lourenço e a Brunheda;
- Medidas e projetos definidos no âmbito da AIA do AHFT:
 - Projeto de mobilidade e requalificação de acessibilidades na envolvente da albufeira, com uma componente turística que inclui um troço fluvial na albufeira, com a definição de 2 cais de embarque (Barragem e Brunheda), dois embarcadouros (Amieiro e São Lourenço) e duas fluvinas (Barragem e Sobreira);
 - Manutenção e recuperação da vegetação ripícola: margens do NPA da albufeira alteradas pela construção de acessos e infraestruturas de apoio à construção da barragem; zonas de pequeno desnível que no NPA tenham uma profundidade de água livre inferior a 2 m; terraços de sedimentação artificiais, nas margens da albufeira;
 - Plano para as espécies aquícolas exóticas invasoras: restauro de troços fluviais, mais precisamente a preservação ou reabilitação da galeria ribeirinha;
 - Preservação das comunidades florísticas de leitos de cheia: possibilidade de serem tomadas medidas adaptativas na gestão dessas comunidades, como a eliminação por corte seletivo de espécies arbóreas e arbustivas, no âmbito do Programa de Monitorização Ecológico;
 - Programa de Medidas Compensatórias da ecologia, com especial destaque para um sistema de microrreservas, para os troços de rio a conservar, áreas a conservar para a fauna terrestre e áreas a conservar para a flora.

Finalmente, realçam-se as seguintes medidas previstas no **PGRH do Douro**, relativas às massas de água presentes na área do PEAFT e potencialmente aplicáveis à sua área de incidência:

- Massa de água albufeira de Foz Tua:
 - PTE3P01M02_SUP_RH3 – Implementação das medidas preconizadas no Plano de Gestão da Enguia, para a bacia do Douro, garantindo a transponibilidade de todos os obstáculos no rio Tua e nos seus afluentes principais;
 - PTE7P01M06_SUP_RH3 – Realização de estudos sobre os impactes cumulativos decorrentes da construção de grandes aproveitamentos hidráulicos, no sentido da melhoria da gestão dos recursos hídricos

- PTE1P15M22_SUP_RH3 – Instalação de Sistemas Elevatórios de águas residuais, incluindo em Sobreira, para eliminação de fossa séptica existente;
- Massa de água Rio Tua (Jusante - B. Foz Tua):
 - PTE9P02M01_SUP_RH3 – Monitorização das massas de água superficiais;
 - PTE3P02M34_SUP_RH3 – Plano para a reconstituição da continuidade fluvial, restauração da vegetação ripária e revisão do regime de caudais ecológicos.

2.6.2. Potencialidades e condicionamentos para usos e atividades

2.6.2.1. Introdução

O aproveitamento hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) enquadra-se no Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico (COBA e PROCESL, 2007), cuja intenção para este aproveitamento passa essencialmente pelo aumento da produção de energia hidroelétrica e o controlo de cheias no rio Douro.

A portaria n.º 91/2010, de 11 de fevereiro, veio determinar a classificação da albufeira de Foz Tua como albufeiras de águas públicas de utilização protegida, referenciando que a mesma é destinada à produção de energia e que se prevê que possa vir a ser utilizada para o abastecimento público.

Apesar da portaria n.º 91/2010, de 11 de fevereiro, referir a possível utilização da albufeira de Foz Tua para abastecimento público, para já apenas está prevista a produção de energia elétrica, que imporá variações ao nível do plano de água de acordo com o regime de exploração necessário a esse uso.

Caso não colidam com os usos primordiais, poderão ser implementadas na albufeira atividades secundárias, bem como usos na sua zona terrestre de proteção, os quais podem ser enquadrados pelo presente programa.

Seguidamente abordam-se as atividades com possibilidade de se enquadrarem ou já implementadas na área de intervenção do PEAFT, tanto no plano de água como na zona terrestre de proteção.

2.6.2.2. Atividades secundárias no plano de água

O Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio (alterado pelo Decreto-Lei n.º 26/2010, de 30 de março), define como atividades secundárias as atividades, distintas dos usos principais, passíveis de serem desenvolvidas na albufeira, nomeadamente a pesca, a prática balnear, a navegação recreativa, as atividades marítimo-turísticas e a realização de competições desportivas. Seguidamente abordam-se estas atividades, bem como a

utilização de água para rega, tendo em conta o seu potencial enquadramento e desenvolvimento na albufeira de Foz Tua.

2.6.2.2.1. Pesca

Nas albufeiras de águas públicas o exercício da pesca está condicionado ao disposto na Lei das Pescas nas Águas Interiores, aprovada pela Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro, republicada pelo Decreto-Lei n.º 221/2015, de 8 de outubro (que estabelece as bases do ordenamento e da gestão sustentável dos recursos aquícolas das águas interiores e define os princípios reguladores das atividades da pesca) e no Decreto Regulamentar n.º 43/87 de 17 de julho (alterado pelos Decretos Regulamentares n.º 3/89 de 28 de janeiro, 28/90 de 11 de setembro e 30/91 de 4 de junho, pelo Decreto-Lei n.º 383/98 de 27 de novembro e pelos Decretos Regulamentares n.º 7/2000 de 30 de maio, 15/2007, de 28 de março, e 16/2015, de 16 de setembro).

De acordo com informação prestada pelo ICNF, na área de influência do PEAFT não existem zonas de pesca, estando apenas inserida na área do programa um pequeno troço da concessão de pesca do rio Tinhela (cujo limite jusante é Louzedo), atribuída à Associação de Pesca Desportiva do Concelho de Murça (**Figura 40**). Por outro lado, a pesca profissional é permitida no troço do Tua, desde a confluência dos rios Rabaçal e Tuela até à sua foz no rio Douro.

Na área do PEAFT foi ainda identificada, nos trabalhos de reconhecimento de campo, uma área indicada como zona de pesca desportiva, no rio Tua, próximo de Amieiro, na zona da antiga travessia para a estação de Santa Luzia.

Conforme identificado no EIA do AHFT (Profico Ambiente, 2008a e 2008b), a pesca desportiva no rio Tua apresenta alguma relevância em termos turísticos, sendo uma atividade com crescente importância nesta área. Por outro lado, a realização desta atividade vem ao encontro do definido no PROF-de Trás-os-Montes e Alto Douro, uma vez que é definida como uma das suas prioridades a pesca nas águas interiores.

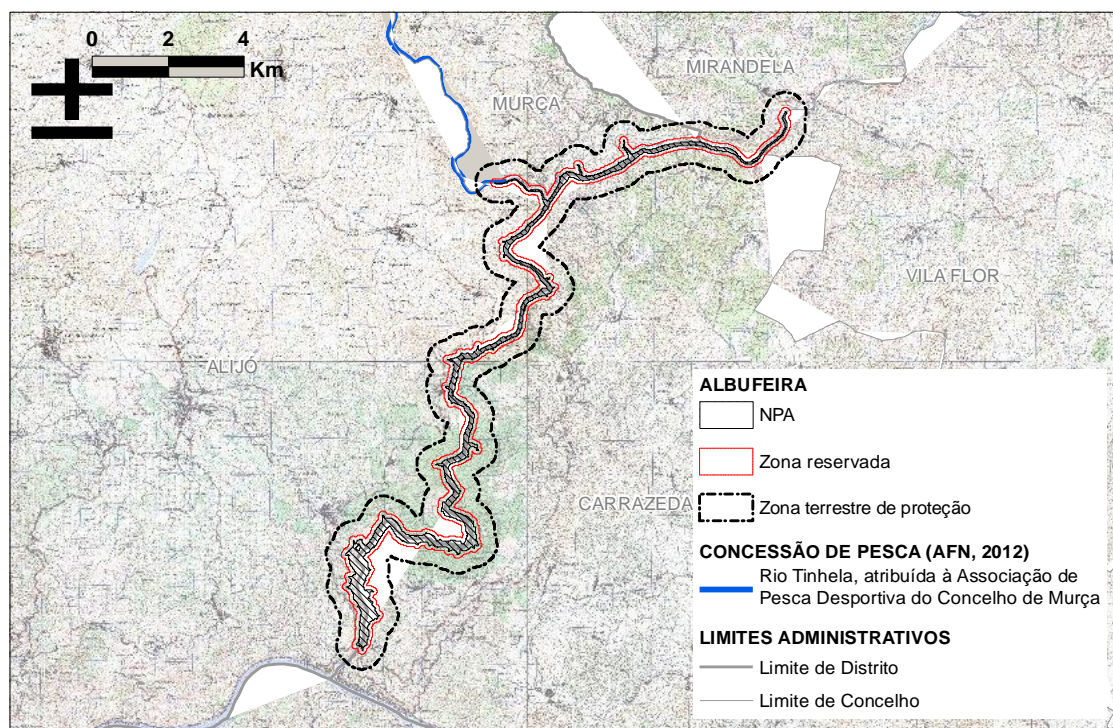


Figura 40 – Concessão de pesca do rio Tinhela atribuída à Associação de Pesca Desportiva do Concelho de Murça incidente na área do PEAFT

Refira-se ainda que de acordo com a Carta Piscícola Nacional (Ribeiro et al, 2007), na área do PEAFT ou na sua proximidade é identificada a presença das seguintes espécies piscícolas:

- Rio Tua: *Squalius carolitertii* (Escalo do Norte), *Luciobarbus bocagei* (Barbo comum, Barbo do Norte), *Squalius alburnoides* (Bordalo), *Pseudochondrostoma duriense* (Boga do Douro), *Carassius auratus* (Pimpão), *Anguilla anguilla* (Enguia-europeia);
- Rio Tinhela: *Pseudochondrostoma duriense* (Boga do Douro), *Luciobarbus bocagei* (Barbo comum, Barbo do Norte), *Squalius carolitertii* (Escalo do Norte) e *Salmo trutta* (Truta-de-rio).

No âmbito da caracterização da situação de referência (**tomo 1 do volume 1**) foram ainda identificadas outras espécies, que estão referenciadas no respetivo **Quadro II.2b do anexo 2**.

A Enguia-Europeia e todos os ciprinídeos mencionados para a área são espécies alvo de pesca, sendo os respetivos períodos de defeso e tamanhos mínimos de captura devidamente regulamentados pela legislação em vigor.

Merece referência a proibição da captura, detenção, transporte, utilização como isco e comercialização das duas espécies de cobitídeos descritas para a área: *Cobitis calderoni* e *Cobitis paludica*, como constante na Portaria n.º 624/2010, de 23 de agosto (2.ª Série do Diário da República).

Segundo os estudos efetuados no âmbito do processo de AIA do AHFT, a maior diversidade piscícola nativa ocorre atualmente na parte terminal dos afluentes do Tua e no setor deste rio a norte da Brunheda. Não obstante, o enchimento da albufeira levou a que algumas destas áreas tenham adquirido novas características, alterando a sua disponibilidade ecológica: o seu carácter lântico tornou expectavelmente estas áreas mais apetecíveis para as espécies piscícolas exóticas em substituição das nativas. Às áreas livres de influência direta da albufeira (troços dos afluentes e do próprio rio Tua a montante), por conservarem as suas características ecológicas atuais, é-lhes conferida uma significativa sensibilidade ecológica. Deste modo, estas áreas devem preferencialmente ser salvaguardadas de fatores mais significativos de perturbação, como a pesca profissional, a pesca lúdica/desportiva a bordo de embarcação a motor, desportos náuticos motorizados e navegação recreativa a motor.

As restantes áreas, sob influência da albufeira, pelo facto de adquirirem novas características ecológicas promovidas pela implementação do AHFT (particularmente no que concerne à sua lenticidade) terão a capacidade de albergar espécies piscícolas de interesse para a prática da pesca profissional e desportiva, maioritariamente espécies exóticas, como o Achigã (*Micropterus salmoides*), o Lúcio (*Esox lucius*) ou o Sandre (*Sander lucioperca*).

Assim, o potencial do rio Tua para a pesca desportiva/lúdica, deverá ter continuidade e ser reforçado com a presença da albufeira, uma vez que, para além dos fatores referidos, estes corpos de água atraem normalmente pescadores lúdicos e desportivos, prevendo-se que a albufeira de Foz Tua venha a ter condições para o desenvolvimento da atividade.

Refira-se, contudo, que, no âmbito da Declaração de Impacte Ambiental do AHFT, é efetuada uma recomendação para que seja criada uma zona de interdição à pesca nos setores do rio Tua 1 e 2 (zona entre S. Mamede de Ribatua e o Amieiro). No entanto, após consulta do ICNF, em 2019, concluiu-se não haver informação relativamente à razão para esta recomendação.

Tendo em conta o exposto, considera-se adequada a localização de pontões de pesca em locais preferencialmente com acessibilidade à margem da albufeira, existente ou prevista, nas zonas onde for permitida pesca.

2.6.2.2.2. Prática balnear

De acordo com o Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho, na sua redação atual, são balneares as águas superficiais, quer sejam interiores, costeiras ou de transição, em que se preveja que um grande número de pessoas se banhe e onde a prática balnear não tenha sido interdita ou desaconselhada de modo permanente.

No que respeita à utilização do corpo de água da albufeira de Foz Tua, a prática balnear é condicionada pela qualidade da água, por fatores fisiográficos, do fundo da albufeira e da sua margem, por fatores climáticos e pela existência ou ausência de outros usos na envolvente aos locais onde ocorrem atividades balneares.

No que se refere à **qualidade da água**, a prática balnear é enquadrada pelos seguintes diplomas:

- Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto, que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático, e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos;
- Diretiva n.º 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro de 2006, retificada a 25 de Abril de 2006 (relativa à gestão da qualidade das águas balneares), que foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 135/2009 de 3 de junho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 113/2012 de 23 de maio (que estabelece o regime de identificação, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, prosseguindo portanto objetivos de prevenção da saúde humana e de preservação, proteção e melhoria do ambiente) e alterado pelo Decreto-lei n.º 121/2014, de 07 de Agosto.

De acordo com as simulações de qualidade da água efetuadas, a água da albufeira de Foz Tua poderá ter condições para a prática balnear (ver **capítulo 2.6.2.2.2** e **tomo 3 do volume 1**), situação que deverá ser confirmada/aferida com base em dados reais, após o enchimento da albufeira.

Quanto às **condições climáticas**, de acordo com o que foi referido no **capítulo 2.5.1.1**, verificam-se condições adequadas nas alturas do ano mais propícias à prática balnear, sensivelmente entre junho e setembro, apesar de algumas situações de desconforto bioclimático a determinadas horas do dia. No entanto, as zonas de praia, de banhos e de natação deverão ser abrigadas de ventos dominantes (de noroeste e norte), e preferencialmente implantadas em zonas com orientação de encostas de quente a muito quente de forma a minimizar eventuais situações de desconforto devido a temperaturas baixas e a humidade (**Figura 41** e **Desenho 14**, no **anexo cartográfico**).

Relativamente às **condições fisiográficas** das zonas de banhos e natação, são situações favoráveis aquelas em que o fundo da albufeira apresenta declives suaves junto à margem, nomeadamente inferiores a 10%. Por seu lado, estas devem associar-se a zonas de praia onde os declives do terreno devem ser inferiores a 16%. Ainda,

o fundo da albufeira deverá ser regular, não possuir algas ou lodos, sedimentos pedregosos, sendo de preferência em areia.

Uma análise dos declives no interior da albufeira de Foz Tua permite concluir que, entre os seus NPA e NmE, praticamente não existem situações nas quais sejam inferiores a 10%, restringindo-se as situações de declives mais suaves à parte central da albufeira, correspondente ao atual rio Tua e sua envolvente direta. Assim, em princípio, a utilização da albufeira para banhos e natação não será possível com recurso ao leito natural da mesma, mas apenas apoiada em estruturas artificiais, como por exemplo, piscinas flutuantes. Neste contexto, as características dos fundos deixam de ser relevantes para a utilização balnear.

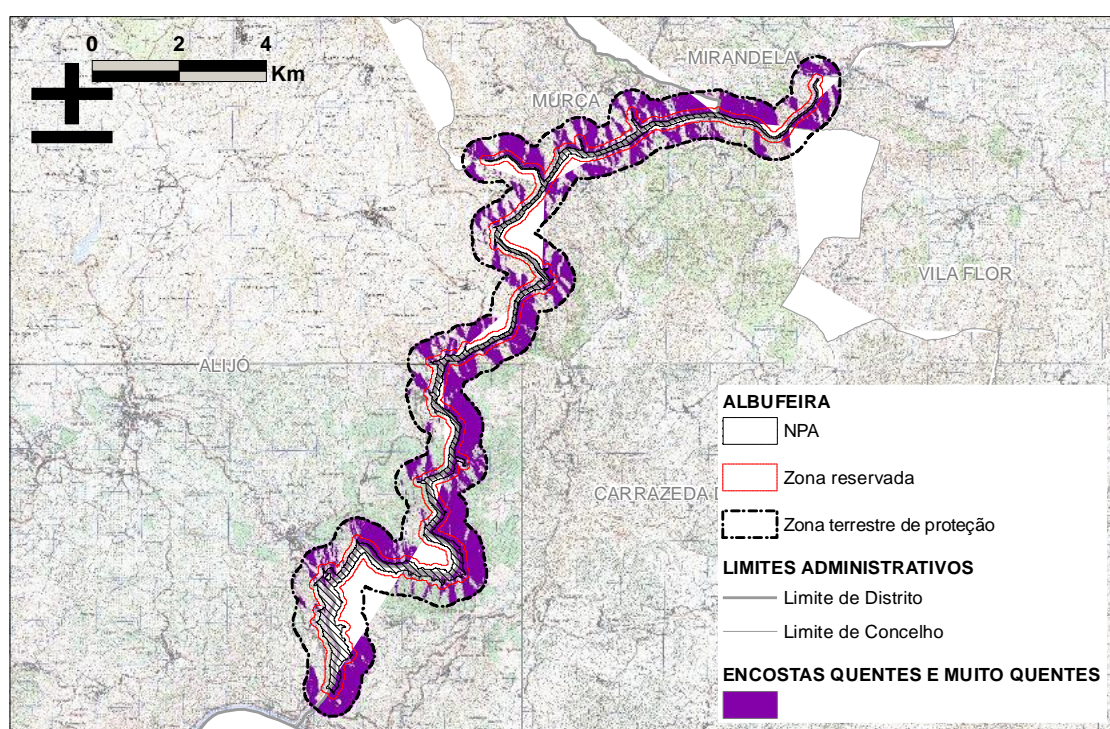


Figura 41 – Encostas quentes a muito quentes

2.6.2.2.3. Náutica de recreio

Enquadramento legislativo

A navegação com embarcações de recreio, com ou sem motor, em águas interiores está sujeita às regras gerais que decorrem da aplicação do Regulamento da Náutica de Recreio publicado no Decreto-Lei n.º 124/2004 de 25 de maio, que estabelece as normas reguladoras da atividade. Por seu lado, a navegação de recreio em albufeiras de águas públicas de serviço público é disciplinada pelo Regulamento de Navegação

de Recreio em Albufeiras, publicado na Portaria n.º 783/98, de 19 de setembro, alterada pela Portaria n.º 127/2006, de 13 de fevereiro.

De acordo com o **Regulamento da Náutica de Recreio**, quanto ao sistema de propulsão, as embarcações de recreio (ER) classificam-se em:

- Embarcações a remos;
- Embarcações à vela;
- Embarcações a motor;
- Embarcações à vela e a motor.

As embarcações de recreio (ER) previstas no Regulamento da Náutica de Recreio para navegação em águas abrigadas enquadram-se no tipo 5 (ER do tipo 5) observando o seguinte:

- São concebidas e adequadas para navegar em zonas de fraca agitação marítima, junto à costa e em águas interiores;
- As ER movidas à vela ou a motor podem navegar num raio de 3 milhas de um porto de abrigo;
- As ER movidas exclusivamente a remos, só podem navegar até 1 milha da costa;
- As ER designadas por motas de água e por pranchas motorizadas (jet-ski), só podem navegar até 1 milha da linha de baixa-mar, desde o nascer e até uma hora antes do pôr do sol;
- As ER estão dispensadas de sinalização luminosa desde que naveguem entre o nascer e o pôr do sol.

O **Regulamento de Navegação de Recreio em Albufeiras** define os seguintes condicionalismos à navegação:

- Não podem navegar nas albufeiras embarcações de recreio com comprimento superior a 7 metros, medido nos termos do n.º 3 do anexo II da Portaria n.º 733/96, de 12 de dezembro, salvo barcos a remos;
- As zonas atravessadas por linhas elétricas aéreas não poderão ser cruzadas por embarcações com altura superior a 6 metros. Esta situação poderá ser alterada para cada albufeira de acordo com o estabelecido no regulamento;
- Nas albufeiras que constituem origens de produção de água para consumo humano não podem navegar embarcações propulsionadas por motor de combustão interna a dois tempos.

Relativamente a zonas de navegação, o Regulamento de Navegação de Recreio em Albufeiras define que a navegação deverá processar-se de modo a não perturbar outros usos ou atividades permitidos nos planos de água, leitos e margens das albufeiras, obedecendo ao seguinte regime, estabelecido para cada uma das seguintes zonas:

- Zona de navegação interdita – é a zona do plano de água destinada a usos incompatíveis com a navegação, na qual se incluem as praias fluviais, as zonas usualmente usadas para banhos e natação, as zonas de proteção das barragens e dos órgãos de segurança e utilização da albufeira e as zonas onde se proceda à captação de água para abastecimento público;
- Zona de navegação restrita – é a zona do plano de água, com uma largura de 50 metros contados a partir do seu limite, variável consoante o nível de armazenamento da albufeira, que não inclui as zonas de navegação interdita, na qual só é permitido navegar a velocidade reduzida, suficiente apenas para permitir governar a embarcação. A largura desta zona pode ser ajustada para cada albufeira e ao longo desta através do respetivo plano de ordenamento;
- Zona de navegação livre – é a zona do plano de água, situada para além de 50 metros do seu limite, variável consoante o nível de armazenamento de água na albufeira, que não inclui as zonas de navegação interdita e de navegação restrita, na qual é permitido navegar desde que não existam perigos para a navegação devidamente assinalados e onde o limite máximo de velocidade é de 25 nós.

Sempre que se justifique, nomeadamente por razões de segurança, de necessidade de conservação de ecossistemas sensíveis ou de incompatibilidade com outras utilizações do domínio hídrico autorizadas, podem ser estabelecidas novas zonas de navegação restrita ou interdita, por entidades do Ministério do Ambiente.

O regulamento define ainda que, para efeitos de navegação, devem ser identificados nos programas das albufeiras, os locais destinados ao estacionamento de embarcações, com abandono das mesmas.

Condições da albufeira para a navegação

As análises efetuadas no âmbito da caracterização da situação de referência (**tomo 1 do volume 1**), nomeadamente à profundidade da albufeira, permitem concluir que a albufeira de Foz Tua dispõe de fundos com profundidade suficiente para que se desenvolva navegação recreativa. Neste âmbito refere-se que:

- Devido ao declive do terreno, genericamente acentuado, e ao facto da variação prevista do nível da albufeira entre o NPA e o NmE ser apenas de 3 metros, na maior parte dos casos a variação da faixa interníveis restringir-se-á a uma faixa relativamente estreita e acompanhará a margem e as ilhas (com destaque para a ilha na zona de Regadas);
- A faixa central da albufeira terá uma profundidade, relativamente ao NPA, entre superior a 83 metros (na zona da barragem) e superior a 3 metros (na proximidade da ponte da Cabreira). Para montante da ponte da Cabreira é inferior a 3 metros, correspondendo à faixa interníveis gerada por efeito da exploração da albufeira;

- Ao longo do rio Tinhela estão presentes zonas onde a profundidade da albufeira variará entre 3 e 13 metros, até sensivelmente a sul do lugar de Fonte Santa, o mesmo acontecendo com troços mais reduzidos da ribeira do Vale do Manhuscal e da ribeira de Milhais.

Assim, uma vez que a maior parte das atividades de navegação recreativa não necessita de fundos muito profundos (dominantemente inferiores a 2 metros) e que a albufeira terá zonas em que, independentemente da variação do nível da água entre o NPA e o NmE, deverá permanecer sempre um corpo de água suficiente para a navegação recreativa, considera-se que a albufeira de Foz Tua tem um plano de água com as características necessárias para a realização de navegação recreativa.

Um fator importante a considerar na navegação da albufeira é a vulnerabilidade à instabilidade das vertentes existente na área do programa, uma vez que se verifica a presença de zonas com potencial para ocorrência de movimentos de massa. Estas zonas devem ser devidamente sinalizadas e/ou ser alvo de intervenções específicas e/ou de interdição à navegação na proximidade da margem para redução de situações de risco, em função dos resultados de futuras monitorizações da evolução das vertentes, de acordo com o referido no **capítulo 2.4.2**. Por seu lado, deve ser desaconselhada a navegação junto à margem da albufeira, por exemplo, através de avisos nos locais onde se preveja a entrada de embarcações no plano de água da albufeira.

Tipos de navegação na albufeira de Foz Tua

Navegação movida pelo vento

A prática de navegação movida pelo vento, para além da presença de um corpo de água com profundidade suficiente, implica a existência de uma superfície livre relativamente extensa, estando ainda dependente da existência de vento. Assim, carece de uma superfície ampla e aberta o suficiente para permitir a passagem de vento. São ainda necessárias infraestruturas e equipamentos de apoio, como uma rampa para o lançamento de embarcações, com largura adequada para que uma viatura as consiga manobrar em segurança, assim como a existência de sanitários e vestiários.

A albufeira de Foz Tua poderá comportar este tipo de navegação, porque ao NmE a superfície de água com uma profundidade superior a 2 metros é extensa. Para tal deverá ser garantida como condição mínima a rampa referida no parágrafo anterior.

Relativamente a modalidades de navegação movida pelo vento que impliquem o contacto do praticante com a água (por exemplo, o Windsurf) considera-se igualmente que as mesmas podem ser praticadas na albufeira, uma vez que é expectável que a sua água tenha qualidade para uso balnear, situação necessária para o desempenho destas atividades que implicam contacto com a água.

Navegação a Remo

A prática de navegação a remo exige que o fundo da albufeira não tenha obstáculos, devido à fragilidade das embarcações. Por outro lado, para além de uma profundidade de cerca de 2 metros, é ainda necessária a existência de uma rampa para permitir o lançamento dos barcos, à semelhança do que foi referido para a navegação movida pelo vento.

A albufeira deverá possuir capacidade de suporte para esta atividade, uma vez que ao NmE a superfície de água correspondente às zonas com uma profundidade superior a 2 metros tem uma área considerável.

Consideram-se ainda adequadas outras modalidades de navegação a remo menos exigentes em termos da profundidade dos fundos, como as gaivotas, canoas, etc.

Navegação a motor

De acordo com o n.º 4 do artigo 2º do Regulamento da Navegação de Recreio em Albufeiras, nas albufeiras que constituem origens de produção de água para consumo humano, como é o caso da albufeira de Foz Tua, não podem navegar embarcações propulsionadas por motor de combustão interna a dois tempos.

As condições e infraestruturas necessárias para a navegação a motor são as mesmas que as referidas para a navegação movida pelo vento, no que respeita à profundidade da albufeira, sendo necessário um plano de água extenso e uma rampa para lançamentos de embarcações.

A navegação a motor tem ainda que respeitar alguns requisitos de segurança, para não colidir com as utilizações a partir da margem (prática balnear e pesca, por exemplo), nomeadamente não utilizar a faixa do plano de água mais próxima da margem e onde houver uma maior concentração de atividades.

Tendo em conta que se trata de uma albufeira protegida, considera-se que poderá ser desenvolvida navegação a motor, desde que os motores sejam elétricos ou de combustão interna a quatro tempos. No entanto, será importante que a navegação de embarcações com motor de combustão interna a quatro tempos se desenvolva de forma controlada, motivo pelo qual se propõe que navegação a motor seja preferencialmente efetuada com recurso a embarcações com motor elétrico. Por outro lado, a velocidade das embarcações de recreio deverá ser controlada, de modo a minimizar potenciais impactes da ondulação nas margens na instabilidade de vertentes (**capítulo 2.4.2**). Neste contexto, propõe-se que a velocidade máxima de navegação seja de 25 nós, podendo ser reduzida em função dos resultados da monitorização à instabilidade das vertentes.

Relativamente ao número de embarcações, tendo em conta as características da albufeira e da sua envolvente humanizada de características rurais, devem ser adotados parâmetros consonantes com uma utilização não intensiva do plano de água. Neste contexto, tem-se como referência um valor mínimo de 12 ha por embarcação a considerar relativamente à área da superfície do plano de água da albufeira a prever com navegação livre. Este valor tem como referência os parâmetros definidos pelo U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation (2011) para um contexto rural, sendo ainda consistente com os valores considerados suficientes para o desenvolvimento de atividades recreativas de embarcações por outros autores (Wagner, 1991 e Warbach et al., 1994 *in* Ferrão 2009; EDAW, 2004 *in* Bosley, 2005).

2.6.2.2.4. Atividades marítimo-turísticas

O Regulamento da Atividade Marítimo-Turística (RAMT) foi aprovado pelo Decreto-Lei n.º 21/2002, de 31 de janeiro, que foi alterado pelo Decreto-Lei n.º 269/2003, de 28 de outubro, definindo como atividade marítimo-turística, os serviços de natureza cultural, de lazer, de pesca turística, de promoção comercial e de táxi, desenvolvidos mediante a utilização de embarcações com fins lucrativos.

O RAMT define que a atividade marítimo-turística pode ser exercida nas seguintes modalidades:

- Passeios marítimo-turísticos, com programas previamente estabelecidos e organizados;
- Aluguer de embarcações com tripulação;
- Aluguer de embarcações sem tripulação;
- Serviços efetuados por táxis;
- Pesca turística;
- Serviços de natureza marítimo-turística prestados mediante a utilização de embarcações atracadas ou fundeadas e sem meios de locomoção próprios ou selados;
- Aluguer de motas de água e de pequenas embarcações dispensadas de registo;
- Outros serviços, designadamente os respeitantes a serviços de reboque de equipamentos de carácter recreativo, tais como bananas, paraquedas, esqui aquático.

O regulamento define ainda que no exercício da atividade marítimo-turística podem ser utilizadas:

- Embarcações registadas como auxiliares, designadas como marítimo-turísticas;
- Embarcações dispensadas de registo (pequenas embarcações de praia sem motor, nomeadamente botes, charutos, barcos pneumáticos, gôndolas, pranchas com e sem vela e embarcações exclusivamente destinadas à prática do remo) e motas de água;
- Embarcações de recreio (que só podem ser usadas nas modalidades de aluguer e de pesca turística);
- Embarcações de comércio que transportem mais de 12 passageiros.

No âmbito do *projeto para a mobilidade alternativa ao troço submerso da linha do Tua* (referenciado no **capítulo 2.6.1**) são definidas ligações fluviais que constituirão atividade marítimo-turística (passeios marítimo-turísticos).

De acordo com Profico (2016), os cais de embarque/ desembarque que garantirão a mobilidade de navegação na albufeira (Barragem e Brunheda), terão capacidade de acostagem de 2 barcos em simultâneo, com capacidade de 120 passageiros cada. Os dois embarcadouros intermédios (Amieiro e S. Lourenço) terão capacidade para acostagem de 1 barco

Quanto ao tipo de embarcação, a solução final do Projeto de Mobilidade (CEDRU & TIS.PT, 2010 b) prevê que estes poderão ser barcos elétricos ou barcos a *diesel*, dependendo a sua escolha das características do serviço que se pretenda implementar e da oferta de barcos disponíveis aquando da escolha final (esta reserva prende-se com a eventual dificuldade de construir um barco elétrico com a motorização necessária a um maior desempenho, se se pretender fazer a ligação com uma velocidade mais elevada).

Para além da atividade marítimo-turística de transporte de passageiros que venha a ser definida no enquadramento do *projeto para a mobilidade alternativa ao troço submerso da linha do Tua*, considera-se que podem ser desenvolvidos na área do PEAFT:

- Aluguer de embarcações com tripulação;
- Aluguer de embarcações sem tripulação;
- Serviços efetuados por táxis;
- Pesca turística, tendo em conta o potencial para a atividade da pesca desportiva/lúdica.

Podendo a massa de água Albufeira de Foz Tua futuramente vir a ser origem de água para consumo humano, é importante que as atividades a desenvolver no seu plano de água, e em particular aquelas que potencialmente podem trazer uma maior pressão direta sobre a massa de água, sejam geridas de modo a garantir a preservação das suas características, nomeadamente o seu Bom Estado.

As zonas definidas, no âmbito do Projeto de Mobilidade, para os cais e embarcadouros, configurar-se-ão como áreas de charneira entre o plano de água e a zona terrestre de proteção, previstas em locais-chave caracterizados pela relação com a rede viária e ferroviária (barragem e Brunheda) e com a proximidade de aglomerados existentes (Amieiro, S. Lourenço e Sobreira).

Será importante que as restantes atividades marítimo-turísticas a desenvolver na área do PEAFT venham a concentrar nos locais referidos as suas zonas de apoio e de charneira com a zona terrestre de proteção, sendo a mesma lógica aplicável às infraestruturas de apoio à navegação recreativa referidas no **capítulo 2.6.2.2.3**. Deste modo, será possível uma gestão integrada das diferentes valências associadas às infraestruturas de

apoio à utilização do plano de água e da própria gestão da utilização do plano de água da albufeira a partir de cada um desses locais.

Por outro lado, uma vez que para o desenvolvimento das atividades marítimo-turísticas será necessária uma articulação ao nível das diferentes zonas de apoio, no sentido de permitir a sua utilização de forma complementar ao nível da oferta de serviços e de garantir a oferta de transporte de passageiros preconizada no *projeto para a mobilidade alternativa ao troço submerso da linha do Tua*, considera-se que a gestão conjunta das cinco zonas de apoio à utilização do plano de água poderá constituir-se como um meio de garantir essa articulação, podendo ainda acautelar de forma mais eficaz do que se a gestão for feita de forma individualizada, que a navegação na albufeira cumprirá com o disposto no PEAFT (através da responsabilização na ocupação, intervenção e gestão do espaço).

2.6.2.2.5. Competições desportivas

As competições desportivas passíveis de ocorrer no plano de água da albufeira de Foz Tua respeitam às seguintes atividades já referenciadas:

- Pesca;
- Natação;
- Navegação recreativa.

Considera-se adequado o desenvolvimento deste tipo de competições, de acordo com o referenciado nos **capítulos 2.6.2.2.1 a 2.6.2.2.4**, com exceção para a navegação a motor por motivos relacionados com a minimização de potenciais impactes da ondulação nas margens na instabilidade de vertentes (**capítulo 2.4.2**).

2.6.2.2.6. Rega

A região em estudo não apresenta atualmente uma utilização predominantemente agrícola. Este facto é reflexo de vários fatores, de entre os quais destacam-se a topografia acidentada do terreno e a falta da aptidão dos solos para este tipo de exploração. Com efeito, apenas 31,5% da área do PEAFT é destinada atualmente a usos agrícolas, sendo esta praticamente ocupada na totalidade por vinhas e olivais. Ao todo, este tipo de uso do solo representa 99,2% de toda a ocupação agrícola na área de estudo.

É igualmente importante aprofundar a questão da falta de aptidão agrícola dos solos que compõem esta zona. A classificação do território em classes de aptidão tem em consideração fatores como o clima, topografia e solo. Na área correspondente à zona terrestre de proteção não existem solos com aptidão

superior à classe A₃, que corresponde a aptidão marginal. No total, os solos da classe A₀, que correspondem a solos sem aptidão para uso agrícola, perfazem 71,7% da área total do território em estudo. Uma análise mais pormenorizada sobre as capacidades do uso do solo neste território encontra-se no **capítulo 1.5.4.5 do tomo 1 do volume 1**. É, no entanto, relevante referir que é apenas no contexto de explorações florestais e uso para pastagem natural que os solos em análise apresentam aptidão moderada numa extensão significativa.

A viabilidade da utilização da água da albufeira para uso agrícola está obviamente dependente da procura desta. Considerando a informação apresentada no Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro, a captação de água para uso agrícola na área do PEAFT apenas ocorre em quatro massas de água superficial, designadamente, nas massas de água Ribeira da Rebousa, Rio Tinhela, afluente do Rio Tua e Ribeira do Barrabaz. Os volumes de captação de água anual para este setor de atividade são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 26 – Volume de água captada para fins agrícolas

Massa de água	Volume (m ³ /ano)
Ribeira da Rebousa	400
Rio Tinhela	60
Afluente do Rio Tua	50
Ribeira do Barrabaz	1 000

De notar ainda que as captações de água com destino à atividade agrícola existentes não constituem uma pressão significativa nestas massas de água.

Verifica-se que não existe nesta região nenhuma captação destinada ao uso agrícola com uma taxa de utilização superior a 10%. O mesmo estudo refere a bacia hidrográfica do Tua como aquela que menos área total regada possui de todas as bacias hidrográficas do Douro. Ainda assim, e adotando um cenário em que se verifique a viabilidade para a execução de um sistema de captação de água para rega, grande parte do território em estudo apresenta dificuldades de cariz topográfico para a construção das estruturas que habitualmente são utilizadas para a captação de água em albufeiras. Estas estruturas regularmente usadas no nosso país incluem canais de derivação, torres, poços e combinações mistas poço-torre.

Assim, conclui-se que a utilização da água da albufeira de Foz Tua para uso agrícola apresenta dificuldades e pode não ser viável na maioria dos casos.

2.6.2.3. Atividades na zona terrestre de proteção

2.6.2.3.1. Introdução

As zonas terrestres de proteção das albufeiras apresentam normalmente potencialidades e sofrem pressões para a implementação de atividades, que podem ou não ter relação com o plano de água, mas que frequentemente se relacionam com o mesmo.

Seguidamente aborda-se um conjunto de atividades ou infraestruturas passíveis de serem implementadas ou já existentes na zona terrestre de proteção da albufeira, incluindo parte das que são identificadas no **capítulo 2.6.1**, nomeadamente as seguintes:

- Caça;
- Infraestruturas para apoio à pesca;
- Empreendimentos turísticos;
- Zonas de apoio à náutica de recreio e às atividades marítimo-turísticas;
- Zonas balneares.

Sempre que possível, apresentam-se as características necessárias para a implantação das atividades/equipamentos referidos, abordando-se as perspetivas da sua implementação na zona terrestre de proteção da albufeira de Foz Tua.

2.6.2.3.2. Caça

A caça é regulada por legislação própria, nomeadamente pela Lei n.º 173/99 de 21 de setembro, na sua versão atual, diploma que estabelece as bases da gestão sustentada dos recursos cinegéticos, na qual se incluem a sua conservação e fomento, bem como os princípios reguladores da atividade cinegética e da administração da caça. Por seu lado, o Decreto-Lei n.º 202/2004 de 18 de agosto, com última alteração pelo Decreto-Lei n.º 167/2015, de 21 de agosto, veio regulamentar a Lei referida.

De acordo com informação prestada pelo ICNF, são abrangidas pela área do PEAFT as seguintes zonas de caça (**Figura 42**):

- Processo n.º 5466 – Zona de Caça Municipal (ZCM) de Vila Flor, criada pela Portaria n.º 84/2010, de 25 de junho, cuja gestão é do Clube de Caça e Pesca de Vila Flor;
- Processo n.º 3671 – ZCM de Beira Tua, criada pela Portaria n.º 666/2004, de 19 de junho, e com licença renovada pela Portaria n.º 38/2010, de 14 de janeiro, cuja gestão é das Juntas de Freguesia

de Abreiro, da União das Freguesias de Avidagos, Navalho e Pereira, da União das Freguesias de Barcel, Marmelos e Valverde da Gestosa, e de Cobro;

- Processo n.º 3035 – ZCM de Candedo, criada pela Portaria n.º 983/2002, de 6 de agosto, cuja gestão é da Junta de Freguesia de Candedo;
- Processo n.º 4471 – ZCM de Carrazeda de Ansiães criada pela Portaria n.º 1158/2006, de 31 de outubro, alterada pela Portaria n.º 1432/2007, de 5 de novembro, gerida pelo Clube de Caça e Pesca de Carrazeda de Ansiães;
- Processo n.º 2596 – ZCM de Alijó, criada pela Portaria n.º 851/2001, de 26 de julho, corrigida pela Declaração de Retificação n.º 3 -B/2002, de 31 de janeiro, alterada pela Portaria n.º 1423/2004, de 24 de novembro, gerida pela Câmara Municipal de Alijó;
- Processo n.º 5462 – ZCM Socalcos do Douro, criada pela Portaria n.º 329/2010, de 16 de junho, gerida pela Associação de Caça e Pesca Socalcos do Douro.

Tal como se pode verificar na **Figura 42** a maior parte da área do PEAFT encontra-se abrangida pelas zonas de caça municipal referidas.

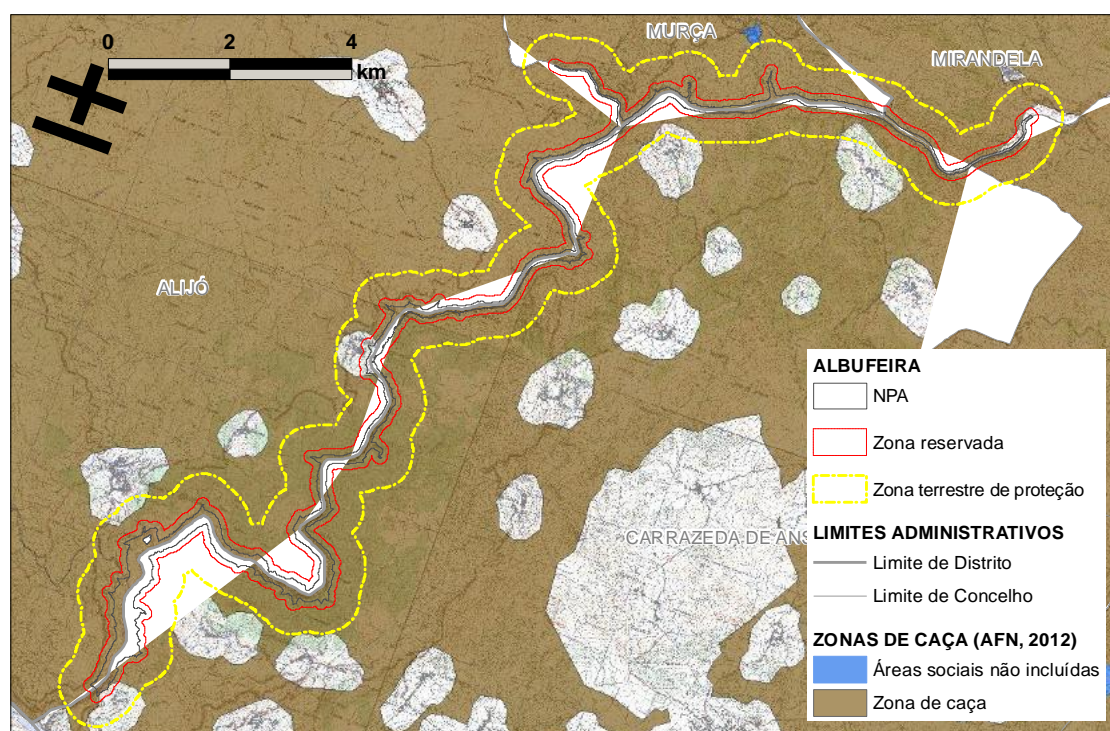


Figura 42 – Zonas de Caça Municipal coincidentes com a área do PEAFT

Considera-se que a caça poderá continuar a decorrer na zona terrestre de proteção, à semelhança do que acontece atualmente. Apesar da Declaração de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz

Tua recomendar a criação de faixas de não caça na área do PEAF, após consulta do ICNF, concluiu-se não haver informação relativamente à razão para esta recomendação.

2.6.2.3.3. Infraestruturas para apoio à pesca

De acordo com o referido no **capítulo 2.6.2.2.1** a pesca lúdica e desportiva é uma atividade recreativa compatível com os usos primordiais da albufeira, verificando-se ainda que no rio Tua é atualmente possível também a pesca profissional (Portaria n.º 544/2001, de 31 de maio).

Neste contexto, considera-se adequada a implantação de algumas infraestruturas de suporte/apoio à atividade piscatória (pontos de pesca constituídos por pequenos cais/pontões), preferencialmente em zonas onde existam ou estejam já previstas acessibilidades viárias.

Para além destes locais específicos, considera-se que a pesca poderá ser executada a partir da margem, das embarcações de recreio e das embarcações marítimo-turísticas permitidas.

2.6.2.3.4. Empreendimentos turísticos

De acordo com o PROT-Norte, em fase de finalização, para o território de Trás-os-Montes são identificados como produtos turísticos prioritários: o turismo de natureza, o turismo náutico, o turismo de saúde e bem-estar e o turismo histórico-cultural.

O PROT-Norte estabelece, ainda, como opção para Trás-os-Montes: “Desenvolver o *cluster* do turismo, explorando as múltiplas potencialidades existentes: patrimónios mundiais (Douro Vinhateiro e Arte Rupestre em Foz Côa), rio Douro, quintas, solares, paisagens, identidade cultural das aldeias e pequenas cidades, termalismo, produtos de qualidade”.

O mesmo plano aponta como objetivo geral a promoção do turismo baseado na qualificação e competitividade da oferta, na excelência ambiental e urbanística, na formação dos recursos humanos e na modernização empresarial das entidades turísticas, destacando-se as seguintes orientações estratégicas para a valorização do turismo na Região potencialmente aplicáveis ao PEAF:

- Promover a estruturação e qualificação territorial da oferta turística, em torno dos produtos turísticos, tendo por base o planeamento, ordenamento e qualificação dos recursos locais, das infraestruturas de suporte e das facilidades de apoio turísticas, nomeadamente nos seguintes domínios:

- Valorização ambiental, urbanística e de lazer das Estâncias Termais e área envolvente;
- Qualificação e valorização de centros históricos com identidade histórico-cultural e patrimonial e de espaços urbanos de carácter excecional;
- Dinamização das potencialidades turísticas do solo rural preferentemente através das formas de exploração sustentável do Turismo de Habitação e do Turismo em Espaço Rural (TER).
- Assegurar uma correta integração territorial dos empreendimentos turísticos localizados em solo rural, de forma a permitir que os utentes desfrutem dos valores paisagísticos, património natural e cultura local sem produzir a degradação desses mesmos valores nem conduzir à sobreocupação dos espaços rurais, à degradação da qualidade da água dos rios e albufeiras e à banalização da construção nessa classe de solos;
- Privilegiar o desenvolvimento de empreendimentos turísticos orientados para a valorização do património natural e cultural e potenciadores de sinergias com a estratégia de proteção e valorização ambiental e de revitalização económica e social local, exigindo sempre a sustentabilidade ambiental como condição de licenciamento.

De acordo com o Regime Jurídico dos Empreendimentos Turísticos (Decreto-Lei n.º 39/2008, de 7 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 15/2014, de 23 de Janeiro e pela Declaração de Retificação n.º 19/2014, de 24 de Março, pelo Decreto-Lei n.º 128/2014, de 29 de Agosto, pelo Decreto-Lei n.º 186/2015, de 3 de Setembro e pelo Decreto-Lei n.º 80/2017, de 30 de Junho), os empreendimentos turísticos podem ser integrados num dos seguintes tipos:

- Estabelecimentos hoteleiros;
- Aldeamentos turísticos;
- Apartamentos turísticos;
- Conjuntos turísticos (resorts);
- Empreendimentos de turismo de habitação;
- Empreendimentos de turismo no espaço rural (TER);
- Parques de campismo e de caravanismo.

Refira-se ainda que na Declaração de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua é determinada a necessidade de promover o desenvolvimento económico, social e cultural do vale do Tua, promovendo o desenvolvimento dos seguintes produtos turísticos em concordância com as orientações do PROT-Norte:

- Turismo da natureza – criação e infraestruturação de percursos da natureza;
- Turismo náutico – criação de condições infraestruturais para a navegabilidade do plano de água;

- Turismo de saúde e bem-estar – recuperação e dinamização das estâncias termais (incluindo espaços envolventes), de forma a diversificar a oferta turística do território, promovendo-se assim a existência deste tipo de turismo.

A Estratégia para o Turismo 2027 (ET27), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 134/2017, de 27 de setembro, define os seguintes eixos e linhas estratégicas de atuação com potencial relevância para o PEAFT:

- Eixo 1 – Valorizar o território e as comunidades:
 - Conservar, valorizar e usufruir do património histórico-cultural e identitário;
 - Valorizar e preservar a autenticidade do País e a vivência das comunidades locais;
 - Potenciar economicamente o património natural e rural e assegurar a sua conservação;
 - Promover o desenvolvimento turístico sustentável dos territórios/destinos;
 - Estruturar e promover ofertas que respondam à procura turística.
- Eixo 2 – Impulsionar a economia:
 - Atrair investimento e qualificar a oferta turística.
- Eixo 4 – Gerar redes e conectividade:
 - Melhorar os sistemas de mobilidade rododiferroviária e de navegabilidade;
 - Promover o «turismo para todos» numa ótica inclusiva que acolha os diferentes mercados/segmentos turísticos.

A ET27 identifica ainda 10 ativos estratégicos, de entre os quais se aplicam à área do PEAFT os cinco seguintes:

- Ativos diferenciadores, que se consubstanciam em atributos-âncora que constituem a base e a substância da oferta turística nacional:
 - Clima e luz;
 - História, cultura e identidade, realçando-se a classificação pela UNESCO do Alto Douro Vinhateiro e da sua zona tampão;
 - Natureza, destacando-se o facto de a área ser coincidente com o Parque Natural Regional do Vale do Tua;
 - Água, podendo constituir-se como suporte de ativos no interior do país e com potencial turístico, nomeadamente no caso da albufeira de Foz Tua e das termas de São Lourenço e do Carlão.
- Ativos emergentes, que são ativos que começam a ser reconhecidos internacionalmente e que apresentam elevado potencial de crescimento, podendo no futuro gerar movimentos de elevado valor acrescentado e de potenciar o efeito multiplicador do turismo na economia:

- Bem-estar, realçando-se as atividades termais referidas, bem como as potenciais atividades desportivas e de natureza.

Tendo em conta as orientações referidas, o Regime Jurídico dos Empreendimentos Turísticos e as características específicas da zona terrestre de proteção da albufeira de Foz Tua, considera-se o seguinte relativamente a empreendimentos turísticos:

- Nas áreas urbanas e com características urbanas, desde que enquadráveis no âmbito dos planos diretores municipais em vigor (Amieiro, Sobreira, Fiolhal e São Lourenço), possam ser implementadas todas as classificações de empreendimentos turísticos. No entanto, será importante que sejam consideradas e integradas as especificidades referenciadas no **capítulo 2.5.1.5**;
- Em São Lourenço e Caldas do Carlão, onde atualmente não existe oferta, que seja possível a implementação de empreendimentos turísticos que potenciem o turismo de saúde e bem-estar associado às águas termais, garantindo a articulação com os recursos hidrominerais existentes bem como o reforço dos usos e atividades complementares à exploração desses recursos.

2.6.2.3.5. Zonas de apoio à navegação recreativa e às atividades marítimo-turísticas

No âmbito do processo de avaliação de impacto ambiental do aproveitamento hidroelétrico de Foz Tua foi desenvolvido o **projeto de mobilidade** já referenciado no presente documento, o qual define a solução de mobilidade a implementar entre Mirandela e a estação de Foz Tua, tanto para o segmento turístico, como para a procura quotidiana. A descrição seguidamente apresentada tem por base Profico (2016).

A solução turística envolve um circuito multimodal, com uma ligação por transporte rodoviário entre Foz Tua e o 1º cais de embarque, junto à barragem, um troço por via fluvial entre o cais da barragem e a localidade de Brunheda, e um troço ferroviário entre a estação da Brunheda e a estação de Mirandela.

A solução para mobilidade quotidiana passa pelo serviço de transporte rodoviário regular de passageiros, entre Foz Tua e Brunheda e pelo transporte ferroviário entre Brunheda e Mirandela com recurso a uma automotora. Paralelamente mantém-se o transporte rodoviário entre Foz Tua e Mirandela.

Assim, para o troço fluvial estão previstos dois cais de embarque – um na Barragem (margem direita) e outro na Brunheda (margem esquerda) – e dois embarcadouros – S. Lourenço (margem esquerda) e Amieiro (margem direita). Adicionalmente, serão criadas duas fluvinas, que permitirão a colocação e amarração de embarcações de recreio de pequena dimensão. As fluvinas serão localizadas no Cais da Barragem e na localidade de Sobreira, situada em frente ao Cais da Brunheda, na margem oposta.

Os dois cais de embarque/desembarque que garantirão a mobilidade de navegação na albufeira de Foz Tua são o da Barragem e o da Brunheda, com capacidade para acostagem de 2 barcos (capacidade de 120 passageiros cada), em simultâneo. No entanto, inicialmente, o modelo do operador dos cais irá desenvolver-se apenas com um barco, com capacidade para 120 passageiros e 8 *family/leisure boats*, com capacidade para 8 pessoas. Preconizou-se ainda uma área para apoio no Cais da Barragem, com cerca de 50 m².

Os dois embarcadouros intermédios, nas localidades de S. Lourenço e Amieiro, terão capacidade de acostagem de 1 barco (120 passageiros) e justificam-se numa perspetiva de apoio e contributo para o desenvolvimento regional.

O abastecimento de combustível às embarcações será feito com recurso a um camião cisterna, o qual se processará apenas no Cais da Barragem, localização que será ponderada aquando da realização do projeto.

Refiram-se ainda as pretensões dos municípios de Alijó e de Murça, respetivamente para São Mamede de Ribatua e para a Foz da Ribeira de Milhais, para implementar zonas de recreio e de lazer para apoio à utilização do plano de água da albufeira. A análise de ambas as áreas permitiu concluir que só a segunda terá condições físicas e de acessibilidade para vir a enquadrar essa intenção.

2.6.2.3.6. Zonas balneares

Apesar de haver registo de áreas na margem do rio Tua que eram utilizadas pelas populações como praias fluviais antes do enchimento da albufeira, as mesmas não se encontravam infraestruturadas, desconhecendo-se o seu número de utentes.

No entanto, um plano de água como o da albufeira de Foz Tua pode ter potencial para essa utilização. Tal como foi referido no **subcapítulo 2.6.2.2.3** a prática balnear é condicionada por fatores fisiográficos, do fundo da albufeira e da sua margem, mas poderá decorrer com recurso a estruturas artificiais. No âmbito da potencial implementação de uma zona balnear na envolvente da albufeira de Foz Tua, importa ainda considerar a existência de acessibilidade ao local, uma vez que esta é um dos fatores limitantes na área.

Encontram-se na área do PEAFT zonas com exposição solar adequada à implementação de uma praia e com acessibilidade, mas relativamente aos declives da envolvente da albufeira, na generalidade são elevados, o que poderá inviabilizar uma praia utilizando as características naturais do terreno.

Neste contexto poderá recorrer-se à de estruturas flutuantes para garantir o uso balnear, podendo os aglomerados ou as áreas na proximidade, garantir as estruturas de apoio a essa atividade.

Tanto no que respeita ao leito da albufeira como às suas margens, as áreas onde os municípios tiverem como intenção permitir a prática balnear devem ser posteriormente estudadas ao nível de projeto, com levantamentos pormenorizados, de forma a dimensionar zonas para prática balnear com condições de segurança. Estes levantamentos deverão contemplar, nomeadamente a realização de estudos ao fundo da albufeira e às encostas próximas da mesma para garantir a segurança de pessoas e bens, assim como a ausência de efeitos negativos sobre a estabilidade das vertentes.

2.7. Avaliação da previsível evolução do estado da qualidade da água da albufeira

Para além do cenário de referência e da modelação conjunta das albufeiras de Foz Tua e da Régua, foram simulados outros cenários, com o objetivo de perceber uma possível evolução do sistema estudado em função da alteração de alguns fatores, em particular da albufeira de Foz Tua na qual se está a desenvolver o programa especial da albufeira. Estes cenários correspondem a variações das cargas de nutrientes, de matéria orgânica e da qualidade microbiológica, relativamente ao que foi considerado nos cenários de referência e de modelação conjunta das albufeiras da Régua e de Foz Tua.

Relativamente às **cargas de nutrientes e matéria orgânica**, os cenários criados no PGRH da RH3 (Douro) (ARH Norte, 2012) preveem que a região do Douro atinja em 2027 um número de habitantes que se situa entre 2.027.400 e 2.139.200 representando um ganho entre 2.7% e 6.3%, respetivamente. Foram assim definidos os cenários base e otimista, sendo que no cenário pessimista se considera uma perda de população de 0,45%. As sub-bacias nas quais se prospecta crescimento demográfico são a do Tâmega, do Douro e as Costeiras entre Douro e Vouga.

No que diz respeito ao regadio, o PGRH prevê uma tendência decrescente em todos os cenários, com taxas de decréscimo de 5,6%, 2,4% e 1,9%, nos cenários pessimista, base e otimista, respetivamente. A tendência é geral em todas as sub-bacias, sendo que as menores perdas de regadio se devem registar no Tâmega, Tua e Sabor onde alguns aproveitamentos hidroagrícolas deverão aumentar as áreas de regadio.

Na atividade pecuária o panorama é muito distinto. No cenário pessimista prevê-se uma perda de 29% dos efetivos, em contraste com os cenários base e otimista, onde se registam crescimentos de 14 e 32%, respetivamente. De notar que as sub-bacias do Rabaçal/Tuela e do Tua (além de outras) registam tendência para a perda de efetivos em todos os cenários.

Finalmente, no que respeita à indústria transformadora, prevê-se uma diminuição do número de pessoal ao serviço, entre 4.1% e 0.05% ao ano até 2027, consoante se trate do cenário pessimista ou otimista.

Assim, pode concluir-se que para as bacias do Tuela/Rabaçal e Tua a previsão é de que exista efetivamente uma diminuição da carga de nutrientes e matéria orgânica, visto que não é previsto o crescimento da população e existirão perdas na área regada, na pecuária e na indústria. Se a esse facto se juntar uma progressiva melhoria ao nível do saneamento básico, é de esperar que venha a existir uma redução nas fontes de poluição.

Tendo em consideração as tendências de evolução previstas no PGRH considera-se pertinente a simulação de um cenário de redução de cargas de nutrientes e de matéria orgânica, que possa dar indicações sobre qual a evolução esperada nesse caso.

Apesar de um cenário de aumento de cargas não ser expectável, tendo em conta os cenários de evolução previstos no PGRH, é importante ter alguma sensibilidade sobre esta possibilidade, uma vez que o Programa Especial da Albufeira de Foz Tua poderá condicionar atividades que se possam desenvolver no plano de água da albufeira e na sua envolvente direta, caso se verifique que as mesmas podem ter consequências para a qualidade da água da albufeira. Neste contexto, considera-se relevante a simulação de cenários de aumento de cargas de nutrientes e de matéria orgânica provenientes da bacia drenante para a albufeira de Foz Tua.

Tendo em conta o exposto, são simulados os seguintes cenários relativamente ao cenário de referência e ao cenário de modelação conjunta das albufeiras de Foz Tua e da Régua:

- Cenário de redução de 30% das cargas de nutrientes e de matéria orgânica;
- Cenário de aumento de 20% das cargas de nutrientes e de matéria orgânica;
- Cenário de aumento de 5% das cargas de nutrientes e de matéria orgânica.

O conjunto de cenários estudados no PEAFT é o seguinte.

Quadro 27 – Conjunto de cenários estudados no PEAFT

Simulações	Observações
Foz Tua sem bombagem referência	Simulado
Foz Tua sem bombagem e aumento de 20% das cargas	Simulado
Foz Tua sem bombagem e redução de 30% das cargas	Simulado
Foz Tua com bombagem referência	Simulado
Foz Tua com bombagem e aumento de 20% das cargas	Simulado
Foz Tua com bombagem e redução de 30% das cargas	Simulado
Foz Tua com bombagem e aumento de 5% das cargas	Estimado

No que se refere à **qualidade microbiológica**, tendo em atenção os requisitos quer do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, relativos à produção de água para consumo humano, quer ainda do Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho, relativo à qualidade da água balnear, foram feitas simulações do transporte e decaimento de 2 parâmetros microbiológicos (Coliforme fecais e *Escherichia coli*).

As simulações consistem em simular um cenário de acidente, que necessariamente terá uma probabilidade de ocorrência baixa.

É de notar que os cenários contemplam apenas alterações às cargas na bacia hidrográfica de Foz-Tua, não sendo consideradas possíveis modificações na bacia hidrográfica do Douro.

Os resultados obtidos para o **cenário de referência** foram já apresentados nos **capítulos 2.1**.

Relativamente aos **restantes cenários** concluiu-se que tanto o aumento como a redução de cargas na bacia do Tua têm impacte limitado na qualidade da água da albufeira. Faz-se notar que o cenário de redução de carga é o mais plausível de acordo com as perspetivas de evolução da bacia hidrográfica. Por medida de precaução foi simulado um cenário de aumento de carga de 20% que revelou não ter efeitos significativos na albufeira. Dos resultados obtidos fica também claro que um cenário de 5% de aumento na carga afluente a Foz Tua não terá impactes significativos na massa de água.

Igualmente compatíveis com cenários de exploração da área de intervenção do PEAFI são os cenários de contaminação microbiológica. Embora tenham sido simulados estes cenários, não é expectável a ocorrência de contaminação na massa de água Albufeira de Foz Tua proveniente da bacia hidrográfica. O cumprimento da legislação em vigor deverá evitar a possibilidade de contaminação direta da albufeira de modo que é de esperar que a albufeira apresente boa qualidade também a este nível.

Os estudos de modelação da qualidade da água podem ser consultados no **tomo 3 do volume 1**.

2.8. Quadro estratégico de referência

O quadro estratégico de referência do PEAFT é constituído pelos instrumentos de política ambiental e de desenvolvimento sustentável estabelecidos a nível nacional com os quais o programa se deverá articular e que conduzem à definição das suas linhas orientadoras.

São considerados como quadro estratégico de referência do PEAFT os IGT e os documentos estratégicos identificados no **Quadro 28** e no **Quadro 29**.

Quadro 28 – Quadro estratégico de referência do PEAFT – IGT

Âmbito	IGT
Nacional	Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território (PNPOT)
	Plano Nacional da Água (PNA)
Nacional setorial	Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro 2016-2021 (PGRH Douro 2016-2021)
	Plano de Gestão de Riscos de Inundação do Douro (PGRI – Douro 2016-2021)
	Programa Regional de Ordenamento Florestal de Trás-os-Montes e Alto Douro (PROF-TMAD)
Nacional especial	Plano de Ordenamento das Albufeiras da Régua e do Carrapatelo (POARC)
Regional	Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona Envolvente do Douro (PROZED)
	Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte (PROT-Norte)
	Regulamento do Parque Natural Regional do Vale do Tua
Municipal	Programa Intermunicipal do Alto Douro Vinhateiro

Quadro 29 - Quadro estratégico de referência do PEAFT – outros documentos estratégicos

Âmbito	Documento estratégico
Internacional	Agenda Territorial 2020 (AT2020)
	Estratégia Europeia para a Utilização Sustentável dos Recursos Naturais (ETUSRN)
	Estratégia Temática de Proteção do Solo (ETPS)
	Estratégia de Biodiversidade para 2020 (EB 2020)
	Convenção Europeia da Paisagem (CEP)

Âmbito		Documento estratégico
Nacional	Água e saneamento	Lei da Água
		Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA)
		Plano Estratégico Nacional para o Setor de Abastecimento de Águas e Saneamento de Águas Residuais (PENSAAR 2020)
	Desenvolvimento Sustentável	Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS)
		Programa Operacional de Sustentabilidade e Eficiência no Uso dos Recursos (POSEUR)
	Alterações Climáticas	Política Climática Nacional (Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 - PNAC 2020/2030 e segunda fase da Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas - ENAAC 2020)
		Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD)
		Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas (EAAFAC)
	Conservação da Natureza	Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade para 2030 (ENCNB 2030)
	Agricultura e Desenvolvimento Rural	Programa de Desenvolvimento Rural (PDR) do Continente para 2014-2020 (Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral, 2014)
		Plano Estratégico Nacional para o Desenvolvimento Rural / FEADER (PENDR)
		Programa de Desenvolvimento Rural (PDR 2020)
		Programa de Valorização do Interior (aprovado RCM extraordinário de 14 julho 2018)
	Florestas	Estratégia Nacional para as Florestas (ENF)
	Energia	Programa Nacional das Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico
		Estratégia Nacional da Energia (ENE)
	Educação Ambiental	Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2030
	Ambiente e Saúde	Plano Nacional de Ação Ambiente e Saúde (PNAAS)
	Turismo	Plano de Ação para o Desenvolvimento do Turismo em Portugal (Turismo 2020)
	Outros setores	Acordo de Parceria Portugal 2020
		Programa Operacional do Norte (Norte 2020)
		Programa Nacional de Coesão Territorial
		Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC)
		Política Nacional de Arquitetura e Paisagem (PNAP)
Regional		Plano de Desenvolvimento Turístico do Douro
		Plano Municipal da Defesa da Floresta Contra Incêndios
		Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil

3. Cenários de simulação da hidrodinâmica e qualidade da água

Os estudos de modelação da qualidade da água podem ser consultados no **tomo 3** do **volume 1**, sendo os seus resultados sintetizados nos **capítulos 2.1** e **2.2**.

4. Proposta

4.1. Enquadramento e objetivos do programa

O Despacho n.º 8097/2011, de 7 de junho (2.ª série do Diário da República) determinou a elaboração do Plano de Ordenamento da Albufeira de Foz Tua, estabelecendo como finalidade a definição de regimes de salvaguarda dos recursos naturais em presença, com especial destaque para os recursos hídricos, constituindo um instrumento de apoio à gestão da albufeira e da zona terrestre de proteção envolvente, assim como de articulação entre as diferentes entidades com competência na área de intervenção.

Com a publicação da Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e urbanismo – LBPPSOTU (Lei n.º 31/2014, de 30 de maio), e posteriormente do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, que estabelece o novo regime jurídico de instrumentos de gestão territorial (RJIGT), a elaboração do plano foi adaptada ao novo enquadramento legal, segundo o qual os planos especiais passam a ser designados de programas especiais.

Os programas especiais constituem um meio de intervenção do Governo e visam a prossecução de objetivos considerados indispensáveis à tutela de interesses públicos e de recursos de relevância nacional com repercussão territorial, estabelecendo exclusivamente regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais, através de medidas que estabeleçam ações permitidas, condicionadas ou interditas em função dos objetivos de cada programa, prevalecendo sobre os planos territoriais de âmbito intermunicipal e municipal.

A elaboração dos programas das albufeiras está regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio, alterado pelo Decreto-Lei n.º 26/2010, de 30 de março, que define o regime de proteção das albufeiras de águas públicas de serviço público, tendo como objetivo principal a proteção e valorização dos recursos hídricos associados às albufeiras, bem como do respetivo território envolvente.

Assim, o Programa Especial da Albufeira de Foz Tua deve estabelecer regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e assegurar a permanência dos sistemas indispensáveis à utilização sustentável do território, com especial destaque para os recursos hídricos. Deve ainda incorporar os objetivos de proteção estabelecidos no regime de proteção das albufeiras de águas públicas de serviço público.

Constituem objetivos da elaboração do programa, os definidos no Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio, alterado pelo Decreto-Lei n.º 26/2010, de 30 de março, designadamente:

- Definir regimes de salvaguarda, proteção e gestão, estabelecendo usos preferenciais, condicionados e interditos do plano de água e da zona terrestre de proteção;

- Articular, no que respeita às albufeiras de águas públicas, os regimes referidos no ponto anterior com a classificação da albufeira;
- Compatibilizar e articular, na respetiva área de intervenção, as medidas constantes dos demais instrumentos de gestão territorial e dos instrumentos de planeamento de águas, designadamente o Plano Nacional da Água, os planos de gestão de bacia hidrográfica e os planos específicos de gestão de águas, bem como as medidas de proteção e valorização dos recursos hídricos, nos termos previstos no regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial e na Lei da Água;
- Articular e compatibilizar, na respetiva área de intervenção, os diversos regimes de salvaguarda e proteção que sobre a mesma incidem.

O diploma define ainda como objetivos para o programa:

- Assegurar a defesa e qualidade dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, definindo regras de utilização do plano de água e da zona terrestre de proteção envolvente da albufeira;
- Definir regimes de salvaguarda do território, compatibilizando os diferentes usos e atividades existentes e/ou a serem criados, que permitam gerir a área de intervenção do programa de acordo com a proteção e valorização ambientais e com as finalidades principais da albufeira;
- Identificar as zonas do plano de água mais adequadas para a conservação dos recursos naturais e as zonas mais aptas para atividades de recreio e lazer, definindo a compatibilidade e a complementaridade entre as diversas utilizações;
- Definir as cargas para o uso e ocupação do solo que permitam gerir a área objeto do programa numa perspetiva dinâmica e interligada;
- Aplicar as disposições legais e regulamentares vigentes, quer do ponto de vista de gestão dos recursos hídricos quer do ponto de vista do ordenamento do território;
- Planear de forma integrada a área envolvente da albufeira, correspondente à zona terrestre de proteção;
- Garantir a integração das medidas consagradas na declaração de impacte ambiental do aproveitamento hidroelétrico de Foz Tua, previstas para a área do PEAFT, nomeadamente no que respeita ao turismo de natureza, náutico e de saúde e bem-estar e ao plano de ação do aproveitamento turístico das aldeias ribeirinhas;
- Garantir a articulação com outros instrumentos de gestão territorial, de âmbito nacional ou municipal, aplicáveis na área de intervenção, nomeadamente com o plano de bacia hidrográfica do Douro.

Refere-se ainda que estes objetivos são concordantes com a Lei da Água, que determina que os programas das albufeiras de águas públicas têm por objetivo principal a proteção e valorização dos recursos hídricos abrangidos.

4.2. Visão, princípios e objetivos para a área do PEAF

4.2.1. Introdução

O diagnóstico da situação existente na área do PEAF em conjunto com o seu quadro estratégico de referência, permitem estabelecer a visão, os princípios e os objetivos a considerar no programa.

Ao nível do **diagnóstico da situação existente**, realçam questões relacionadas com os seguintes aspetos:

- Evolução da qualidade da água na albufeira (capítulo 2.1), tendo-se concluindo que o sistema acoplado com turbinagem em Foz Tua e reposição parcial desses caudais por bombagem a partir da Régua deverá induzir a um aumento das cargas na albufeira de Foz Tua, que deverá, no entanto, ser minimizado pela ausência de mistura vertical da coluna de água;
- Pressões sobre as massas de água, (capítulo 2.3), tendo-se concluindo que existem na área da bacia hidrográfica do rio Tua pressões qualitativas, quantitativas, hidromorfológicas e biológicas, das quais se realçam na área do PEAF uma ETAR com tratamento secundário que serve uma população inferior a 2000 pessoas, uma rejeição industrial na massa de água do rio Tua a jusante da barragem de Foz Tua, poluição difusa associada a agricultura e pecuária em algumas massas de água e a presença da barragem de Foz Tua;
- Presença de riscos relevantes para o estabelecimento de regimes de salvaguarda da albufeira de Foz Tua (capítulo 2.4.9), nomeadamente relacionados com instabilidade de vertentes, erosão hídrica do solo, zonas inundáveis e ameaçadas pelas cheias, risco de poluição, risco de incêndios florestais e habitats em risco;
- Existência de potencialidades e vulnerabilidades que se refletem em aspetos relevantes para área do PEAF, nomeadamente os identificados no **Quadro 25**;
- Presença de áreas de salvaguarda indispensável e de áreas naturais e seminaturais (capítulo 2.5.3), incluindo:
 - Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo;
 - Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes;
 - Áreas com habitats de sensibilidade ecológica elevada e muito elevada;
 - Áreas das medidas compensatórias da ecologia resultantes da AIA do AHFT;
 - Áreas com habitats em risco;
 - Ilhas formadas no plano de água da albufeira.
- Potencialidades e condicionamentos que se colocam a curto e médio prazo (capítulo 2.6), incluindo as diretrizes, ocupações e intervenções previstas, assim como as potencialidades e condicionamentos para usos e atividades.

- Previsível evolução da qualidade da água da albufeira (capítulo 2.1), tendo-se concluído que tanto o aumento (em 5% e 20%) como a redução de cargas (em 30%) na bacia do Tua têm impacte limitado na qualidade da água da albufeira. Igualmente compatíveis com cenários de exploração da área de intervenção do PEAFT são os cenários de contaminação microbiológica, não sendo expectável a ocorrência de contaminação na albufeira proveniente da bacia hidrográfica.

Por seu lado, o **quadro estratégico de referência**, permite a definição das linhas orientadoras do programa, sendo de realçar os IGT e estratégias setoriais da água que incidem em toda a área do PEAFT.

4.2.2. Visão

A visão a prosseguir para a área do PEAFT sustenta-se na necessidade de garantir o Bom Estado da massa de água Albufeira de Foz Tua, bem como os sistemas e questões que constituem o seu garante ou que para isso contribuem:

Uma albufeira com Bom Estado, preservada, segura, suporte de atividades recreativas sustentáveis, integrada numa zona de proteção valorizada em termos naturais e paisagísticos e que assegure a proteção da massa de água e a prevenção de riscos.

4.2.3. Princípios

O PEAFT considera os princípios orientadores definidos pela Lei de bases da política do ambiente (Lei n.º 19/2014, de 14 de abril) e pela Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, com última alteração pela Lei n.º 44/2017, de 19 de junho).

O artigo 3.º da **Lei de Bases da Política do Ambiente** define que a atuação pública em matéria de ambiente está subordinada aos seguintes princípios:

- Do desenvolvimento sustentável, que obriga à satisfação das necessidades do presente sem comprometer as das gerações futuras, para o que concorrem: a preservação de recursos naturais e herança cultural, a capacidade de produção dos ecossistemas a longo prazo, o ordenamento racional e equilibrado do território com vista ao combate às assimetrias regionais, a promoção da coesão territorial, a produção e o consumo sustentáveis de energia, a salvaguarda da biodiversidade, do

equilíbrio biológico, do clima e da estabilidade geológica, harmonizando a vida humana e o ambiente;

- Da responsabilidade intra e intergeracional, que obriga à utilização e ao aproveitamento dos recursos naturais e humanos de uma forma racional e equilibrada, a fim de garantir a sua preservação para a presente e futuras gerações;
- Da prevenção e da precaução, que obrigam à adoção de medidas antecipatórias com o objetivo de obviar ou minorar, prioritariamente na fonte, os impactes adversos no ambiente, com origem natural ou humana, tanto em face de perigos imediatos e concretos como em face de riscos futuros e incertos, da mesma maneira como podem estabelecer, em caso de incerteza científica, que o ónus da prova recaia sobre a parte que alegue a ausência de perigos ou riscos;
- Do poluidor-pagador, que obriga o responsável pela poluição a assumir os custos tanto da atividade poluente como da introdução de medidas internas de prevenção e controle necessárias para combater as ameaças e agressões ao ambiente;
- Do utilizador-pagador, que obriga o utente de serviços públicos a suportar os custos da utilização dos recursos, assim como da recuperação proporcional dos custos associados à sua disponibilização, visando a respetiva utilização racional;
- Da responsabilidade, que obriga à responsabilização de todos os que direta ou indiretamente, com dolo ou negligência, provoquem ameaças ou danos ao ambiente, cabendo ao Estado a aplicação das sanções devidas, não estando excluída a possibilidade de indemnização nos termos da lei;
- Da recuperação, que obriga o causador do dano ambiental à restauração do estado do ambiente tal como se encontrava anteriormente à ocorrência do facto danoso.

Para além dos princípios gerais consignados na **Lei de Bases da Política do Ambiente**, o artigo 3.º da Lei da Água define que a gestão da água deve observar os seguintes princípios:

- Princípio do valor social da água, que consagra o acesso universal à água para as necessidades humanas básicas, a custo socialmente aceitável, e sem constituir fator de discriminação ou exclusão;
- Princípio da exploração e da gestão públicas da água, aplicando-se imperativamente aos sistemas multimunicipais de abastecimento público de água e de saneamento;
- Princípio da dimensão ambiental da água, nos termos do qual se reconhece a necessidade de um elevado nível de proteção da água, de modo a garantir a sua utilização sustentável;
- Princípio do valor económico da água, por força do qual se consagra o reconhecimento da escassez atual ou potencial deste recurso e a necessidade de garantir a sua utilização economicamente eficiente, com a recuperação dos custos dos serviços de águas, mesmo em termos ambientais e de recursos, e tendo por base os princípios do poluidor-pagador e do utilizador-pagador;
- Princípio de gestão integrada das águas e dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados e zonas húmidas deles diretamente dependentes, por força do qual importa desenvolver uma atuação em

que se atenda simultaneamente a aspetos quantitativos e qualitativos, condição para o desenvolvimento sustentável;

- Princípio da precaução, nos termos do qual as medidas destinadas a evitar o impacto negativo de uma ação sobre o ambiente devem ser adotadas, mesmo na ausência de certeza científica da existência de uma relação causa-efeito entre eles;
- Princípio da prevenção, por força do qual as ações com efeitos negativos no ambiente devem ser consideradas de forma antecipada por forma a eliminar as próprias causas de alteração do ambiente ou reduzir os seus impactos quando tal não seja possível;
- Princípio da correção, prioritariamente na fonte, dos danos causados ao ambiente e da imposição ao emissor poluente de medidas de correção e recuperação e dos respetivos custos;
- Princípio da cooperação, que assenta no reconhecimento de que a proteção das águas constitui atribuição do Estado e dever dos particulares;
- Princípio do uso razoável e equitativo das bacias hidrográficas partilhadas, que reconhece aos Estados ribeirinhos o direito e a obrigação de utilizarem o curso de água de forma razoável e equitativa tendo em vista o aproveitamento otimizado e sustentável dos recursos, consistente com a sua proteção.

Consideram-se os seguintes princípios a prosseguir pelo PEAFT:

- Proteção e gestão integrada, garantindo a proteção da massa de água Albufeira de Foz Tua e da sua envolvente, contemplando a satisfação das necessidades do presente sem comprometer as das gerações futuras, de modo a garantir a sua utilização sustentável;
- Prevenção e precaução, evitando, eliminando ou reduzindo pressões na massa de água Albufeira de Foz Tua, com origem natural ou humana, existentes e futuros, bem como eventuais riscos;
- Responsabilidade e cooperação, responsabilizando os envolvidos na gestão da albufeira e da sua zona de proteção, Estado ou privados, para garantir a proteção da massa de água.

4.2.4. Objetivos

Os objetivos do regime de proteção da albufeira de Foz Tua são definidos pelo Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 26/2010, de 30 de março, nomeadamente:

- Proteger e valorizar os recursos hídricos associados à albufeira;
- Garantir o bom estado ecológico dos recursos hídricos a preservar;
- Proteger e valorizar o território envolvente da albufeira, com o fim de assegurar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, e os ecossistemas aquáticos;

- Garantir o desenvolvimento do uso ou usos principais da albufeira;
- Garantir que as atividades secundárias da albufeira não comprometem os usos principais;
- Harmonizar entre si as diversas atividades secundárias da albufeira;
- Garantir a integridade da paisagem associada aos recursos hídricos objeto de proteção;
- Controlar as situações de degradação ambiental que põem ou que possam vir a pôr em causa a qualidade dos recursos hídricos, bem como promover a adoção de medidas adequadas a fazer cessar tais situações;
- Garantir a segurança de pessoas e bens em situações de risco associado a cheias e inundações, bem como prevenir riscos ou perigos decorrentes da utilização da albufeira.

4.2.5. Modelo estratégico do PEAF

Tendo em conta a visão, os princípios e objetivos estabelecidos, na **Figura 43** apresenta-se o modelo estratégico do PEAF.



Figura 43 – Modelo estratégico do PEAFT

No **Quadro 30** apresentam-se os objetivos estratégicos em relação com as principais questões identificadas no diagnóstico com que se relacionam e que devem ser consideradas ou acauteladas pelo programa.

Quadro 30 – Objetivos estratégicos e principais questões identificadas no diagnóstico que devem ser consideradas ou acauteladas

Objetivos estratégicos	Principais questões a considerar
Proteger, valorizar e garantir o bom estado da albufeira e das restantes massas de água	Pressões sobre as massas de água Capacidade de carga admissível na massa de água Evolução da qualidade da água Áreas com habitats de sensibilidade ecológica elevada e muito elevada Áreas com habitats em risco Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes
Proteger e valorizar a envolvente da albufeira	Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes Áreas com habitats de sensibilidade ecológica elevada e muito elevada Áreas das medidas compensatórias da ecologia resultantes da AIA do AHFT Áreas com risco de incêndio florestal Áreas com habitats em risco Ilhas formadas no plano de água da albufeira Áreas com valor geológico e geomorfológico Áreas com valor hidrogeológico e respetivas concessões hidrominerais Ocupações e intervenções previstas
Garantir os usos principais da albufeira e a compatibilização das atividades secundárias	Qualidade da água na albufeira Ocupações e intervenções previstas Potencialidades e condicionamentos para usos e atividades Áreas com habitats de sensibilidade ecológica elevada e muito elevada Áreas com habitats em risco
Gerir os riscos	Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias Risco de incêndio florestal Risco de poluição Habitats em risco
Potenciar a boa governança	-

Seguidamente é abordado cada um dos objetivos estratégicos.

4.2.5.1. Proteger, valorizar e garantir o bom estado da albufeira e das restantes massas de água

A salvaguarda da albufeira constitui o pilar em torno do qual se desenvolve o programa e com o qual tudo se tem de articular. Neste sentido, a avaliação da qualidade da água na albufeira para a situação de referência e para cenários futuros, bem como a capacidade de carga admissível na massa de água permitem avaliar, antecipar e prevenir eventuais problemas, acautelando-os ao nível do programa, quer seja reduzindo as pressões sobre as massas de água, protegendo os habitats em relação direta com os recursos hídricos, em risco ou de elevada sensibilidade, ou não permitindo determinadas atividades que lhes possam ser prejudiciais (incluindo associadas ao carreamento de materiais resultantes de processos erosivos para o interior da albufeira). Os níveis de proteção propostos para o plano de água da albufeira refletem estas preocupações.

Por outro lado, são definidas orientações ou condições para as atividades passíveis de serem implementadas na zona terrestre de proteção e no plano de água, com o objetivo de que não venham a afetar negativamente a massa de água Albufeira de Foz Tua.

4.2.5.2. Proteger e valorizar a envolvente da albufeira

A área do PEAFI tem características biofísicas singulares e que determinam um conjunto de condições específicas, associadas aos valores e recursos naturais e aos fatores humanos intrínsecos ao território e à sua ocupação, que importa proteger e valorizar.

Realça-se a importância que o Parque Natural Regional do Vale do Tua (PNRVT) tem na área do PEAFI, uma vez que incide sobre 95% do seu território. Sendo um dos objetivos do PNRVT *garantir a conservação da natureza e da biodiversidade e de promover a utilização sustentável dos recursos da região, como garante para a prossecução do desenvolvimento*, urge acautelar a sua abertura para ações que venham a ser previstas e que não ponham em causa os objetivos de proteção a salvaguardar definidos pelo PEAFI.

Já relativamente aos valores humanos e culturais, a maior parte da área do PEAFI insere-se na zona tampão do Alto Douro Vinhateiro e a jusante, para sul da barragem, no próprio Alto Douro Vinhateiro. Neste contexto, os valores que levaram à classificação da área devem ser salvaguardados pelo programa, não havendo abertura para que os mesmos sejam desvirtuados.

Também as áreas com características urbanas integram elementos que são representativos da ocupação humana mais antiga, encerrando valores que devem ser preservados, para que, em conjunto com o entorno,

contribuam para a valorização da área do PEAF. No entanto, neste caso, caberá aos planos territoriais respetivos a concretização de diretrizes específicas.

A salvaguarda da albufeira está estreitamente relacionada com a proteção da sua envolvente e os diferentes níveis de proteção definidos para a zona terrestre de proteção refletem a importância que as questões intrínsecas a esse território assumem para a proteção da massa de água.

No contexto referido definem-se níveis de proteção mais elevados para o território que possui maiores condicionantes ou é mais sensível do ponto de vista biofísico. Considera-se, por um lado, o território que possui maior suscetibilidade a alguns fatores que podem contribuir para a degradação da massa de água Albufeira de Foz Tua (por carreamento de solo ou escorregamento de materiais das vertentes adjacentes) e, por outro, o que enquadra zonas importantes do ponto de vista da conservação da natureza e que contribuem para a preservação de uma paisagem naturalizada e para o aumento da proteção da massa de água.

Estabelecem-se ainda níveis de proteção mais reduzidos, correspondentes a zonas menos condicionadas do ponto de vista biofísico e ecológico, a zonas já ocupadas por atividades ou para as quais as mesmas estão previstas. Será nestas zonas de proteção mais reduzida que preferencialmente se deverão instalar novas atividades, de forma contida e adaptada às características do terreno, nomeadamente turismo (incluindo termal), atividades recreativas na natureza, associadas aos valores conservacionistas e à diversidade existente, que podem constituir-se como mais-valias para o turismo de natureza.

4.2.5.3. Garantir os usos principais da albufeira e a compatibilização das atividades secundárias

O estado da massa de água Albufeira de Foz Tua é um aspeto de partida fulcral para a definição de atividades secundárias uma vez que pode condicionar o seu desenvolvimento. Há ainda áreas que devem ser restringidas de algumas atividades recreativas ou secundárias, para promover a conservação da natureza e a segurança.

Neste contexto, os diferentes níveis de proteção definidos para o plano de água da albufeira têm como objetivo balizar as atividades secundárias a desenvolver, bem como garantir a sua compatibilização com os usos principais da massa de água. Estes níveis de proteção consideram intenções definidas para o plano de água, nomeadamente seis zonas para apoiar o transporte de passageiros e o usufruto do plano de água da albufeira (barragem, Amieiro, S. Lourenço, Brunheda, Sobreira-fluvina e Sobreira-Foz da Ribeira de Milhais), propondo-se a possibilidade de desenvolvimento de diversas atividades recreativas complementares (banhar, navegação recreativa, atividades marítimo-turísticas e pesca).

4.2.5.4. Gerir os riscos

O PEAFT considera os riscos incidentes no território, na medida em que podem interferir com as atividades humanas e também na perspetiva de que, por si só, podem contribuir para a degradação dos valores naturais em presença ou da própria albufeira. Neste contexto, são acautelados através do enquadramento em níveis de proteção que garantem ou contribuem para a sua salvaguarda (áreas com habitats em risco) ou através da definição de normativo específico e representação cartográfica no modelo territorial. Consideram-se, neste último caso, as áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo, as áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes e as zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias, uma vez que podem interferir com a qualidade da massa de água albufeira de Foz Tua ou com a sua utilização em segurança.

Os restantes riscos incidentes no território do PEAFT (risco de incêndio florestal e alterações climáticas) não carecem de ser tratados no âmbito do regime específico do PEAFT, uma vez que têm associada legislação própria que já salvaguarda o território em causa.

4.2.5.5. Potenciar a boa governança

A garantia de uma governança eficaz do PEAFT deverá ter efeitos positivos na concretização e implementação do programa, sendo para isso identificados os diversos intervenientes e a forma como se devem articular durante a sua vigência.

4.3. Estrutura do modelo territorial

O desenvolvimento do Modelo Territorial tem como objetivo final dar resposta ao Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, ou seja, estabelecer regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e o regime de gestão compatível com a utilização sustentável do território, através da determinação de ações permitidas, condicionadas ou interditas em função dos objetivos fixados para a elaboração do PEAF.

De acordo com o mesmo diploma, as normas que estabelecem ações permitidas, condicionadas ou interditas, relativas à ocupação, usos e transformação do solo, devem ser integradas posteriormente nos planos territoriais.

Tendo em consideração a caracterização e diagnóstico desenvolvidas, bem como a visão, princípios e objetivos definidos para a área do PEAF, na **Figura 44** apresenta-se estrutura do modelo territorial. As componentes do modelo territorial são caracterizadas no **capítulo 4.4** e representadas cartograficamente no **Modelo Territorial (anexo cartográfico)**.

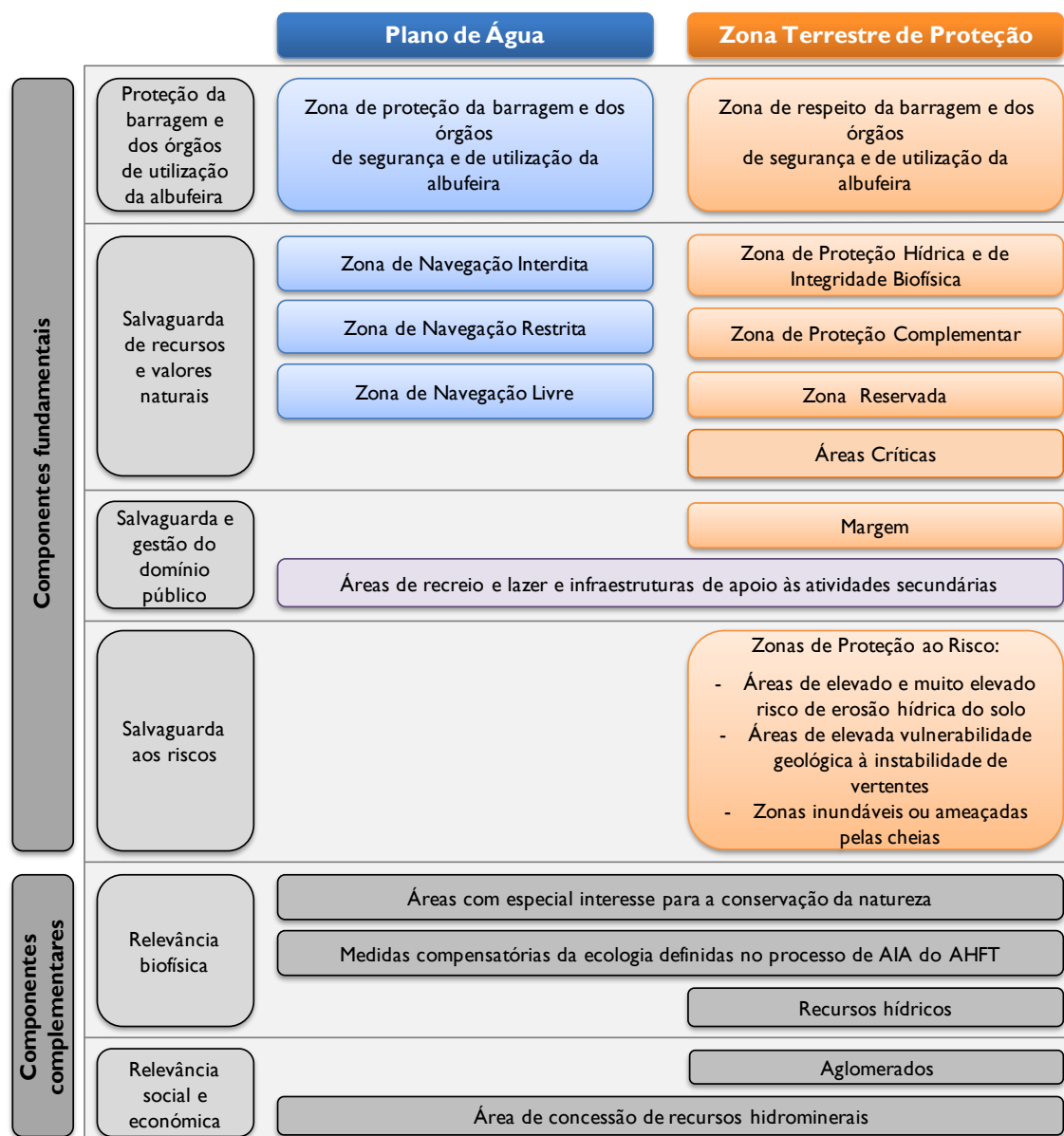


Figura 44 – Estrutura do modelo territorial do PEAFT

4.4. Componentes do modelo territorial

Seguidamente descrevem-se as componentes do **Modelo Territorial** identificadas na **Figura 44**, com referência às componentes fundamentais (**capítulos 4.4.1 a 4.4.3**) e complementares (**capítulo 4.4.5**).

Os diferentes regimes de proteção e salvaguarda estabelecidos no PEAFI foram definidos atendendo a objetivos e preocupações distintas. Em determinadas áreas do território verifica-se a sua sobreposição, enquanto noutras se aplica somente um regime.

4.4.1. Plano de água

O plano de água, representado no modelo territorial, corresponde ao NPA da albufeira de Foz Tua, a montante da barragem com o mesmo nome.

O programa tem como objetivo para o plano de água da albufeira de Foz Tua contemplar regimes de salvaguarda, de forma a regular o seu uso e ocupação, em função dos valores que se pretendem proteger e salvaguardar, bem como promover a sustentabilidade da sua utilização, identificando as áreas que devem ser objeto de regimes de proteção e gestão específica.

Neste âmbito, são considerados os seguintes aspetos que se consideram relevantes no contexto da gestão da albufeira para garantia da salvaguarda e sustentabilidade:

- Proteção / respeito da barragem e órgãos de utilização da albufeira;
- Salvaguarda de recursos e valores naturais;
- Salvaguarda da gestão do domínio público;
- Salvaguarda aos riscos, considerando os riscos incidentes na zona terrestre de proteção que podem condicionar a utilização do plano de água.

A salvaguarda do plano de água passa ainda por assegurar a sua proteção e por garantir o bom estado da massa de água Albufeira de Foz Tua, tendo em conta o definido na Lei da Água e no Regime de utilização das albufeiras, lagoas ou lagos de águas públicas.

O plano de água subdivide-se em quatro níveis de proteção distintos, que não se sobrepõem e que perfazem a sua totalidade, nomeadamente:

- Zona de proteção da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira;
- Zona de Navegação Interdita;
- Zona de Navegação Restrita;

- Zona de Navegação Livre.

Sobrepõem-se a estes níveis de proteção as áreas de recreio e de lazer e infraestruturas de apoio às atividades secundárias, que estão sujeitas a regimes específicos e que são tratadas no **capítulo 4.4.3**.

4.4.1.1. Zona de proteção da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira

A zona de proteção da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira corresponde, de acordo com o Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio, na sua redação atual, a uma faixa delimitada no plano de água, definida com o objetivo de salvaguardar a integridade da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira e garantir a segurança de pessoas e bens.

Corresponde à envolvente da barragem de Foz Tua e das respetivas infraestruturas e integra também a parte do plano de água da albufeira da Régua adjacente à zona de respeito da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira.

4.4.1.2. Zona de Navegação Interdita

A Zona de Navegação Interdita inclui a parte montante da albufeira, os braços da albufeira coincidentes com o rio Tinhela, a ribeira do Vale do Manhuscal e a ribeira de Milhais, bem como as envoltórias das ilhas. Corresponde às zonas do plano de água onde, por questões sobretudo relacionadas com a conservação da natureza ou com a profundidade da albufeira, se pretendem maiores restrições na utilização para navegação recreativa.

4.4.1.3. Zona de Navegação Livre

A Zona de Navegação Livre corresponde à zona central da albufeira, mais profunda, entre a zona de proteção da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira e as Zonas de Navegação Restrita e Interdita, compatível com execução de determinadas atividades recreativas e turísticas exigentes no que respeita às características do plano de água.

4.4.1.4. Zona de Navegação Restrita

A Zona de Navegação Restrita corresponde à parte do plano de água adjacente às margens da albufeira e à Zona de Navegação Livre, com uma largura de 20 metros contados a partir do limite da albufeira, variável consoante o nível de armazenamento da albufeira. Este nível de proteção tem como objetivo constituir uma zona de interface/tampão entre as duas zonas referidas, para promover a proteção da margem relativamente a atividades que possam ocorrer na Zona de Navegação Livre, e minimizar os riscos para os utilizadores desta zona, decorrentes da vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes.

4.4.2. Zona terrestre de proteção

A zona terrestre de proteção, representada no modelo territorial, corresponde a uma faixa com a largura de 500 metros contada a partir do NPA da albufeira de Foz Tua, alargada no máximo até ao limite máximo de 1000 metros permitido no Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio (de 1000 metros), na sua redação atual, para:

- Garantir a integração das medidas consagradas na declaração de impacte ambiental do aproveitamento hidroelétrico de Foz Tua. Neste contexto, são consideradas as áreas das medidas compensatórias da ecologia, que contemplam áreas para conservação e proteção da fauna, flora e vegetação;
- Abranger a zona de respeito da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira.

À semelhança do que foi referido para o plano de água, são considerados os seguintes aspetos que se consideram relevantes no contexto da gestão da albufeira para garantia da salvaguarda e sustentabilidade:

- Proteção / respeito da barragem e órgãos de utilização da albufeira;
- Salvaguarda de recursos e valores naturais;
- Salvaguarda da gestão do domínio público;
- Salvaguarda aos riscos.

No âmbito do modelo territorial a zona terrestre de proteção subdivide-se em três níveis de proteção que perfazem a sua totalidade:

- Zona de respeito da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira;
- Zona de Proteção Hídrica e de Integridade Biofísica;
- Zona de Proteção Complementar.

A estes níveis de proteção sobrepõem-se:

- Zonas de Proteção ao Risco, que integram:
 - Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo;
 - Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes;
 - Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias;
- Áreas críticas;
- Zona reservada;
- Margem.

Estes níveis de proteção refletem a existência usos e recursos com graus de vulnerabilidade e fatores de pressão distintos e que exigem diferentes regimes de proteção e salvaguarda no âmbito do PEAFT.

Aos níveis de proteção referidos sobrepõem-se as áreas de recreio e lazer e infraestruturas de apoio às atividades secundárias, que estão sujeitas a regimes específicos e que são tratadas no **capítulo 4.4.3**.

4.4.2.1. Zona de respeito da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira

À zona de respeito da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira prevista no Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio, na sua redação atual, corresponde a faixa delimitada na envolvente da barragem, bem como em torno da tomada de água da albufeira, definida com o objetivo de salvaguardar a integridade da barragem e dos órgãos de segurança e de utilização da albufeira e garantir a segurança de pessoas e bens.

4.4.2.2. Zona de Proteção Hídrica e de Integridade Biofísica

A Zona de Proteção Hídrica e de Integridade Biofísica enquadra as áreas do território onde predominam processos de erosão hídrica do solo elevados ou muito elevados (**Desenho 23.1, anexo cartográfico**), áreas com elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes (**Desenho 23.1, anexo cartográfico**), ilhas, áreas com habitats de sensibilidade ecológica elevada e muito elevada (**Desenhos 12.1 e 12.2, anexo cartográfico**), bem como as áreas correspondentes ao Programa de Medidas Compensatórias da ecologia definidas no âmbito do processo de AIA do AHFT (**Desenho 7, anexo cartográfico**). Integra ainda a zona reservada.

Este nível de proteção, constituído pelo conjunto das áreas identificadas, pretende garantir que é potenciada a proteção do solo contra a erosão hídrica, que não são realizadas ações que interfiram com a estabilidade

das vertentes e que são preservados os habitats com maior valor ecológico, salvaguardando áreas que podem proteger a massa de água Albufeira de Foz Tua.

4.4.2.3. Zona de Proteção Complementar

Na Zona de Proteção Complementar estão incluídas as áreas que não têm condicionalismos da segurança dos elementos hidráulicos do AHFT, são menos sensíveis ecologicamente e localizam-se em áreas menos condicionadas relativamente à erosão hídrica do solo e à vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes, correspondendo, por isso, a áreas onde é admitido um conjunto de ações e atividades menos restritivo.

4.4.2.4. Zonas de Proteção ao Risco

As zonas de proteção ao risco integradas no Modelo Territorial não substituem as que estão delimitadas no âmbito do Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional (RJREN), que continua a aplicar-se independentemente das normas estabelecidas no PEAF, sendo ambos os regimes cumulativos.

4.4.2.4.1. Áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo

As áreas de elevado e muito elevado risco de erosão hídrica do solo correspondem às zonas onde os fenómenos de erosão hídrica do solo são potencialmente mais intensos (**Desenho 23.1, anexo cartográfico**), justificando-se a sua consideração de modo a salvaguardar a albufeira de interferências negativas deles resultantes.

4.4.2.4.2. Áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes

As áreas de elevada vulnerabilidade geológica à instabilidade de vertentes correspondem às zonas onde há maior probabilidade de ocorrência destes fenómenos (**Desenho 23.1, anexo cartográfico**), justificando-se a sua consideração, de forma a salvaguardar a zona terrestre de proteção e a albufeira de interferências negativas deles resultantes, bem como a salvaguardar pessoas e bens.

4.4.2.4.3. Zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias

Correspondem às zonas de inundação referentes a um período de retorno de 100 anos acima do nível de máxima cheia (NMC) da albufeira (**Desenho 23.1, anexo cartográfico**), justificando-se a sua individualização para proteção de pessoas e bens.

4.4.2.5. Zona reservada

Corresponde à faixa, medida na horizontal, com a largura de 100 m, contados a partir da linha do nível de pleno armazenamento da albufeira, tendo como objetivo, de acordo com o Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de maio (na sua redação atual), assegurar as seguintes funções:

- Contribuir para o bom estado dos recursos hídricos;
- Permitir minimizar processos erosivos no território adjacente, com repercussões nos recursos hídricos;
- Potenciar a preservação e a regeneração natural do coberto vegetal;
- Contribuir para a conservação das espécies de fauna;
- Prevenir e evitar usos, atividades ou utilizações que não sejam de apoio à albufeira.

4.4.2.6. Margem

Corresponde à faixa de terreno contígua ou sobranceira ao nível de pleno armazenamento da albufeira, com a largura de 30 metros, definida na Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, na sua redação atual. Este espaço desempenha funções essenciais na proteção e salvaguarda das massas de água, na preservação da dinâmica dos processos físicos e biológicos associados ao interface terra-água, visando ainda o interesse geral de acesso às águas, de passagem ao longo das águas e, também, a fiscalização e policiamento das águas pelas entidades competentes.

4.4.3. Áreas de Recreio e Lazer e Infraestruturas de Apoio às Atividades Secundárias

As Áreas de Recreio e Lazer e Infraestruturas de Apoio às Atividades Secundárias correspondem a zonas onde será possível a implementação de áreas de recreio e de estruturas de apoio a atividades secundárias.

As Áreas de Recreio e Lazer e Infraestruturas de Apoio às Atividades Secundárias podem abranger as seguintes tipologias de funções:

- Atividade marítimo-turística;
- Náutica de recreio;
- Uso balnear;
- Pesca;
- Atividade ferroviária de transporte de passageiros.

Definem-se seis áreas, com localização indicativa, representadas no Modelo Territorial, onde as Áreas de Recreio e Lazer e Infraestruturas de Apoio às Atividades Secundárias podem ser implementadas:

- Barragem;
- Amieiro;
- São Lourenço;
- Brunheda;
- Sobreira – fluvina;
- Sobreira – Foz da Ribeira de Milhais.

Com exceção da área de recreio e lazer de Sobreira – Foz da Ribeira de Milhais, todas as restantes áreas já dispõem de infraestruturas construídas no âmbito do Projeto de Mobilidade do Tua.

As infraestruturas de apoio à pesca recreativa e as áreas de prática balnear não estão representadas no Modelo Territorial, podendo ou não ser localizadas no interior das Áreas de Recreio e Lazer e Infraestruturas de Apoio às Atividades Secundárias.

4.4.4. Áreas críticas

Correspondem a linhas de água cujas galerias ripícolas devem ser recuperadas com o objetivo de promover a continuidade ecológica, localizando-se na parte montante da área do programa (**Desenho 23.2, anexo cartográfico**).

4.4.5. Componentes complementares

4.4.5.1. Áreas com especial interesse para a conservação da natureza

As áreas com especial interesse para a conservação da natureza enquadram: o Parque Natural Regional do Vale do Tua (PNRVT), sujeito a um regime de gestão específico (Regulamento n.º 364-A/2013, de 24 de setembro, da Associação de Municípios da Terra Quente - Diário da República, 2ª Série), as áreas com sensibilidade ecológica elevada e muito elevada e os habitats em risco identificados no âmbito do PEAFT.

4.4.5.2. Medidas compensatórias da ecologia definidas no processo de AIA do AHFT

As zonas sujeitas ao programa medidas compensatórias da ecologia definidas no processo de AIA do AHFT, visam permitir um melhor enquadramento ambiental do AHFT através da adoção e implementação de medidas diretamente relacionadas com o tipo e magnitude da afetação induzida pelo projeto, que se agrupam em:

- Ações que visam a conservação/preservação/recuperação dos recursos existentes ao abrigo de um estatuto de proteção adequado, incluindo troços de rio a conservar, áreas a conservar para a fauna terrestre e áreas a conservar para a flora e vegetação;
- Medidas que requerem intervenções pontuais a diversos níveis, como a limpeza de vegetação à entrada de minas ou intervenções em pontes e túneis, incluindo intervenções relativas à avifauna e a quirópteros.

4.4.5.3. Recursos hídricos

Os recursos hídricos da área do PEAFT correspondem às massas de água superficiais identificadas no Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro, que se encontram sujeitas aos regimes de gestão previstos nesse instrumento.

4.4.5.4. Aglomerados

Os aglomerados identificados no modelo territorial (Fiolhal, Amieiro, São Lourenço e Sobreira) constituem o sistema urbano presente na área do PEAFT.

4.4.5.5. Áreas de concessão de recursos hidrominerais

As áreas de concessão de recursos hidrominerais, representadas no modelo territorial, são as seguintes:

- São Lourenço, abrangendo o concelho de Carrazeda de Ansiães, cuja área de concessão de recursos hidrominerais foi estabelecida pela Portaria n.º 193/2012, de 7 de maio;
- Caldas do Carlão, abrangendo os concelhos de Alijó e Murça, cuja área de concessão de recursos hidrominerais foi estabelecida pela Portaria n.º 289/2005, de 22 de março.

Estas áreas estão sujeitas a regimes próprios decorrentes da concessão atribuída, sendo importantes do ponto de vista da economia local e para o desenvolvimento do turismo termal.

Bibliografia

AGROCONSULTORES E COBA (1991). *Carta dos Solos, carta do uso atual da terra e carta da aptidão da terra do Nordeste de Portugal*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

APA (2013a). *Estratégia Setorial de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas relacionados com os Recursos Hídricos*.

APA (2013b). *Relatório de Progresso - Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. Amadora.

APA – Agência Portuguesa do Ambiente (2016). *Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro – RH3*. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848>.

ARNOLDUS, H.M.J. (1997). PREDICTING SOIL LOSSES DUE TO SHEET AND RILL EROSION. FAO – GUIDELINES FOR WATERSHED MANAGEMENT. FAO CONSERVATION GUIDE. 1. PP 99-124.

BRANCO, M.C.; COITO, A. (2011). *Servidões e restrições de utilidade pública (SRUP)*. Coleção Informação 9. Edição digital. Setembro 2011. DGOTDU – Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. Lisboa.

CABRAL, J. (1995). *Neotectónica em Portugal Continental*. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro. nº 31. Lisboa.

CABRAL, J. (1996). *Sismotectónica de Portugal*. Colóquio/Ciências. Revista de Cultura Científica.

CABRAL, J.; RIBEIRO, A. (1989) *Carta Neotectónica de Portugal e Notícia Explicativa*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

CARDOSO, A. H. (1998) *Hidráulica Fluvial*. Fundação Calouste Gulbenkian (Serviço de Educação). Lisboa.

CCDR NORTE (2009) *Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte – PROT-Norte. Relatório Temático - Recursos Geológicos e Hidrogeológicos da Região Norte*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. Porto.

CEDRU & TIS.PT (2010a) Estudos complementares de apoio à resposta à Declaração de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua: Plano de ação para a requalificação das acessibilidades na envolvente da Albufeira. Maio de 2010. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

CEDRU & TIS.PT (2010b) Estudos complementares de apoio à resposta à Declaração de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua: Projeto de Mobilidade – Solução Final. Maio de 2010. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

CEDRU & TIS.PT (2010c) *Estudos Complementares de apoio à resposta à Declaração de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua: Estudo de Implementação da Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Tua – Relatório Final*. Maio de 2010. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

CIBIO/DHV (2012) *Atas das Reuniões para definição do Programa Base para a Criação do PNRVT*. Atas N.º 02/2012 (11-06-2012), 03/2012 (11/06/2012), 04/2012 (19/06/2012) e 05/2012 (19/06/2012). Junho 2012.

CONCELHO DE CARRAZEDA DE ANSIÃES – COMISSÃO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS DE CARRAZEDA DE ANSIÃES (2007). *Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios*. Janeiro de 2007.

CONCELHO DE CARRAZEDA DE ANSIÃES – COMISSÃO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS DE CARRAZEDA DE ANSIÃES (2011). *Plano Operacional Municipal – 2011*.

DGT (2015). *Integração do conteúdo dos planos especiais – guia metodológico*. Edição própria. Lisboa.

DHV ET AL (2012) *Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro – RH3*. ARH Norte, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Norte. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=834>

EDP (2012a). *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Fase de Pós-RECAPE: Um Ano Após Licenciamento – Jan. 2012. Volume 1 – Relatório*. Janeiro de 2012. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

EDP (2012b). *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Projeto. Aditamento. Central e Circuito Hidráulico. Planta Geral*. Abril 2012. DPI – Direção Projetos e Investimentos. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

FBO & NEMUS (2001). *Estudo de Impacte Ambiental do Subsistema de Rega de Alqueva – Bloco do Baixo Alentejo*. EDIA. Beja.

FERRÃO, MARCELO (2009). *Capacidade de carga ambiental em zonas territoriais. Estudo de capacidade de carga em albufeiras*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Abril 2009. Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa.

HENZE, M.; HARREMOËS, P.; LA COUR JANSEN, J.; ARVIN, E. (2002). *Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes*. 3rd ed. Springer-Verlag. Berlin.

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. Vol. 27(2), pp. 47- 53. Número Temático: Hidrologia e Modelação Hidrológica. Lisboa.

HOLLY E. BOSLEY (2005). *Techniques for Estimating Boating Carrying Capacity: A Literature Review*. August, 2005. North Carolina State University. Department of Parks, Recreation & Tourism Management.

ICNF (2013). *Adaptação das Florestas às Alterações Climáticas*.

IGP – Instituto Geográfico Português (2011) *Cartografia de Risco de Incêndio Florestal. Nova CRIF 2011. Versão Provisória*. Grupo Crise. Disponível em: <http://scrif.igeo.pt/cartografiacrif/2007/crif07.htm>

IM (2000) *Carta de Intensidades Máximas Históricas*. Instituto de Meteorologia.

INAG (2011). *INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Águas e de Águas Residuais*.

INE (2011). *Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos principais resultados*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INMG - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA (1991) *O Clima de Portugal – Fascículo XLIX – Volume 3 – 3ª Região. Normais Climatológicas da Região de «Trás-os-Montes e Alto Douro e Beira Interior», Correspondentes a 1951-1980*. Lisboa.

LENCASTRE, A.; FRANCO, F. M. (1984). *Lições de Hidrologia*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

LOUREIRO, J. (1984). *Expressões para o cálculo do caudal máximo de cheia em cursos de água em Portugal*. Recursos Hídricos. Vol. 5. n.º 1. pp. 53-78. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). Lisboa.

MAGALHÃES, M. M. RAPOSO (2001). *Arquitetura Paisagista: Morfologia e Complexidade*. Editorial Estampa. Lisboa.

MCOOL, D. K., BROWN, L. C., FOSTER, G. R., MUTCHLER, C. K., & MEYER, D. (1987). *Revised Slope Steepness Factor for the Universal Soil Loss Equation*. TASAE, vol. 30, n.º5.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO MAR, DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO [MAMAOT] (2013). *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas*.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO [MEI] (2006) *Plano Estratégico Nacional do Turismo*. Aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2007, de 4 de abril.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL [MAOTDR] (2009) *Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT)*. 11 de maio de 2009. Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente.

MUNICÍPIO DE ALIJÓ – COMISSÃO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS DE ALIJÓ (2012). *Plano Operacional Municipal – 2012*.

MUNICÍPIO DE VILA FLOR – COMISSÃO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS DE VILA FLOR (2012). *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios – 2007*.

NÉRY, F. (2007). *Nomenclatura CORINE Land Cover: Versão Portuguesa Comentada*. [Versão original: BOSSARD, M.; FERANEC, J. & OTAHEL, J. (2000). *CORINE Land Cover Technical Guide – Addendum 2000. Technical Report No. 40*. European Environmental Agency. Copenhagen. 105 pp.]. 105 pp. Instituto Geográfico Português. Lisboa.

OLIVEIRA ET AL (2011) *Experiências obtidas em sismos recentes e seus ensinamentos para Portugal*. VI Conferência Dia Internacional para a Redução de Desastres Naturais. Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos. Instituto Superior Técnico.

PEREA, H ET AL (2010) *Atividade sísmica quaternária da falha da Vilariça (NE Portugal): Resultados preliminares de um estudo paleossismológico*. Revista Eletrónica de Ciências da Terra. Geosciences On-line Journal. Volume 11 – nº 6. VIII Congresso Nacional de Geologia.

PEREA, S.; GARZÓN, P.; GONZÁLEZ, J.L.; ALMADA, V.C.; PEREIRA, A. & DOADRIO, I. (2011) *New distribution data on Spanish autochthonous species of freshwater fish*. Graellsia. 67(1). pp 91-102.

PEREIRA ET AL. (2009) *Implementação e Potencialidades de uma Base de Dados de Movimentos de Vertente no Norte de Portugal*. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos. Volume VI. APGEOM. Braga.

PEREIRA, S. (2009) *Perigosidade a Movimentos de Vertente na Região Norte de Portugal*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física apresentada na Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

PIMENTA, M. T. (1998a). *Caracterização da Erodibilidade dos Solos a Sul do Rio Tejo*. INAG.

PIMENTA, M. T. (1998b). *Diretrizes para a Aplicação da Equação Universal de Perda de Solos em SIG*. INAG.

POE TEJO. (2011). *Alcochete Relatório Preliminar Cheias*. Relatório. Fase 3.

PORTELA, M. M. (2006a). *Estimação de precipitações intensas em bacias hidrográficas de Portugal Continental*. Recursos Hídricos. Vol 27(1). pp. 15-32. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). Lisboa.

PORTELA, M. M., MARQUES, P. E CARVALHO, F. F. (2000). *Hietogramas de projeto para análise de cheias baseada no modelo do hidrograma unitário do Soil Conservation Service (SCS)*. 5º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). Lisboa.

PORTELA, M. M. (2006b). *Modelação Hidrológica*. Documento de apoio à disciplina de Modelação e Planeamento de Recursos hídricos do IST. Lisboa.

PROFICO AMBIENTE (2008a) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Estudo de Impacte Ambiental*. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2008b) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Aditamento ao Estudo de Impacte Ambiental*. Novembro 2008. 184 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010a) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Relatório de Conformidade com o Projeto de Execução (RECAPE)*. Volume II – Relatório Técnico. Junho de 2010. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010b) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Caracterização complementar sobre as Comunidades de Bivalves de Água Doce - Elemento 48*. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução. 28 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010c) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Estudo complementar sobre a Ictiofauna - Elemento 47*. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução. 46 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010d) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Plano de Contenção, Controlo ou Erradicação de espécies Aquícolas Exóticas Invasoras no setor da bacia do Tua afetado pelo AHFT - Elemento 45*. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução. 35 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010e) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Estudo complementar sobre a Avifauna - Elemento 46*. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução. 126 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010f) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Estudo complementar sobre a fauna terrestre (exceto avifauna) - Elemento 40*. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução. 95 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010g) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Estudo complementar sobre Quirópteros - Elemento 41. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução.* 78 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010h) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Estudo complementar sobre a flora vascular do vale do Tua - Elemento 38. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução.* 41 pp. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2010i) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Elemento a entregar em fase de RECAPE nº 33 e 34 – Cartografia geológico-geotécnica, estabilidade das encostas e vertentes. Estudo de alteração do Maciço e Espessura Média do Rególito. Cartografia Geológica e Cartografia de Riscos da Zona Envolvente da Albufeira.* Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

PROFICO AMBIENTE (2016) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Projeto de Mobilidade – Componente Fluvial. Estudo de Incidências Ambientais. Fevereiro de 2016.* EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A.

QUADRANTE (s.d.) *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Cais de Embarque. Estudo Prévio.* EDP.

QUADRANTE (2016). *Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. Cais Fluviais e Fluvinas – Acessos e Estruturas dos Cais. Projeto de Execução.* Março 2016.

QUINTELA, A. C. (1984). *Hidrologia de águas superficiais.* in Curso Internacional de Hidrologia Operativa. M.E.S./S.E.O.P. Direção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos. Lisboa.

RIBEIRO, F., BELDADE, R., DIX, M. & BOCHECHAS, J. (2007). *Carta Piscícola Nacional.* Direção-Geral dos Recursos Florestais.-Fluviatilis, Lda. Publicação Eletrónica (versão 01/2007).

SILVA, J. R. M. & SILVA, L. L. (2001) *Utilização dos Sistemas de Informação Geográfica no estudo de impacto ambiental. Caso de estudo: introdução de um sistema de rega por aspersão do tipo Rampa Rotativa nas áreas a beneficiar do Alqueva.* 1º Congresso Nacional da Sociedade Portuguesa de Ciência do Solo: Uso do Solo e da Água. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

SOIL CONSERVATION SERVICE. SCS. (1985). *National Engineering Handbook*, Sec. 4, Hydrology, U. S. Department of Agriculture. Disponível a partir de U. S. Government Printing Office, Washington D.C.

TOMÁS, P. P. & COUTINHO, M. A. (1993). *Erosão Hídrica dos Solos em Pequenas Bacias Hidrográficas. Aplicação da Equação Universal de Degradação dos Solos.* Publicação CEHIDRO n.º07. IST. UTL. Lisboa.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (1990). *HEC-HMS. Flood hydrograph package. User's manual*. Hydrologic Engineering Centre. Davis. California.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (1995). *HEC-RAS River Analysis System. User's Manual*. Washington. Hydrologic Engineering Center.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (2002). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual*. Approved for Public Release – Distribution Unlimited CPD-74B. Hydrologic Engineering Center. Davis. EUA.

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR BUREAU OF RECLAMATION (2011). *Water and Land Recreation Opportunity Spectrum (WALROS). Users' Handbook*. Second Edition. September 2011. U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation. Reclamation managing water in the west.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. Agriculture Handbook n. 537. U. S. Department of Agriculture.

ZÉZERE, L. ET AL (s.d.) *Perigos Naturais e Tecnológicos no Território de Portugal Continental*. Centro de Estudos Geográficos. Universidade de Lisboa.

Sítios da internet consultados

APA (2018). *SNIAmb - Sistema Nacional de Informação de Ambiente. PGRH (2016-2021)*. Disponível em <https://sniamb.apambiente.pt/content/planos-de-gest%C3%A3o-de-regi%C3%A3o-hidrogr%C3%A1fica?language=pt-pt>. Consultado em março de 2018.

EDM (2012) *Portal da Empresa de Desenvolvimento Mineiro, SA*. Disponível em: www.edm.pt. Consultado em maio de 2012.

INAG (2011) INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Águas e de Águas Residuais. Disponível em: <http://insaar.inag.pt/>.

INAG (2012) *Portal do SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos*. Disponível em: <http://snirh.inag.pt>. Consultado em maio de 2012.

Anexos

Anexo I. Procedimento adotado para cálculo dos caudais

Caracterização da bacia hidrográfica

A albufeira de Foz Tua pertence à bacia hidrográfica do Tua, afluente da margem direita do rio Douro, processando-se o escoamento superficial através de várias ribeiras subsidiárias. A bacia hidrográfica do Tua é formada por três sub-bacias principais, das quais resultam os seus principais cursos de água: rio Tuela, rio Rabaçal e rio Tua (**Figura I.1**).

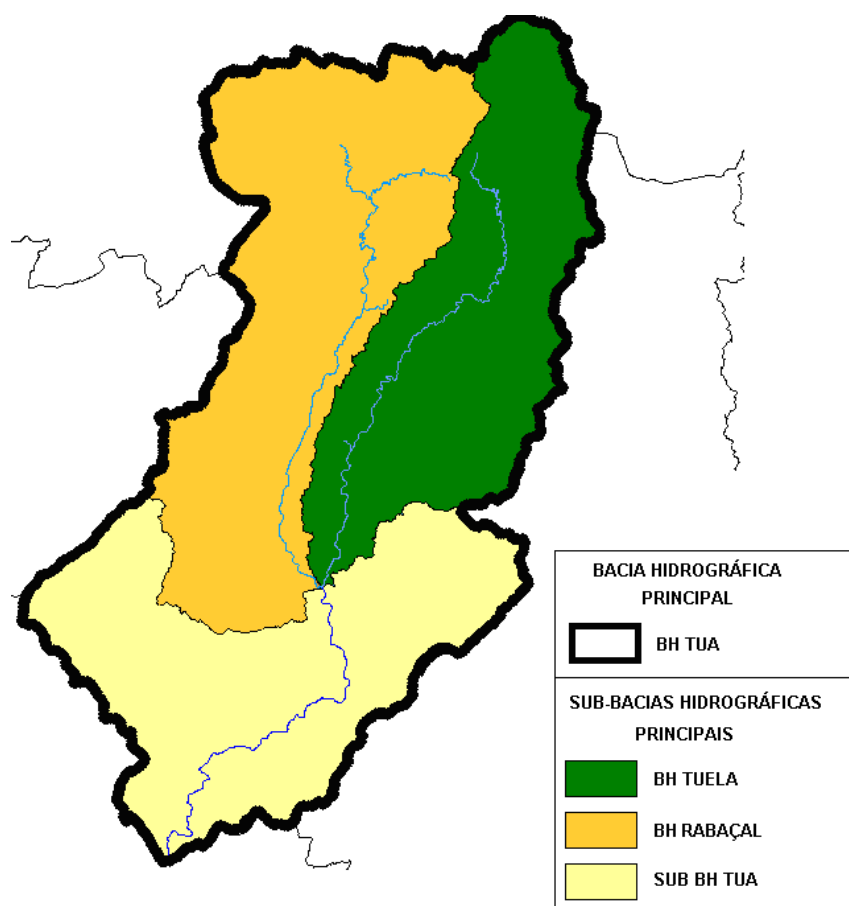


Figura I.1. Sub-bacias hidrográficas principais pertencentes à bacia hidrográfica do Tua

Para a delimitação da região hidrográfica em estudo utilizaram-se as Cartas Militares de Portugal envoltentes à bacia hidrográfica, identificando as que abrangem o PEAFT (Série M888- FL. 103, 104, 116, 117) à escala 1:25.000. Contudo, uma vez que o limite da rede hidrográfica abrange o território espanhol, Galiza e Zamora, associados às nascentes dos rios Rabaçal e Tuela, respetivamente, foi necessário obter informação altimétrica acerca destas bacias. Por forma a complementar a informação altimétrica disponível destas bacias, recorreu-se à informação disponível pelo GeoPortal SRTM-CGIAR-CSI, com resolução de dados de elevação de 90 metros (produzidas pela NASA)

O caudal afluente à zona do PEAFI foi determinado fazendo intervir a precipitação crítica em toda a bacia hidrográfica do Tua. De modo a modelar a cheia de projeto na zona de confluência dos afluentes com o trecho do rio Tua integrado no PEAFI, foi também necessário delimitar as sub-bacias hidrográficas que drenam para esse trecho do Tua (**Figura I.2**). Os principais afluentes do Tua na zona do PEAFI são: rio Tinhela (principal afluente), ribeira de São Mamede, ribeira do Barrabaz, ribeira da Rebousa, ribeira da Cabreira e ribeira de Milhais. Para complementar esta informação procedeu-se ainda à delimitação das áreas inundadas, a montante do PEAFI, incluindo nas margens do rio Tuela e Rabaçal o que levou a que se tivessem calculado os caudais afluente à secção de confluência de cada um dos afluentes com o rio Tua.

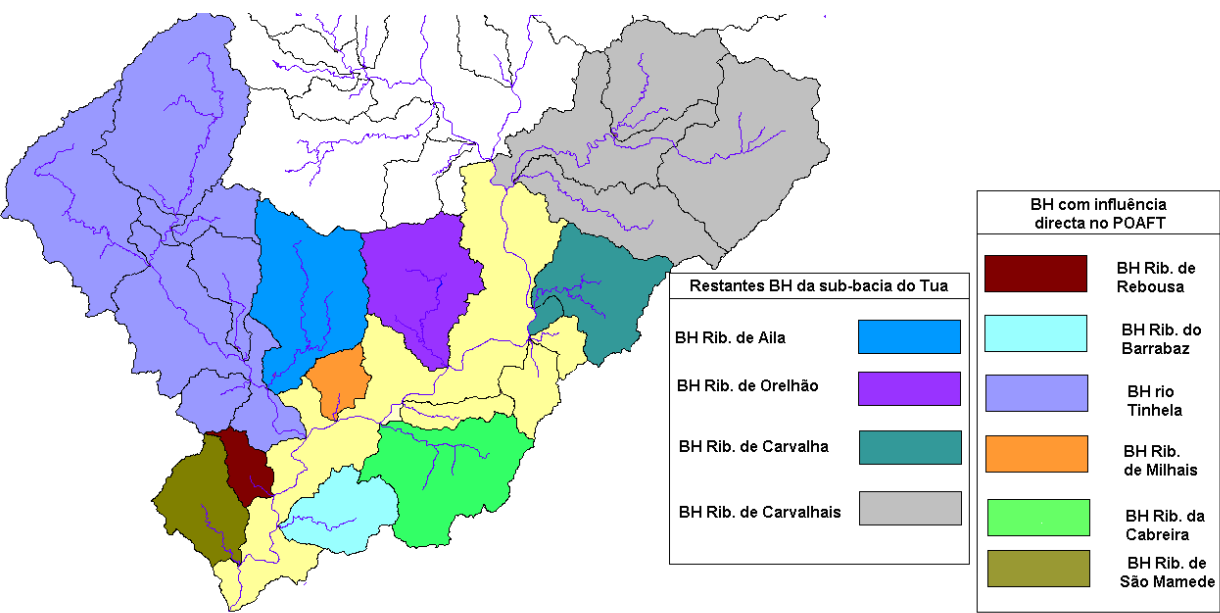


Figura I.2. Bacias hidrográficas (BH) da sub-bacia do Tua

Com o objetivo de determinar o tempo de concentração na bacia hidrográfica do Tua e em cada sub-bacia, procedeu-se ao traçado e caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Tua e das sub-bacias que a constituem, sobre as cartas militares identificadas anteriormente, tendo-se obtido uma área total de 3815,76 km². No **Quadro I.1** sintetizam-se as características fisiográficas da bacia hidrográfica do Tua e das sub-bacias.

Quadro I.1. Características fisiográficas da bacia hidrográfica do Tua e das sub-bacias que a constituem

Bacia hidrográfica do Tua	
Área total da bacia hidrográfica do Tua, A (km²)	3808,67
Altura média da bacia hidrográfica do rio Tua, hm (m)	680
Desenvolvimento do curso de água (km²)	144,72
Declive médio do curso de água (%)	0,6
Sub-bacias hidrográficas principais	

Área da bacia hidrográfica do rio Tuela, A (km ²)	1 127,96
Área da bacia hidrográfica do rio Rabaçal, A (km ²)	1427,29
Altura média da bacia hidrográfica, do rio Tuela, hm (m)	783,5
Altura média da bacia hidrográfica, do rio Rabaçal, hm (m)	712,6
Desenvolvimento do curso de água da bacia (rio Tuela, L (km))	88,95
Desenvolvimento do curso de água da bacia (rio Rabaçal, L (km))	77,27
Declive médio do rio Tuela, dm (%)	0,8
Declive médio do rio Rabaçal, dm (%)	0,9
Sub-bacias com influência direta na área do PEAFT	
Área da bacia hidrográfica da ribeira de São Mamede, A (km ²)	38,74
Área da bacia hidrográfica da ribeira de Rebousa, A (km ²)	14
Área da bacia hidrográfica da ribeira do Barrabaz, A (km ²)	35,23
Área da bacia hidrográfica do rio Tinhela, A (km ²)	358,42
Área da bacia hidrográfica da ribeira da Cabreira, A (km ²)	90,64
Área da bacia hidrográfica da ribeira de Milhais, A (km ²)	15,77
Altura média da sub-bacia hidrográfica da ribeira de São Mamede, hm (m)	628,5
Altura média da bacia hidrográfica, da ribeira de Rebousa, hm (m)	570,78
Altura média da bacia hidrográfica, da ribeira de Milhais, hm (m)	348,6
Altura média da sub-bacia hidrográfica da ribeira do Barrabaz, hm (m)	625,73
Altura média da bacia hidrográfica, do rio Tinhela, hm (m)	722
Altura média da bacia hidrográfica, da ribeira da Cabreira, hm (m)	586,8
Desenvolvimento da ribeira de São Mamede, L (km)	8,3
Desenvolvimento da ribeira de Rebousa, L (km)	2,8
Desenvolvimento da ribeira da Cabreira, L (km)	5,5
Desenvolvimento da ribeira de Milhais, L (km)	2,53
Desenvolvimento da ribeira do Barrabaz, L (km)	8,8
Desenvolvimento do rio Tinhela, L (km)	49,97
Declive médio da ribeira de São Mamede, dm (%)	4,7
Declive médio da ribeira de Rebousa, dm (%)	6,6
Declive médio da ribeira da Cabreira, dm (%)	5,1
Declive médio do rio Tinhela, dm (%)	1,2
Declive médio da ribeira de Milhais, dm (%)	2,1
Declive médio da ribeira do Barrabaz, dm (%)	5,2
Restantes bacias da sub-bacia do Tua	
Área da bacia hidrográfica da ribeira de Aila (km ²)	82,25
Área da bacia hidrográfica da ribeira de Orelhão (km ²)	69,4
Área da bacia hidrográfica da ribeira de Carvalha (km ²)	54,2
Área da sub-bacia hidrográfica da ribeira de Carvalhais (km ²)	278,37
Altura média da bacia hidrográfica da ribeira de Aila	505,56

Altura média da bacia hidrográfica da ribeira de Orelhão	402.4
Altura média da bacia hidrográfica da ribeira de Carvalha	481.6
Altura média da sub-bacia hidrográfica da ribeira de Carvalhais	536.15
Desenvolvimento do curso de água da bacia (ribeira Aila, L (km))	5.3
Desenvolvimento do curso de água da bacia (ribeira de Orelhão, (km))	8.11
Desenvolvimento do curso de água da bacia (ribeira de Carvalha, (km))	7.11
Desenvolvimento do curso de água da bacia (ribeira de Carvalhais, (km))	20.77
Declive médio da ribeira de Aila	3,7
Declive médio da ribeira de Orelhão	1,1
Declive médio da ribeira de Carvalha	1,4
Declive médio da ribeira de Carvalhais	1,5

Tempo de concentração

O tempo de concentração (t_c , em h) de cada bacia hidrográfica foi estimado por aplicação das fórmulas de Temez, Giandotti e Kirpich, a seguir indicadas.

Fórmula de Temez

$$t_c = 0.8 \left(\frac{L}{d_m^2} \right)^{0.38}$$

em que:

- L - desenvolvimento do curso de água principal (km)
- d_m - declive médio do curso de água principal a montante da secção de referência

Fórmula de Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{A+15}}{0.8\sqrt{h_m}}$$

em que:

- A – Área da bacia hidrográfica (km²)
- h_m – altura média da bacia hidrográfica (m)

Fórmula de Kirpich

$$t_c = 0,019 L^2 \sqrt{\frac{H}{L}}$$

em que:

- L - desenvolvimento do curso de água principal (km)
- ΔH – diferença máxima de cotas no curso de água principal (m)

Os tempos de concentração adotados na análise de cheias em cada bacia correspondem aos menores tempos de concentração de entre os tempos obtidos pelos diversos métodos apresentados. O tempo de concentração assim considerado encontra-se do lado da segurança, uma vez que a menores tempos de concentração correspondem maiores intensidades de precipitação.

No **Quadro I.2** resume-se os valores estimados para o tempo de concentração para a bacia hidrográfica do Tua e para as sub-bacias que a constituem.

Quadro I.2. Tempo de concentração para a bacia hidrográfica do Tua e para as sub-bacias que a constituem.

Tempo de concentração (h)	
Bacia hidrográfica do rio Tua	22
<i>Sub-bacias hidrográficas principais</i>	
Bacia hidrográfica do rio Tuela	12
Bacia hidrográfica do rio Rabaçal	12
<i>Sub-bacias pertencentes ao PEAFT</i>	
Bacia hidrográfica da ribeira de São Mamede	1
Bacia hidrográfica da ribeira de Rebousa	1
Bacia hidrográfica da ribeira do Barrabaz	1
Bacia hidrográfica do rio Tinhela	7
Bacia hidrográfica da ribeira da Cabreira	1
Bacia hidrográfica da ribeira de Milhais	1

No **Quadro I.3** apresentam-se os vários tempos de concentração obtidos pelos diferentes métodos, para a bacia hidrográfica do Tua e sub-bacias que a constituem.

Quadro I.3. Tempos de concentração obtidos por diferentes métodos para a bacia hidrográfica do Tua e sub-bacias que a constituem

Tempo de concentração (h)			
Bacia Hidrográfica	Temez	Giandotti	Kirpich
Tua	35	26	22
Sub-Bacia Hidrográfica	Temez	Giandotti	Kirpich
Rabaçal	20	13	12
Tuela	23	12	13
Com influência direta no PEAF			
Rebousa	1	1	1
Barrabaz	3	2	1
Milhais	1	1	1
Cabreira	2	2	1
São Mamede	3	2	1
Tinhela	20	13	12
Restantes sub-bacias			
Aila	2	2	1
Orelhão	3	3	2
Carvalha	3	2	2
Carvalhais	7	5	3

Registos de variáveis hidrológicas

Os modelos a aplicar na caracterização das condições de cheia fazem intervir registos de dois tipos de variáveis hidrológicas: precipitações diárias máximas anuais em postos udométricos localizados no interior ou nas proximidades da bacia hidrográfica, para avaliar a precipitação crítica a considerar em modelos de precipitação-escoamento; caudais instantâneos máximos anuais em estações hidrométricas localizadas no interior ou tão próximas quanto possível da bacia em estudo, para avaliar o caudal de ponta de cheia mediante a aplicação de técnicas de transposição.

Os registos utilizados no estudo hidrológico, isto é, as séries de precipitações diárias máximas anuais e as séries de caudais instantâneos máximos anuais, foram diretamente recolhidos, via internet, através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) (em 2012).

O cálculo das precipitações na bacia hidrográfica em estudo utilizou o método das áreas de influência, através do traçado dos polígonos de Thiessen (ou de Voronoi), definidos tendo por base os postos udométricos de Vila Chã (06M/01G), Travancas (03N/01G) e Montezinho (02Q/01UG).

Os postos udométricos que, segundo o método de Thiessen, têm influência sobre a bacia são os indicados no **Quadro I.4.**

Quadro I.4. Características dos postos udométricos que influenciam a precipitação na bacia

Código	Nome	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Coord. X (m)	Coord.Y (mm)	Altitude (m)	Bacia
06M/01G	Vila Chã (Alijó)	41 324	-7.49	253819	484037	770	Douro
03N/01G	Travancas	41 827 972	-7 305 606	268 747 546	540166.49	884	Douro
02Q/01UG	Montezinho	41 932	-6 785	311 834 928	552 285 358	1159	Douro

As correspondentes séries de precipitações diárias máximas anuais, para os postos identificados no quadro anterior, apresentam-se no **anexo I.1**, assim como os respetivos descritores estatísticos das séries de dados: média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria. Apesar de não intervirem na análise de cheias, recolheram-se também as precipitações anuais naqueles postos de modo a apreciar globalmente a qualidade das medições efetuadas. As respetivas séries constam do **anexo I.2**.

A seleção da estação hidrométrica a utilizar atendeu à proximidade da sua bacia hidrográfica relativamente às sub-bacias principais dos rios Tua, Rabaçal e Tuela, e ao número e qualidade dos registos disponíveis. Com base nestes critérios, selecionou-se a estação hidrométrica de Castanheiro (06M/01H), cujas características se indicam no **Quadro I.5**. No **anexo I.3** apresenta-se a correspondente série de caudais instantâneos máximos anuais assim como os correspondentes descritores estatísticos média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria.

Quadro I.5. Características da estação hidrométrica de Castanheiro (06M/01H)

Código	Nome	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Bacia	Linha de água	Área (km ²)	Período de registos (anos)
06M/01H	Castanheiro	262263.5	475068.1	Douro	Rio Tua	3766.76	1958/59 a 1989/90

Para a apreciação da qualidade da série de caudais instantâneos máximos anuais na estação de Castanheiro (06M/01H), utilizou-se o teste de valores simplesmente acumulados, cujos resultados são apresentados no **anexo I.4**. O gráfico apresentado no **anexo I.4** evidencia flutuações pouco acentuadas em torno do segmento de reta que se obtém unindo os dois pontos extremos representados no gráfico.

Verificou-se, assim, não ocorrerem alterações no comportamento da série de caudais instantâneos máximos anuais que pudessem indiciar a sua não homogeneidade, considerando-se a série adequada ao prosseguimento do estudo hidrológico.

Análise estatística das séries de precipitações diárias máximas anuais

O procedimento aplicado para estimar os caudais de ponta de cheia fez intervir a precipitação crítica, ou seja, a precipitação correspondente ao período de retorno de 100 anos e com duração igual ao tempo de concentração da bacia hidrográfica. Além disso, considerou-se relevante analisar o seu comportamento na ocorrência de uma precipitação com duração tripla do tempo de concentração, para o mesmo período de retorno, por lhe corresponder uma onda de cheia com um volume superior.

Dado que os registos disponíveis no SNIRH não incluem precipitações com durações inferiores ao dia, o cálculo da precipitação crítica processou-se a partir da “repartição”, para a duração igual e tripla do tempo de concentração da bacia hidrográfica em estudo, da precipitação diária máxima anual com os períodos de retorno adotados, registada nos postos udométricos com influência na bacia, após o tratamento estatístico.

Para tanto, postularam-se como leis com adaptabilidade a averiguar a lei Normal, a lei de Gumbel, a lei de Pearson III e a lei de Galton com vista a selecionar a função com melhor ajustamento às séries. Sendo de referir que, tal tratamento foi também aplicado à série de caudais instantâneos máximos anuais por esta constituir também uma série de uma variável hidrológica independente e identicamente distribuída (variável aleatória).

A apreciação da adaptabilidade das funções de distribuição de probabilidade postuladas às amostras de precipitações diárias máximas anuais apoiou-se no ajustamento visual, pelo que se graduou o eixo das abcissas em valores da normal reduzida, Z , e se verificou visualmente qual das curvas estabelecidas para as diversas leis, através da média, do desvio-padrão e do coeficiente de assimetria das séries em análise, se adequam melhor aos pontos de cada série.

A seleção da lei que evidencia melhor ajustamento à série em estudo foi feita com base nas **Figuras I.3 a I.5**.

Da análise das figuras verificou-se que as leis que exibem melhor ajustamento são a lei de Pearson III para a **Figura I.4 e Figura I.5** e a lei Log Normal para a **Figura I.3**. Em conformidade, estimaram-se os valores de 103,6 mm, 92,2 mm e 126,8 mm, para a precipitação diária máxima anual com período de retorno de 100 anos, para os postos udométricos de Vila Chã (06M/01G), Travancas (03N/01G) e Montezinho (02Q/01UG), respetivamente.

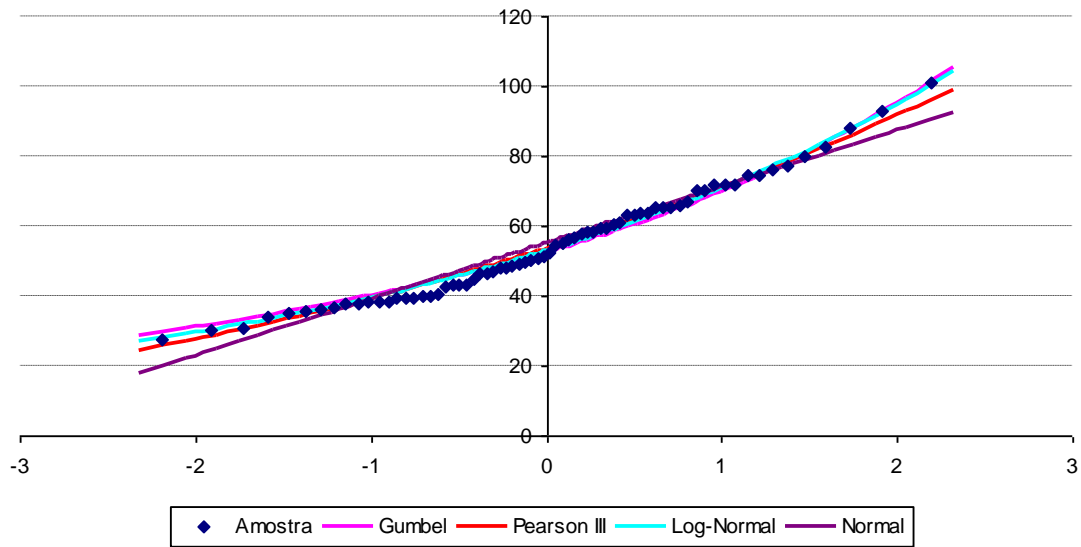


Figura I.3. Precipitações diárias máximas anuais no posto de Vila Chã (06M/01G). Ajustamento de leis estatísticas

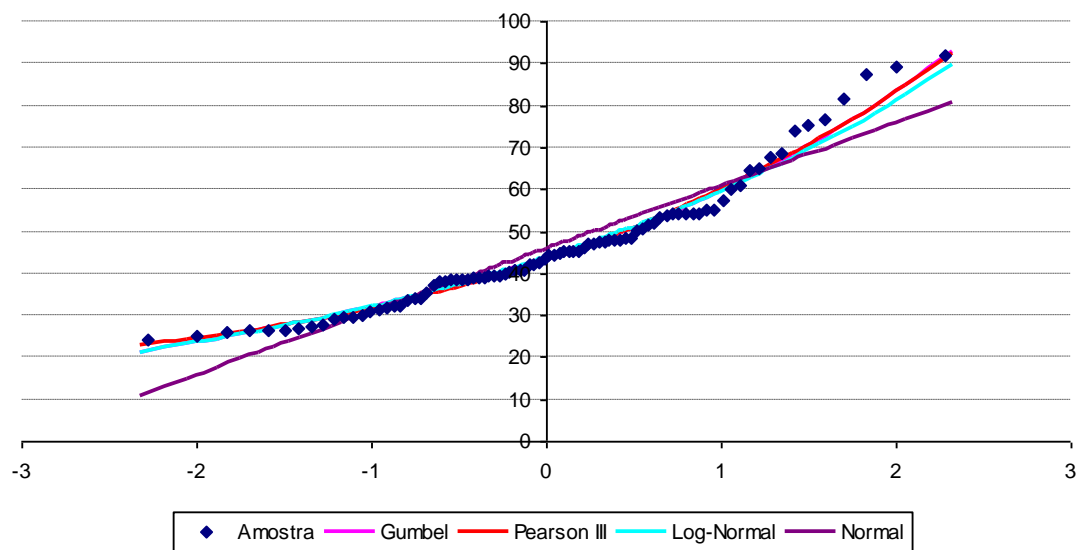


Figura I.4. Precipitações diárias máximas anuais no posto de Travancas (03N/01G). Ajustamento de leis estatísticas

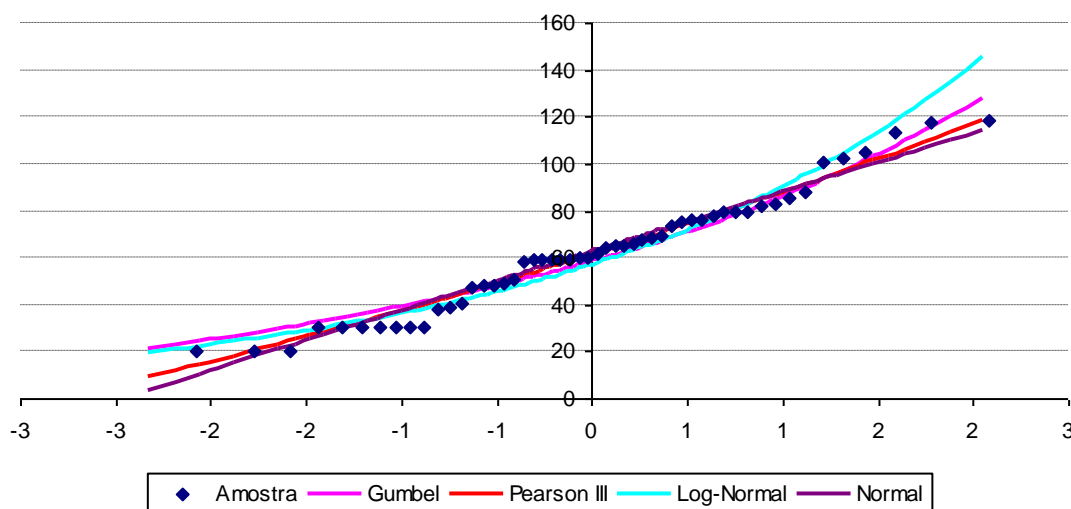


Figura I.5. Precipitações diárias máximas anuais no posto de Montezinho (02Q/01UG). Ajustamento de leis estatísticas

Tendo em conta as áreas de influência dos postos udométricos na bacia hidrográfica do Tua e nas sub-bacias hidrográficas que a constituem, avaliadas utilizando o método dos polígonos de Thiessen, determinou-se a precipitação diária máxima anual na bacia hidrográfica do Tua e nas sub-bacias hidrográficas. No **Quadro I.6** exemplifica-se o cálculo da precipitação diária máxima anual para a bacia hidrográfica do Tua, tendo sido utilizado o mesmo procedimento para o cálculo da precipitação diária máxima anual nas restantes sub-bacias.

Quadro I.6. Precipitação diária máxima anual na bacia hidrográfica do Tua para o período de retorno de 100 anos. Ponderação do peso dos postos udométricos influentes

Posto udométrico	Área de influência (km ²)	Precipitação diária máxima anual (mm)	Peso (%)	Precipitação diária máxima anual ponderada (mm)
Bacia hidrográfica do Tua				
T=100 anos				
Vila Chã (06M/01G)	1263,192	103,6	0,33	34,36
Travancas (03N/01G)	1712,096	92,2	0,45	41,45
Montezinho (02Q/01UG)	833,383	126,8	0,22	27,74
Precipitação diária máxima anual na bacia hidrográfica do Tua				103,55

Cálculo da precipitação máxima anual com duração igual e tripla do tempo de concentração. Hietogramas de projeto

De acordo com os postos udométricos com registos de precipitações diárias máximas anuais, estimou-se que a precipitação diária máxima anual com período de retorno de 100 anos, P_{24}^T , toma o valor de 103,6 mm para a sub-bacia do rio Tua, 112,4 mm para a bacia do rio Tuela e 97,8 mm para a bacia do Rabaçal.

Em relação às sub-bacias drenantes para o trecho do rio Tua integrado na área do PEAF, a precipitação diária máxima anual toma o valor de 103,62 mm (todas estas sub-bacias se encontram apenas sobre influências do posto udométrico de Vila Chã). Para a bacia do rio Tuela a precipitação diária máxima anual toma o valor de 112,4 mm e para a bacia do Rabaçal de 97,8 mm.

Contudo, a partir deste resultado, é necessário estimar para cada sub-bacia a precipitação máxima anual P_t^T , para o período de retorno adotado e com a duração, não de 24 h, mas igual e tripla do tempo de concentração, multiplicando P_{24}^T pelo quociente P_t/P_{24} obtido de acordo com o procedimento desenvolvido por Portela (2006a).

Com base nos postos udométricos para os quais Brandão et al. (2001) estabeleceu as curvas intensidade-duração-frequência (curvas IDF), utilizou-se a curva referente ao posto mais próximo da região em estudo, o posto de Chaves.

Uma curva IDF relaciona a duração da precipitação intensa com a respetiva intensidade através de uma equação do tipo:

$$i = \frac{a}{t + b}$$

em que i representa a intensidade da precipitação, t , a respetiva duração e a e b são parâmetros adimensionais.

Os parâmetros a e b , em função da duração da precipitação, das curvas IDF relativas ao posto udográfico de Chaves para o período de retorno, T , de 100 anos, para i expresso em mm/h e t em min, são apresentados no

Quadro I.7.

Quadro I.7. Curvas IDF do posto de Chaves. Parâmetros correspondentes ao período de retorno de 100 anos

Duração da precipitação	a	b
T=100 anos		
30 min < t < 6h	963,14	-0,828
6h <= t < 48h	248,70	-0,610

A utilização destas curvas evidenciou que as IDF relativas a durações entre 30 min e 6 h e entre 6 e 48 h conduziam a intensidades e, conseqüentemente, a precipitações com a duração de 6 h distintas. Pelo que, se optou por considerar apenas a IDF referente a durações compreendidas entre 30 min e 6 h, mesmo quando a duração da precipitação de projeto era superior a 6 h. Admite-se que esta simplificação não acarreta erros significativos, uma vez que as IDF não foram utilizadas para avaliar precipitações, mas apenas para atribuir padrões temporais às precipitações estimadas mediante análise estatística de séries de precipitações diárias máximas anuais.

Deste modo, a precipitação máxima anual correspondente ao período de retorno de 100 anos e à duração de t_c , ou seja, a denominada precipitação de projeto a considerar no estudo de cheias, obtém-se da seguinte forma:

$$P_t = P_2 \times \frac{t}{t_c}$$

Seguidamente é necessário associar à precipitação de projeto um hietograma que defina a correspondente intensidade da precipitação durante o tempo de concentração.

Neste contexto, para a bacia hidrográfica do Tua associaram-se às precipitações com os períodos de retorno de 100 anos e duração igual e tripla do tempo de concentração, hietogramas uniformes e também hietogramas não uniformes, dado que, de acordo com estudos efetuados para Portugal Continental por Portela et al. (2000), verificou-se que a consideração de hietogramas com intensidade variável conduz a caudais de ponta de cheia sempre superiores aos caudais que decorrem da hipótese de uniformidade temporal da intensidade da precipitação. Este estudo revelou, ainda, que dos diversos hietogramas com intensidade não uniforme, os de blocos alternados conduzem a caudais de ponta de cheia mais elevados, pelo que se aplicou esse procedimento na disposição dos blocos dos hietogramas em análise. Obteve-se, assim, para a bacia do Tua, os “cenários” associados às precipitações de projeto referentes ao período de retorno de 100 anos: precipitações com durações iguais e triplas de t_c e, para cada duração, um hietograma uniforme e outro não uniforme ao longo do tempo.

Para as restantes sub-bacias que constituem a bacia do Tua, apenas se consideraram hietogramas de precipitação com blocos alternados e com duração total tripla do tempo de concentração, por se ter concluído, pela análise dos diferentes cenários referidos anteriormente para a bacia do Tua, que estes são os que originam maiores caudais de cheia.

Para obter os hietogramas não uniformes ordenaram-se os blocos de forma a maximizar o caudal de ponta de cheia. Deste modo os blocos devem ser distribuídos alternadamente, em torno do seu máximo por ordem não crescente, de forma simétrica relativamente à distribuição temporal das ordenadas do hidrograma

unitário. Os **anexos I.5 a I.9** apresentam os respetivos hietogramas não uniformes considerados para a bacia do Tua e sub-bacias, para o período de retorno considerado.

De seguida procedeu-se ao cálculo dos caudais de ponta de cheia através de diferentes métodos para a bacia hidrográfica do Tua.

Estimativa do caudal de ponta de cheia por aplicação da fórmula racional

A estimativa de caudais de ponta de cheia a partir de precipitações intensas é efetuada, normalmente, por fórmulas empírico-cinemáticas, designadamente por aplicação da fórmula racional:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

em que:

- Q – caudal de ponta de cheia com período de retorno adotado T anos;
- C – coeficiente que, entre outros fatores, traduz as perdas de precipitação para o escoamento, dependendo do período de retorno;
- i – intensidade média de precipitação total para o período de retorno adotado e duração igual ao tempo de concentração;
- A – área da bacia hidrográfica.

De modo a atender ao facto da consideração da não uniformidade temporal da precipitação conduzir a caudais de ponta de cheia superiores aos estimados com base em hietogramas uniformes, procedeu-se à aplicação da fórmula racional com um fator de majoração, dado pela seguinte equação (Hipólito et al., 2006):

$$f = 2^n$$

onde n é o expoente da linha de possibilidade udométrica que, no caso em estudo, é dado pela diferença para a unidade do expoente b da curva IDF referente ao posto udográfico de Chaves para o período de retorno de 100 anos e para durações da precipitação entre 30 min e 6 h, conforme justificado anteriormente. Em conformidade com o **Quadro I.7**, obtém-se $n=0,2$ conducente ao caudal de ponta da cheia da bacia hidrográfica do Tua de 6094,16 (T=100 anos). Contudo, a comparação dos resultados de diferentes modelos de análise de cheias sugere que a fórmula racional com fator de majoração conduz a estimativas dos caudais de ponta de cheia por excesso.

Estimativa do caudal de ponta de cheia por aplicação do hidrograma unitário sintético, HUS, do Soil Conservation Service, SCS

O estudo de cheias mediante a aplicação de técnicas baseadas no hidrograma unitário teve como objetivo definir os hidrogramas de cheia a utilizar no estudo.

Para o efeito, utilizou-se o hidrograma unitário sintético, HUS, do Soil Conservation Service, SCS (McCuen, 1982). A sua aplicação às precipitações de projeto foi efetuada através do programa HEC-HMS (U.S. Army Corps of Engineers, 1990).

O HUS do SCS é um hidrograma adimensional que tem como parâmetro o tempo de atraso (lag time - t_L), definido como sendo o intervalo de tempo que decorre entre o centro de gravidade do hidrograma da precipitação efetiva uniforme (com duração D) e o caudal de ponta do HU.

O tempo para a ponta do hidrograma unitário, t_p , obedece à seguinte relação:

$$t_p = \frac{D}{2} + t_L$$

em que para o tempo de lag, t_L , é sugerida a adoção de 60% do tempo de concentração da bacia hidrográfica, t_c , SCS (1985), e HEC (2002), pelo que se adotou $0,6 t_c$ ou seja, 792 minutos ($t_L = 0,6 \times t_c = 0,6 \times 22 \times 60$) para a bacia do Tua.

Para ter em conta um efeito conjunto nos caudais de ponta de cheia da retenção superficial, da infiltração, da detenção superficial e do armazenamento nos leitos dos cursos de água, no modelo de perdas de precipitação, foi necessário fornecer ao programa HEC-HMS o número de escoamento (CN) determinado de acordo com o tipo de solo e com as condições de utilização e de cobertura da bacia hidrográfica.

O número de escoamento foi obtido de acordo com Lencastre e Franco (1984), para condições antecedentes de humidade médias, AMC II, sendo corrigido para condições antecedentes de humidade mais húmidas, AMC III, por serem as que mais frequentemente se registam em Portugal Continental. Segundo Chow et al. (1988):

$$CN_{III} = CN_{II} \times \left(\frac{S_{II}}{S_{III}} \right)^{0.2}$$

Os números de escoamento utilizados para cada sub-bacia encontram-se no **Quadro I.8**.

Quadro I.8. Número de escoamento ponderado para a bacia do rio Tua

	Tua (A=1259,3 km²)					
	Tipo de solo				Total CN*Área	Total Área
	C		D			
Uso do solo	Área	CN	Área	CN		
Área agrícola	0.37	79	0.18	81	43.81	0.574
Floresta	0.204	72	0.241	80	33.97	0.5283
Zonas industriais	0.001	86	0.002	94	0.274	0.006
Outro	-	-	0.001	100	0.1	0.0037
Total	0.575	151	0.424	355	78.2	1.
		Número de escoamento ponderado			AMCII	78.2
					AMCIII	89.2

De modo a obter os hidrogramas de cheia no programa HEC-HMS para a bacia do Tua associaram-se hietogramas uniformes (com duração igual a 3tc) e não uniformes, constituídos por blocos com durações, dt, de 60 e 30 min. Os hidrogramas obtidos para a bacia do Tua são apresentados na **Figura I.6**, para o período de retorno de 100 anos. No **anexo I.5** apresentam-se os hietogramas de projeto que serviram de base à elaboração dos hidrogramas.

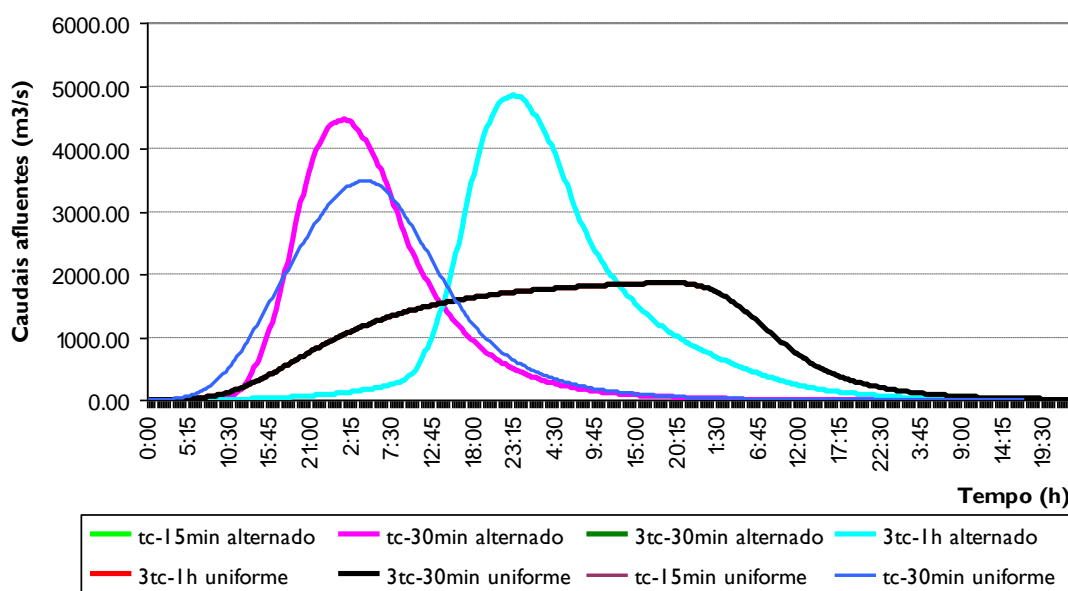


Figura I.6. Hidrogramas de cheias afluentes à bacia do rio Tua, para período de retorno de 100 anos

Neste caso, o caudal de ponta de cheia correspondente ao hietograma variável, para o período de retorno de 100 anos, com duração igual ao tempo de concentração, é da ordem dos 4454 m³/s para a bacia do Tua; por sua vez, o caudal de ponta de cheia correspondente aos hietograma variável, com duração tripla do tempo de

concentração, é da ordem dos $4086.38 \text{ m}^3/\text{s}$ para a bacia do Tua. Tais caudais excedem significativamente os associados a precipitações com intensidade uniforme.

Estimativa do caudal de ponta de cheia por aplicação da fórmula de Meyer

A análise estatística incidu sobre a série de caudais instantâneos máximos anuais relativa à estação hidrométrica de Castanheiro (06M/01H).

Confirmada a qualidade dos registos (**anexo I.4**) e atendendo a que se pretende caracterizar estatisticamente fenómenos hidrológicos extremos (o que aponta no sentido da adoção de uma lei estatística de extremos), postularam-se como leis com adaptabilidade a averiguar a lei de Gumbel e a lei de Pearson III. A lei Normal também foi considerada uma vez que intervém nos cálculos relativos à lei de Pearson III. Os resultados assim obtidos apresentam-se na **Figura I.7**.

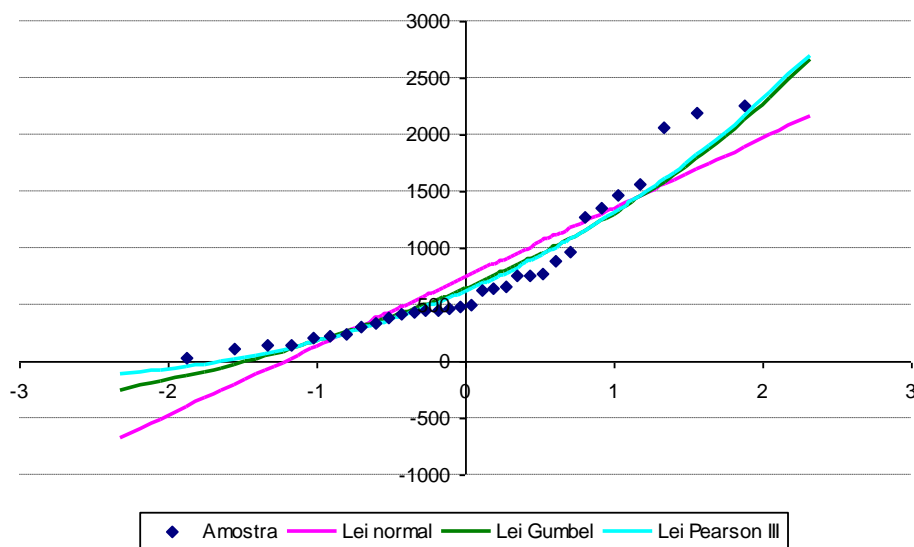


Figura I.7. Série de caudais instantâneos máximos anuais na estação hidrométrica de Castanheiro.

Ajustamento de leis estatísticas

De acordo com a **Figura I.7**, selecionou-se a lei de Pearson III, como sendo a que exhibe melhor ajustamento. Em concordância, o caudal de ponta de cheia com um período de retorno de 100 anos, na estação hidrométrica de Castanheiro (06M/01H), é de $2699,99 \text{ m}^3/\text{s}$.

Em complemento das estimativas do caudal de ponta de cheia procedeu-se ainda à avaliação do caudal por aplicação da fórmula de Meyer, (Quintela, 1984, p. 675 a 678).

$$\frac{Q}{Q_1} = \left(\frac{A}{A_1} \right)^\alpha$$

em que A é a área da bacia hidrográfica do Tua (3808.67); A1 a área da bacia hidrográfica da estação hidrométrica de Castanheiro (3766,76 km²); Q e Q1 os correspondentes caudais de ponta de cheia (m³/s). Para o coeficiente α adotou-se o valor aproximado de 0.8 estimado por Loureiro (1984). O caudal de ponta de cheia afluyente à bacia hidrográfica do Tua é de 2724 (período de retorno de 100 anos).

Fórmulas de Base Estatística. Fórmula de Loureiro

Loureiro (1984), tendo por base as séries de caudais instantâneos máximos anuais registadas em 55 estações hidrométricas de Portugal Continental, apresenta fórmulas regionais do tipo:

$$Q = C Z^Z A^Z$$

em que Q é o caudal de ponta de cheia (m³/s) com período de retorno na bacia hidrográfica com área A (km²) e C e Z são parâmetros regionais, dependendo o primeiro do período de retorno.

A bacia hidrográfica de Foz Tua e a estação hidrométrica de Castanheiro estão relativamente próximas, sendo os coeficientes C e Z a adotar os correspondentes à região 1 e 2 (**Figura I.8**), 10 e 0,8, respetivamente.



Figura I.8. Regionalização proposta por Loureiro (1984)

O caudal de ponta de cheia afluyente à secção, para um período de retorno de 100 anos, obtido foi de 7321.82 m³/s para a bacia do Tua. Contudo este método conduz a caudais de ponta de cheia por excesso, tornando a sua aplicação pouco fidedigna, podendo levar a um sobredimensionamento e subaproveitamento, do estudo hidrológico da bacia em questão.

Regionalização de Cheias em Portugal Continental

O estudo de regionalização de caudais instantâneos máximos anuais permite estimar caudais de ponta de cheia com dados períodos de retorno em secções da rede de drenagem de Portugal Continental em regime natural, na ausência ou insuficiência de registos hidrométricos.

Como resultado da aplicação da metodologia de Dalrymple (1960) e do método do índice de cheias às séries de caudais instantâneos máximos anuais em 120 estações hidrométricas portuguesas, propõem-se, assim, as seis regiões homogéneas, em termos de caudais de ponta de cheia, esquematizadas na **Figura I.9**.



Figura I.9. Proposta de regionalização de Portugal Continental no que se refere a caudais instantâneos máximos anuais

Para cada região foram estabelecidas duas relações:

- Curva regional de distribuição de frequências **Figura I.10 (a)** que, em função do período de retorno, T , fornece o quociente, $Q_T / Q_{2.33}$, entre o caudal de ponta de cheia com aquele período, Q_T , e o índice de cheias, $Q_{2.33}$;
- Área da bacia hidrográfica objeto da análise de cheias, que permite obter o índice de cheia, $Q_{2.33}$ - **Figura I.10 (b)**.

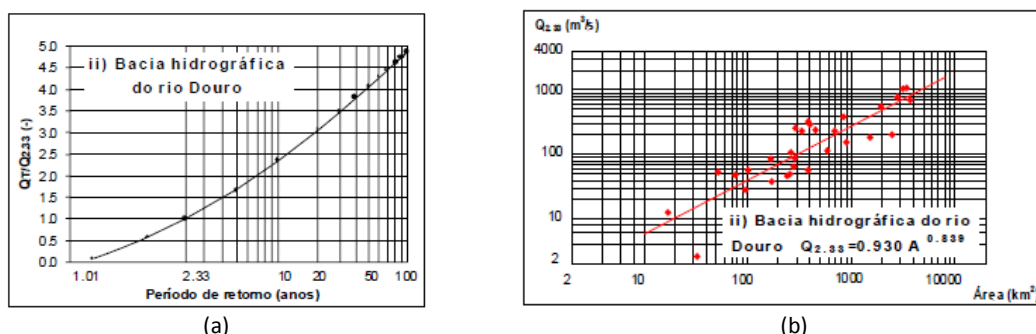


Figura I.10. Regionalização proposta para a bacia hidrográfica do rio Douro: (a) Curvas regionais de distribuição de frequências; (b) Relação entre a área da bacia hidrográfica e o índice de cheias, $Q_{2.33}$.

A sequência de cálculo que, baseada nas relações precedentes, conduz à estimativa de caudais de ponta de cheia em secções não monitorizadas da rede hidrográfica de Portugal Continental efetua-se de acordo com as seguintes etapas:

- I. Definição da bacia hidrográfica relativa à secção de cálculo e obtenção da respetiva área, A ;
- II. Identificação da região homogénea em que tal bacia se insere;
- III. Leitura, na curva regional de distribuição de frequências referente à anterior região, do valor da relação $Q_T/Q_{2.33}$ correspondente ao período de retorno, T , para o qual se pretende estimar o caudal de ponta de cheia, Q_T ;
- IV. Leitura, na curva que, para a região, relaciona áreas de bacias hidrográficas com índices de cheias, do valor deste índice, $Q_{2.33}$, correspondente à área A obtida em i);
- V. Obtenção do caudal de ponta de cheia pretendido, Q_T , por multiplicação dos valores de $Q_T/Q_{2.33}$ e de $Q_{2.33}$, respetivamente obtidos em iii) e iv).

Deste modo, obteve-se um caudal de ponta de cheia de $4508.1 \text{ m}^3/\text{s}$ para a bacia do Tua para um período de retorno de 100 anos. Este valor, não será certamente uma boa aproximação do caudal de ponta de cheia afluente à secção em estudo, visto que surge de uma análise de regressão linear simples no campo das deformadas logarítmicas de índice de cheia ($Q_{2.33}$) e a área da bacia.

Caudal de ponta de cheia adotado

No **Quadro I.9** resumem-se os valores dos caudais de ponta de cheia da bacia do Tua, fornecidos pelos diferentes modelos aplicados.

Quadro I.9. Síntese das estimativas dos caudais de ponta de cheia (m³/s) para a bacia do Tua

	Caudais de ponta de cheia (m³/s)
	T=100 anos
Procedimento	Bacia do rio Tua
Fórmula racional	6094,16
Modelo do HUS do SCS: Hietograma: 3tc	4836,8
Fórmula de Meyer	2724

Quadro I.10. Caudais de ponta de cheia calculados pelo modelo do HUS, do SCS

Bacia Hidrográfica Tua Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	4836,8
Sub-bacias hidrográficas principais Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	
Sub-bacia hidrográfica do rio Tua	2528
Bacia hidrográfica do rio Tuela	2647,8
Bacia hidrográfica do rio Rabaçal	2693,6
Sub-bacias hidrográficas com influência direta no PEAFT Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	
Bacia hidrográfica da ribeira de São Mamede	450,7
Bacia hidrográfica da ribeira de Rebousa	166
Bacia hidrográfica da ribeira do Barrabaz	415,1
Bacia hidrográfica do rio Tinhela	1111,3
Bacia hidrográfica da ribeira da Cabreira	1067,4
Bacia hidrográfica da ribeira de Milhais	177,9
Restantes bacias da sub-bacia do Tua Caudal de ponta de cheia (m ³ /s)	
Bacia hidrográfica da rib ^a de Aila	975,5
Bacia hidrográfica da rib ^a de Orelhão	542
Bacia hidrográfica da rib ^a de Carvalha	432,2
Bacia hidrográfica da rib ^a de Carvalhais	1430,1

Conforme se indica no **Quadro I.9**, para os períodos de retorno considerados (T=100 anos), a estimativa do caudal de ponta de cheia mais baixa corresponde à aplicação da fórmula de Meyer, enquanto os caudais de ponta mais elevados correspondem à aplicação da fórmula racional. Desta forma consideraram-se como valores mais próximos da realidade os valores calculados pelo modelo do HUS, do SCS. Do mesmo modo, para

as restantes sub-bacias calcularam-se os caudais de ponta de cheia aplicando o modelo de cálculo do HUS, do SCS, obtendo os caudais apresentados no **Quadro I.10**.

Dado que o modelo do hidrograma unitário é reconhecido como o modelo mais adequado para estimar os hidrogramas de cheia necessários no prosseguimento dos estudos, apresentam-se de seguida os hidrogramas de cheia mais condicionantes, obtidos com recurso ao HUD do SCS a partir do hietograma não uniforme, com duração tripla do tempo de concentração e distribuição temporal da precipitação efetiva por blocos alternados, para as sub-bacias drenantes pertencentes ao PEAF (Figura I.11). Na Figura I.6 são apresentados os hidrogramas de cheia para a bacia do Tua. Nos anexos I.5 a I.9 encontram-se tabelados os valores que serviram de base à elaboração dos vários hidrogramas de cheia para as sub-bacias do Tua.

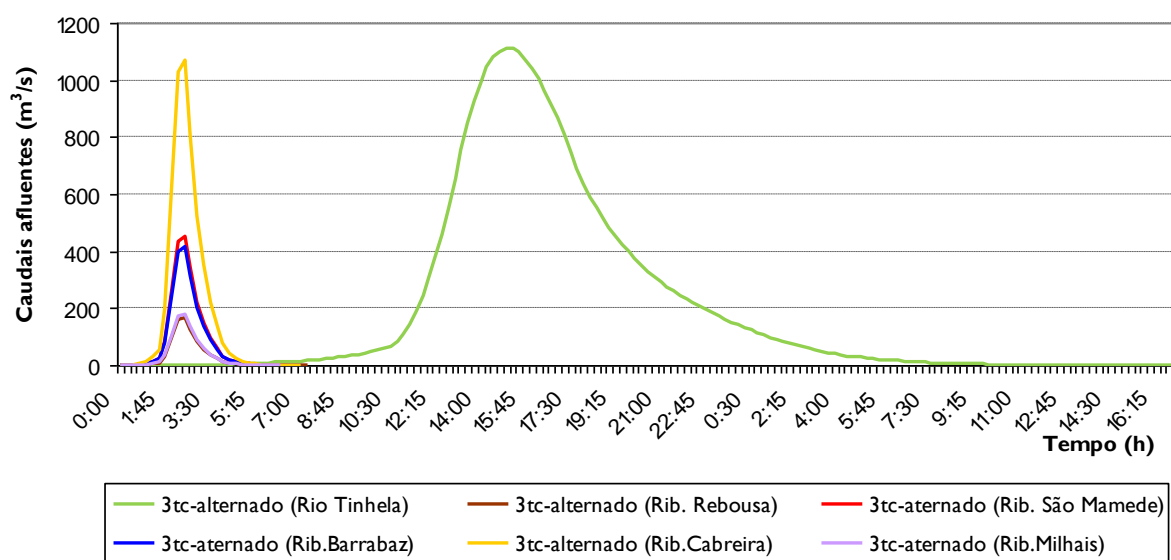


Figura I.11. Hidrogramas de cheias afluentes para as sub-bacias drenantes do rio Tua pertencentes ao PEAF, correspondente a um período de retorno de 100 anos

Anexo I.1. Séries de precipitação diária máxima anual nos postos udométricos com influência na bacia hidrográfica do Tua e correspondentes descritores estatísticos (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1913/1914 a 2007/2008

Precipitação diária máxima anual (mm)			
Ano hidrológico	Vila Chã (06M/01G)	Travancas (03N/01G)	Montezinho (22C/02UG)
1913/14	-	39.0	-
1914/15	-	48.2	-
1915/16	-	26.4	-
1916/17	-	40.6	-
1917/18	-	24.4	-
1918/19	-	39.2	-
1919/20	-	35.4	-
1921/22	-	32.0	-
1922/23	-	54.2	-
1923/24	-	38.2	-
1924/25	-	74.2	-
1925/26	-	45.0	-
1926/27	-	34.2	-
1927/28	-	29.4	-
1932/33	35	26.4	-
1933/34	48	25.0	79.4
1934/35	43.2	26.0	64.6
1935/36	46.6	31.0	76.4
1936/37	59.4	28.0	104.6
1937/38	72	27.3	113.2
1938/39	82.6	50.2	101.0
1939/40	48.8	40.4	69.1
1940/41	65.4	47.0	79.5
1941/42	51.4	40.8	50.5
1942/43	70.2	54.2	82.9
1943/44	70.2	89.4	68.4
1944/45	27.4	41.0	60.4
1945/46	59.2	38.6	81.8
1946/47	58.2	29.2	62.2
1947/48	101	53.4	118.2
1948/49	37.8	30.0	79.8

Precipitação diária máxima anual (mm)			
Ano hidrológico	Vila Chã (06M/01G)	Travancas (03N/01G)	Montezinho (22C/02UG)
1949/50	52.4	54.2	58.4
1950/51	74.4	29.4	48.0
1951/52	64	38.4	78.0
1952/53	38.2	26.4	76.0
1953/54	38.4	32.4	88.0
1954/55	54.8	75.2	75.0
1955/56	74.8	68.4	117.8
1956/57	40.4	32.2	48.0
1957/58	40.2	42.0	59.4
1958/59	76.2	54.2	59.2
1959/60	63.4	45.2	65.0
1960/61	71.8	48.4	85.6
1961/62	50.4	64.8	74.0
1962/63	42.5	45.2	47.6
1963/64	58	50.5	59.5
1964/65	65.2	61.1	102.7
1965/66	49.2	55.2	65.0
1966/67	58.6	81.5	67.9
1967/68	37	48.0	59.2
1968/69	77.3	48.5	59.2
1969/70	43.2	76.5	49.3
1970/71	43	38.2	38.2
1971/72	40	39.4	39.3
1972/73	60.3	46.1	30.4
1973/74	67	34.2	30.6
1974/75	66.2	53.6	30.4
1975/76	-	37.0	30.4
1976/77	31	47.6	20.4
1977/78	93	54.2	-
1978/79	63	45.5	30.4
1979/80	38.5	40.1	30.4
1980/81	56.7	44.2	20.4
1981/82	47	60.1	20.4
1982/83	55	44.5	60.0
1983/84	56.2	55.0	30.4
1984/85	64	57.5	40.3

Precipitação diária máxima anual (mm)			
Ano hidrológico	Vila Chã (06M/01G)	Travancas (03N/01G)	Montezinho (22C/02UG)
1985/86	39.2	64.5	-
1986/87	-	31.4	-
1987/88	38	48.1	-
1988/89	44.8	43.5	-
1989/90	39.4	47.0	-
1990/91	35.5	45.5	-
1991/92	50	38.9	-
1992/93	88.2	-	-
1993/94	80	38.6	-
1994/95	36.2	42.1	-
1995/96	65.6	38.7	-
1996/97	72	87.4	-
1997/98	61.2	39.3	-
1998/99	30.4	91.9	-
1999/00	51	52.1	-
2000/01	-	51.7	
2001/02	-	67.8	
2002/03	-	42.7	
2003/04	48.2	51.7	-
2004/05	39.7	67.8	-
2005/06	46.5	42.7	-
2006/07	-	-	66.0
2007/08	34.3	47.6	-
Média (mm)	55.10	45.82	62.55
Desvio padrão (mm)	16.11	15.00	25.31
Coef. Variação	0.29	0.33	0.40
Coef. Assimetria	0.57	1.10	0.29

Anexo I.2. Séries de precipitação anual nos postos udométricos que influenciam a precipitação anual média sobre a bacia hidrográfica do Tua e correspondentes descrições estatísticas (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1932/1933 a 2000/2001

Precipitação anual (mm)			
Ano hidrológico	Vila Chã (06M/01G)	Travancas (20E/02UG)	Montezinho (02Q/01UG)
1913/14		954.3	
1914/15		1104.6	
1915/16		962.8	
1916/17		918.8	
1917/18		530.8	
1918/19		1089.2	
1919/20		904.3	
1920/21	-	632.1	
1921/22		941	
1922/23		809.8	
1923/24		1107.9	
1924/25		1030.4	
1925/26		1212.7	
1926/27		1007.2	
1927/28		884.8	
1932/33	695.8	957.2	
1933/34	620.8	654.9	925
1934/35	832.6	638.4	1264.6
1935/36	1439	1591	2474.2
1936/37	942	909	1825.8
1937/38	693	803.6	1086
1938/39	1007.8	1162.8	1606.7
1939/40	1098.3	1123.2	1713.5
1940/41	1265.4	1400.5	2061.4
1941/42	687.7	876	1278.8
1942/43	935.4	1089.9	1607.4
1943/44	656.2	927.3	979.9
1944/45	441.4	526.6	688.4
1945/46	1169.4	1173.4	1709.8
1946/47	1291.4	1146.8	1939.8
1947/48	1154.8	940.5	1692.4
1948/49	656.6	630.7	961.6

Precipitação anual (mm)			
Ano hidrológico	Vila Chã (06M/01G)	Travancas (20E/02UG)	Montezinho (02Q/01UG)
1949/50	882.4	1018.2	1288.4
1950/51	1067.2	1161.6	1446.8
1951/52	1052.1	1053.8	1320
1952/53	637.2	913.4	1230
1953/54	657.7	851.8	1134.6
1954/55	1118.2	1083.2	1637.2
1955/56	1367	1518.8	1930.8
1956/57	681.6	654.8	910.6
1957/58	977	1365.6	1252.4
1958/59	1236.3	1304.4	1665
1959/60	1838.6	1573.6	2098.2
1960/61	1164.9	1306.9	1727.2
1961/62	1069.2	1079.2	1766.5
1962/63	988.6	993.5	1348.3
1963/64	1324.7	1230.5	1647.9
1964/65	673.7	710.4	963.1
1965/66	1445.3	1689	2467.2
1966/67	755	881.5	1326.5
1967/68	747.5	870.8	1120.9
1968/69	1500.5	1357.6	1810.2
1969/70	774	878	860.5
1970/71	922.2	1008.7	1203
1971/72	706.7	797.2	592.4
1972/73	879.4	978.6	856.7
1973/74	916.5	925.5	863.8
1974/75	710.8	787.4	591.5
1975/76	502.3	674.8	595.1
1976/77	1209.5	1120.4	931.6
1977/78	1171	1251.5	938.2
1978/79	1319.8	1262.8	1100
1979/80	724.7	903.7	697.6
1980/81	650	732.3	580.2
1981/82	819.7	821.6	590.2
1982/83	791.3	913.6	918.8
1983/84	927.8	899.3	1000
1984/85	1142.8	996.2	982.4

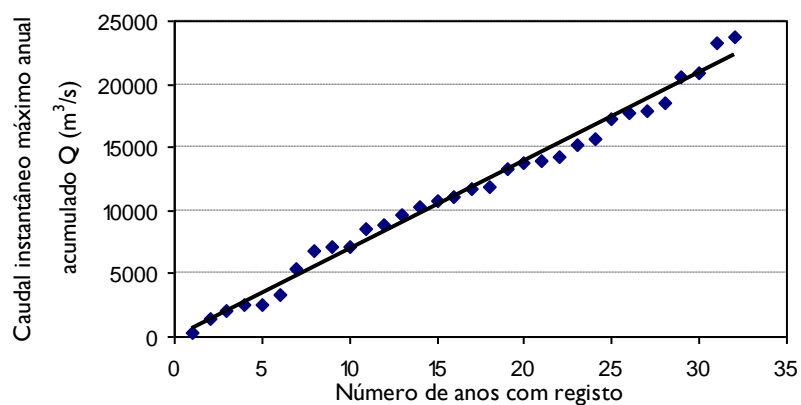
Precipitação anual (mm)			
Ano hidrológico	Vila Chã (06M/01G)	Travancas (20E/02UG)	Montezinho (02Q/01UG)
1985/86	868.5	886.7	
1986/87	669	755.2	
1987/88	953.7	1132.1	
1988/89	574	514.7	
1989/90	906	996.2	
1990/91	730.9	901	
1991/92	597.9	606.6	
1992/93	861	843	
1993/94	937.7	1079.5	
1994/95	736.6	879.2	
1995/96	1286.3	1360.7	
1996/97	858.2	909.4	
1997/98	1224.9	1273.8	
1998/99	606.8	773.5	
1999/00	819.8	779.2	
2000/01	-	2089.4	
2001/02	-	828.4	
2002/03	-	1182.8	
2003/04	543.1	574.6	
2004/05	365.9	478.5	
2005/06	603.9	540.5	
2006/07	569.7	705.1	1091
2007/08	485.7	573.1	
Média (mm)	910.7	976.7	935.6
Desvio padrão (mm)	289.1	281.9	708.6
Coef. Variação	0.32	0.29	0.76
Coef. Assimetria	0.64	0.92	0.07

Anexo I.3. Caudais instantâneos máximos anuais registados na estação hidrométrica de Castanheira (06M/01H) e correspondentes descritores estatísticos (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e coeficiente de assimetria), para o período de 1970/71 a 2003/2004

Ano hidrológico	Q_{ima} (m ³ /s)	$\ln(Q_{ima})$ (m ³ /s)
1970/71	381	5.94
1971/72	974	6.88
1972/73	634	6.45
1973/74	491	6.20
1975/76	37.1	3.61
1976/77	752	6.62
1977/78	2189	7.69
1978/79	1358	7.21
1979/80	239	5.48
1980/81	144	4.97
1981/82	1280	7.15
1982/83	457	6.12
1983/84	644	6.47
1984/85	775	6.65
1985/86	435	6.08
1986/87	232	5.45
1987/88	753	6.62
1988/89	105	4.65
1989/90	1460	7.29
1990/91	465	6.14
1991/92	151	5.02
1992/93	337	5.82
1993/94	894	6.80
1994/95	507	6.23
1995/96	1560	7.35
1997/98	422	6.05
1998/99	214	5.37
1999/00	669	6.51
2000/01	2072	7.64
2001/02	313	5.75
2002/03	2258	7.72
2003/04	456	6.12
Média (m³/s)	739.32	6.25
Desvio padrão (m³/s)	610.49	0.93

Ano hidrológico	Q_{ima} (m ³ /s)	ln (Q_{ima}) (m ³ /s)
Coef. Variação	0.83	0.15
Coef. Assimetria	1.28	-0.63

Anexo I.4. Caudais instantâneos máximos anuais, simplesmente acumulados, no número de anos em análise, para Castanheira

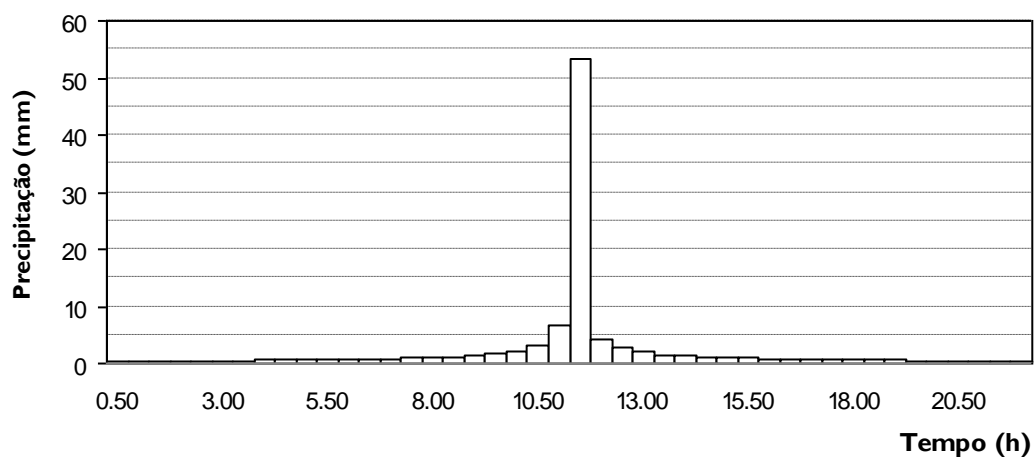


Anexo I.5. Precipitação sobre a bacia hidrográfica do Tua. Hietogramas não uniformes adotados na análise de cheias afluentes. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (tc ou 3tc) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.40	0.81
1	0.42	0.84
1.5	0.44	0.87
2	0.46	0.91
2.5	0.48	0.95
3	0.50	1.00
3.5	0.53	1.05
4	0.56	1.11
4.5	0.59	1.18
5	0.63	1.25
5.5	0.67	1.34
6	0.72	1.44
6.5	0.78	1.56
7	0.86	1.71
7.5	0.95	1.89
8	1.06	2.12
8.5	1.21	2.42
9	1.42	2.84
9.5	1.73	3.46
10	2.24	4.47
10.5	3.26	6.52
11	6.74	13.47
11.5	53.21	106.42
12	4.33	8.66
12.5	2.64	5.29
13	1.95	3.89
13.5	1.56	3.11
14	1.31	2.61
14.5	1.13	2.26
15	1.00	2.00
15.5	0.90	1.80
16	0.82	1.63
16.5	0.75	1.50

Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
17	0.69	1.39
17.5	0.65	1.30
18	0.61	1.21
18.5	0.57	1.14
19	0.54	1.08
19.5	0.51	1.03
20	0.49	0.98
20.5	0.47	0.93
21	0.45	0.89
21.5	0.43	0.85
22	0.41	0.82
0.5	0.40	0.81
1	0.42	0.84
1.5	0.44	0.87
2	0.46	0.91
2.5	0.48	0.95
3	0.50	1.00
3.5	0.53	1.05
4	0.56	1.11
4.5	0.59	1.18
5	0.63	1.25
5.5	0.67	1.34
6	0.72	1.44
6.5	0.78	1.56
7	0.86	1.71
7.5	0.95	1.89
8	1.06	2.12
8.5	1.21	2.42
9	1.42	2.84
9.5	1.73	3.46
10	2.24	4.47
10.5	3.26	6.52
11	6.74	13.47
11.5	53.21	106.42
12	4.33	8.66
12.5	2.64	5.29
13	1.95	3.89

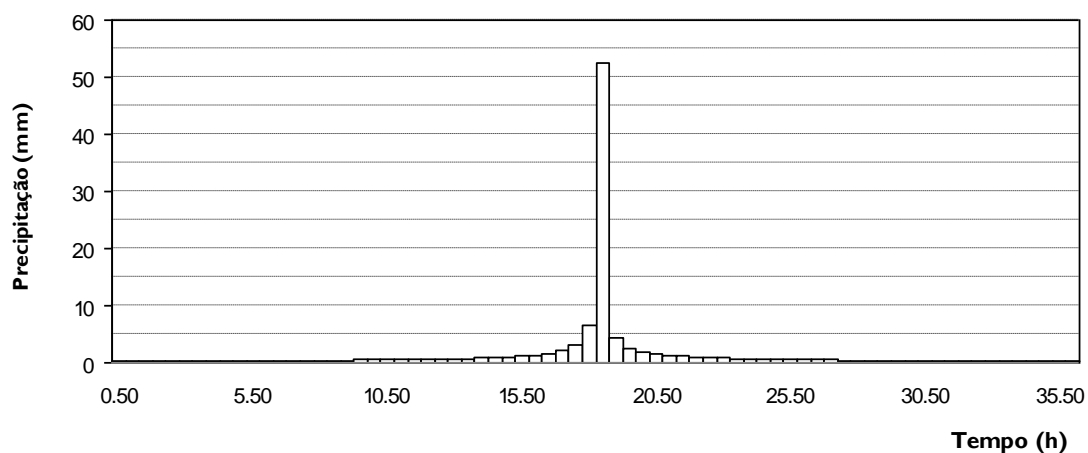
Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
13.5	1.56	3.11
14	1.31	2.61
14.5	1.13	2.26
15	1.00	2.00
15.5	0.90	1.80
16	0.82	1.63
16.5	0.75	1.50
17	0.69	1.39
17.5	0.65	1.30
18	0.61	1.21
18.5	0.57	1.14
19	0.54	1.08
19.5	0.51	1.03
20	0.49	0.98
20.5	0.47	0.93
21	0.45	0.89
21.5	0.43	0.85
22	0.41	0.82



Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.26	0.53
1	0.27	0.54
1.5	0.28	0.55

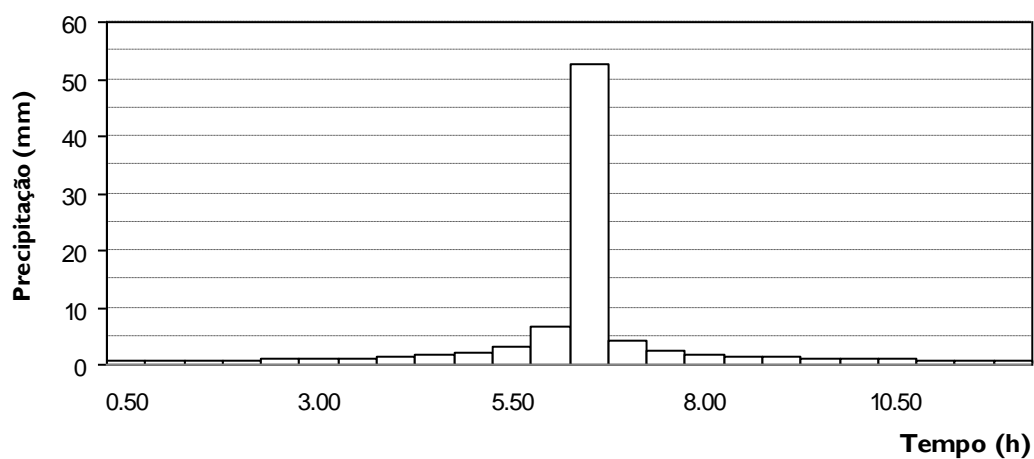
Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
2	0.28	0.57
2.5	0.29	0.58
3	0.30	0.60
3.5	0.31	0.61
4	0.32	0.63
4.5	0.32	0.65
5	0.33	0.67
5.5	0.35	0.69
6	0.36	0.71
6.5	0.37	0.74
7	0.38	0.77
7.5	0.40	0.79
8	0.41	0.83
8.5	0.43	0.86
9	0.45	0.90
9.5	0.47	0.94
10	0.49	0.99
10.5	0.52	1.04
11	0.55	1.10
11.5	0.58	1.16
12	0.62	1.24
12.5	0.66	1.32
13	0.71	1.42
13.5	0.77	1.54
14	0.84	1.69
14.5	0.93	1.87
15	1.05	2.09
15.5	1.20	2.39
16	1.40	2.80
16.5	1.70	3.41
17	2.21	4.41
17.5	3.22	6.43
18	6.65	13.30
18.5	52.51	105.02
19	4.27	8.55
19.5	2.61	5.22

Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
20	1.92	3.84
20.5	1.54	3.07
21	1.29	2.58
21.5	1.12	2.23
22	0.99	1.97
22.5	0.89	1.77
23	0.81	1.61
23.5	0.74	1.48
24	0.69	1.37
24.5	0.64	1.28
25	0.60	1.20
25.5	0.56	1.13
26	0.53	1.07
26.5	0.51	1.01
27	0.48	0.96
27.5	0.46	0.92
28	0.44	0.88
28.5	0.42	0.84
29	0.41	0.81
29.5	0.39	0.78
30	0.38	0.75
30.5	0.36	0.73
31	0.35	0.70
31.5	0.34	0.68
32	0.33	0.66
32.5	0.32	0.64
33	0.31	0.62
33.5	0.30	0.60
34	0.29	0.59
34.5	0.29	0.57
35	0.28	0.56
35.5	0.27	0.55
36	0.27	0.53



Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.66	1.32
1	0.71	1.42
1.5	0.77	1.54
2	0.84	1.69
2.5	0.93	1.87
3	1.05	2.09
3.5	1.20	2.39
4	1.40	2.80
4.5	1.70	3.41
5	2.21	4.41
5.5	3.22	6.43
6	6.65	13.30
6.5	52.51	105.02
7	4.27	8.55
7.5	2.61	5.22
8	1.92	3.84
8.5	1.54	3.07
9	1.29	2.58
9.5	1.12	2.23
10	0.99	1.97
10.5	0.89	1.77
11	0.81	1.61
11.5	0.74	1.48

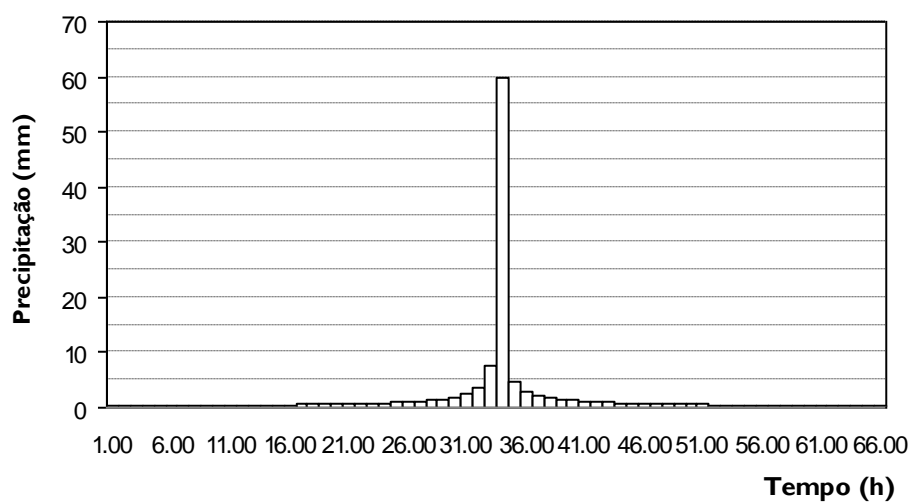
Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
12	0.69	1.37



Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
1	0.33	0.33
2	0.34	0.34
3	0.35	0.35
4	0.35	0.35
5	0.37	0.37
6	0.38	0.38
7	0.39	0.39
8	0.40	0.40
9	0.41	0.41
10	0.43	0.43
11	0.45	0.45
12	0.45	0.45
13	0.47	0.47
14	0.49	0.49
15	0.51	0.51
16	0.54	0.54
17	0.56	0.56

Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
18	0.59	0.59
19	0.63	0.63
20	0.66	0.66
21	0.71	0.71
22	0.76	0.76
23	0.81	0.81
24	0.88	0.88
25	0.96	0.96
26	1.07	1.07
27	1.20	1.20
28	1.37	1.37
29	1.60	1.60
30	1.95	1.95
31	2.52	2.52
32	3.67	3.67
33	7.59	7.59
34	59.95	59.95
35	4.88	4.88
36	2.98	2.98
37	2.19	2.19
38	1.75	1.75
39	1.47	1.47
40	1.27	1.27
41	1.13	1.13
42	1.01	1.01
43	0.92	0.92
44	0.85	0.85
45	0.78	0.78
46	0.73	0.73
47	0.68	0.68
48	0.64	0.64
49	0.61	0.61
50	0.58	0.58
51	0.55	0.55
52	0.52	0.52
53	0.50	0.50
54	0.48	0.48

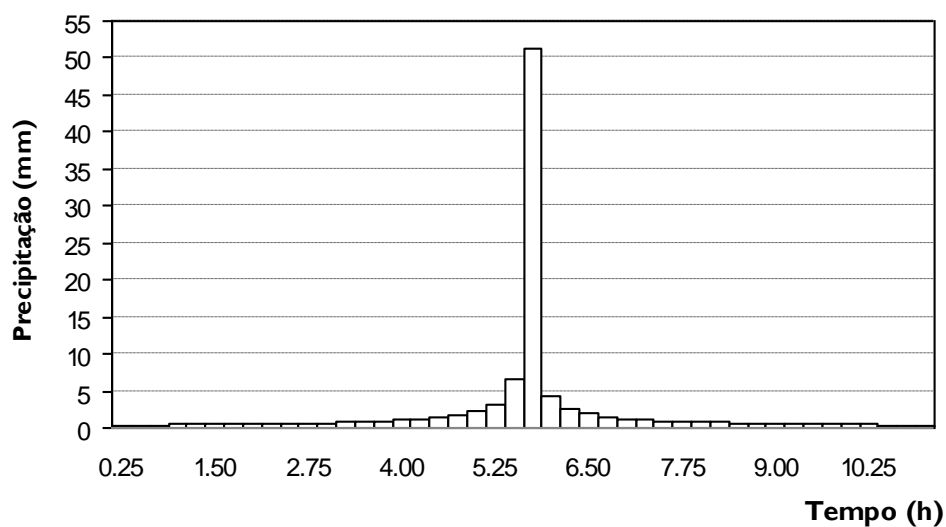
Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
55	0.46	0.46
56	0.44	0.44
57	0.42	0.42
58	0.41	0.41
59	0.39	0.39
60	0.38	0.38
61	0.37	0.37
62	0.36	0.36
63	0.35	0.35
64	0.34	0.34
65	0.33	0.33
66	0.32	0.32



Anexo I.6. Precipitação sobre a sub-bacia hidrográfica do rio Tuela. Hietogramas não uniformes adotados na análise de cheias afluentes. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (tc ou 3tc) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

Hietograma: tc; dt= 15 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.25	0.36	1.44
0.5	0.37	1.49
0.75	0.39	1.55
1	0.40	1.61
1.25	0.42	1.68
1.5	0.44	1.75
1.75	0.46	1.84
2	0.48	1.93
2.25	0.51	2.03
2.5	0.54	2.14
2.75	0.57	2.27
3	0.60	2.41
3.25	0.65	2.58
3.5	0.70	2.78
3.75	0.75	3.02
4	0.82	3.30
4.25	0.91	3.65
4.5	1.02	4.09
4.75	1.17	4.67
5	1.37	5.47
5.25	1.66	6.66
5.5	2.15	8.62
5.75	3.14	12.57
6	6.49	25.97
6.25	51.27	205.08
6.5	4.17	16.69
6.75	2.55	10.18
7	1.87	7.50
7.25	1.50	6.00
7.5	1.26	5.04
7.75	1.09	4.36
8	0.96	3.85

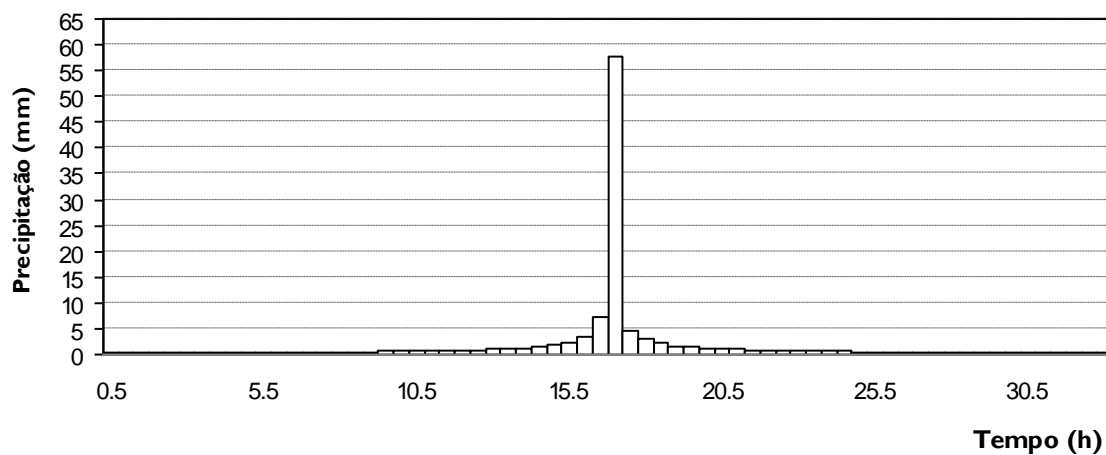
8.25	0.87	3.46
8.5	0.79	3.15
8.75	0.72	2.89
9	0.67	2.68
9.25	0.62	2.50
9.5	0.58	2.34
9.75	0.55	2.20
10	0.52	2.08
10.25	0.49	1.98
10.5	0.47	1.88
10.75	0.45	1.79
11	0.43	1.72
11.25	0.41	1.65
11.5	0.40	1.58
11.75	0.38	1.52
12	0.37	1.47



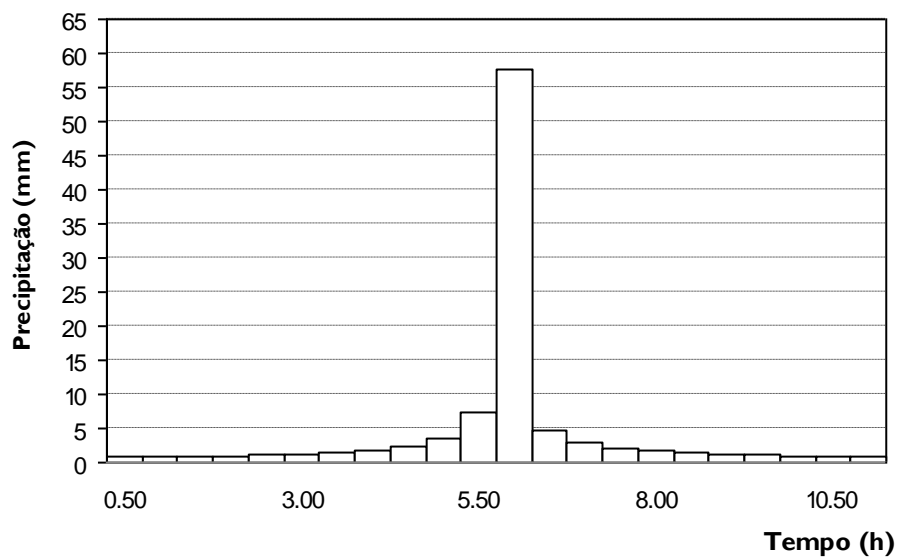
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.29	0.58
1.0	0.30	0.59
1.5	0.30	0.61

Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
2.0	0.31	0.62
2.5	0.32	0.64
3.0	0.33	0.66
3.5	0.34	0.67
4.0	0.35	0.69
4.5	0.36	0.71
5.0	0.37	0.74
5.5	0.38	0.76
6.0	0.39	0.79
6.5	0.41	0.81
7.0	0.42	0.84
7.5	0.44	0.87
8.0	0.45	0.91
8.5	0.47	0.95
9.0	0.49	0.99
9.5	0.52	1.03
10.0	0.54	1.09
10.5	0.57	1.14
11.0	0.60	1.21
11.5	0.64	1.28
12.0	0.68	1.36
12.5	0.73	1.46
13.0	0.78	1.57
13.5	0.85	1.70
14.0	0.93	1.86
14.5	1.03	2.05
15.0	1.15	2.30
15.5	1.32	2.63
16.0	1.54	3.08
16.5	1.88	3.75
17.0	2.43	4.85
17.5	3.54	7.08
18.0	7.31	14.63
18.5	57.76	115.53
19.0	4.70	9.40
19.5	2.87	5.74
20.0	2.11	4.22

Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
20.5	1.69	3.38
21.0	1.42	2.84
21.5	1.23	2.46
22.0	1.09	2.17
22.5	0.98	1.95
23.0	0.89	1.77
23.5	0.81	1.63
24.0	0.75	1.51
24.5	0.70	1.41
25.0	0.66	1.32
25.5	0.62	1.24
26.0	0.59	1.17
26.5	0.56	1.11
27.0	0.53	1.06
27.5	0.51	1.01
28.0	0.48	0.97
28.5	0.46	0.93
29.0	0.45	0.89
29.5	0.43	0.86
30.0	0.41	0.83
30.5	0.40	0.80
31.0	0.39	0.77
31.5	0.37	0.75
32.0	0.36	0.73
32.5	0.35	0.70
33.0	0.34	0.68
33.5	0.33	0.67
34.0	0.32	0.65
34.5	0.32	0.63
35.0	0.31	0.62
35.5	0.30	0.60
36.0	0.29	0.59

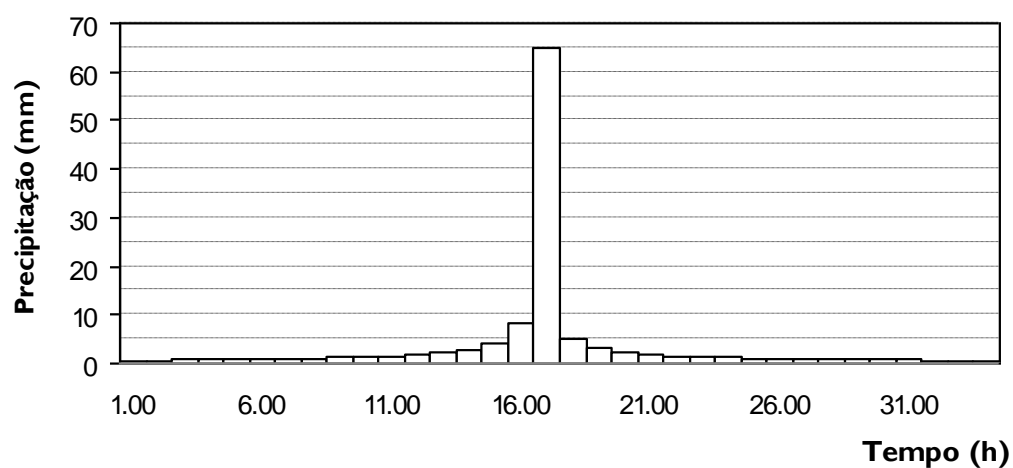


Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.78	1.57
1	0.85	1.70
1.5	0.93	1.86
2	1.03	2.05
2.5	1.15	2.30
3	1.32	2.63
3.5	1.54	3.08
4	1.88	3.75
4.5	2.43	4.85
5	3.54	7.08
5.5	7.31	14.63
6	57.76	115.53
6.5	4.70	9.40
7	2.87	5.74
7.5	2.11	4.22
8	1.69	3.38
8.5	1.42	2.84
9	1.23	2.46
9.5	1.09	2.17
10	0.98	1.95
10.5	0.89	1.77
11	0.81	1.63
11.5	0.83	1.66
12	0.76	1.52



Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
1	0.64	0.64
2	0.68	0.68
3	0.72	0.72
4	0.77	0.77
5	0.82	0.82
6	0.88	0.88
7	0.96	0.96
8	1.05	1.05
9	1.16	1.16
10	1.30	1.30
11	1.48	1.48
12	1.74	1.74
13	2.11	2.11
14	2.73	2.73
15	3.99	3.99
16	8.24	8.24
17	65.08	65.08
18	5.30	5.30
19	3.23	3.23

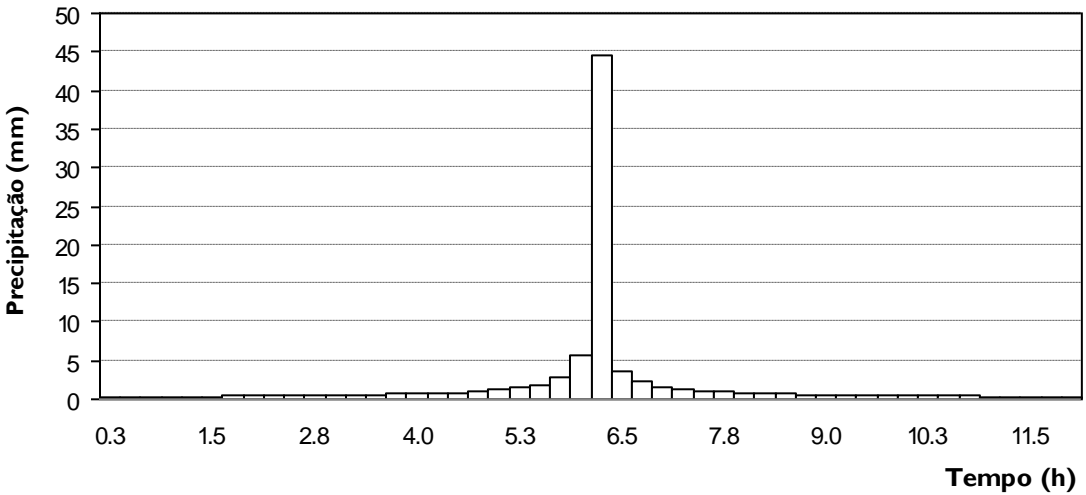
Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
20	2.38	2.38
21	1.90	1.90
22	1.60	1.60
23	1.38	1.38
24	1.22	1.22
25	1.10	1.10
26	1.00	1.00
27	0.92	0.92
28	0.85	0.85
29	0.79	0.79
30	0.74	0.74
31	0.70	0.70
32	0.66	0.66
33	0.63	0.63
34	0.63	0.63
35	0.73	0.73
36	0.69	0.69



Anexo I.7. Precipitação sobre a sub-bacia hidrográfica do rio Rabaçal. Hietogramas não uniformes adotados na análise de cheias afluentes, para períodos de retorno T=100 anos. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (tc ou 3tc) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

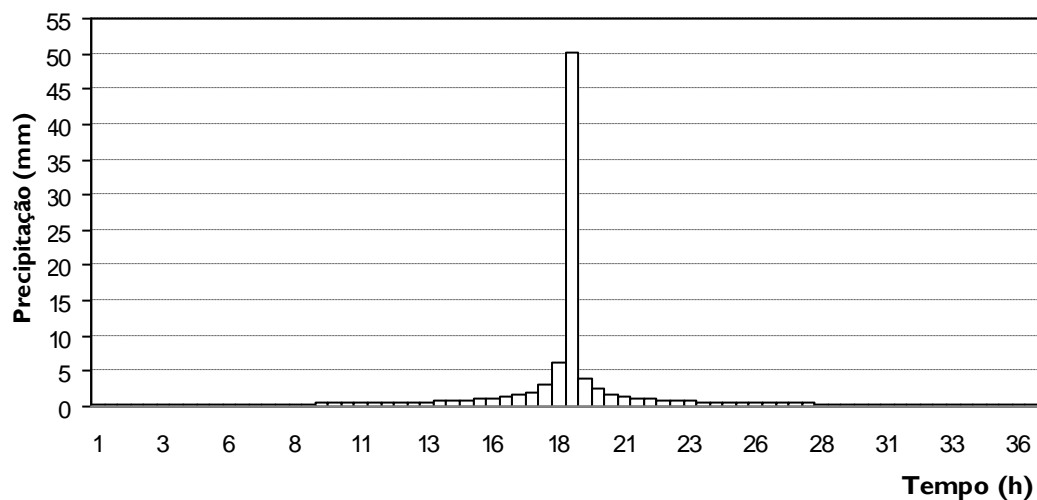
Hietograma: tc; dt= 15 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.25	0.31	1.25
0.5	0.32	1.30
0.75	0.34	1.35
1	0.35	1.40
1.25	0.37	1.46
1.5	0.38	1.53
1.75	0.40	1.60
2	0.42	1.68
2.25	0.44	1.76
2.5	0.47	1.86
2.75	0.49	1.97
3	0.52	2.10
3.25	0.56	2.25
3.5	0.60	2.42
3.75	0.66	2.62
4	0.72	2.87
4.25	0.79	3.17
4.5	0.89	3.56
4.75	1.02	4.06
5	1.19	4.76
5.25	1.45	5.79
5.5	1.87	7.49
5.75	2.73	10.93
6	5.65	22.58
6.25	44.58	178.33
6.5	3.63	14.51
6.75	2.21	8.86
7	1.63	6.52
7.25	1.30	5.22
7.5	1.09	4.38
7.75	0.95	3.79
8	0.84	3.35

Hietograma: tc; dt= 15 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
8.25	0.75	3.01
8.5	0.68	2.74
8.75	0.63	2.52
9	0.58	2.33
9.25	0.54	2.17
9.5	0.51	2.03
9.75	0.48	1.92
10	0.45	1.81
10.25	0.43	1.72
10.5	0.41	1.63
10.75	0.39	1.56
11	0.37	1.49
11.25	0.36	1.43
11.5	0.34	1.38
11.75	0.33	1.32
12	0.32	1.28



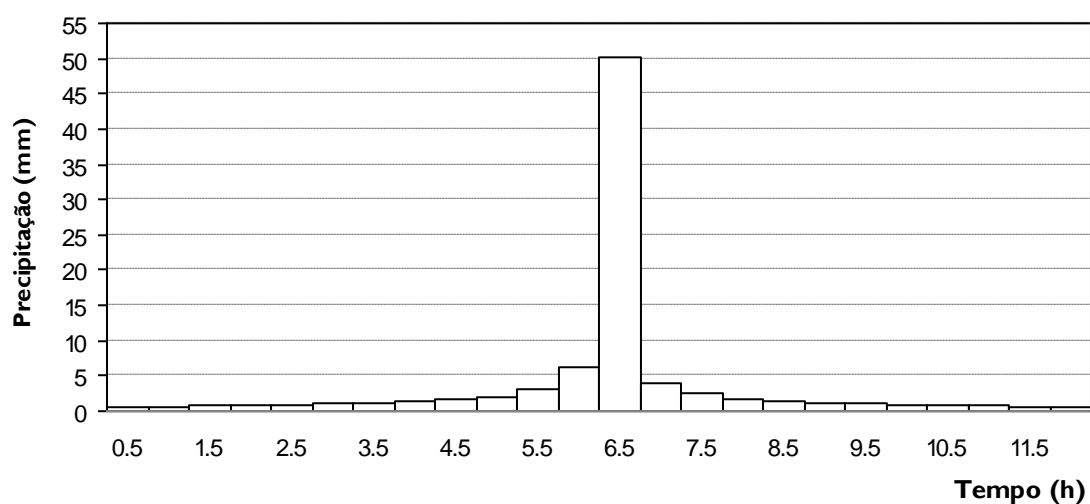
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.25	0.50
1	0.26	0.52
1.5	0.26	0.53
2	0.27	0.54
2.5	0.28	0.56
3	0.29	0.57
3.5	0.29	0.59
4	0.30	0.60
4.5	0.31	0.62
5	0.32	0.64
5.5	0.33	0.66
6	0.34	0.68
6.5	0.35	0.71
7	0.37	0.73
7.5	0.38	0.76
8	0.40	0.79
8.5	0.41	0.82
9	0.43	0.86
9.5	0.45	0.90
10	0.47	0.94
10.5	0.50	0.99
11	0.52	1.05
11.5	0.56	1.11
12	0.59	1.18
12.5	0.63	1.27
13	0.68	1.36
13.5	0.74	1.48
14	0.81	1.62
14.5	0.89	1.79
15	1.00	2.00
15.5	1.14	2.29
16	1.34	2.68
16.5	1.63	3.26
17	2.11	4.22
17.5	3.08	6.16
18	6.36	12.72
18.5	50.23	100.46

Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
19	4.09	8.17
19.5	2.49	4.99
20	1.84	3.67
20.5	1.47	2.94
21	1.23	2.47
21.5	1.07	2.14
22	0.94	1.89
22.5	0.85	1.70
23	0.77	1.54
23.5	0.71	1.42
24	0.66	1.31
24.5	0.61	1.22
25	0.57	1.15
25.5	0.54	1.08
26	0.51	1.02
26.5	0.48	0.97
27	0.46	0.92
27.5	0.44	0.88
28	0.42	0.84
28.5	0.40	0.81
29	0.39	0.77
29.5	0.37	0.75
30	0.36	0.72
30.5	0.35	0.69
31	0.34	0.67
31.5	0.33	0.65
32	0.32	0.63
32.5	0.31	0.61
33	0.30	0.59
33.5	0.29	0.58
34	0.28	0.56
34.5	0.27	0.55
35	0.27	0.53
35.5	0.26	0.52
36	0.25	0.51



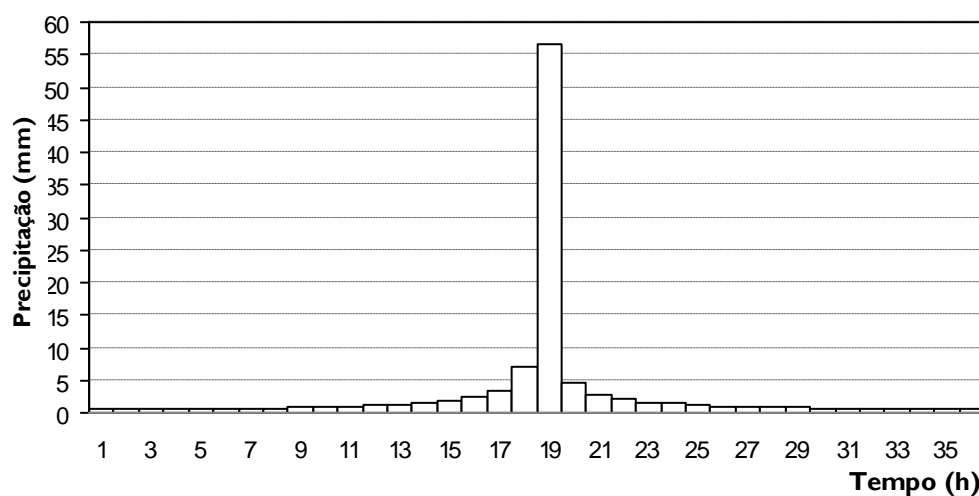
Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.63	1.27
1	0.68	1.36
1.5	0.74	1.48
2	0.81	1.62
2.5	0.89	1.79
3	1.00	2.00
3.5	1.14	2.29
4	1.34	2.68
4.5	1.63	3.26
5	2.11	4.22
5.5	3.08	6.16
6	6.36	12.72
6.5	50.23	100.46
7	4.09	8.17
7.5	2.49	4.99
8	1.84	3.67
8.5	1.47	2.94
9	1.23	2.47
9.5	1.07	2.14
10	0.94	1.89
10.5	0.85	1.70
11	0.77	1.54

Hietograma: tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
11.5	0.71	1.42
12	0.66	1.31



Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
1	0.51	0.51
2	0.53	0.53
3	0.56	0.56
4	0.59	0.59
5	0.63	0.63
6	0.67	0.67
7	0.71	0.71
8	0.77	0.77
9	0.83	0.83
10	0.91	0.91
11	1.01	1.01
12	1.13	1.13
13	1.29	1.29
14	1.51	1.51
15	1.84	1.84

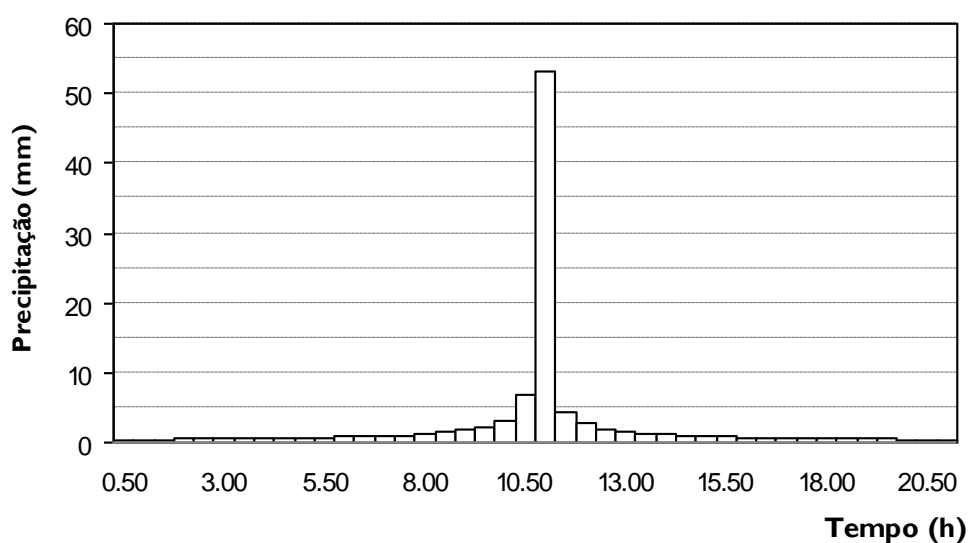
Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
16	2.38	2.38
17	3.47	3.47
18	7.17	7.17
19	56.59	56.59
20	4.60	4.60
21	2.81	2.81
22	2.07	2.07
23	1.66	1.66
24	1.39	1.39
25	1.20	1.20
26	1.06	1.06
27	0.96	0.96
28	0.87	0.87
29	0.80	0.80
30	0.74	0.74
31	0.69	0.69
32	0.65	0.65
33	0.61	0.61
34	0.57	0.57
35	0.55	0.55
36	0.52	0.52



Anexo I.8. Precipitação sobre as bacias hidrográficas do rio Tinhela, ribeira de São Mamede, ribeira do Barrabaz, ribeira da Rebousa, e ribeira da Cabreira (sub-bacias hidrográficas drenantes para rio Tua pertencente ao PEAF). Hietogramas não uniformes adotados na análise de cheias afluentes, com duração tripla do tempo de concentração, para períodos de retorno $T=100$ anos. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam ($3tc$) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt)

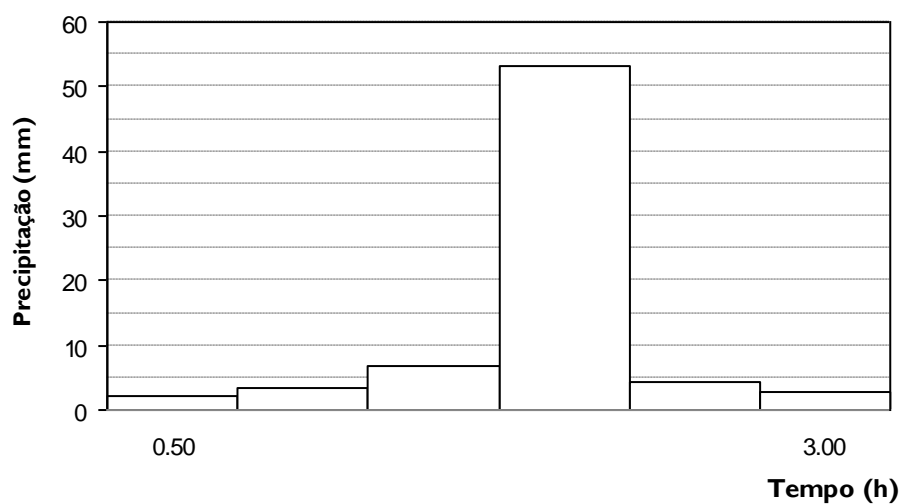
Hietograma: $3tc$; $dt=60$ min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.42	0.838
1	0.44	0.873
1.5	0.46	0.911
2	0.48	0.953
2.5	0.50	1.000
3	0.53	1.053
3.5	0.56	1.111
4	0.59	1.178
4.5	0.63	1.254
5	0.67	1.342
5.5	0.72	1.444
6	0.78	1.566
6.5	0.86	1.713
7	0.95	1.894
7.5	1.06	2.123
8	1.21	2.425
8.5	1.42	2.842
9	1.73	3.457
9.5	2.24	4.474
10	3.26	6.525
10.5	6.74	13.483
11	53.24	106.481
11.5	4.33	8.665
12	2.64	5.288
12.5	1.95	3.894
13	1.56	3.116
13.5	1.31	2.615
14	1.13	2.263
14.5	1.00	2.001
15	0.90	1.798
15.5	0.82	1.636

Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
16	0.75	1.502
16.5	0.70	1.391
17	0.65	1.296
17.5	0.61	1.214
18	0.57	1.143
18.5	0.54	1.081
19	0.51	1.026
19.5	0.49	0.976
20	0.47	0.932
20.5	0.45	0.891
21	0.43	0.855



Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	2.24	4.474
1	3.26	6.525
1.5	6.74	13.483
2	53.24	106.481
2.5	4.33	8.665

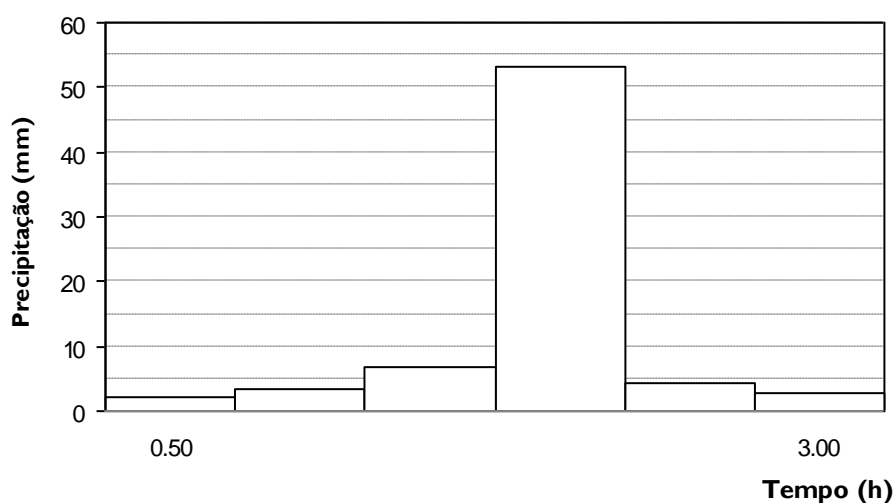
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
3	2.64	5.288



Anexo I.9. Precipitação sobre as sub-bacias hidrográficas da sub-bacia do Tua, não pertencentes ao PEAFT. Hietogramas não uniformes adotados na análise de cheias afluentes, com duração tripla do tempo de concentração, para períodos de retorno T=100 anos. Os hietogramas são identificados pela duração da precipitação a que respeitam (3tc) e pela duração de cada bloco do hietograma (dt).

Ribeira de Aila

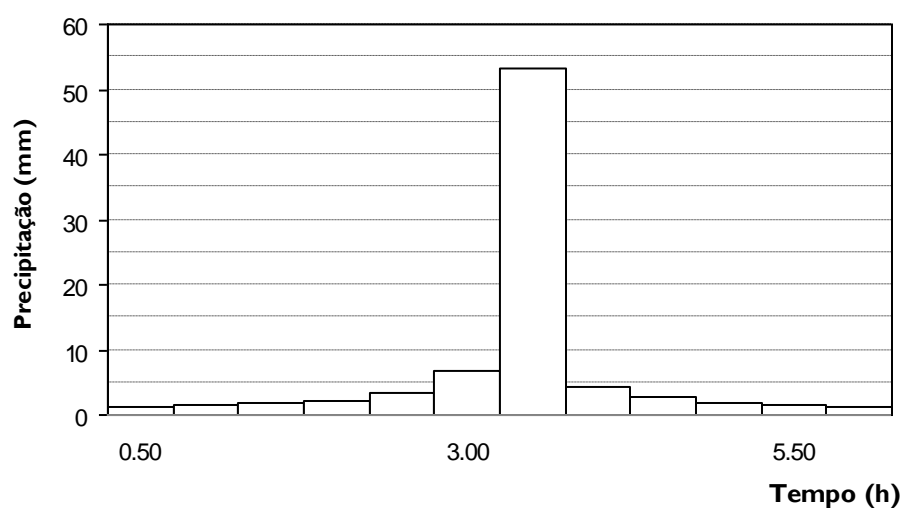
Hietograma: 3tc; dt= 30 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	2.24	4.474
1	3.26	6.525
1.5	6.74	13.483
2	53.24	106.481
2.5	4.33	8.665
3	2.64	5.288



Ribeira de Orelhão e Ribeira de Carvalha

Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	1.21	2.425
1	1.42	2.842
1.5	1.73	3.457

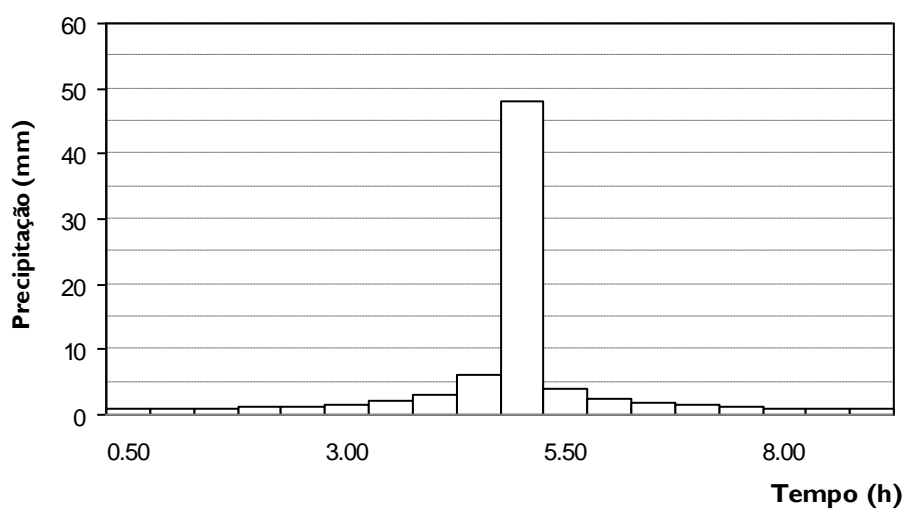
Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
2	2.24	4.474
2.5	3.26	6.525
3	6.74	13.483
3.5	53.24	106.481
4	4.33	8.665
4.5	2.64	5.288
5	1.95	3.894
5.5	1.56	3.116
6	1.31	2.615



Ribeira de Carvalhais

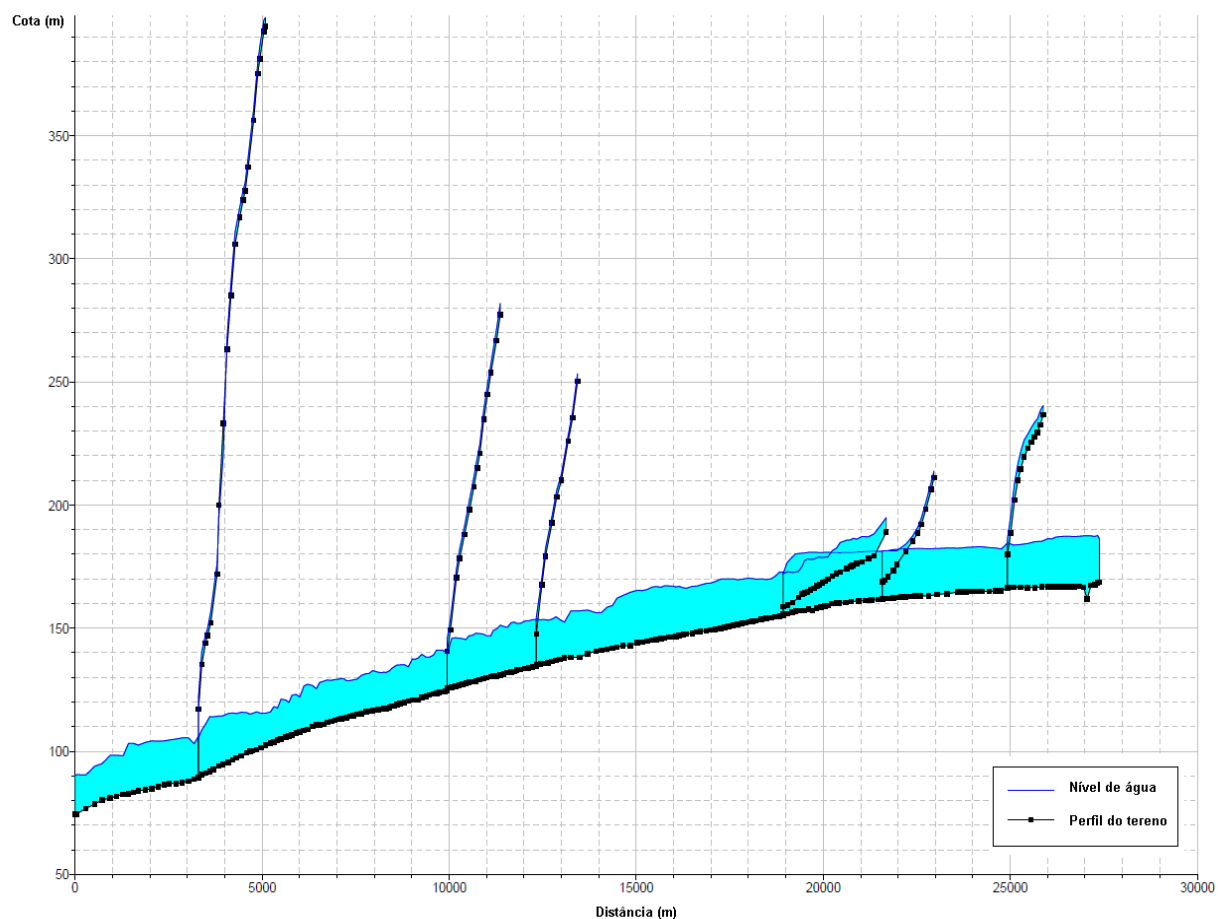
Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
0.5	0.77	1.548
1	0.86	1.712
1.5	0.96	1.919
2	1.10	2.192
2.5	1.28	2.568
3	1.56	3.125
3.5	2.02	4.044

Hietograma: 3tc; dt= 60 min		
Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade média (mm/h)
4	2.95	5.898
4.5	6.09	12.187
5	48.12	96.245
5.5	3.92	7.832
6	2.39	4.780
6.5	1.76	3.519
7	1.41	2.817
7.5	1.18	2.364
8	1.02	2.046
8.5	0.90	1.809
9	0.81	1.625

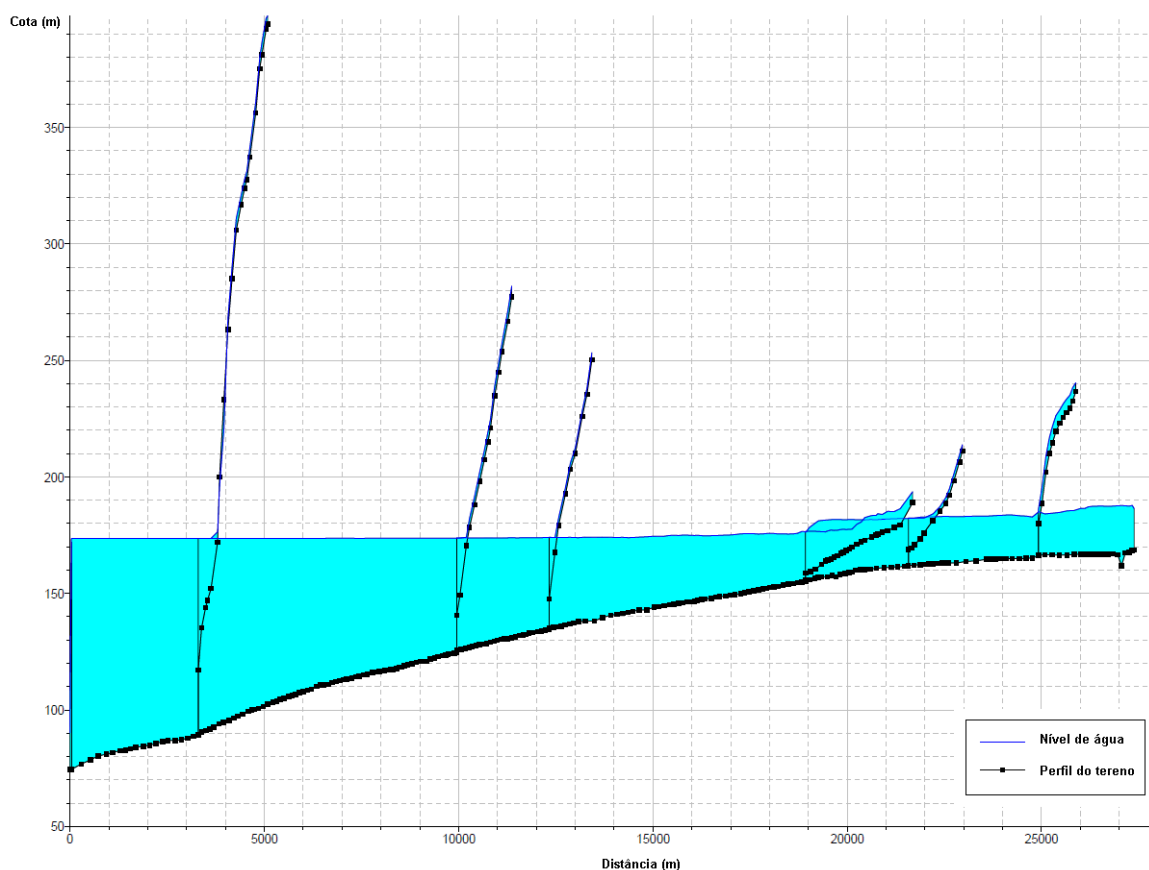


Anexo 2. Resultados obtidos no programa HEC-RAS

Anexo II.1. Perfil longitudinal do rio Tua integrado na área do PEAF, para o cenário de ausência de barragem, obtido pelo modelo HEC-RAS

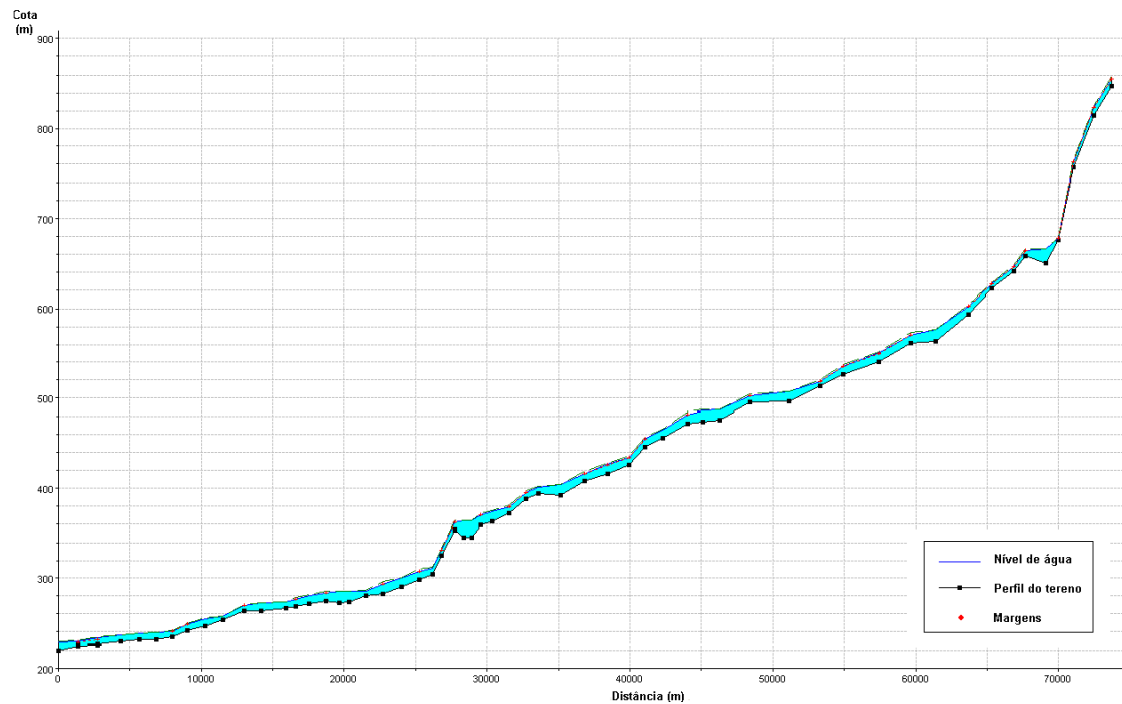


Anexo II.2. Perfil longitudinal das principais secções pertencentes ao rio Tua, integrado na área do PEAFI onde é notória a influência da barragem, obtido pelo modelo HEC-RAS.

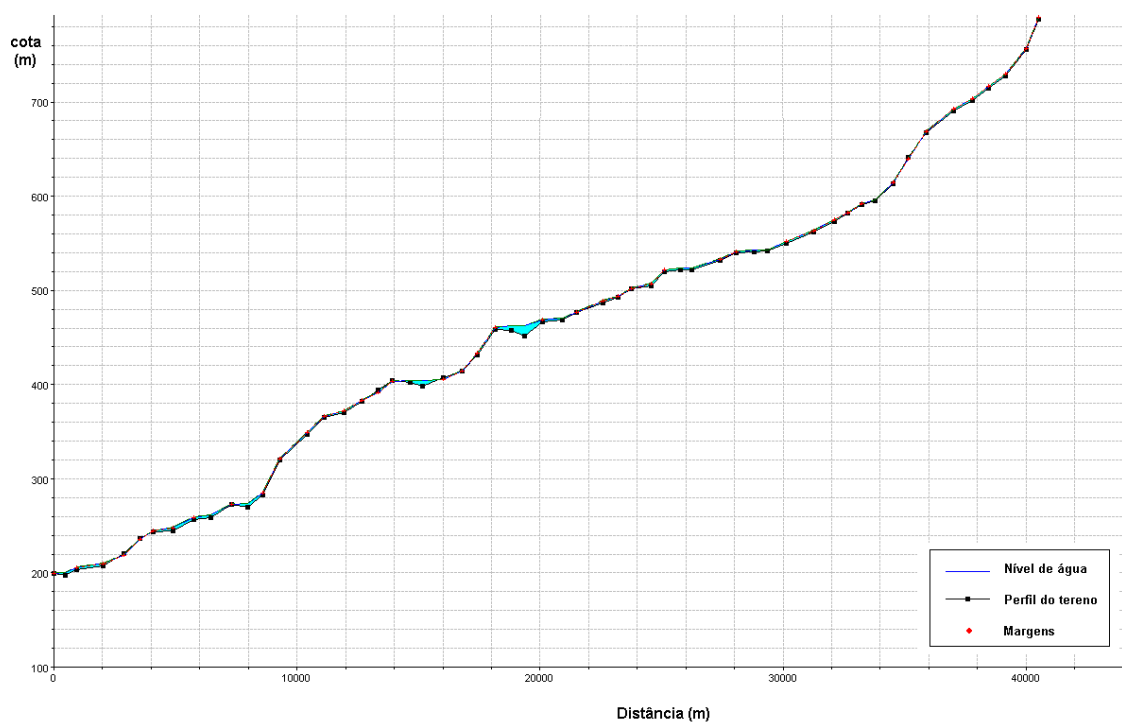


Anexo II.3. Perfil longitudinal dos afluentes do rio Tua (Rabaçal e Tinhela), obtidos pelo modelo HEC-RAS

Rio Rabaçal



Rio Tinhela



Anexo II.4. Resultados obtidos pelo modelo HEC-RAS relativo aos principais afluentes (sem existência da barragem), para a área do PEAF.

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	28190.57	4836.8	168.7	186.29	0.002478	7.89	815.98	79.45	0.61
Tua	28142.77	4836.8	168.4	187.67	0.000176	2.27	2946.85	272.59	0.17
Tua	28065.6	4836.8	167.61	187.29	0.000355	3.28	1707.38	128.61	0.24
Tua	27966.01	4836.8	167.53	187.51	0.0001	1.81	3142.85	224.08	0.13
Tua	27865.61	4836.8	161.93	187.55	0.000039	1.26	4230.99	227.59	0.08
Tua	27766.4	4836.8	166.66	187.47	0.000094	1.8	3149.01	208.25	0.13
Tua	27649.3	4836.8	167.1	187.32	0.000248	2.88	2313.99	198.46	0.21
Tua	27517.02	4836.8	166.91	187.2	0.000338	3.31	2105	204.99	0.24
Tua	27379.59	4836.8	166.78	187.32	0.00011	1.9	3273.74	261.7	0.14
Tua	27273.13	4836.8	166.81	187.34	0.000091	1.72	3979.22	360.54	0.12
Tua	27120.17	4836.8	166.75	187.21	0.000145	2.22	2654.13	182.08	0.16
Tua	27012.88	4836.8	166.77	186.98	0.000316	3.25	1893.88	141.07	0.23
Tua	26916.53	4836.8	166.79	186.27	0.00084	5.17	1193.84	89.44	0.38
Tua	26821.89	4836.8	166.78	186.38	0.000658	4.63	1368.77	104.41	0.34
Tua	26646.41	4836.8	166.83	185.35	0.00145	6.34	984.7	88.04	0.48
Tua	26470.28	4836.8	166.51	185.16	0.001346	6.25	990.29	79.38	0.47
Tua	26267.77	4836.8	166.51	184.41	0.001823	6.94	894	81.57	0.54
Tua	26079.26	4836.8	166.57	184.01	0.001944	6.98	870.26	78.5	0.55
Tua	25896.55	4836.8	166.53	183.73	0.001848	6.89	883	79.93	0.54
Tua	25731.36	4836.8	166.42	184.67	0.000378	3.25	1937.79	181.92	0.25
Tua	25560.09	4836.8	166.15	184.61	0.000431	3.55	1763.3	149.89	0.27
Tua	25397.35	4836.8	165.27	182.1	0.003227	8.04	717.58	67.76	0.66
Tua	25244.65	4836.8	165.05	182.6	0.001424	5.98	998.16	89.64	0.47
Tua	25069.22	4836.8	164.94	182.71	0.000941	5.09	1207.37	105.77	0.39
Tua	24881.19	4836.8	164.98	183.09	0.000317	2.98	2218.23	221.69	0.23
Tua	24731.56	4836.8	164.96	183.05	0.000295	2.83	2138.31	185.98	0.22
Tua	24593.05	4836.8	164.94	182.91	0.000347	3.08	1890.13	154.02	0.24
Tua	24459.09	4836.8	164.8	182.8	0.000388	3.3	1764.62	140.97	0.25
Tua	24330.8	4836.8	164.73	182.62	0.000497	3.68	1586.56	132.21	0.28
Tua	24228.22	4836.8	164.68	182.52	0.000536	3.81	1528.99	125.81	0.29
Tua	23953.94	4836.8	163.96	182.57	0.000318	3.04	1938.56	153.27	0.23
Tua	23687.19	4836.8	163.74	182.37	0.000406	3.39	1754.97	147.03	0.26
Tua	23448.65	4836.8	163.08	182.29	0.00039	3.41	1797.92	151.38	0.25

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	23234.3	4836.8	163.09	182.34	0.000258	2.81	2401.85	246.4	0.21
Tua	23091.12	4836.8	163.06	182.32	0.000222	2.61	2540.16	259.26	0.19
Tua	22954.42	4836.8	162.87	182.27	0.00022	2.61	2273.4	173.83	0.19
Tua	22841.58	4836.8	162.65	182.21	0.000251	2.8	2178.03	174.07	0.21
Tua	22723.23	4836.8	162.57	182.21	0.000254	2.84	2561.16	391.89	0.21
Tua	22616.88	4836.8	162.46	181.96	0.000395	3.41	1810.64	163.19	0.26
Tua	22517.19	4836.8	162.35	182	0.000305	3.09	2024.75	168.81	0.23
Tua	22348.71	4836.8	162.1	181.42	0.000211	2.51	2275.08	173.29	0.19
Tua	22212.31	4836.8	161.94	181.44	0.000051	1.25	4761.29	367.18	0.09
Tua	22095.26	4836.8	161.81	181.25	0.000199	2.39	2448.48	209.34	0.18
Tua	21985.85	4836.8	161.62	181.24	0.000179	2.31	2548.92	215.33	0.17
Tua	21813.31	4836.8	161.43	181.29	0.000097	1.73	3421.61	270.27	0.13
Tua	21657.28	4836.8	161.27	181.15	0.000192	2.48	2443.66	189.86	0.18
Tua	21467.75	4836.8	161.01	181.01	0.000268	2.94	2094.92	164.09	0.21
Tua	21271.1	4836.8	160.8	180.76	0.000415	3.61	1694.53	134.96	0.26
Tua	21113.7	4836.8	160.41	180.77	0.000334	3.28	1891.59	152.36	0.24
Tua	20955.94	4836.8	160.21	180.65	0.000375	3.44	1802.96	153.26	0.25
Tua	20867.09	4836.8	160.16	180.7	0.000263	2.9	2015	148.83	0.21
Tua	20797.19	4836.8	160.06	180.73	0.000216	2.64	2320.07	198.84	0.19
Tua	20737.77	4836.8	160.01	180.74	0.000185	2.44	2358.84	176.48	0.18
Tua	20644.18	4836.8	159.16	180.85	0.000058	1.46	4489.28	352.39	0.1
Tua	20559.36	4836.8	159.06	180.8	0.000098	1.87	3559.57	319.04	0.13
Tua	20459.31	4836.8	158.56	180.74	0.000121	2.15	2924.97	229.45	0.15
Tua	20333.74	4836.8	158.15	180.76	0.000081	1.78	3452.63	232.71	0.12
Tua	20229.23	4836.8	157.1	180.78	0.000054	1.48	3971.18	246.39	0.1
Tua	20128.69	4836.8	157.67	180.77	0.000065	1.61	4019.13	296.55	0.11
Tua	20014.39	4836.8	157.06	180.6	0.000153	2.51	2504.4	177.29	0.17
Tua	19855.64	4836.8	157.08	180.32	0.000349	3.71	1749.64	125.13	0.25
Tua	19778.21	4836.8	156.9	180.19	0.000421	4.11	1597.07	111.41	0.27
Tua	19680.71	4836.8	156.45	178.75	0.000457	4.16	1527.34	105.48	0.28
Tua	19549.89	4836.8	156	176.57	0.00082	5.31	1227.71	92.6	0.38
Tua	19445.05	4836.8	155.77	172.07	0.001966	6.91	909.29	88.62	0.56
Tua	19326.06	4836.8	155.2	172.78	0.000667	4.23	1445.46	132.08	0.33
Tua	19235.91	4836.8	154.81	172.88	0.000577	4.08	1696.78	169.02	0.31
Tua	19119.01	4836.8	154.67	171.15	0.002043	7.05	853.25	78.29	0.57

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	19015.53	4836.8	154.26	170.14	0.003018	8.3	737.67	72.7	0.68
Tua	18883.04	4836.8	154.05	169.78	0.002955	8.22	742.54	72.09	0.67
Tua	18748.88	4836.8	153.59	170.06	0.001838	6.72	896.24	81.06	0.54
Tua	18606.22	4836.8	152.95	169.94	0.001567	6.11	952.83	88.67	0.49
Tua	18510.79	4836.8	152.78	170.23	0.000916	4.81	1180.6	99.8	0.38
Tua	18421.82	4836.8	152.56	170.32	0.00073	4.44	1344.66	115.76	0.34
Tua	18333.09	4836.8	152.2	170.25	0.000791	4.73	1318.88	112.69	0.36
Tua	18227.96	4836.8	151.9	169.91	0.000963	5.05	1170.33	98.19	0.39
Tua	18110.21	4836.8	151.54	169.7	0.001131	5.62	1115.66	94.73	0.43
Tua	17989.71	4836.8	151.1	170.06	0.000423	3.61	1673.5	126.16	0.27
Tua	17869.21	4836.8	150.84	170.05	0.000397	3.53	1798.38	145.9	0.26
Tua	17762.51	4836.8	150.39	170.07	0.00028	2.97	2015.94	152.56	0.22
Tua	17653.64	4836.8	149.83	169.91	0.000379	3.55	1704.2	118.7	0.25
Tua	17511.14	4836.8	149.51	168.98	0.001102	5.97	1082.52	84.1	0.43
Tua	17393.48	4836.8	149.35	168.35	0.001655	7.15	929.05	76.39	0.53
Tua	17270.49	4836.8	148.85	168.16	0.00153	6.85	946.8	78.33	0.5
Tua	17116.9	4836.8	148.66	167.59	0.00194	7.55	866.47	74.18	0.56
Tua	17023.75	4836.8	148.4	167.08	0.00228	8.17	809.13	69.33	0.61
Tua	16899.04	4836.8	147.91	167.06	0.00176	7.24	880.38	72.01	0.54
Tua	16746.48	4836.8	147.62	166.29	0.002213	7.81	800.67	69.68	0.59
Tua	16661.18	4836.8	147.43	166.43	0.00185	7.11	882.73	79.95	0.54
Tua	16548.91	4836.8	146.97	167.04	0.000716	4.8	1300.81	103.5	0.35
Tua	16465.87	4836.8	146.71	166.78	0.000872	5.26	1190.86	96.01	0.38
Tua	16370.6	4836.8	146.4	167.14	0.000374	3.47	1895.21	176.8	0.25
Tua	16268.54	4836.8	146.33	167.22	0.000227	2.8	2228.24	167.25	0.2
Tua	16156.07	4836.8	145.99	167.24	0.000168	2.38	2678.2	248.66	0.17
Tua	16063.67	4836.8	145.77	166.68	0.000572	4.35	1474.58	129.8	0.31
Tua	15936.47	4836.8	145.42	166.98	0.000196	2.6	2467.69	193.44	0.18
Tua	15823.12	4836.8	145.06	166.7	0.000399	3.76	1784.91	146.12	0.26
Tua	15689.67	4836.8	144.81	165.68	0.001212	6.44	1054.69	85.65	0.45
Tua	15557.31	4836.8	144.35	165.32	0.001299	6.6	1000.42	79.67	0.47
Tua	15426.1	4836.8	144.08	165.38	0.001054	6	1126.07	94.84	0.42
Tua	15243.22	4836.8	142.97	164.64	0.001461	6.87	946.32	74.99	0.48
Tua	15046.11	4836.8	142.92	163.32	0.002517	8.85	769.39	64.91	0.63
Tua	14890.33	4836.8	142.39	162.2	0.003247	9.68	685.16	57.45	0.71

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	14764.64	4836.8	141.94	159.28	0.005929	11.63	532.68	51.22	0.92
Tua	14617.3	4836.8	141.46	158.47	0.004147	9.97	630.79	60.76	0.79
Tua	14473.61	4836.8	141.14	156.36	0.006032	11.31	543.91	55.68	0.95
Tua	14321.48	4836.8	140.65	156.27	0.00506	10.69	609.65	62.88	0.88
Tua	14101.32	4836.8	139.7	157.39	0.001359	6.15	987.67	80.76	0.47
Tua	13893.31	4836.8	138.13	157.07	0.001356	6.32	963.98	70.91	0.47
Tua	13655.82	4836.8	138.22	157.09	0.001053	5.7	1133.23	89.99	0.42
Tua	13482.38	4836.8	137.91	152.46	0.006528	11.79	540.01	55.65	1
Tua	13358.32	4836.8	137.39	153.5	0.003071	8.7	733.07	68.52	0.7
Tua	13257.59	4836.8	137.01	154.63	0.000888	4.99	1280.72	109.04	0.38
Tua	13142.89	4836.8	136.56	153.68	0.00173	6.69	948.84	87.05	0.52
Tua	13042.12	4836.8	135.85	153.29	0.001783	6.7	905.75	80.91	0.53
Tua	12940.24	4836.8	135.77	153.6	0.001063	5.46	1139.9	97.52	0.42
Tua	12839.12	4836.8	135.5	153.39	0.001218	5.89	1076.54	89.92	0.45
Tua	12730.24	4836.8	135.11	153.74	0.000566	4.14	1486.9	114.44	0.31
Tua	12605.18	4836.8	134.72	153.49	0.00084	5.06	1278.95	106.74	0.38
Tua	12508.63	4836.8	134.25	153.49	0.00066	4.55	1340.41	98.27	0.33
Tua	12404.77	4836.8	133.88	153.02	0.001026	5.62	1110.85	85.62	0.41
Tua	12309.09	4836.8	133.6	152.96	0.00095	5.46	1141.21	86.43	0.4
Tua	12185.42	4836.8	133.16	152.03	0.001782	7.06	902.39	79.7	0.53
Tua	12083.94	4836.8	132.95	151.92	0.001622	6.76	932.28	82.72	0.51
Tua	12014.47	4836.8	132.43	152.47	0.000687	4.59	1322.5	104.22	0.34
Tua	11931.77	4836.8	132.24	152.26	0.00084	5.13	1228.94	99.81	0.37
Tua	11832.92	4836.8	131.9	150.37	0.002702	8.73	761.99	68.69	0.66
Tua	11738.62	4836.8	131.41	150.67	0.001694	7.04	894.48	73.37	0.52
Tua	11642.41	4836.8	130.9	151.22	0.000747	4.96	1276.42	96.79	0.36
Tua	11544.78	4836.8	130.59	149.78	0.002039	7.24	833.52	72.66	0.55
Tua	11452.31	4836.8	130.42	149.02	0.002677	8.74	755.47	66.3	0.66
Tua	11385.18	4836.8	130.27	146.89	0.004897	10.75	589.24	57.05	0.86
Tua	11274.61	4836.8	129.82	146.96	0.003832	9.96	644.07	55.41	0.78
Tua	11187.92	4836.8	129.5	147.64	0.002107	7.81	821.93	67.15	0.59
Tua	11090.75	4836.8	129.14	147.81	0.001542	6.83	936.54	75.2	0.51
Tua	10989.49	4836.8	128.58	147.96	0.001149	6.04	1059.36	79.4	0.44
Tua	10893.75	4836.8	128.29	147.08	0.001692	7.15	876.04	67.02	0.53
Tua	10805.03	4836.8	127.94	146.97	0.001634	7.07	888.66	67.06	0.52

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	10720.25	4836.8	127.75	145.43	0.003066	8.88	695.35	61.03	0.69
Tua	10628.05	4836.8	127.26	145.77	0.002251	8.06	802.38	66.82	0.61
Tua	10546.74	4836.8	126.85	145.98	0.001598	6.97	916.78	72.93	0.51
Tua	10446.88	4836.8	126.4	146.2	0.001053	5.81	1080.53	81.84	0.42
Tua	10338.66	4836.8	125.98	145.9	0.001161	6.02	1020.95	77.56	0.44
Tua	10224.07	4836.8	125.64	139.38	0.006069	10.32	557.68	62.45	0.93
Tua	10053.07	4836.8	124.68	140.4	0.003025	8.16	730.55	70.89	0.68
Tua	9991.41	4836.8	124.49	140.46	0.002755	8.07	771.17	74.2	0.65
Tua	9921.749	4836.8	124.11	141.09	0.001447	6.17	1009.95	88.63	0.48
Tua	9836.194	4836.8	123.86	141.02	0.0014	6.05	1044.21	97.97	0.47
Tua	9766.506	4836.8	123.52	141.11	0.001059	5.43	1137.61	93.94	0.42
Tua	9682.222	4836.8	123.27	139.09	0.003369	8.67	713.08	70.25	0.72
Tua	9577.255	4836.8	122.82	138.24	0.003977	9.45	661.54	65.83	0.78
Tua	9488.027	4836.8	122.32	138.27	0.003173	8.61	718.77	68.26	0.7
Tua	9373.047	4836.8	121.89	139.41	0.000877	4.83	1249.2	107.41	0.38
Tua	9278.866	4836.8	120.84	137.93	0.002475	7.11	790.86	71.48	0.58
Tua	9197.574	4836.8	120.82	137.38	0.003162	7.73	724.35	67.54	0.65
Tua	9120.034	4836.8	120.81	137.52	0.002291	7.45	820.68	73.46	0.6
Tua	9009.661	4836.8	120.46	134.38	0.006443	11	555.98	62.01	0.97
Tua	8904.832	4836.8	119.86	135.24	0.002956	8.34	750.47	69.22	0.68
Tua	8792.181	4836.8	119.28	135.11	0.002619	7.74	782.18	69.58	0.63
Tua	8711.313	4836.8	118.96	135.08	0.002193	6.94	837.53	74.62	0.57
Tua	8643.695	4836.8	118.35	134.47	0.002961	7.23	750	68.58	0.62
Tua	8578.711	4836.8	118.31	133.77	0.003151	8.49	732.85	70.15	0.7
Tua	8507.147	4836.8	117.81	132.68	0.004195	9.58	655.12	65.89	0.8
Tua	8415.977	4836.8	117.43	132.05	0.004743	9.94	625.62	64.24	0.84
Tua	8355.495	4836.8	117.41	132.15	0.003953	9.3	676.14	68.01	0.78
Tua	8296.055	4836.8	117.18	131.95	0.003611	8.87	696.86	70.15	0.74
Tua	8199.242	4836.8	116.9	132.19	0.00262	7.61	807.2	82.33	0.63
Tua	8058.828	4836.8	116.58	132.79	0.001105	5.18	1131.33	97.98	0.42
Tua	7959.807	4836.8	116.37	131.64	0.002392	7.33	837.88	82.85	0.61
Tua	7883.158	4836.8	116.06	131.52	0.002457	7.51	861.08	89.25	0.62
Tua	7754.29	4836.8	115.35	130.86	0.002829	8.19	783.79	75.74	0.67
Tua	7650.305	4836.8	115.06	129.34	0.004363	9.33	648.47	67.14	0.81
Tua	7546.694	4836.8	114.44	129.03	0.00419	9.41	672.15	71.24	0.8

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	7451.875	4836.8	114.22	128.71	0.0037	8.59	689.58	71.52	0.74
Tua	7359.883	4836.8	113.61	128.67	0.003314	7.72	728.24	73.4	0.68
Tua	7295.613	4836.8	113.38	129.44	0.001386	5.69	1098.86	107.73	0.46
Tua	7227.059	4836.8	113.16	129.57	0.000869	4.62	1279.3	109.68	0.37
Tua	7143.485	4836.8	112.92	129.28	0.001072	5.14	1162.07	99.65	0.41
Tua	7047.229	4836.8	112.57	129.12	0.001046	5.06	1172.31	105.23	0.41
Tua	6949.88	4836.8	112.23	128.86	0.001135	5.18	1107.43	99.56	0.42
Tua	6845.524	4836.8	111.74	128.98	0.000821	4.58	1314.59	119.6	0.36
Tua	6750.023	4836.8	111	128.48	0.001169	5.55	1094.3	95.33	0.43
Tua	6642.109	4836.8	110.77	127.94	0.001483	5.99	964.44	84.66	0.48
Tua	6550.142	4836.8	110.68	125.42	0.004617	9.07	620.7	65.65	0.81
Tua	6453.413	4836.8	110.16	126.69	0.001549	5.87	985.2	95.34	0.49
Tua	6316.813	4836.8	108.97	127.23	0.000507	3.89	1554.08	117.11	0.29
Tua	6218.702	4836.8	108.53	126.47	0.001171	5.79	1088.17	91.05	0.44
Tua	6109.104	4836.8	108	122.07	0.00648	11.34	537.54	55.78	0.98
Tua	6009.192	4836.8	107.43	123.11	0.002729	8.03	757.17	67.83	0.65
Tua	5899.53	4836.8	106.7	122.79	0.002549	7.54	753.55	67.7	0.62
Tua	5819.007	4836.8	106.27	119.85	0.006395	10.46	533.81	56.95	0.95
Tua	5733.185	4836.8	105.75	120.9	0.002498	7.44	792.22	74.09	0.62
Tua	5610.017	4836.8	105.11	121.17	0.00164	6.21	961.52	88.63	0.51
Tua	5514.848	4836.8	104.5	117.62	0.006224	10.34	561.19	64.23	0.94
Tua	5420.941	4836.8	103.81	118.2	0.003461	8.31	715.53	75.28	0.72
Tua	5321.687	4836.8	103.32	116.01	0.006426	10.32	567.48	67.1	0.95
Tua	5188.802	4836.8	102.49	115.49	0.005272	9.47	616.79	71.78	0.87
Tua	5080.239	4836.8	101.47	115.43	0.003808	8.47	685.55	73.56	0.75
Tua	4957.491	4836.8	100.7	116.03	0.001985	6.59	902.68	85.92	0.55
Tua	4849.945	4836.8	100.26	115.43	0.002335	7.11	835.7	80.74	0.6
Tua	4782.516	4836.8	100.12	115.14	0.002491	7.35	819.66	81.19	0.62
Tua	4689.407	4836.8	99.32	115.78	0.001041	5.19	1207.7	111.36	0.41
Tua	4546.909	4836.8	98.22	115.94	0.000535	3.87	1534.99	122.05	0.3
Tua	4418.809	4836.8	97.31	115.33	0.000955	5.2	1157.47	93.52	0.4
Tua	4317.416	4836.8	96.44	115.62	0.000503	3.97	1535.52	110.72	0.29
Tua	4196.605	4836.8	95.61	115.34	0.000676	4.69	1326.08	95.22	0.34
Tua	4052.116	4836.8	94.7	114.43	0.001352	6.51	984.47	77.75	0.47
Tua	3938.953	4836.8	94.01	114.36	0.001171	5.94	1021.51	80.01	0.43

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	3806.853	4836.8	92.66	114.06	0.001374	6.46	962.08	74.47	0.46
Tua	3706.477	4836.8	91.69	114.1	0.001123	5.86	1025.67	71.44	0.41
Tua	3603.84	4836.8	91.11	111.36	0.001489	6.73	929.71	74.25	0.49
Tua	3487.733	4836.8	90.58	108.69	0.001995	7.2	818.54	68.24	0.56
Tua	3403.884	4836.8	89.4	105.67	0.003101	8.69	702.19	62.48	0.7
Tua	3300.557	4836.8	89.18	106.18	0.002066	7.35	812.38	66.62	0.58
Tua	3181.662	4836.8	88.67	103.13	0.006236	10.77	543.53	56.1	0.94
Tua	3030.282	4836.8	87.96	105.51	0.000925	4.99	1203.96	103.35	0.39
Tua	2867.911	4836.8	87.2	105.5	0.000789	4.72	1288.22	106.16	0.36
Tua	2702.597	4836.8	86.96	105.01	0.001152	5.65	1110.74	96.12	0.43
Tua	2517.649	4836.8	86.9	104.63	0.001341	6.18	1031.21	85.11	0.47
Tua	2378.229	4836.8	86.45	104.2	0.001522	6.46	979.88	86.7	0.5
Tua	2218.009	4836.8	85.68	104.14	0.001229	5.82	1072.13	94.19	0.44
Tua	2053.521	4836.8	84.84	104.27	0.000692	4.65	1310.9	98.55	0.34
Tua	1882.862	4836.8	84.42	103.71	0.001057	5.54	1106.88	92.54	0.41
Tua	1691.745	4836.8	83.98	102.53	0.001942	7.27	856.66	76.18	0.55
Tua	1556.953	4836.8	83.34	103.23	0.000666	4.55	1325.81	101.74	0.33
Tua	1430.126	4836.8	82.75	103.2	0.00063	4.47	1373.21	103.57	0.32
Tua	1289.288	4836.8	82.57	98.23	0.005964	11.16	541.1	55.21	0.93
Tua	1105.626	4836.8	81.75	98.42	0.003341	9	690.84	63.39	0.72
Tua	941.0728	4836.8	81.02	98.37	0.002603	8.22	775.91	71.48	0.64
Tua	720.9998	4836.8	80.27	95.02	0.005914	10.75	556.81	60.45	0.92
Tua	524.8088	4836.8	78.54	93.98	0.002606	7.67	765.35	67.45	0.63
Tua	289.0952	4836.8	76.82	90.47	0.006565	11.23	548.49	59.36	0.99
Tua	47.42019	4836.8	74.58	90.54	0.002752	7.63	761.97	74.8	0.64
Tua	20	4836.8	74.58	90.22	0.003001	7.85	738.5	73.94	0.66
Tinhela	2997.992	2068.8	188.75	194.88	0.009748	8	302.18	63.36	1.06
Tinhela	2679.274	2068.8	179.34	188.35	0.002531	5.44	485.01	76.48	0.58
Tinhela	2523.017	2068.8	178.3	187.11	0.004837	7.38	364.98	60.06	0.8
Tinhela	2350.504	2068.8	176.91	187.26	0.001948	5.22	521.72	74.16	0.52
Tinhela	2216.829	2068.8	176.18	186.17	0.003734	6.98	399.61	64.5	0.71
Tinhela	2105.067	2068.8	175.47	186.49	0.001644	4.95	545.47	75.59	0.48
Tinhela	2057.217	2068.8	175.08	185.83	0.002634	6.19	447.82	63.79	0.61
Tinhela	1939.462	2068.8	174.25	185.77	0.001956	5.58	499.72	67.78	0.53
Tinhela	1767.812	2068.8	172.79	184.77	0.002877	6.76	403.2	54.02	0.63

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tinhela	1672.064	2068.8	172.18	182.55	0.007051	9.58	284.52	44.23	0.97
Tinhela	1560.706	2068.8	171.21	181.55	0.006962	9.38	288.19	46.03	0.96
Tinhela	1440.27	2068.8	170.02	178.96	0.003641	6.45	410.22	67.19	0.69
Tinhela	1369.883	2068.8	169.12	178.82	0.002803	5.93	433.61	64.17	0.61
Tinhela	1289.951	2068.8	168.4	178.68	0.002386	5.62	458.93	67.63	0.57
Tinhela	1214.771	2068.8	167.61	178.85	0.001382	4.56	577.4	79.56	0.44
Tinhela	1146.042	2068.8	167.16	178.66	0.001665	5.07	546.8	78.97	0.48
Tinhela	1068.005	2068.8	166.17	178.1	0.002093	5.75	457.98	59.32	0.54
Tinhela	975.1479	2068.8	165.65	177.92	0.001985	5.61	467.42	61.82	0.53
Tinhela	896.59	2068.8	164.69	178.19	0.000947	4.24	621.18	70.34	0.37
Tinhela	815.8084	2068.8	164.27	177.4	0.002054	6.06	456.97	58.77	0.54
Tinhela	754.3409	2068.8	163.82	175.1	0.006828	9.59	293.41	47.28	0.94
Tinhela	652.9901	2068.8	162.53	173.09	0.006787	9.35	283.19	43.33	0.94
Tinhela	498.6426	2068.8	160.43	172.63	0.003183	6.91	381.25	49.14	0.66
Tinhela	363.7278	2068.8	159.51	172.96	0.001503	5.35	505.2	55.91	0.47
Tinhela	241.2394	2068.8	158.8	172.13	0.002656	6.37	394.04	45.78	0.59
São Mamede	1924.663	450.7	394.42	397.98	0.010562	5.94	98.56	42.53	1.01
São Mamede	1882.141	450.7	392.19	396.78	0.006193	5.28	141.55	103.13	0.8
São Mamede	1774.174	450.7	381.1	386.35	0.008844	6.73	86.77	27.03	0.97
São Mamede	1718.698	450.7	375.27	379.75	0.009756	6.21	91.11	33.25	0.98
São Mamede	1613.053	450.7	356.23	360.97	0.009223	6.58	89.97	30.51	0.98
São Mamede	1467.628	450.7	337.24	341.5	0.009471	6.27	94.95	36.15	0.98
São Mamede	1385.156	450.7	327.58	331.12	0.010211	5.81	98.34	41.48	0.99
São Mamede	1330.434	450.7	323.95	327.82	0.009734	5.94	96.95	39.31	0.98
São Mamede	1239.194	450.7	316.88	320.99	0.009287	5.69	92.22	34.34	0.95
São Mamede	1112.613	450.7	305.87	310.95	0.010948	5.91	81.83	25.42	0.98
São Mamede	1007.006	450.7	285.19	290.46	0.009773	6.02	80.48	24.67	0.95
São Mamede	898.1063	450.7	263.36	268.11	0.010295	6.16	82.97	26.68	0.98
São Mamede	799.0641	450.7	217.55	220.32	0.013065		107.61	60.27	0
São Mamede	684.9862	450.7	192.89	195.66	0.013718		113.55	71.48	0
São Mamede	634.4759	450.7	171.91	176.44	0.009011	5.78	87.89	30.22	0.93
São Mamede	464.3792	450.7	152.1	156.68	0.006726	4.67	126.43	79.15	0.79
São Mamede	378.4116	450.7	147.12	149.95	0.011439	4.56	129.15	91.95	0.97
São Mamede	323.4772	450.7	143.91	147.22	0.012328	4.78	112.18	64.78	0.99
São Mamede	223.9075	450.7	135.17	140.57	0.006932	5.59	106.03	46.6	0.81

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
São Mamede	136.932	450.7	117.12	122.77	0.010497	6.37	78.03	22.34	0.97
Rebousa	1275.222	166	250.31	253.35	0.011736	5.01	38.54	19.63	0.99
Rebousa	1149.041	166	235.42	238.14	0.011568	4.94	40.69	22.38	0.99
Rebousa	1027.838	166	226.03	228.39	0.011553	4.7	44.85	28.79	0.99
Rebousa	848.3453	166	210.12	212.63	0.012767	4.56	39.96	22.47	1.01
Rebousa	721.1552	166	203.32	206.07	0.011882	4.78	40.65	22.9	0.99
Rebousa	597.6872	166	192.79	195.57	0.011647	4.84	40.55	22.48	0.99
Rebousa	420.1685	166	179.25	182.45	0.009974	5.18	39.95	19.52	0.95
Rebousa	323.7987	166	167.71	170.62	0.012004	4.84	39.07	20.55	0.99
Rebousa	176.5315	166	147.61	154.36	0.000164	1.13	198.71	47.61	0.14
Milhais	1720.783	177.9	211.21	213.8	0.011398	4.78	46.81	28.76	0.98
Milhais	1647.583	177.9	206.51	209.5	0.010623	5.11	43.89	23.08	0.97
Milhais	1502.892	177.9	198.28	201.26	0.010492	5.21	43.05	21.72	0.97
Milhais	1384.312	177.9	192.09	194.82	0.010665	4.99	45.09	25.11	0.97
Milhais	1291.54	177.9	188.67	191.11	0.011518	4.74	46.76	28.72	0.99
Milhais	1151.243	177.9	185.33	187.42	0.012768	4.22	48.95	35.16	0.99
Milhais	965.9823	177.9	181.36	184.17	0.010673	5.03	45.29	25.28	0.97
Milhais	729.8279	177.9	175.94	181.5	0.000094	0.75	381.46	148.19	0.1
Milhais	637.0169	177.9	173.39	181.5	0.000016	0.39	561.97	100.43	0.04
Milhais	488.0286	177.9	170.88	181.5	0.000012	0.4	585.94	86.35	0.04
Milhais	411.3566	177.9	169.52	181.5	0.000007	0.35	671.61	84.07	0.03
Milhais	335.9395	177.9	168.84	181.51	0.000002	0.21	1072.75	121.46	0.02
Cabreira	1119.714	1067.4	236.63	240.39	0.010849	6.28	220.24	87.76	1.04
Cabreira	1038.209	1067.4	232.64	238.27	0.009294	7.54	192.64	56.11	1.02
Cabreira	970.1862	1067.4	229.5	235.1	0.009596	7.65	178.42	46.36	1.04
Cabreira	880.3297	1067.4	227.53	233.42	0.009316	7.74	179.15	46.03	1.03
Cabreira	801.8907	1067.4	225.45	231.5	0.009083	7.86	180.4	46.17	1.02
Cabreira	711.6023	1067.4	223.16	228.94	0.009062	7.6	188.73	52.45	1.01
Cabreira	609.329	1067.4	219.52	226.38	0.008991	8.3	169.2	38.25	1.03
Cabreira	518.9641	1067.4	214.68	221.78	0.008749	8.34	169.52	37.69	1.02
Cabreira	443.6929	1067.4	210.14	216.93	0.008849	8.3	170.82	38.86	1.03
Cabreira	352.7665	1067.4	202.12	209.02	0.008797	8.33	172.79	39.96	1.02
Cabreira	248.7118	1067.4	188.61	195.39	0.00886	8.33	172.22	39.6	1.03
Cabreira	162.5405	1067.4	179.99	186.33	0.009009	8.09	175.03	42.05	1.03
Barrabaz	1617.214	415.1	277.35	281.92	0.009319	6.56	82.66	27.9	0.99

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Barrabaz	1519.778	415.1	266.9	271.51	0.009274	6.41	83.89	29.23	0.98
Barrabaz	1367.108	415.1	253.75	257.34	0.010433	5.95	90.63	38.6	1.01
Barrabaz	1279.256	415.1	244.88	249.06	0.009813	6.27	85.99	32.39	0.99
Barrabaz	1176.506	415.1	234.9	239.02	0.009821	6.2	86.41	32.84	0.99
Barrabaz	1071.976	415.1	220.99	224.87	0.010392	5.83	87.34	35.46	0.99
Barrabaz	1004.322	415.1	215.07	219.33	0.009586	6.29	85.55	31.49	0.99
Barrabaz	910.7529	415.1	207.33	211.31	0.009977	6.2	88.73	35.69	1
Barrabaz	794.6676	415.1	198.19	202.25	0.010201	6.28	84.5	31.47	1.01
Barrabaz	661.8062	415.1	187.97	191.45	0.010888	5.6	88.41	37.55	1
Barrabaz	528.9974	415.1	178.34	182.03	0.01047	6.08	87.52	35.11	1.01
Barrabaz	447.3947	415.1	170.48	174.12	0.011111	5.57	85.07	34.18	1
Barrabaz	283.8194	415.1	149.27	153.89	0.009681	6.45	80.37	26.66	0.99
Barrabaz	200.4872	415.1	140.59	145.84	0.010221	6.81	74.15	21.7	1.01

Anexo II.5. Resultados obtidos pelo modelo HEC-RAS relativo aos principais afluentes (com a barragem), para a área do PEAF.

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	28190.57	4836.8	168.7	183.9	0.00235	7.76	834.34	80.85	0.6
Tua	28142.77	4836.8	168.4	185.22	0.000168	2.23	2994.22	273.21	0.16
Tua	28065.6	4836.8	167.61	184.85	0.000342	3.24	1730.96	129.39	0.24
Tua	27966.01	4836.8	167.53	185.06	0.000097	1.79	3182.61	225.05	0.13
Tua	27865.61	4836.8	161.93	185.1	0.000038	1.25	4271.06	228.28	0.08
Tua	27766.4	4836.8	166.66	185.03	0.000091	1.78	3186.13	208.9	0.13
Tua	27649.3	4836.8	167.1	184.88	0.000238	2.84	2350.65	199.95	0.2
Tua	27517.02	4836.8	166.91	184.76	0.000327	3.28	2143.66	210.91	0.24
Tua	27379.59	4836.8	166.78	184.89	0.000106	1.88	3321.78	263.12	0.13
Tua	27273.13	4836.8	166.81	184.91	0.000087	1.69	4045.3	361.97	0.12
Tua	27120.17	4836.8	166.75	184.78	0.00014	2.2	2687.98	182.77	0.16
Tua	27012.88	4836.8	166.77	184.56	0.000304	3.21	1921.16	141.86	0.23
Tua	26916.53	4836.8	166.79	183.86	0.000804	5.09	1213.28	90.06	0.37
Tua	26821.89	4836.8	166.78	183.97	0.00063	4.56	1391.24	105.12	0.33
Tua	26646.41	4836.8	166.83	183.01	0.001358	6.2	1009.14	89.03	0.47
Tua	26470.28	4836.8	166.51	182.83	0.001265	6.12	1012.99	80.08	0.46
Tua	26267.77	4836.8	166.51	182.16	0.001669	6.74	924	82.83	0.52
Tua	26079.26	4836.8	166.57	181.81	0.001759	6.75	903.06	79.75	0.53
Tua	25896.55	4836.8	166.53	181.56	0.001658	6.64	919.42	81.44	0.51
Tua	25731.36	4836.8	166.42	182.43	0.000343	3.14	2007.53	184.41	0.24
Tua	25560.09	4836.8	166.15	182.38	0.000395	3.44	1820.8	152.11	0.26
Tua	25397.35	4836.8	165.27	180.18	0.002693	7.58	766.15	69.58	0.61
Tua	25244.65	4836.8	165.05	180.63	0.001222	5.68	1056.52	92.04	0.44
Tua	25069.22	4836.8	164.94	180.73	0.000811	4.84	1275.59	108.42	0.37
Tua	24881.19	4836.8	164.98	181.08	0.000269	2.81	2353.7	225.99	0.21
Tua	24731.56	4836.8	164.96	181.03	0.000254	2.69	2251.95	188.77	0.2
Tua	24593.05	4836.8	164.94	180.91	0.000301	2.93	1986.19	156.43	0.22
Tua	24459.09	4836.8	164.8	180.81	0.000337	3.15	1854.36	143.56	0.24
Tua	24330.8	4836.8	164.73	180.65	0.000428	3.5	1673.96	135.12	0.27
Tua	24228.22	4836.8	164.68	180.57	0.00046	3.62	1613.61	127.93	0.27
Tua	23953.94	4836.8	163.96	180.62	0.000275	2.89	2041.47	156.2	0.21
Tua	23687.19	4836.8	163.74	180.45	0.000346	3.21	1858.06	150.03	0.24
Tua	23448.65	4836.8	163.08	180.38	0.000333	3.23	1906.33	155.17	0.24

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	23234.3	4836.8	163.09	180.43	0.000214	2.62	2579.89	254.44	0.19
Tua	23091.12	4836.8	163.06	180.42	0.000184	2.44	2727.74	266.46	0.18
Tua	22954.42	4836.8	162.87	180.36	0.00019	2.49	2398.3	177.55	0.18
Tua	22841.58	4836.8	162.65	180.31	0.000215	2.66	2304.88	178.43	0.19
Tua	22723.23	4836.8	162.57	180.3	0.000237	2.81	2850.09	412.16	0.2
Tua	22616.88	4836.8	162.46	180.1	0.000332	3.21	1937.33	170.65	0.24
Tua	22517.19	4836.8	162.35	180.14	0.000258	2.92	2153.78	173.22	0.21
Tua	22348.71	4836.8	162.1	179.64	0.000177	2.37	2421.67	177.47	0.17
Tua	22212.31	4836.8	161.94	179.66	0.000043	1.18	5072.64	377.64	0.09
Tua	22095.26	4836.8	161.81	179.49	0.000163	2.23	2632.17	215.72	0.17
Tua	21985.85	4836.8	161.62	179.49	0.000149	2.17	2739.61	225.4	0.16
Tua	21813.31	4836.8	161.43	179.53	0.000081	1.63	3658.07	280.54	0.12
Tua	21657.28	4836.8	161.27	179.41	0.000159	2.33	2612.51	194.69	0.17
Tua	21467.75	4836.8	161.01	179.29	0.000221	2.75	2244.27	168.42	0.2
Tua	21271.1	4836.8	160.8	179.08	0.000339	3.37	1822.94	138.69	0.24
Tua	21113.7	4836.8	160.41	179.09	0.000273	3.06	2037.06	157.07	0.22
Tua	20955.94	4836.8	160.21	179	0.000303	3.19	1953.46	158.98	0.23
Tua	20867.09	4836.8	160.16	179.03	0.00022	2.74	2159.7	156.09	0.19
Tua	20797.19	4836.8	160.06	179.06	0.000176	2.46	2514.54	208.81	0.17
Tua	20737.77	4836.8	160.01	179.06	0.000153	2.29	2529.16	182.37	0.16
Tua	20644.18	4836.8	159.16	179.17	0.000047	1.36	4822.2	359.74	0.09
Tua	20559.36	4836.8	159.06	179.12	0.000079	1.73	3865.1	327.69	0.12
Tua	20459.31	4836.8	158.56	179.07	0.000101	2.02	3160.29	264.05	0.13
Tua	20333.74	4836.8	158.15	179.09	0.000068	1.68	3675.66	238.52	0.11
Tua	20229.23	4836.8	157.1	179.1	0.000046	1.4	4206.22	251.15	0.09
Tua	20128.69	4836.8	157.67	179.1	0.000054	1.51	4303.9	304.41	0.1
Tua	20014.39	4836.8	157.06	178.94	0.000129	2.37	2680.2	185.92	0.15
Tua	19855.64	4836.8	157.08	178.7	0.000291	3.49	1878.27	130.32	0.23
Tua	19778.21	4836.8	156.9	178.59	0.000349	3.85	1713.24	115.11	0.25
Tua	19680.71	4836.8	156.45	177.42	0.000361	3.84	1665.92	109.55	0.25
Tua	19549.89	4836.8	156	175.8	0.000571	4.69	1404.56	98.37	0.32
Tua	19445.05	4836.8	155.77	173.6	0.00078	5.09	1399.08	139.31	0.36
Tua	19326.06	4836.8	155.2	173.9	0.000303	3.26	1997.41	169.18	0.23
Tua	19235.91	4836.8	154.81	173.98	0.000226	2.9	2360.38	187.69	0.2
Tua	19119.01	4836.8	154.67	173.19	0.000722	4.98	1249.25	91.89	0.35

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	19015.53	4836.8	154.26	172.97	0.000853	5.42	1178.29	89.23	0.38
Tua	18883.04	4836.8	154.05	172.89	0.000799	5.3	1202.4	88.57	0.37
Tua	18748.88	4836.8	153.59	172.99	0.000552	4.49	1388.1	96.18	0.31
Tua	18606.22	4836.8	152.95	172.99	0.00045	4.02	1509.41	107.68	0.28
Tua	18510.79	4836.8	152.78	173.09	0.000296	3.32	1775.35	117.7	0.23
Tua	18421.82	4836.8	152.56	173.14	0.000234	3.02	2028.99	135.43	0.2
Tua	18333.09	4836.8	152.2	173.12	0.000253	3.21	1993.01	132.68	0.21
Tua	18227.96	4836.8	151.9	172.98	0.000303	3.44	1780.77	116.47	0.23
Tua	18110.21	4836.8	151.54	172.92	0.000344	3.75	1721.57	112.71	0.25
Tua	17989.71	4836.8	151.1	173.06	0.000149	2.55	2441.77	147.54	0.17
Tua	17869.21	4836.8	150.84	173.08	0.00013	2.41	2698.83	173.24	0.16
Tua	17762.51	4836.8	150.39	173.08	0.000098	2.09	2944.45	177.04	0.13
Tua	17653.64	4836.8	149.83	173	0.000141	2.57	2435.84	138.32	0.16
Tua	17511.14	4836.8	149.51	172.64	0.000345	4.03	1669.43	103.16	0.25
Tua	17393.48	4836.8	149.35	172.48	0.000455	4.6	1512.48	97.17	0.29
Tua	17270.49	4836.8	148.85	172.44	0.000411	4.37	1569.55	103.4	0.28
Tua	17116.9	4836.8	148.66	172.32	0.000461	4.61	1498.43	98.09	0.29
Tua	17023.75	4836.8	148.4	172.21	0.000507	4.88	1431.48	92.05	0.31
Tua	16899.04	4836.8	147.91	172.2	0.000412	4.43	1522.53	94.04	0.28
Tua	16746.48	4836.8	147.62	172.09	0.000431	4.46	1483	92.36	0.28
Tua	16661.18	4836.8	147.43	172.17	0.000345	3.97	1683.73	111.93	0.25
Tua	16548.91	4836.8	146.97	172.31	0.000168	2.92	2216.19	127.56	0.18
Tua	16465.87	4836.8	146.71	172.24	0.000196	3.15	2080.09	123.24	0.19
Tua	16370.6	4836.8	146.4	172.38	0.000074	1.94	3440.25	216.43	0.12
Tua	16268.54	4836.8	146.33	172.39	0.000056	1.73	3653.97	198.19	0.1
Tua	16156.07	4836.8	145.99	172.41	0.000035	1.35	4917.94	318.1	0.08
Tua	16063.67	4836.8	145.77	172.26	0.000114	2.45	2782.09	184.72	0.15
Tua	15936.47	4836.8	145.42	172.34	0.000044	1.54	4132.6	222.7	0.09
Tua	15823.12	4836.8	145.06	172.26	0.000085	2.15	3116.57	178.39	0.13
Tua	15689.67	4836.8	144.81	171.98	0.000239	3.64	1964.5	118.09	0.21
Tua	15557.31	4836.8	144.35	171.89	0.000253	3.74	1856.9	106.52	0.22
Tua	15426.1	4836.8	144.08	171.95	0.000191	3.26	2176.79	133.31	0.19
Tua	15243.22	4836.8	142.97	171.75	0.000264	3.77	1815.78	103.47	0.22
Tua	15046.11	4836.8	142.92	171.58	0.00035	4.42	1634.31	93.91	0.25
Tua	14890.33	4836.8	142.39	171.42	0.0004	4.7	1516.99	83.19	0.27

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	14764.64	4836.8	141.94	171.36	0.000375	4.5	1544.85	88.87	0.26
Tua	14617.3	4836.8	141.46	171.48	0.000227	3.67	1900.44	103.13	0.21
Tua	14473.61	4836.8	141.14	171.44	0.00022	3.67	1889.7	97.94	0.21
Tua	14321.48	4836.8	140.65	171.49	0.000176	3.36	2144.76	110.92	0.19
Tua	14101.32	4836.8	139.7	171.54	0.000088	2.46	2704.56	124.92	0.13
Tua	13893.31	4836.8	138.13	171.47	0.000109	2.78	2420.29	100.53	0.15
Tua	13655.82	4836.8	138.22	171.53	0.00007	2.27	3244.64	167.35	0.12
Tua	13482.38	4836.8	137.91	171.33	0.000145	3.24	2249.79	106.36	0.17
Tua	13358.32	4836.8	137.39	171.41	0.000087	2.55	3071.32	206	0.13
Tua	13257.59	4836.8	137.01	171.47	0.000038	1.71	3989.79	169.1	0.09
Tua	13142.89	4836.8	136.56	171.42	0.000054	2.01	3451.64	155.08	0.11
Tua	13042.12	4836.8	135.85	171.4	0.000056	2.05	3427.8	171.53	0.11
Tua	12940.24	4836.8	135.77	171.42	0.000039	1.76	3929.99	177.42	0.09
Tua	12839.12	4836.8	135.5	171.4	0.000048	1.97	3512.45	146.35	0.1
Tua	12730.24	4836.8	135.11	171.43	0.000027	1.48	4680.79	205.84	0.08
Tua	12605.18	4836.8	134.72	171.42	0.000033	1.65	4276.72	187.8	0.08
Tua	12508.63	4836.8	134.25	171.4	0.000035	1.71	4060.34	176.04	0.09
Tua	12404.77	4836.8	133.88	171.37	0.000047	1.98	3515.13	146.29	0.1
Tua	12309.09	4836.8	133.6	171.37	0.000043	1.91	3778.64	172.1	0.1
Tua	12185.42	4836.8	133.16	171.34	0.000054	2.09	3359.2	143.85	0.11
Tua	12083.94	4836.8	132.95	171.34	0.000047	1.97	3528.58	151.77	0.1
Tua	12014.47	4836.8	132.43	171.37	0.000029	1.57	4217.99	168.92	0.08
Tua	11931.77	4836.8	132.24	171.36	0.000032	1.66	4215.3	179.86	0.08
Tua	11832.92	4836.8	131.9	171.28	0.000065	2.37	3110.4	133.41	0.12
Tua	11738.62	4836.8	131.41	171.29	0.000052	2.13	3363.2	143.47	0.11
Tua	11642.41	4836.8	130.9	171.32	0.000029	1.64	4311.73	176.19	0.08
Tua	11544.78	4836.8	130.59	171.26	0.00005	2.02	3415.6	144.36	0.1
Tua	11452.31	4836.8	130.42	171.24	0.000061	2.34	3177.88	131.91	0.11
Tua	11385.18	4836.8	130.27	171.21	0.000067	2.45	3063.78	135.16	0.12
Tua	11274.61	4836.8	129.82	171.16	0.000079	2.71	2769.22	106.57	0.13
Tua	11187.92	4836.8	129.5	171.21	0.000048	2.14	3485.57	141.94	0.1
Tua	11090.75	4836.8	129.14	171.22	0.000038	1.92	3759.03	142.06	0.09
Tua	10989.49	4836.8	128.58	171.23	0.000033	1.82	3962.31	142.35	0.09
Tua	10893.75	4836.8	128.29	171.17	0.000047	2.16	3334.21	119.22	0.1
Tua	10805.03	4836.8	127.94	171.16	0.000047	2.17	3297.31	113.48	0.1

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	10720.25	4836.8	127.75	171.15	0.000052	2.23	3198.25	116.49	0.11
Tua	10628.05	4836.8	127.26	171.17	0.000042	2.06	3595.6	135.13	0.1
Tua	10546.74	4836.8	126.85	171.18	0.000035	1.9	3806.58	135.99	0.09
Tua	10446.88	4836.8	126.4	171.19	0.000027	1.68	4204.87	144.53	0.08
Tua	10338.66	4836.8	125.98	171.17	0.000029	1.72	4086.14	145.66	0.08
Tua	10224.07	4836.8	125.64	171.1	0.000031	1.76	4229.27	197.69	0.08
Tua	10053.07	4836.8	124.68	171.11	0.000023	1.56	4472.42	155.32	0.07
Tua	9991.41	4836.8	124.49	171.12	0.000021	1.5	4870.46	176.3	0.07
Tua	9921.749	4836.8	124.11	171.14	0.000013	1.21	5941.55	207.89	0.05
Tua	9836.194	4836.8	123.86	171.14	0.000013	1.2	5779.29	188.7	0.05
Tua	9766.506	4836.8	123.52	171.13	0.000014	1.27	5458.77	170.58	0.06
Tua	9682.222	4836.8	123.27	171.1	0.000022	1.56	4621.59	156.3	0.07
Tua	9577.255	4836.8	122.82	171.09	0.000025	1.68	4338.22	141.9	0.08
Tua	9488.027	4836.8	122.32	171.09	0.000021	1.57	4637.19	154.25	0.07
Tua	9373.047	4836.8	121.89	171.12	0.000009	1.03	6503.73	196.3	0.05
Tua	9278.866	4836.8	120.84	171.12	0.000012	1.1	6987.1	332.18	0.05
Tua	9197.574	4836.8	120.82	171.08	0.000021	1.47	4571.97	146.85	0.07
Tua	9120.034	4836.8	120.81	171.08	0.000017	1.42	5101.42	165.94	0.06
Tua	9009.661	4836.8	120.46	171.08	0.000017	1.44	5063.08	165.63	0.06
Tua	8904.832	4836.8	119.86	171.09	0.000015	1.37	5438.41	175.37	0.06
Tua	8792.181	4836.8	119.28	171.08	0.000016	1.39	5293.9	167.67	0.06
Tua	8711.313	4836.8	118.96	171.08	0.000013	1.27	5497.64	167.01	0.06
Tua	8643.695	4836.8	118.35	171.08	0.000015	1.27	5251.73	162.78	0.06
Tua	8578.711	4836.8	118.31	171.08	0.000012	1.24	5873.5	179.37	0.05
Tua	8507.147	4836.8	117.81	171.07	0.000014	1.36	5444.28	166.54	0.06
Tua	8415.977	4836.8	117.43	171.08	0.000014	1.34	5610.25	179.02	0.06
Tua	8355.495	4836.8	117.41	171.08	0.000013	1.3	5829.75	186.24	0.06
Tua	8296.055	4836.8	117.18	171.08	0.000011	1.21	6281.11	212.29	0.05
Tua	8199.242	4836.8	116.9	171.09	0.000005	0.79	8960.99	271.33	0.03
Tua	8058.828	4836.8	116.58	171.08	0.000007	0.97	7560.17	255.66	0.04
Tua	7959.807	4836.8	116.37	171.08	0.000008	1.06	6759.59	200.09	0.04
Tua	7883.158	4836.8	116.06	171.08	0.000007	0.96	7527.04	223.28	0.04
Tua	7754.29	4836.8	115.35	171.07	0.000009	1.15	6622.87	202.76	0.05
Tua	7650.305	4836.8	115.06	171.06	0.000011	1.25	5869.98	171.99	0.05
Tua	7546.694	4836.8	114.44	171.06	0.00001	1.18	6253.59	177.17	0.05

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	7451.875	4836.8	114.22	171.06	0.000009	1.1	6609.18	197.86	0.05
Tua	7359.883	4836.8	113.61	171.06	0.000008	1.01	6824.73	197.98	0.04
Tua	7295.613	4836.8	113.38	171.07	0.000004	0.76	8989.85	239.42	0.03
Tua	7227.059	4836.8	113.16	171.07	0.000005	0.83	8270.29	211.41	0.03
Tua	7143.485	4836.8	112.92	171.07	0.000005	0.83	8925	260.11	0.03
Tua	7047.229	4836.8	112.57	171.07	0.000004	0.78	9130.7	270.1	0.03
Tua	6949.88	4836.8	112.23	171.07	0.000004	0.77	9047.7	269.46	0.03
Tua	6845.524	4836.8	111.74	171.07	0.000002	0.57	12760.96	391.26	0.02
Tua	6750.023	4836.8	111	171.06	0.000004	0.8	9038.8	266.76	0.03
Tua	6642.109	4836.8	110.77	171.06	0.000005	0.87	7967.62	219.81	0.04
Tua	6550.142	4836.8	110.68	171.04	0.000008	1.06	6666.96	183.96	0.04
Tua	6453.413	4836.8	110.16	171.06	0.000003	0.65	11390.87	364.87	0.03
Tua	6316.813	4836.8	108.97	171.06	0.000003	0.65	10925.39	283.95	0.03
Tua	6218.702	4836.8	108.53	171.06	0.000003	0.71	10392.24	286.26	0.03
Tua	6109.104	4836.8	108	171.03	0.00001	1.25	6184.35	171.56	0.05
Tua	6009.192	4836.8	107.43	171.03	0.000008	1.12	6748.49	174.74	0.04
Tua	5899.53	4836.8	106.7	171.03	0.000006	0.98	7380.01	198.92	0.04
Tua	5819.007	4836.8	106.27	171.02	0.000009	1.17	6286.14	172.43	0.05
Tua	5733.185	4836.8	105.75	171.03	0.000004	0.84	9175.23	275.24	0.03
Tua	5610.017	4836.8	105.11	171.04	0.000003	0.76	9504.12	240.1	0.03
Tua	5514.848	4836.8	104.5	171.03	0.000005	0.89	8362.07	223.35	0.03
Tua	5420.941	4836.8	103.81	171.03	0.000004	0.86	8389.44	199.14	0.03
Tua	5321.687	4836.8	103.32	171.03	0.000004	0.78	9501.65	250	0.03
Tua	5188.802	4836.8	102.49	171.03	0.000004	0.8	8980.71	212.46	0.03
Tua	5080.239	4836.8	101.47	171.03	0.000004	0.81	9025.81	222.61	0.03
Tua	4957.491	4836.8	100.7	171.03	0.000003	0.76	9485.05	215.07	0.03
Tua	4849.945	4836.8	100.26	171.03	0.000003	0.78	9364.02	217.42	0.03
Tua	4782.516	4836.8	100.12	171.03	0.000003	0.72	10323.1	250	0.03
Tua	4689.407	4836.8	99.32	171.03	0.000002	0.56	12761.17	286.37	0.02
Tua	4546.909	4836.8	98.22	171.03	0.000001	0.51	13666.34	300.49	0.02
Tua	4418.809	4836.8	97.31	171.03	0.000002	0.65	11024.54	236.87	0.02
Tua	4317.416	4836.8	96.44	171.03	0.000001	0.53	14506.78	371.68	0.02
Tua	4196.605	4836.8	95.61	171.03	0.000002	0.69	10894.03	240.19	0.02
Tua	4052.116	4836.8	94.7	171.02	0.000003	0.78	10083.9	244.66	0.03
Tua	3938.953	4836.8	94.01	171.02	0.000003	0.76	9629.11	215.37	0.03

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tua	3806.853	4836.8	92.66	171.02	0.000004	0.83	8954.51	196.83	0.03
Tua	3706.477	4836.8	91.69	171.02	0.000004	0.83	9056.66	211.98	0.03
Tua	3603.84	4836.8	91.11	171.01	0.000003	0.79	9621.18	207.77	0.03
Tua	3487.733	4836.8	90.58	171	0.000003	0.82	9171.31	192.09	0.03
Tua	3403.884	4836.8	89.4	171	0.000002	0.69	11585.23	278.48	0.02
Tua	3300.557	4836.8	89.18	171.01	0.000001	0.45	20806.61	655.6	0.02
Tua	3181.662	4836.8	88.67	171.01	0.000001	0.38	20929.74	505.06	0.01
Tua	3030.282	4836.8	87.96	171.01	0.000001	0.36	20650.71	467.23	0.01
Tua	2867.911	4836.8	87.2	171.01	0.000001	0.39	19178.89	431.48	0.01
Tua	2702.597	4836.8	86.96	171.01	0.000001	0.37	20751.45	468.85	0.01
Tua	2517.649	4836.8	86.9	171	0.000001	0.58	13863.2	318.8	0.02
Tua	2378.229	4836.8	86.45	171	0.000001	0.49	15882.02	360.33	0.02
Tua	2218.009	4836.8	85.68	171	0.000001	0.4	19109.74	431.9	0.01
Tua	2053.521	4836.8	84.84	171	0.000001	0.48	17390.65	463.37	0.02
Tua	1882.862	4836.8	84.42	171	0.000001	0.5	15782.08	376.22	0.02
Tua	1691.745	4836.8	83.98	171	0.000001	0.45	17288.94	399.34	0.02
Tua	1556.953	4836.8	83.34	171	0.000001	0.4	18762.1	400.58	0.01
Tua	1430.126	4836.8	82.75	171	0.000001	0.36	21406	481.1	0.01
Tua	1289.288	4836.8	82.57	171	0.000002	0.62	13025.48	307.21	0.02
Tua	1105.626	4836.8	81.75	170.99	0.000002	0.75	10785.08	216.3	0.02
Tua	941.0728	4836.8	81.02	170.99	0.000001	0.6	12875.48	241.21	0.02
Tua	720.9998	4836.8	80.27	170.99	0.000002	0.64	12108.04	234.32	0.02
Tua	524.8088	4836.8	78.54	170.99	0.000002	0.66	11752.84	215.84	0.02
Tua	289.0952	4836.8	76.82	170.99	0.000002	0.71	11422.79	204.34	0.02
Tua	47.42019	4836.8	74.58	171	0	0.36	20630.86	424.48	0.01
Tua	0	Barragem							
Tinhela	2997.992	1367.1	188.75	193.61	0.010337	6.99	224.35	59.01	1.04
Tinhela	2679.274	1367.1	179.34	186.44	0.002883	4.95	346.65	68.28	0.59
Tinhela	2523.017	1367.1	178.3	185.15	0.00596	6.91	253.65	53.34	0.85
Tinhela	2350.504	1367.1	176.91	185.21	0.002146	4.73	377.13	66.68	0.53
Tinhela	2216.829	1367.1	176.18	183.89	0.005144	6.86	263.28	54.59	0.8
Tinhela	2105.067	1367.1	175.47	184.23	0.001907	4.56	384.84	66.51	0.5
Tinhela	2057.217	1367.1	175.08	183.54	0.003196	5.8	310.89	55.91	0.64
Tinhela	1939.462	1367.1	174.25	183.45	0.002266	5.16	351.89	59.45	0.55
Tinhela	1767.812	1367.1	172.79	182.6	0.002994	6	293.02	47.31	0.63

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Tinhela	1672.064	1367.1	172.18	180.67	0.007366	8.52	206.47	38.86	0.96
Tinhela	1560.706	1367.1	171.21	179.7	0.00729	8.35	208.35	39.97	0.94
Tinhela	1440.27	1367.1	170.02	177.64	0.003097	5.34	324.59	62.19	0.62
Tinhela	1369.883	1367.1	169.12	177.57	0.002148	4.73	355.5	59.97	0.53
Tinhela	1289.951	1367.1	168.4	177.46	0.001764	4.43	379.48	62.73	0.48
Tinhela	1214.771	1367.1	167.61	177.55	0.001021	3.6	477.79	74.04	0.37
Tinhela	1146.042	1367.1	167.16	177.42	0.001211	4	453.05	72.77	0.4
Tinhela	1068.005	1367.1	166.17	177.16	0.001292	4.27	403.94	56.5	0.42
Tinhela	975.1479	1367.1	165.65	177.06	0.001192	4.13	415.69	58.81	0.4
Tinhela	896.59	1367.1	164.69	177.21	0.000568	3.12	553.47	67.17	0.29
Tinhela	815.8084	1367.1	164.27	176.83	0.001091	4.28	424.18	56.56	0.39
Tinhela	754.3409	1367.1	163.82	176.44	0.00175	5.26	360.19	52.63	0.49
Tinhela	652.9901	1367.1	162.53	176.55	0.000854	4.04	449.47	52.61	0.35
Tinhela	498.6426	1367.1	160.43	176.69	0.000403	3.01	600.23	58.71	0.25
Tinhela	363.7278	1367.1	159.51	176.73	0.000237	2.51	732.14	64.32	0.2
Tinhela	241.2394	1367.1	158.8	176.62	0.000337	2.81	620.73	55.3	0.22
São Mamede	1924.663	450.7	394.42	397.98	0.010562	5.94	98.56	42.53	1.01
São Mamede	1882.141	450.7	392.19	396.78	0.006193	5.28	141.55	103.13	0.8
São Mamede	1774.174	450.7	381.1	386.35	0.008844	6.73	86.77	27.03	0.97
São Mamede	1718.698	450.7	375.27	379.75	0.009756	6.21	91.11	33.25	0.98
São Mamede	1613.053	450.7	356.23	360.97	0.009223	6.58	89.97	30.51	0.98
São Mamede	1467.628	450.7	337.24	341.5	0.009471	6.27	94.95	36.15	0.98
São Mamede	1385.156	450.7	327.58	331.12	0.010211	5.81	98.34	41.48	0.99
São Mamede	1330.434	450.7	323.95	327.82	0.009734	5.94	96.95	39.31	0.98
São Mamede	1239.194	450.7	316.88	320.99	0.009287	5.69	92.22	34.34	0.95
São Mamede	1112.613	450.7	305.87	310.95	0.010948	5.91	81.83	25.42	0.98
São Mamede	1007.006	450.7	285.19	290.46	0.009773	6.02	80.48	24.67	0.95
São Mamede	898.1063	450.7	263.36	268.11	0.010295	6.16	82.97	26.68	0.98
São Mamede	799.0641	450.7	217.55	220.32	0.013065		107.61	60.27	0
São Mamede	684.9862	450.7	192.89	195.66	0.013718		113.55	71.48	0
São Mamede	634.4759	450.7	171.91	176.44	0.009011	5.78	87.89	30.22	0.93
São Mamede	464.3792	450.7	152.1	173.63	0	0.12	5388.48	446.07	0.01
São Mamede	378.4116	450.7	147.12	173.63	0	0.08	8120.43	537.72	0
São Mamede	323.4772	450.7	143.91	173.63	0	0.1	7184.5	556.71	0.01
São Mamede	223.9075	450.7	135.17	173.63	0	0.1	7956.26	495.86	0.01

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
São Mamede	136.932	450.7	117.12	173.63	0	0.06	12278.44	540.86	0
Rebousa	1275.222	166	250.31	253.35	0.011736	5.01	38.54	19.63	0.99
Rebousa	1149.041	166	235.42	238.14	0.011568	4.94	40.69	22.38	0.99
Rebousa	1027.838	166	226.03	228.39	0.011553	4.7	44.85	28.79	0.99
Rebousa	848.3453	166	210.12	212.63	0.012767	4.56	39.96	22.47	1.01
Rebousa	721.1552	166	203.32	206.07	0.011882	4.78	40.65	22.9	0.99
Rebousa	597.6872	166	192.79	195.57	0.011647	4.84	40.55	22.48	0.99
Rebousa	420.1685	166	179.25	182.45	0.009974	5.18	39.95	19.52	0.95
Rebousa	323.7987	166	167.71	174.06	0.000408	1.61	129.32	31.43	0.21
Rebousa	176.5315	166	147.61	174.12	0	0.11	2230.36	151.38	0.01
Milhais	1720.783	177.9	211.21	213.8	0.011398	4.78	46.81	28.76	0.98
Milhais	1647.583	177.9	206.51	209.5	0.010623	5.11	43.89	23.08	0.97
Milhais	1502.892	177.9	198.28	201.26	0.010492	5.21	43.05	21.72	0.97
Milhais	1384.312	177.9	192.09	194.82	0.010665	4.99	45.09	25.11	0.97
Milhais	1291.54	177.9	188.67	191.11	0.011518	4.74	46.76	28.72	0.99
Milhais	1151.243	177.9	185.33	187.42	0.012768	4.22	48.95	35.16	0.99
Milhais	965.9823	177.9	181.36	184.17	0.010673	5.03	45.29	25.28	0.97
Milhais	729.8279	177.9	175.94	182.34	0.000039	0.53	506.78	153.23	0.07
Milhais	637.0169	177.9	173.39	182.33	0.000011	0.34	647.37	105.3	0.04
Milhais	488.0286	177.9	170.88	182.33	0.000008	0.36	659.31	90.42	0.03
Milhais	411.3566	177.9	169.52	182.33	0.000006	0.32	742.89	87.69	0.03
Milhais	335.9395	177.9	168.84	182.33	0.000002	0.2	1175.2	125.45	0.02
Cabreira	1119.714	1067.4	236.63	240.39	0.010849	6.28	220.24	87.76	1.04
Cabreira	1038.209	1067.4	232.64	238.27	0.009294	7.54	192.64	56.11	1.02
Cabreira	970.1862	1067.4	229.5	235.1	0.009596	7.65	178.42	46.36	1.04
Cabreira	880.3297	1067.4	227.53	233.42	0.009316	7.74	179.15	46.03	1.03
Cabreira	801.8907	1067.4	225.45	231.5	0.009083	7.86	180.4	46.17	1.02
Cabreira	711.6023	1067.4	223.16	228.94	0.009062	7.6	188.73	52.45	1.01
Cabreira	609.329	1067.4	219.52	226.38	0.008991	8.3	169.2	38.25	1.03
Cabreira	518.9641	1067.4	214.68	221.78	0.008749	8.34	169.52	37.69	1.02
Cabreira	443.6929	1067.4	210.14	216.93	0.008849	8.3	170.82	38.86	1.03
Cabreira	352.7665	1067.4	202.12	209.02	0.008797	8.33	172.79	39.96	1.02
Cabreira	248.7118	1067.4	188.61	195.39	0.00886	8.33	172.22	39.6	1.03
Cabreira	162.5405	1067.4	179.99	186.33	0.009009	8.09	175.03	42.05	1.03
Barrabaz	1617.214	415.1	277.35	281.92	0.009319	6.56	82.66	27.9	0.99

Curso	Distância à secção da barragem	Q	Cota de fundo	N.A	Declive	V	Área transversal escoamento	Largura superficial	Nº Fr
		(m³/s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
Barrabaz	1519.778	415.1	266.9	271.51	0.009274	6.41	83.89	29.23	0.98
Barrabaz	1367.108	415.1	253.75	257.34	0.010433	5.95	90.63	38.6	1.01
Barrabaz	1279.256	415.1	244.88	249.06	0.009813	6.27	85.99	32.39	0.99
Barrabaz	1176.506	415.1	234.9	239.02	0.009821	6.2	86.41	32.84	0.99
Barrabaz	1071.976	415.1	220.99	224.87	0.010392	5.83	87.34	35.46	0.99
Barrabaz	1004.322	415.1	215.07	219.33	0.009586	6.29	85.55	31.49	0.99
Barrabaz	910.7529	415.1	207.33	211.31	0.009977	6.2	88.73	35.69	1
Barrabaz	794.6676	415.1	198.19	202.25	0.010201	6.28	84.5	31.47	1.01
Barrabaz	661.8062	415.1	187.97	191.45	0.010888	5.6	88.41	37.55	1
Barrabaz	528.9974	415.1	178.34	182.03	0.01047	6.08	87.52	35.11	1.01
Barrabaz	447.3947	415.1	170.48	174.12	0.011111	5.57	85.07	34.18	1
Barrabaz	283.8194	415.1	149.27	173.81	0.000007	0.54	1175.28	83.7	0.03
Barrabaz	200.4872	415.1	140.59	173.81	0.000002	0.35	2232.92	189.8	0.02