



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

AS ESTRADAS E OS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

**Um caso de estudo – Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de
Azeméis/IP1 (S. Lourenço)**

Rui Manuel Pereira Dias Agostinho

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia dos Recursos
Hídricos

Orientador Científico: Professor Doutor José Martins Carvalho

18604

Évora, Abril de 2010



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

AS ESTRADAS E OS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

**Um caso de estudo – Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de
Azeméis/IP1 (S. Lourenço)**

Rui Manuel Pereira Dias Agostinho

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia dos Recursos
Hídricos



Orientador Científico: Professor Doutor José Martins Carvalho

Évora, Abril de 2010

AS ESTRADAS E OS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

RESUMO

No âmbito da presente tese de mestrado em Engenharia dos Recursos Hídricos foi desenvolvido um estudo sobre os efeitos da poluição causada pelas estradas nas águas subterrâneas da área adjacente. Numa primeira parte aborda-se o conceito de poluição e identificam-se os principais poluentes que ocorrem nas águas de escorrência geradas pelas estradas. Na segunda parte, que corresponde a um caso em estudo, a Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), procede-se à caracterização das áreas classificadas como aquíferos, ou em outras formações hidrogeológicas, que face à sua sensibilidade estão sujeitas a protecção hídrica. Efectua-se uma previsão da concentração e carga de poluentes das águas de escorrência provenientes da Auto-estrada A32/IC2, para de seguida se identificarem os dispositivos de tratamento utilizados no controlo destas águas. Realiza-se, para o caso em estudo, o dimensionamento de sistemas de tratamento. Por último são definidas as directrizes para um programa de monitorização das águas subterrâneas.

THE ROADS AND THE GROUNDWATER RESOURCES

ABSTRACT

Within the framework of the following thesis on Water Resources Engineering, a study was developed, focusing on the effects of pollution on groundwater off the adjacent areas, caused by roads. In the first part of this study the concept of pollution is defined, as well as the identification of the main pollutants that can be found on the roads runoff. In the second part, a case study of the highway A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), a characterization of the areas classified as aquifers or as other sensitive hydrogeological formations, which due to their characteristics are object of hydric protection. A prediction on the concentration of pollutants in the water that comes from the highway A32/IC2 is carried out to identify the treatment used to control this water. Next, a project of a treatment system is elaborated. Lastly, the guidelines to a groundwater monitoring program are defined.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo, em especial às pessoas e entidades que refiro em seguida:

Ao Professor Doutor José Martins Carvalho, meu orientador, gostaria de agradecer pelas sugestões que me indicou, pelo apoio, disponibilidade e ensinamentos técnicos imprescindíveis para o prosseguimento deste estudo.

À Arq.^a Nélia Domingos gostaria de agradecer pela sua amizade, pelo seu constante apoio e disponibilidade, pelas diversas sugestões dadas durante a realização da tese e pela revisão cuidada do texto.

À Eng.^a Luísa Vales e à Eng.^a Maria João Oliveira, das Estradas de Portugal, pela cedência de bibliografia relativa à poluição causada pelo tráfego rodoviário e esclarecimento de aspectos com este tema.

À Eng.^a Ricardina Fialho e à Eng.^a Alice Fialho, pelo incentivo, sugestões técnicas e revisão final do texto.

Ao Eng.^o Rui Matias, da Somague, pelo fornecimento de dados técnicos do projecto da bacia de tratamento da Auto-Estrada A17.

À Carla Prates minha colega e amiga, pelas sugestões técnicas e apoio na resolução de dificuldades informáticas.

À Eduarda Almeida minha colega e amiga, pelo apoio na preparação dos desenhos técnicos.

Dedico esta dissertação à minha mulher Madalena e aos meus filhos Bernardo e Margarida, com os quais fui aprofundando o verdadeiro significado da vida.

ÍNDICE DE TEXTO

Pág:

I. INTRODUÇÃO	2
I.1. Generalidades	2
I.2. Objectivos	4
I.3. Estrutura da Memória	5
II. FONTES DE POLUIÇÃO	8
III. CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS	12
III.1. Considerações Gerais	12
III.2. Identificação das Principais Fontes de Poluição e dos Poluentes Gerados pelas Estradas	12
III.3. Factores que Influenciam a Qualidade das Águas de Escorrência	15
III.4. Princípios da Dispersão de Poluentes pelas Águas de Escorrência e seu Transporte nas Águas Subterrâneas	19
III.4.1. Considerações Gerais	19
III.4.2. Dispersão de Poluentes Gerados pelo Tráfego Rodoviário	19
III.4.3. Transporte e Comportamento dos Poluentes nas Águas Subterrâneas	21
III.5. Potenciais Efeitos da Poluição Rodoviária nas Águas Subterrâneas	25
IV. DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS HIDROGEOLÓGICAS SENSÍVEIS ÀS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA – CASO EM ESTUDO – AUTO-ESTRADA A32/IC2	28
IV.1. Considerações Gerais	28
IV.2. Caracterização Geral da Área em Estudo – A32/IC2	29
IV.2.1. Enquadramento Geográfico	29
IV.2.2. Caracterização Climática	36
IV.2.3. Enquadramento Geológico e Geomorfológico	38
IV.3. Enquadramento Hidrogeológico Geral	47
IV.4. Enquadramento Hidrogeológico da Área em Estudo – A32/IC2	50
IV.4.1. Considerações Gerais	50
IV.4.2. Caracterização dos Aquíferos na Área de Influência da A32/IC2	51
IV.4.2.1. Aluviões	52
IV.4.2.2. Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovício	53
IV.4.2.3. Metassedimentos do Complexo Xisto-grauváquico (Ante-Ordovício)	55
IV.4.2.4. Rochas Granitóides ou Eruptivas	56
IV.4.3. Inventário e Caracterização dos Pontos de Água	57
IV.4.3.1. Metodologia e Objectivo do Inventário dos Pontos de Água	57

IV.4.3.2. Captações Municipais para Abastecimento Público	58
IV.4.3.3. Captações Licenciadas pela ARH-Norte (ex. CCDR-Norte)	67
IV.4.3.4. Fontanários, Minas e Poços Públicos.....	70
IV.4.3.5. Poços Particulares	73
IV.4.3.6. Captações das Termas das Caldas de S. Jorge.....	74
IV.4.4. Análise dos Fluxos Preferenciais de Circulação e Condições de Recarga dos Aquíferos.....	76
IV.4.4.1. Considerações Gerais	76
IV.4.4.2. Condições de Recarga dos Aquíferos	76
IV.4.4.3. Análise dos Fluxos Preferenciais de Circulação	78
IV.4.5. Vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos	85
IV.5. Identificação das Zonas e Usos Hídricos Sensíveis aos Poluentes Rodoviários na Área em Estudo – A32/IC2.....	86
IV.5.1. Considerações Gerais	86
IV.5.2. Metodologia de Identificação das Zonas e Usos Hídricos Sensíveis	86
IV.5.3. Identificação das Zonas Hídricas Sensíveis	87
IV.5.3.1. Área Estratégica de Protecção e Recarga de Aquíferos.....	88
IV.5.3.2. Área de Influência Estrutural de Circulação das águas Subterrâneas da Captações das Caldas de S. Jorge	89
IV.5.4. Identificação dos Usos Hídricos Sensíveis	91
IV.5.4.1. Captações de Abastecimento Público	91
IV.5.4.2. Fontanários, poços comunitários e minas.....	92
IV.6. Análise dos Dados de Qualidade da Água Subterrânea para a Área em Estudo.....	94
IV.6.1. Considerações Gerais.....	94
IV.6.2. Monitorização das Águas Subterrâneas na Área de Influência da A32/IC2.....	95
IV.6.2.1. Parâmetros Monitorizados.....	95
IV.6.2.2. Locais de Amostragem.....	96
IV.6.2.3. Tipo de Métodos e Equipamentos de Amostragem	100
IV.6.2.4. Apresentação e Avaliação dos Resultados Obtidos	103
IV.6.3. Análise dos Dados de Qualidade da Água Subterrânea Disponíveis no SNIRH...	109
V. PREVISÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS – UM CASO DE ESTUDO AUTO-ESTRADA A32/IC2	115
V.1. Considerações Gerais	115
V.2. Métodos e Modelos de Previsão da Qualidade das Águas de Escorrência	116

V.3. Metodologia de Previsão das Cargas e Concentrações de Pluentes das Águas de Escorrência da A32/IC2.....	119
V.3.1. Introdução.....	119
V.3.2. Pressupostos do Modelo de Driver e Tasker (1990).....	121
V.3.3. Dados de Base do Modelo Utilizado.....	122
V.3.4. Enquadramento Legal.....	126
V.3.5. Estimativa da Concentração Média de Poluentes por Local de Descarga (CML) ..	128
V.3.6. Estimativa da Concentração dos Poluentes na Massa de Água Receptora, Após a Mistura Completa	134
V.3.7. Avaliação dos Resultados Obtidos	141
V.4. Avaliação da Necessidade de Implementação de Medidas de Minimização.....	144
V.4.1. Considerações Gerais.....	144
V.4.2. Protecção do Recursos Hidromineral das Caldas de S. Jorge	145
V.4.3. Protecção das Captações Municipais de Abastecimento Público de Oliveira de Azeméis	146
V.4.4. Protecção dos Fontanários Públicos, Poços Comunitários e Minas Associadas ...	148
VI. SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZADOS NO CONTROLO DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA	151
VI.1. Considerações Gerais.....	151
VI.2. Propostas de Tipologias de Tratamento Adequados à Realidade Portuguesa.....	151
VI.3. Definição da Tipologia e Dimensionamento do Sistema de Tratamento definido para a A32/IC2	158
VI.3.1. Introdução	158
VI.3.2. Descrição Geral dos Órgãos do Sistema de Retenção e Tratamento.....	162
VI.3.2.1. Descrição Geral dos Sistemas: ST1, ST2 e ST3	162
VI.3.2.2. Sistema de Intercepção e Transporte.....	162
VI.3.2.3. Estrutura de Entrada	163
VI.3.2.4. Gradagem	163
VI.3.2.5. Bacia de Decantação/Retenção	164
VI.3.2.6. Separador de Hidrocarbonetos.....	165
VI.3.2.7. Descarga Final	166
VI.3.3. Dimensionamento dos Sistemas de Retenção e Tratamento ST1, ST2 e ST3.....	166
VI.3.3.1. Introdução	166
VI.3.3.2. Implantação.....	167
VI.3.3.3. Características Hidráulicas.....	168

VI.3.3.4. Gradagem	169
VI.3.3.5. Bacia de Decantação/Retenção	171
VI.3.3.6. Separador de Hidrocarbonetos.....	181
VI.3.3.7. Descarga do Efluentes dos Sistemas de Tratamento	184
VI.3.4. Avaliação das Eficiências dos Sistemas Projectados para a A32/IC2	185
VI.3.4.1. Objectivos de Qualidade das Águas de Escorrência	185
VI.3.4.2. Concentração Médias por Local de Descarga (CML) e Cargas Poluentes nas Estradas Portuguesas	186
VI.3.4.3. Eficiências e Estimativas da Qualidade do Efluente Final nos Sistemas Propostos	187
VI.3.5. Avaliação Ambiental do Local de Implantação dos Sistemas de Tratamento Propostos	189
VI.3.6. Proposta de Integração Paisagística dos Sistemas de Tratamento	194
VI.3.7. Vedações e Portões	196
VI.3.8. Caminhos de Acesso	196
VI.3.9. Plano de Manutenção	197
VI.3.10. Plano de Emergência	199
VI.3.6. Análise de Custos	201
VII. DIRECTRIZES PARA A DEFINIÇÃO DA MONITORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	204
VII.1. Considerações Gerais	204
VII.2. Monitorização dos Recursos Hídricos Subterrâneos	205
VII.2.1. Objectivos da Monitorização	205
VII.2.2. Pontos de Amostragem.....	205
VII.2.3. Frequência das Campanhas de Monitorização.....	207
VII.2.4. Parâmetros a Monitorizar	208
VII.2.5. Técnicas e Métodos de Análise ou Registo de Dados.....	210
VII.2.6. Critérios de Avaliação dos Dados.....	212
VII.2.7. Critérios de Avaliação dos Dados.....	212
VIII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	214
IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	222
 ANEXOS	
Anexo A – Fichas de Registo da Monitorização da Qualidade da Água Subterrânea.....	230
Anexo B – Fichas de Registo do Inventário dos Pontos de Água.....	253

ÍNDICE DE QUADROS:

Quadro III.2.1 – Síntese de poluentes presentes no ambiente rodoviário e respectivas origens (adaptado de Leitão <i>et al.</i> 2000)	13
Quadro III.2.2 – Concentrações típicas de determinados poluentes em águas de escorrência para vias urbanas e estradas (adaptado de Hvitved-Jacobson <i>et al.</i> , 1994 in Barbosa, 2002).....	13
Quadro III.4.1 – Propriedades dos aquíferos e dos poluentes capazes de afectar o transporte e comportamento dos poluentes no subsolo (adaptado de Leitão, 1997)	22
Quadro III.4.2 – Processos hidrodinâmicos e o seu impacte na propagação dos poluentes (adaptado de Knox <i>et al.</i> , 1993, in Diamantino, 2002).....	23
Quadro III.4.3 – Processos abióticos mais importantes no transporte de poluentes dissolvidos (adaptado de Knox <i>et al.</i> , 1993, Runnells, 1976, in Diamantino, 2002)	24
Quadro IV.2.1 – Trechos da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/ IP1 (S. Lourenço)	31
Quadro IV.2.2 - Localização das estações climatológicas em estudo.	36
Quadro IV.2.3 - Principais parâmetros climatológicos registados nas estações climatológicas de Estarreja e Porto/ Serra do Pilar.	37
Quadro IV.4.1 – Inventário das captações de abastecimento público localizadas nos concelhos de Oliveira de Azeméis, Santa Maria da Feira e Vila Nova de Gaia	59
Quadro IV.4.2 – Inventário das captações de abastecimento público localizadas na área envolvente da A32/IC2	60
Quadro IV.4.3 – Dados hidráulicos das captações municipais (n.ºs 15, 19 e 27)	66
Quadro IV.4.4 – Simulação analítica do perímetro de protecção das captações municipais (n.ºs 15, 19 e 27).....	66
Quadro IV.4.5 – Inventário das captações licenciadas nas freguesias da área de intervenção da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço)	68
Quadro IV.4.6 – Inventário das captações licenciadas na área de intervenção da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).....	69
Quadro IV.4.7 – Perímetros de protecção da Água Mineral Natural número HM-35 – “Caldas de S. Jorge”	75
Quadro IV.4.8 – Inventário dos pontos de água de medição do nível freático e das sondagens geotécnicas.....	79
Quadro IV.4.9 – Classes de Vulnerabilidade segundo critérios litológicos (EPPNA, 1998) .	85
Quadro IV.6.1 – Identificação dos locais de monitorização das águas subterrâneas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço)	97
Quadro IV.6.2 – Resumo da informação mais relevante recolhida no campo (24 e 25 de Março de 2009).....	102
Quadro IV.6.3 – Resultados analíticos obtidos para as águas subterrâneas amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço).....	104
Quadro IV.6.4 – Resultados analíticos das águas subterrâneas amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço), conforme Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto	105
Quadro IV.6.5 – Resultados analíticos das águas subterrâneas amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço), conforme Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto	106
Quadro IV.6.6 – Resultados analíticos das águas subterrâneas (SUB1, SUB2 e SUB3) amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço), para consumo humano, conforme o Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto.....	108
Quadro IV.6.7 - Identificação das estações de amostragem da qualidade da água subterrânea utilizadas na área em estudo.....	110
Quadro IV.6.8 – Comparação dos valores obtidos para a Estação de Monitorização 154/3 com os limites legais aplicáveis.....	111

Quadro IV.6.9 – Comparação dos valores obtidos para a Estação de Monitorização 143/N1 com os limites legais aplicáveis.....	113
Quadro V.2.1 – Variáveis de input para 3 métodos de previsão de CML (adaptado de Barbosa, et al., 2006).....	118
Quadro V.3.1 – Características e símbolos usados no modelo de Driver e Tasker (1990)	121
Quadro V.3.2 – Concentrações médias por lugar para os SST e metais pesados, na A1, A2, A6, IP4 e no IP6	123
Quadro V.3.3 – Dados meteorológicos de precipitação referentes às estações de Estarreja e Porto/Serra do Pilar (INMG, 1991)	124
Quadro V.3.4 – Valores limite estabelecidos para a Qualidade das Águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Anexo I – Classe A1) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto	127
Quadro V.3.5 – Valores limite estabelecidos para a Qualidade da Água para Rega (Anexo XVI) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto.....	127
Quadro V.3.6 – Valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais (Anexo XVIII) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto.....	127
Quadro V.3.7 – Objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais (Anexo XXI) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto.....	127
Quadro V.3.8 – Valores paramétricos das águas para consumo humano, conforme o Decreto-Lei 306/07, de 27 de Agosto	128
Quadro V.3.9 – Estimativa da Carga Poluente e Concentração Média dos Poluentes por Local de Descarga (CML), nos Pontos de Descarga da Plataforma da Via	129
Quadro V.3.10 – Caudais de Diluição e Estimativa da Concentração dos Poluentes Após Mistura Completa nas Linhas de Água Receptoras	136
Quadro VI.2.1 – Eficiências de remoção de poluentes associado a diferentes tipologias (adaptado de FHWA, 1996b, in INAG, 2006)	157
Quadro VI.2.2 – Eficiências de remoção de poluentes associado a diferentes tipologias (adaptado de SETRA, 1997)	158
Quadro VI.3.1 - Pontos de descarga das águas de escorrência, extensão de traçado,..... meio receptor e sistemas de retenção e tratamento	159
Quadro VI.3.2 – Características gerais de implantação dos sistemas de retenção e tratamento.....	167
Quadro VI.3.3 – Características hidráulicas de dimensionamento dos sistemas de retenção e tratamento.....	168
Quadro VI.3.4 – Caudais de dimensionamento do órgão de gradagem	170
Quadro VI.3.5 – Características dos órgãos de gradagem.....	170
Quadro VI.3.6 – Características do dimensionamento das bacias de retenção e tratamento	174
Quadro VI.3.7 – Características do dimensionamento do separador de hidrocarbonetos .	183
Quadro VI.3.8 – Objectivos de qualidade a atingir pelas escorrências (mg/l).....	185
Quadro VI.3.9 – Concentrações médias por lugar para os SST e metais pesados, na A1, A2, A6, IP4 e no IP6 (adaptado de INAG, 2006 e Barbosa, 2006).....	187
Quadro VI.3.10 – Caracterização qualitativa estimada das concentrações médias por lugar (CML) e das cargas poluentes das águas de escorrência afluentes aos sistemas ST1, ST2 e ST3.....	187
Quadro VI.3.11 – Estimativa do efluente final para o sistema ST1.....	188
Quadro VI.3.12 – Estimativa do efluente final para o sistema ST2.....	188
Quadro VI.3.13 – Estimativa do efluente final para o sistema ST3.....	189
Quadro VI.3.14 – Estimativa orçamental dos sistemas de tratamento a implementar na A32/IC2.....	202
Quadro VII.2.1 – Locais para monitorização das águas subterrâneas na A32/IC2	206

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura IV.2.1 – Enquadramento Administrativo da A32/IC2	29
Figura IV.2.2 – Localização Geográfica da A32/IC2	30
Figura IV.2.3 – Localização das estações climatológicas de Porto/ Serra do Pilar e Estarreja	36
Figura IV.3.1 – Identificação das Unidades Hidrogeológicas e dos Sistemas Aquíferos da região em estudo	49
Figura IV.4.1 – Delimitação das faixas de protecção das captações municipais de Oliveira de Azeméis (captações n.ºs 15, 19 e 27)	64
Figura IV.4.2 – Delimitação das zonas de protecção das captações municipais de Oliveira de Azeméis (captações n.ºs 15, 19 e 27) definidas pelo Decreto-lei 382/99.....	67
Figura VI.3.1 – Separador de hidrocarbonetos com câmara de decantação	184
Figura VI.3.2 – Revestimento vegetal previsto para os sistemas ST1, ST2 e ST3	195

I – INTRODUÇÃO

I. INTRODUÇÃO

I.1. Generalidades

Os recursos hídricos são a base de sustentação da vida humana, dos ecossistemas e de actividades económicas como a agricultura e a indústria. A prevenção da poluição e a gestão sustentável dos recursos são factores-chave das políticas de ambiente nacional e internacional e devem estar presentes no planeamento, na gestão e também na execução dos projectos de infra-estruturas rodoviárias.

Desde 1990, com a publicação do Decreto-Lei n.º 186/90, de 6 de Junho, entretanto revogado pelo Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio [(rectificado pela Declaração n.º 7-D/2000, de 30 de Junho e parcialmente revogado pelo Decreto-Lei n.º 74/2001, de 26 de Fevereiro), com a última redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 197/2005 de 8 de Novembro e Declaração de Rectificação n.º 2/2006, de 6 de Janeiro], que os projectos de auto-estradas e de vias rápidas têm que ser submetidos ao processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) no qual se contempla, entre outros aspectos, a avaliação dos impactes que a futura estrada irá causar nos recursos hídricos da área envolvente. Mais recentemente foi publicada a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, e que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.

A Directiva-Quadro da Água da União Europeia (Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2000/60/CE de 22 de Dezembro) consagra a água subterrânea como património de muito valor, com elevadas garantias de qualidade, se for adequadamente gerido. Em Portugal, no discurso oficial e na linha da referida Directiva-Quadro e da Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro (Lei da Água), a água subterrânea surge como recurso estratégico mas não é claro como se configura a sua utilização em termos práticos: se abandono progressivo, como parece ter sido o caso, se utilização controlada, como se impõe. O futuro da água subterrânea em Portugal vai depender claramente dos critérios de qualidade que os decisores e técnicos das Administrações de Regiões Hidrográficas (ARH), recentemente criadas pela já referida Lei 58/2005 de 22 de Dezembro, impuserem no terreno, e do empenhamento da sociedade em geral na salvaguarda dos recursos hídricos.

A água subterrânea é um recurso geológico de inegável valor económico, social e político, fragilizado quer por questões ligadas à quantidade, quer por problemas de qualidade, nomeadamente contaminação. Por isso a protecção e reabilitação de aquíferos é hoje prática rotineira nos países mais desenvolvidos. A essas questões correspondem acções de investigação, de gestão, de monitorização, de protecção e de conservação – a pensar nas gerações futuras.

Como consequência indirecta do crescimento urbano e industrial a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos tem sido cada vez mais frequentemente alterada por diferentes fontes de poluição, de origem industrial, agrícola e doméstica ou urbana. Esta poluição pode ocorrer em zonas bem localizadas e definidas, como resultado de fontes poluentes pontuais, poluição pontual, ou pode ocorrer em vastas áreas, cuja origem exacta da fonte poluente se torna difícil especificar, poluição difusa ou não pontual. As águas de escorrência das vias rodoviárias são, pois, uma fonte difusa de poluição apresentando um carácter linear que as diferencia das restantes fontes de poluição, e que atingem o meio ambiente hídrico circundante.

Existem diversas publicações que incluem referências e descrições dos poluentes e características das águas de escorrência das estradas, desenvolvidas no noroeste da Europa e na América do Norte, e que vieram provar que estas fontes de poluição difusa constituem focos significativos de contaminação. Estas águas não apresentarão poluentes muito diferentes dos que se monitorizam em Portugal, no entanto existirá uma especificidade relativa de concentrações e valores relativos entre os diferentes poluentes, padrões de cargas poluentes, etc., que serão um reflexo da interacção que se verifica em Portugal entre as variáveis que se sabe terem um papel fundamental nestes processos. Pode-se exemplificar com a questão da chuva – o padrão de precipitação nacional é muito diferente do Norte da Europa.

Durante a vida útil de uma estrada são produzidos, pelos próprios materiais da estrada e pela circulação de veículos, compostos passíveis de contaminar o meio hídrico circundante. Entre os poluentes mais comuns e preocupantes para o ambiente encontram-se os metais pesados (zinco, cobre, chumbo, cádmio, crómio), os hidrocarbonetos, os óleos e gorduras e os sólidos suspensos totais. A matéria orgânica também pode revelar-se importante, ao estimular o crescimento de bactérias na massa de água.

Estes poluentes gerados pelas estradas podem dispersar-se através do vento para as zonas circundantes, ou depositam-se na superfície da estrada, acabando também por ser arrastados para as bermas, principalmente como resultado das águas de escorrência que se produzem durante um evento de precipitação.

Os efeitos poluentes provocados pelas águas de escorrência, quando não estão disponíveis sistemas de drenagem e tratamento destas águas, fazem-se sentir sobretudo nas zonas adjacentes à estrada e tendem a ser contínuos e cumulativos ao longo do tempo. A sua propagação para as águas subterrâneas depende do tipo de poluentes e das condições físicas, químicas e biológicas do meio subterrâneo. Estas condições podem, por diversos tipos de mecanismos, reduzir ou aumentar a propagação da poluição que é transmitida para os sistemas aquíferos subjacentes.

I.2. Objectivos

No âmbito desta tese de mestrado em Engenharia dos Recursos Hídricos – Planeamento e Gestão da Água foi desenvolvido um estudo cujo objectivo incide sobre os efeitos da poluição causada pelo tráfego rodoviário e pelas estradas, nas águas subterrâneas da área adjacente ao respectivo foco de poluição. Para tal foi seleccionado como caso de estudo os recursos hídricos subterrâneos envolventes à Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

As preocupações ambientais actuais, designadamente em termos de protecção e preservação da qualidade do meio hídrico, faz com que os aspectos de qualidade associados, nomeadamente, à prevenção e controlo da poluição, quer os de natureza permanente, quer os de natureza accidental, devam ser equacionados ao nível do projecto das infra-estruturas rodoviárias.

Foi assim objectivo nesta tese identificar e caracterizar as zonas hidrogeológicas sensíveis aos poluentes rodoviários na área circundante ao foco de poluição, com ênfase para a área envolvente à Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), prever as concentrações de poluentes geradas pelas águas de drenagem desta auto-estrada, identificar a necessidade de medidas de minimização para a protecção do meio hídrico receptor, projectar e dimensionar um sistema de tratamento adequado ao caso em estudo e

à realidade portuguesa e definir as directrizes de um programa de monitorização para as águas de escorrência de estradas, para os sistemas de tratamento e para o meio hídrico receptor.

I.3. Estrutura da Memória

O presente trabalho está organizado em oito capítulos dedicados ao problema das águas de escorrência das vias rodoviárias e a sua influência nos recursos hídricos subterrâneos.

O presente capítulo I (**Introdução Geral**) constitui uma memória de enquadramento e justificativa da tese e pretende enquadrá-la no âmbito do planeamento e gestão dos recursos hídricos.

O capítulo II (**Fontes de Poluição**) pretende constituir uma abordagem geral dos principais tipos de poluição, nomeadamente a poluição natural, urbana, industrial e agrícola.

O capítulo III (**Caracterização das águas de escorrência de estradas**) analisa os aspectos relacionados com a poluição causada pelas vias rodoviárias. Referem-se os principais poluentes que ocorrem nas águas de escorrência das estradas e descrevem-se os principais mecanismos responsáveis pelo transporte e deposição dos poluentes na área circundante da estrada, que são a dispersão pelo vento e o transporte através das águas de escorrência gerado pela precipitação. Analisam-se os potenciais efeitos das águas de escorrência nas águas subterrâneas.

O capítulo IV (**Definição e caracterização das áreas hidrogeológicas sensíveis às águas de escorrência – caso em estudo – Auto-estrada A32/IC2**), visa a caracterização para a zona de desenvolvimento da Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) das áreas hidrogeológicas de importância regional e local, classificadas em aquíferos ou em outras formações hidrogeológicas sensíveis, com ênfase para os terrenos da Zona Centro-Ibérica, e que face à sua sensibilidade estão sujeitas a uma protecção hídrica. Referem-se os principais pontos de água existentes na envolvente desta auto-estrada e definem-se os principais fluxos subterrâneos locais e as zonas preferenciais de recarga aquífera para a área de influência da A32/IC2. Analisa-se a qualidade actual das águas subterrâneas na envolvente ao caso em estudo.

A previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas é um processo fundamental para avaliar e quantificar os impactes que estas poderão causar no meio hídrico receptor. No capítulo V (**Previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas – um caso de estudo Auto-estrada A32/IC2**) é utilizada uma equação multiparamétrica para a previsão das características das águas de escorrência da Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço). Referem-se as concentrações e a carga de poluentes estimada para as águas de escorrência provenientes da A32/IC2 e analisam-se os resultados obtidos, tendo em consideração a legislação aplicável e os usos hídricos existentes.

Os efeitos que as águas de escorrência com origem nas estradas provocam no meio hídrico podem ser anulados ou minimizados através de medidas e procedimentos de tratamento e controlo adequados, entre os quais se encontram os sistemas de tratamento. No capítulo VI (**Sistemas de tratamento utilizados no controlo das águas de escorrência**) identificam-se os dispositivos de tratamento utilizados no controlo da poluição gerada pelas águas de escorrência. Referem-se as tipologias de tratamento adequadas à realidade portuguesa, informação sobre a eficácia de tipologias de tratamento e critérios de dimensionamento. Procede-se para o caso em estudo ao dimensionamento de sistemas de tratamento para controlo das águas de escorrência geradas pela Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

O capítulo VII (**Directrizes para a definição de um programa de monitorização dos recursos hídricos subterrâneos**) apresenta as principais directrizes que devem constar de um programa de monitorização dos recursos hídricos subterrâneos, quando se pretende averiguar os potenciais efeitos das águas de escorrência de uma estrada na qualidade da água.

No capítulo VIII (**Conclusões e recomendações**) são resumidos os resultados do estudo relativo aos efeitos do tráfego rodoviário sobre os recursos hídricos subterrâneos e apresentam-se algumas recomendações de minimização dos potenciais impactes.

Por fim, o capítulo IX (**Referências**) é constituído pelas referências bibliográficas de todos os trabalhos citados na tese.

II – FONTES DE POLUIÇÃO

II. FONTES DE POLUIÇÃO

A poluição da água corresponde à alteração das suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, que possa prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar das populações, causar dano à flora e à fauna, ou comprometer o seu uso para fins sociais e económicos.

As fontes de poluição da água podem ser localizadas ou pontuais, quando o lançamento da carga poluidora é feita de forma concentrada, num determinado local, ou não localizadas (difusas), quando os poluentes alcançam a massa de água de forma dispersa, não se determinando um ponto específico de introdução.

Conforme referido em Oliveira e Mendes (2004), a poluição gerada por fontes pontuais diz respeito, em princípio, a uma emissão em que o caudal é o no seu todo convergente num ou mais canais bem definidos, com pontos de descarga distintos e claramente identificáveis. Incluem-se neste tipo de fontes as descargas de águas residuais industriais, domésticas ou urbanas, as águas de origem urbana e, eventualmente, se se cumprirem os princípios estabelecidos na definição, fugas de reservatórios de armazenamento de líquidos, de instalações industriais, de explorações agrícolas e de aterros sanitários.

No que respeita à poluição gerada por fontes difusas refere Oliveira e Mendes (2004), que ela diz respeito a situações em que os pontos de emissão não são possíveis de identificar ou de controlar, não podendo ser efectuada uma medição pontual da carga ou do caudal envolvido. O processo poderá estar espalhado de forma directa ou dispersa em toda a bacia de recepção. Incluem-se neste contexto exemplos vários, como os da poluição de origem agrícola (uso intensivo de fertilizantes e pesticidas na agricultura, as práticas de regadio), as fugas nos sistemas de esgotos, as actividades mineiras, a água da chuva que escoar pela superfície do solo e pelas superfícies pavimentadas urbanas arrastando consigo os poluentes, depositando-os nos cursos de água superficiais, no solo e indirectamente nas águas subterrâneas.

As causas fundamentais da poluição das águas subterrâneas ocasionada pela actividade humana podem agrupar-se em quatro grupos, dependendo da actividade humana que as originou, podendo ser de origem natural, industrial, agrícola, doméstica ou urbana.

A poluição natural manifesta-se quando determinados elementos químicos que ocorrem naturalmente nas águas subterrâneas podem surgir em concentrações anômalas, (por exemplo, alguns elementos que existem nas rochas ou nos solos, como o ferro (Fe), o manganês (Mn), os cloretos (Cl), os sulfatos (SO₄) e os fluoretos (F), podem ficar dissolvidos nas águas subterrâneas (EPA, 1993, *in* Diamantino, 2002), dependendo estas concentrações das condições físicas e químicas do meio geológico onde se inserem.

A poluição urbana ou doméstica é provocada pela descarga de efluentes domésticos não tratados, fossas sépticas, lixeiras, tanques de armazenamento e águas de escorrência das estradas.

Os lixiviados das lixeiras, resultantes da circulação da água através da lixeira, são altamente redutores e enriquecidos em amónio, ferro ferroso, manganês e zinco, para além de apresentarem valores elevados da dureza, do total de sólidos dissolvidos e da concentração de cloreto, sulfato, bicarbonato, sódio, potássio, cálcio e magnésio. Este tipo de poluição pode atingir as águas subterrâneas e origina um aumento da mineralização da água, elevação da temperatura, aparecimento de cor, sabor e odor desagradável.

As águas de escorrência que se geram sobre uma superfície pavimentada, como resultado de um evento de precipitação, contêm uma carga poluente elevada e constituem uma importante forma de dispersão dos poluentes libertados pelo tráfego rodoviário. Quando estas águas não são canalizadas através de sistemas de drenagem para bacias de tratamento, as águas de escorrência constituem uma fonte potencial de poluição das águas subterrâneas da área adjacente à estrada.

A poluição de origem agrícola é uma consequência das práticas agrícolas, será a mais generalizada e importante na alteração da qualidade da água subterrânea.

Os contaminantes mais comuns neste grupo provêm da utilização de fertilizantes e pesticidas, mas também a reciclagem e reutilização da água subterrânea para o regadio provoca um aumento progressivo da concentração de sais que, a longo prazo, a inutiliza para este fim. Outros contaminantes e por vezes mais importantes referem-se aos associados às actividades pecuárias, sendo a sua poluição semelhante à doméstica.

A poluição industrial apresenta um carácter tipicamente pontual e está relacionada com a eliminação de resíduos de produção através da atmosfera, do solo, das águas superficiais e subterrâneas e de derrames durante o seu armazenamento e transporte. As principais indústrias poluentes são as indústrias alimentares, metalúrgicas, petroquímicas, nucleares, mineiras, farmacêuticas, electroquímicas, curtumes, têxteis, etc.

III – CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS

III. CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS

III.1. Considerações Gerais

Este capítulo foi realizado com base numa recolha bibliográfica sobre a poluição causada pelas vias rodoviárias no meio ambiente circundante, nomeadamente nas águas subterrâneas. Referem-se os principais poluentes resultantes do tráfego rodoviário e das estradas, a forma como é realizada a sua dispersão e os factores que influenciam o seu fluxo para a área circundante ao foco de poluição.

Nas últimas duas décadas diversos estudos sobre águas de escorrência de estradas, levados a cabo no Noroeste da Europa e na América do Norte, e mais recentemente a nível nacional, vieram demonstrar que as vias rodoviárias constituem focos significativos de poluição das áreas envolventes. As escorrências de estradas são uma fonte difusa de poluição da água, apresentando um carácter linear que as diferencia das restantes fontes de poluição analisadas no capítulo anterior.

Existem diversas publicações que incluem referências e descrições dos poluentes e características das águas de escorrência das estradas (por exemplo, FHWA, 1996a; Hamilton e Harrison, 1991, Barrett *et al.*, 1995, SETRA, 1997, Barbosa, 1999, 2000, 2002, 2003a). Assim, neste capítulo apresentam-se e analisam-se as conclusões expostas em diversos artigos e estudos sobre este tema.

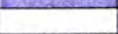
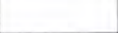
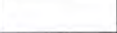
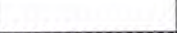
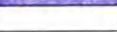
III.2. Identificação das Principais Fontes de Poluição e dos Poluentes Gerados pelas Estradas

De acordo com diversos autores (Folkeson, 1994, Barret *et al.*, 1995, Asplund *et al.*, 1982 e Ball *et al.*, 1999) apresentados em Diamantino (2002) e Sansalone *et al.*, (1996) as principais fontes poluentes geradas pelas estradas e que influenciam as zonas circundantes, são as seguintes: tráfego rodoviário, deposição atmosférica, práticas e operações de manutenção, pavimento, derrames acidentais.

As principais substâncias poluentes geradas por estes efluentes são, a matéria particulada em suspensão, um grande número de hidrocarbonetos (HC), não consumidos ou parcialmente consumidos, e diversos metais pesados, sobretudo o chumbo (Pb), antes de ser retirado da gasolina, mas também o cobre (Cu), o níquel (Ni), o cádmio (Cd) e o zinco (Zn), que provêm dos aditivos do óleo ao motor, dos pneus, do revestimento interno dos travões, da corrosão do metal e do desgaste do pavimento da estrada [(Hamilton e Harrison, 1991 e Hvited-Jacobsen e Yousef, 1991) in Folkeson (1994), in Diamantino, 2002].

O Quadro III.2.1 apresenta alguns tipos de poluentes que se encontram no ambiente rodoviário e as suas principais origens, enquanto no Quadro III.2.2 se exemplificam as gamas de concentrações típicas de determinados poluentes em águas de escorrências urbanas e de estradas.

Quadro III.2.1 – Síntese de poluentes presentes no ambiente rodoviário e respectivas origens (adaptado de Leitão *et al.* 2000)

Poluentes	Travões	Pneus	Carroçaria e componentes do veículo	Combustíveis e óleos	Pavimento betuminoso	Pavimento de asfalto	Sais de anticogelamento	Lixo
Cádmio								
Crómio								
Cobre								
Ferro								
Chumbo								
Níquel								
Vanádio								
Zinco								
Cloretos								
Sólidos Orgânicos								
Sólidos Inorgânicos								
HPAs*								
Fenóis								

*HPAs – hidrocarbonetos poliaromáticos ou aromáticos policíclicos

Fonte Primária
Fonte Secundária



Quadro III.2.2 – Concentrações típicas de determinados poluentes em águas de escorrência para vias urbanas e estradas (adaptado de Hvited-Jacobson *et al.*, 1994 in Barbosa, 2002)

Poluente	Vias urbanas	estradas
SST (mg/l)	30 -100	30 – 60
CQO (mg/l)	40 -60	25 -60
CBO ₅ (mg/l)	5	-
N – Total (mg/l)	2	1 – 2
P – Total (mg/l)	0.5	0.2 – 0.5
Pb (µg/l)	50 -150	50 – 125
Zn (µg/l)	300 – 500	125 – 400
Cu (µg/l)	5 – 40	-
Cd (µg/l)	0.5 – 3	5 – 25
E. coli (100 ml ⁻¹)	10 ³ - 10 ⁴	-

As águas de escorrência das estradas caracterizam-se por apresentarem grandes quantidades de sólidos suspensos, metais pesados (chumbo, zinco, cobre), hidrocarbonetos e óleos e gorduras, entre outros poluentes. A matéria orgânica também pode revelar-se importante, ao estimular o crescimento de bactérias na massa de água (Barbosa, 2002).

Conforme é referido por Barbosa em diversos documentos, como é natural, estas águas não apresentarão para as estradas de Portugal poluentes muito diferentes dos que se monitorizam noutros países do mundo. No entanto, existirá uma especificidade relativa de concentrações e valores relativos entre os diferentes poluentes, padrões de cargas poluentes, e que serão um reflexo da interacção que se verifica em Portugal entre as variáveis que se sabe terem um papel fundamental nestes processos, designadamente o volume e o tipo de tráfego, regime de precipitação, temperaturas e radiação solar. Pode-se exemplificar com a questão da chuva – o padrão de precipitação nacional é muito diferente do Reino Unido.

Uma comparação dos resultados existentes permite admitir um padrão, em Portugal, para os metais pesados: os valores de Zn superam largamente os de Cu e de Pb; o Cd e Cr têm valores muito baixos (Barbosa, 2002).

Uma importante fonte de poluição para as águas de escorrência é o asfalto, e que, devido ao desgaste a que se encontra sujeito, consequência directa da circulação rodoviária, [Wiland e Malina (1976) in Barretett *et al.* (1995) in Diamantino, 2002] mostraram que as concentrações e as cargas de COD, carbono orgânico total (COT), Pb e Zn são mais elevadas numa superfície de asfalto do que numa superfície betuminosa e que as concentrações e as cargas de óleos gorduras e sólidos suspensos totais são mais elevadas numa superfície betuminosa.

Conforme é referido por Sansalone *et al.* (1996, in Diamantino, 2002), o desgaste do pneu é uma fonte de Zn e Cd. Mas também o desgaste dos travões constitui uma fonte de Cu, de Pb, de Cr e de Mn. O desgaste do motor e o derrame de líquidos é uma fonte de Al, de Cu, de Ni e de Cr. Por outro lado o desgaste dos componentes dos veículos é uma fonte de Fe, de Al, de Cr e de Zn.

Em 1977, Laxen e Harrison (in Diamantino, 2002), consideraram que o motor do carro constituía a principal fonte de Pb. No entanto, desde 1 de Julho de 1999, que o governo

português aplica a Directiva 98/70/CE (aprovada a 13 de Outubro de 1998), transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 186/99 (de 31 de Maio de 1999), que obriga que os Estados-membros proíbam a comercialização de gasolina com Pb nos seus territórios a partir do ano de 2000. Após a proibição de venda de gasolina com Pb as emissões desse elemento têm sido substancialmente reduzidas em Portugal e noutros países Europeus.

Os autores Christensen e Guinn (1979, in Thomson et al., 1997, in Diamantino, 2002) consideram que uma das principais fontes de Zn se deve ao desgaste dos pneus. Mas o Zn também pode ser libertado no ambiente, em menores quantidades, pelos materiais de revestimento dos travões, pelas emissões do escape dos veículos [(Hopke et al., 1980, in Thomson et al., 1997) in Diamantino, 2002]. Para além da deposição devida ao próprio tráfego da estrada, o Zn e os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs), em especial, também provêm da barreira de separação e da superfície da estrada (Road and Hydraulic Engineering Division – DWW, 1995, in Diamantino, 2002).

III.3. Factores que Influenciam a Qualidade das Águas de Escurência

Os EUA, um dos países que acumulou um maior número de dados de monitorização de estradas, conseguiram demonstrar através da Federal Highway Administration (FHWA, 1987) que é muito difícil distinguir a influência das diversas variáveis que determinam a concentração de poluentes nas águas de escurência das estradas, nomeadamente regime de precipitação, tipo de secção da estrada, proximidade a nós, Tráfego Médio Diário (TMD), velocidade média, tipo de pavimento, operações de manutenção, uso do solo da zona envolvente, período seco antecedente, etc. (INAG, 2006).

Mais recentemente, Crabtree et al. (2004, in INAG, 2006) reportaram um estudo de monitorização de águas de escurência de 6 estradas no Reino Unido, durante o período de um ano, com conclusões semelhantes às apresentadas pela FHWA há vários anos. Concluem, por exemplo, que existe uma relação entre a climatologia/estação do ano e a qualidade das escurências de estradas, que pode existir uma relação entre as concentrações de poluentes nas escurências e a intensidade da chuva. Não se identificaram relações entre as concentrações de poluentes e o período seco antecedente, nem entre as primeiras e o volume de tráfego.

A grande variabilidade de concentrações de poluentes obtidas em diferentes locais deve-se à interacção complexa de diferentes factores. Segundo diversos autores os que parecem ter uma influência mais significativa na qualidade das águas de escorrência são: a intensidade de tráfego, características climáticas, características dos poluentes e o uso do solo envolvente.

O aumento da intensidade de tráfego não se reflecte num aumento linear na concentração ou no fluxo de poluentes nas águas de escorrência, uma vez que os poluentes gerados pelo tráfego rodoviário e pela estrada são dispersos também por outras vias, além das águas de escorrência [(Dupuits *et al.*, 1985; Lange, 1990; Ward, 1990 e Ellis e Revitt, 1991) in Folkeson, 1994, in Diamantino, 2002].

Barbosa (1999) e Leitão *et al.* (2000) referem também que não foi possível identificar uma correlação directa entre o nível de poluição e o TMD.

De acordo com estes autores, não é então possível obter uma correlação próxima entre o tráfego e o nível de poluição numa determinada estrada, mesmo que seja o tráfego a origem desta poluição. Encontra-se então demonstrado que não existe uma relação directa entre a qualidade das águas de escorrência e o seu TMD, correlação que geralmente serve de base às estimativas de Estudos de Impacte Ambiental (EIA).

No que diz respeito às características climáticas, as que mais influenciam o fluxo de poluentes são a precipitação e o vento (direcção e velocidades), que ocorrem na área onde se insere a estrada.

A direcção e velocidade dos ventos determinam apenas qual o local para onde é arrastado um determinado poluente. A maioria das substâncias dispersas pelo vento são depositadas na vizinhança imediata da estrada, ou seja, nos primeiros 30 metros de distância após a berma da estrada (Diamantino, 2002). Estes factores não são contudo os mais significativos em termos de cargas poluentes nas águas de escorrência.

Todavia, de acordo com Chui *et al.* (1992) (in Diamantino, 2002) o regime de precipitação determina a duração de tempo durante o qual os poluentes podem acumular-se na estrada, a energia com a qual eles são removidos e o volume no qual são diluídos. Deste modo, a

duração e a intensidade do evento, e, conseqüentemente, o volume de precipitação resultante, são factores determinantes para as cargas poluentes nas águas de escorrência.

Deste modo, a quantidade de material removido da superfície da estrada pelas águas de escorrência pode ser influenciada pelas condições antecedentes em termos meteorológicos, nomeadamente pelo número de dias secos antecedentes a um evento de precipitação, ou seja, quanto maior for este período de tempo, maior é a carga poluente acumulada na estrada.

Alguns autores encontraram uma correlação entre o período seco antecedente e as concentrações de poluentes, outros não obtiveram a mesma conclusão.

Harrison e Wilson (1985, in Diamantino, 2002) verificaram uma consistência geral relativamente a esta característica, mas não em todos os eventos analisados. Também Barrett *et al.* (1995, in Diamantino, 2002) concluíram que o regime de precipitação (volume e intensidade) arrasta eficazmente os poluentes da superfície da estrada e que o período seco antecedente curto resultará em cargas poluentes mais baixas.

Todavia, Hoffman *et al.* (1984, in Diamantino, 2002) referem que não existe nenhum relacionamento directo entre os HPAs presentes nas descargas urbanas da escorrência e o volume de precipitação ou a duração do período seco que precede o evento.

Contudo, a intensidade da precipitação pode ter um impacte marcado no tipo e na quantidade de poluentes nas águas de escorrência. Isto deve-se, segundo Diamantino (2002), em grande parte, ao facto de muitos poluentes estarem associados com partículas, que são facilmente mobilizadas quando ocorrem eventos de precipitação de intensidade elevada.

De acordo com Diamantino (2002), este efeito foi mostrado no trabalho de Hoffman *et al.* (1985, in Barrett *et al.*, 1995), que representou graficamente a intensidade da precipitação e as concentrações de hidrocarbonetos, Pb e sólidos suspensos; as concentrações de poluentes ocorreram geralmente durante taxas de fluxo elevadas, quando a sua remoção é mais eficiente.

Os autores Hoffman et al. (1984, *in* Diamantino, 2002) observaram que as concentrações mais elevadas de HPAs ocorrem durante as torrentes de água que se geram durante os episódios de precipitação intensa, i.e. os períodos de fluxo elevado suspendem as partículas e transportam-nas mais eficazmente.

Também de acordo com Diamantino (2002), Horner *et al.* (1990a, *in* Barrett *et al.*, 1995, e Ellis e Harrop, 1984, *in* Barrett *et al.* 1995) obtiveram resultados similares nas suas pesquisas.

Também Harrison e Wilson (1985, *in* Diamantino, 2002) concluíram que, os poluentes solúveis são mais facilmente removidos da superfície da estrada por episódios de precipitação sucessivos, e que os poluentes particulados podem ser transportados de um lado para o outro, até ocorrer um episódio de intensidade suficientemente elevada para os remover da superfície da estrada.

Em Diamantino (2002) refere-se que Ellis *et al.* (1984, 1986, *in* Barrett *et al.*, 1995), citaram que o volume total de escorrência e a duração do evento explicam mais de 90% da variabilidade observada nos metais Pb, Cd, Mn e nos sedimentos. Do mesmo modo, Sylvester e De Walle (1972, *in* Laxem e Harrison, 1977, *in* Diamantino, 2002) referem que 90% dos poluentes da superfície são removidos após 2 a 3 milímetros de precipitação, e que os sólidos suspensos, apenas após mais de 20 milímetros de precipitação.

De acordo com estes autores, os diferentes estudos não concordam relativamente à importância do factor intensidade da precipitação, na eficiência da escorrência na remoção dos poluentes da superfície da estrada. Isto deve-se, em parte, à natureza dos poluentes considerados nestes estudos. Em relação ao volume de águas de escorrência, este parece ter pouco efeito nas concentrações de poluentes, mas é um factor importante na determinação da carga poluente total que vai para as águas superficiais receptoras.

Relativamente às características das partículas, refere-se que a dimensão das mesmas é muito importante no transporte dos poluentes que geralmente estão associados a estas. As concentrações e o comportamento dos poluentes nas águas de escorrência dependem se estes se encontram sob a forma dissolvida ou particulada.

Os autores Harrison e Wilson (1985, in Barrett *et al.*, 1995, in Diamantino, 2002), referem que as partículas de menor dimensão têm velocidades de deposição mais baixas e, geralmente permanecem mais tempo nas águas de escorrência do que as partículas de maiores dimensões. O efeito do primeiro fluxo ocorre frequentemente para os componentes dissolvidos, enquanto que os componentes associados às partículas mostram uma variação temporal mais complexa, relacionada com a intensidade do evento e com a remoção dos sedimentos de maiores dimensões através dos sistemas de drenagem.

Refere-se ainda que alguns poluentes que se encontraram nas águas de escorrência são o resultado do uso do solo circundante, nomeadamente das actividades locais como a indústria, agricultura e a construção, mas também serão influenciados pela localização da estrada dentro das áreas urbanas, industriais ou rurais. Referem os autores Horner e Mar (1985, in Folkesson, 1994, in Diamantino, 2002), que a composição química das águas de escorrência varia extremamente dentro das áreas com superfícies pavimentadas, ou seja, a carga poluente nas águas de escorrência é frequentemente mais elevada e de diferente composição em áreas urbanas e industriais do que em áreas residenciais.

III.4. Princípios da Dispersão de Poluentes pelas Águas de Escorrência e seu Transporte nas Águas Subterrâneas

III.4.1. Considerações Gerais

Neste capítulo referem-se os princípios de dispersão e os principais processos de transporte que afectam o comportamento e a concentração de poluentes no meio subterrâneo.

III.4.2. Dispersão de Poluentes Gerados pelo Tráfego Rodoviário

Conforme foi referido no capítulo anterior, o tráfego rodoviário numa estrada produz, por combustão e desgaste dos veículos e pelo pavimento da estrada, quantidades consideráveis de substâncias, não gasosas, poluentes do ambiente, que se depositam na superfície da estrada ou que se dispersam para as zonas circundantes.

Estas substâncias depositadas na superfície da estrada podem mais tarde ser transportadas para as bermas e áreas circundantes, através das águas de escorrência que se produzem durante um evento de precipitação, através do vento, que gera uma ressuspensão de

poeiras depositadas anteriormente na superfície da estrada, ou através do *spray*, produzido quando os veículos circulam por cima de poças de água.

Conforme foi analisado no capítulo anterior, o principal mecanismo de remoção de poluentes durante os períodos húmidos é realizado pelas águas de escorrência que se produzem durante um evento de precipitação.

A escorrência é produzida pelas águas que escoam para fora da superfície da estrada, contendo as substâncias que se encontram depositadas na plataforma da estrada e as substâncias que estão absorvidas nos sedimentos (lama). Apesar da lama perfazer uma pequena percentagem do total de escorrência, contém o volume mais significativo da poluição, uma vez que a maioria dos metais e quase todos os HPAs estão adsorvidos a esta (DWW, 1995, *in* Diamantino, 2002).

Conforme é referido em Diamantino (2002), frequentemente as concentrações mais elevadas de poluentes são observadas nas primeiras águas de escorrência de um evento de precipitação, especialmente no caso dos componentes dissolvidos.

Este fenómeno, geralmente referido na literatura como “primeiro fluxo” (*first flush*), estimulou a implementação de medidas, por parte de muitas organizações, para a retenção e o tratamento dos primeiros 13 mm de precipitação (Barrett et al., 1995).

Howell (1978, *in* Barrett et al., 1995) registou valores mais elevados das concentrações de metais e nutrientes durante os 30 a 60 minutos iniciais de um evento de escorrência.

Bellinger et al. (1982, *in* Diamantino, 2002) detectaram que o efeito de “primeiro fluxo” na remoção dos poluentes apenas é um fenómeno frequente, mas que, no caso dos constituintes iónicos principais, não é uma característica constante para todos os eventos.

Outros estudos também documentaram a ocorrência deste fenómeno apenas para os constituintes dissolvidos [(Hewitt e Rashed, 1992; Harrison e Wilson, 1985) *in* Barrett et al., 1995]. Também Barbosa (1999) em vários estudos desenvolvidos em Portugal observou a sua ocorrência por ordem de grandeza de concentrações, para os SST, Zn, Cu e Pb.

III.4.3. Transporte e Comportamento dos Poluentes nas Águas Subterrâneas

Foram realizados por diversos autores estudos e modelos matemáticos sobre processos de emissão de poluentes, mas uma das maiores questões é a distância a que um poluente pode ser transportado, a partir do foco de poluição. Alguns autores afirmam que a quantidade de poluentes dificilmente se deposita além dos 30 metros da estrada [(Laxen e Harrison, 1976, in James, 1999 e DWW, 1995) in Diamantino, 2002].

Habitualmente, as quantidades de poluentes seguem um padrão logaritmo decrescente, à medida que a distância à estrada aumenta (INAG, 2006).

Segundo Hafen e Brinkmann (1996, in James, 1999, in Diamantino, 2002), a maior parte da concentração de poluentes, encontra-se numa faixa que vai dos 15 a 20 m da estrada.

Relativamente à concentração dos hidrocarbonetos, uma vez que permanecem na fase gasosa, a sua dispersão é muito maior que a verificada no caso dos metais pesados (INAG, 2006).

De acordo com Diamantino (2002) o transporte de um poluente no subsolo é afectado pelas propriedades do meio subterrâneo e, também, pelas propriedades físico-químicas dos próprios poluentes.

Ainda, conforme mencionado em Diamantino (2002), os processos naturais que afectam o transporte e o comportamento de um poluente em meio subterrâneo, podem ser divididos em três categorias: físicos, químicos e biológicos (*National Research Council*, 1990 in Knox *et al.*, 1993). Estes processos também podem ser designados por processos hidrodinâmicos, processos abióticos e processo bióticos (Canter *et al.*, 1987 e Knox *et al.*, 1993, in Leitão, 1997).

No Quadro III.4.1 apresenta-se uma síntese das propriedades do aquífero e dos poluentes capazes de afectar os processos físicos, químicos e biológicos e, assim, o transporte e comportamento dos poluentes no subsolo.

Quadro III.4.1 – Propriedades dos aquíferos e dos poluentes capazes de afectar o transporte e comportamento dos poluentes no subsolo (adaptado de Leitão, 1997)

Processos	Propriedades do aquífero	Propriedades dos poluentes
Físicos ou hidrodinâmicos		
Advecção	Gradiente hidráulico, condutividade hidráulica, porosidade	Velocidade intersticial
Dispersão	Dispersividade, velocidade intersticial	Coefficiente de dispersão
Difusão molecular	Dimensão e forma das partículas do solo	Coefficiente de difusão
Químicos		
Adsorção	Conteúdo em matéria orgânica, conteúdo em argilas, área de superfície específica, pH	Solubilidade, coeficiente de partição octanol-água
Troca iónica	Capacidade de troca catiónica (CTC), força iónica, iões presentes, pH	Valência, momento dipolar
Precipitação/dissolução	pH, outros metais, temperatura, conteúdo em matéria orgânica	Solubilidade, reacções de complexação
Hidrólise	pH, temperatura, outras reacções	Constantes de equilíbrio da reacção de hidrólise
Oxidação/redução	pe, pH	Constantes de equilíbrio da reacção redox
Decaimento radioactivo	Independente das propriedades do aquífero	Semi-vida
Biológicos		
Biodegradação	Microrganismo, nutrientes, pH, pe	Carência química e biológica de oxigénio, grau de halogenação, etc

Fonte: adaptado de Leitão (1997)

O conjunto de fenómenos apresentados no quadro III.4.1 podem assumir diversas escalas de importância, em função das características do meio onde se processam e dos poluentes presentes. São disso exemplo os fenómenos de dispersão que ocorrem em escalas muito diversas (de alguns metros a vários quilómetros) como resultado da heterogeneidade e anisotropia do meio aquífero [(Bear, 1972; Fried, 1975; Lobo-Ferreira, 1988 e Gambolati *et al.*, 1993) in Leitão *et al.*, 2002a].

Também as reacções químicas e biológicas entre os poluentes e o meio envolvente são condicionadas pela razão entre a escala de tempo das reacções químicas e a velocidade de escoamento das águas subterrâneas, condicionando, assim, a existência ou não de equilíbrio.

Outros aspectos, ainda que menos relevantes no condicionamento, directo ou indirecto, do transporte de poluentes no subsolo, quer pela alteração do regime de escoamento, quer pela alteração de condições químicas, etc., são o regime hidrológico e as condições climáticas da área, que determinam, em parte, o regime de recarga e o escoamento no subsolo.

Os processos hidrodinâmicos afectam o transporte dos poluentes na medida em que são eles os principais responsáveis pela forma como se processa o escoamento, em termos da quantidade e trajectória de propagação. A equação básica que governa o fluxo, em meio poroso saturado, é a lei de Darcy. Contudo, outras equações mais complexas governam o comportamento do sistema aquífero como um todo. A velocidade da água subterrânea tende a dominar os processos hidrodinâmicos de transporte e pode influenciar o grau com que outras reacções e/ou processos podem ocorrer (Knox *et al.*, 1993, *in* Diamantino, 2002).

O Quadro III.4.2 refere o impacte que cada um dos processos hidrodinâmicos exerce na propagação dos poluentes e as propriedades do meio subterrâneo e dos poluentes que afectam estes mesmos processos.

Quadro III.4.2 – Processos hidrodinâmicos e o seu impacte na propagação dos poluentes
(adaptado de Knox *et al.*, 1993, *in* Diamantino, 2002)

Processo hidrodinâmico	Definição	Impacte no transporte	Propriedades do meio subterrâneo	Propriedades do Poluente
Advecção ou convecção	Movimento de massa como consequência do fluxo das águas subterrâneas	Forma mais importante de transporte de massa para longe da sua fonte	Gradiente hidráulico, condutividade hidráulica, porosidade	Independente do poluente
Difusão molecular	Propagação de massa devido à difusão molecular, em resposta aos gradientes de concentração	Mecanismo de atenuação de 2ª ordem, na maior parte dos sistemas de fluxo onde dominam a advecção e a dispersão	Velocidade da água intersticial	Coefficiente de difusão
Dispersão hidrodinâmica	Mistura de fluidos devidos aos efeitos da heterogeneidade da distribuição da permeabilidade	Consiste num mecanismo de atenuação que reduz a concentração do poluente numa pluma: contudo propaga-se em maior dimensão do que a prevista apenas pela advecção	-	-
Transferência química de massa	Declínio irreversível na actividade de um elemento radioactivo (radionuclido) através de uma reacção nuclear	Consiste num importante mecanismo de atenuação do poluente, quando o tempo de "meio-vida" para o decaimento é comparável ou inferior ao tempo de residência do sistema de fluxo; também gera na complexidade na produção dos produtos de reacção	-	-
Fluxo preferencial	Fluxo através de determinadas zonas preferenciais	-	Distribuição granulométrica, fracturas, macroporos	-

A advecção relaciona-se com o transporte de um soluto, com uma velocidade equivalente à do movimento das águas subterrâneas (Canter *et al.*, 1978, *in* Diamantino, 2002), sendo considerado como o processo hidrodinâmico mais importante em termos do transporte de massa para longe da sua fonte de poluição.

Em relação aos processos químicos ou abióticos refere-se que estes afectam o transporte de poluentes causando interacções entre o poluente e a matriz sólida (e.g. adsorção, troca iónica) ou afectando a forma do poluente (e. g. hidrólise, reacções redox). No Quadro III.4.3

caracterizam-se sucintamente os processos abióticos mais importantes no transporte de poluentes dissolvidos, analisa-se o seu impacto no transporte, assim como algumas propriedades do meio subterrâneo e dos poluentes que afectam estes processos.

Quadro III.4.3 – Processos abióticos mais importantes no transporte de poluentes dissolvidos (adaptado de Knox *et al.*, 1993, Runnells, 1976, *in* Diamantino, 2002)

Processo hidrodinâmico	Definição	Impacte no transporte	Propriedades do meio subterrâneo	Propriedades do Poluente
Adsorção-desadsorção	Distribuição de um poluente entre a água subterrânea e os sólidos minerais ou orgânicos do aquífero	Consiste num importante mecanismo que reduz a taxa a que, aparentemente, os poluentes se movem; dificulta a remoção de um poluente de um local poluído	Conteúdo orgânico, teor de argilas, área de superfície específica	Solubilidade, coeficiente de distribuição octanol-água
Troca iónica	A troca iónica é uma categoria específica da adsorção e envolve a troca entre duas espécies aquosas equivalentes com carga, que já existem na superfície do local	Interfere com os processos de adsorção, e assim condiciona o transporte de poluentes para as águas subterrâneas	Capacidade de troca catiónica (CTC), força iónica, iões presentes	Valência, momento dipolo-dipolo
Precipitação-Dissolução	Processo de adição ou de remoção de poluentes da solução, através de reacções de dissolução ou de precipitação	Consiste num importante mecanismo que pode controlar a concentração do poluente em solução; a concentração na solução é controlada fundamentalmente ou na fonte ou na frente de reacção	pH, outros metais	Solubilidade versus pH, reacções de especiação
Hidrólise-substituição	Reacção de um composto orgânico halogenado com um ião componente da água (hidrólise) ou com outro anião (substituição)	Frequentemente estas reacções tornam um composto orgânico mais susceptível de biodegradação e mais solúvel	pH, reacções de competição (hidrólise)	½ tempo de vida de hidrólise (hidrólise)
Reacções de oxidação-redução	Reacções que envolvem a transferência de electrões e incluem elementos com mais do que um estado de oxidação	Consiste numa família de reacções extremamente importante na retardação da propagação de poluentes, através da precipitação de metais	pE, pH	pKa
Reacções ácido-base	Reacção que envolve a transferência de prótons (H ⁺)	Consiste essencialmente numa forma indirecta de controlo do transporte de poluentes através do controlo do pH da água subterrânea	pH, CO ₂ gasoso	-
Complexação	Combinação de cationes e anions para formar um ião mais complexo	Consiste num importante mecanismo que aumenta a solubilidade dos metais existentes nas águas subterrâneas no caso da adsorção não ser significativa; a complexação dos iões maiores aumenta a quantidade de um sólido dissolvido em solução	-	-
Cosolvatação-ionização	Processos que tendem a actuar de modo a aumentar a solubilidade química, alterando a fase do solvente (cosolvatação) ou alterando a forma química do soluto pelo ganho ou perda de prótons (ionização)	Para os compostos orgânicos estes processos aumentam significativamente a sua solubilidade e o resultado global será uma significativa diminuição da sua adsorção e consequente aumento da sua mobilidade nas águas subterrâneas	Tipo e fracção de co-solventes presentes, pH	Solubilidade coeficiente de distribuição octanol-água
Volatilização	Consiste na perda por difusão para a atmosfera de compostos químicos sob a forma de vapor, geralmente da fase líquida do solo para a fase gasosa	Consiste num importante mecanismo que retira do solo, para a atmosfera, uma grande parte das substâncias orgânicas voláteis, reduzindo a poluição das águas subterrâneas (ocorre na zona não saturada do solo)	Grau de saturação	Pressão de vapor, temperatura constante de Henry

Os processos bióticos incluem a degradação biológica de poluentes maioritariamente orgânicos, em ambiente subterrâneo. Esta biodegradação é geralmente benéfica em termos de contaminação das águas subterrâneas, pois as concentrações dos poluentes diminuem, ou podem mesmo eliminá-lo completamente do meio subterrâneo, com produtos de reacção

não prejudiciais (e. g. CO₂ e H₂O) (Canter *et al.*, 1987, Knox *et al.*, 1993, in Diamantino, 2002).

As zonas não saturadas e saturadas do solo contêm bactérias, que ocorrem de forma natural, e que são capazes de provocar a biodegradação dos compostos orgânicos (Canter *et al.*, 1987, in Diamantino, 2002).

III.5. Potenciais Efeitos da Poluição Rodoviária nas Águas Subterrâneas

Conforme foi analisado nos capítulos anteriores, verifica-se que entre os poluentes mais comuns e preocupantes nas águas de escorrência se encontram os metais pesados (zinco, cobre, chumbo, cádmio, crómio), os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), os óleos e gorduras e os sólidos suspensos totais.

Os metais pesados são elementos inorgânicos cuja forma iónica permanece solúvel na água. Estes, ao contrário dos poluentes orgânicos, não são degradáveis no ambiente, por isso acumulam-se nos organismos vivos, através da cadeia alimentar, podem começar por afectar as plantas, indo posteriormente causar impactes em diferentes níveis da cadeia trófica. No solo, podem ser adsorvidos às partículas sólidas e à matéria orgânica, podendo formar complexos condicionando a sua mobilidade no subsolo. A adsorção retarda a dispersão dos metais pesados no ambiente, nomeadamente a sua migração até às águas subterrâneas conforme definido em Barbosa (1999) e Leitão *et al.* (2003).

Outros autores (James, 1999 e Leitão *et al.*, 2000, in Barbosa, 2003a) concluíram que o tempo de retenção dos metais pesados no solo, antes de alcançarem o nível freático, pode ser muito longo.

A adsorção potencial do solo em metais pesados é a seguinte, por ordem decrescente: Hg>Pb>Cu>>Zn>Co>Ni>Cd (Brummer, 1986, *in* Barbosa, 1999).

Os metais pesados são tóxicos para os organismos a partir de determinadas concentrações, variáveis de acordo com o metal em causa. Os seus efeitos no organismo humano podem determinar doenças crónicas e cancerígenas. Os metais mais tóxicos e perigosos são o mercúrio, o cádmio e o chumbo, que têm uma elevada tendência para acumulação nos

organismos vivos, em especial no fígado, causando disfunções em diversos órgãos. O chumbo também pode afectar o sistema nervoso central (Merain, 1991, *in* Barbosa, 1999).

Os hidrocarbonetos, além de não serem conservativos, são mais facilmente lixiviados do que os metais pesados (Barbosa, 1999). Durante a infiltração, os hidrocarbonetos podem evaporar-se ou permanecer no solo (in Diamantino, 2002).

A maior parte das substâncias orgânicas têm uma solubilidade muito baixa na água, o que por sua vez, limita, em parte, a possibilidade de uma migração significativa de grandes quantidades para as águas subterrâneas (Leitão *et al.*, 2003).

A presença dos hidrocarbonetos no solo promove a redução de oxigénio disponível, consequência de reacções químicas e da actividade microbiana. Por seu turno, a redução de oxigénio aumenta a quantidade de bactérias anaeróbias que utilizam o óleo como principal fonte de energia. As bactérias fomentam diferentes tipos de reacções redox que alteram a estabilidade química e física do solo, aumentando a solubilidade de alguns metais (por exemplo ferro) e a mobilidade dos metais pesados para as águas subterrâneas (James, 1999, *in* Leitão *et al.*, 2002a e 2003).

**IV – DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
DAS ÁREAS HIDROGEOLÓGICAS
SENSÍVEIS AOS POLUENTES**

IV. DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS HIDROGEOLÓGICAS SENSÍVEIS ÀS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA – CASO EM ESTUDO – AUTO-ESTRADA A32/IC2

IV.1. Considerações Gerais

Neste capítulo, numa primeira fase efectuou-se uma abordagem ao enquadramento geológico e geomorfológico da zona em estudo, para em seguida se proceder a uma caracterização hidrogeológica da área envolvente da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IC1 (S. Lourenço), com base nos elementos disponíveis, alguns dos quais resultantes do levantamento de campo efectuado ao nível do programa de prospecção realizado no âmbito do Estudo Geológico e Geotécnico (Engivia, 2008) que acompanhou o projecto de Execução da A32/IC2, bem como na consulta a diversa bibliografia da especialidade.

A análise das condições de ocorrência da água subterrânea na zona em estudo foi ainda suportada com a informação que foi possível recolher durante os trabalhos de campo que envolveram a realização do inventário dos principais pontos de água (captações municipais, licenciadas, poços, nascentes e minas) existentes na envolvente da A32/IC2. Neste inventário foi possível recolher informação importante, relativa a cada captação de água subterrânea, mediu-se a profundidade das captações e o nível da água e, registou-se, quando possível o caudal; em simultâneos para alguns destes pontos procedeu-se a uma amostragem de água para análise da sua qualidade.

O presente análise hidrogeológica teve por objectivo fundamental definir e caracterizar os principais fluxos subterrâneos locais e as zonas preferenciais de recarga aquífera para a área de influência da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IC1 (S. Lourenço).

Apesar de se constatar que na área em estudo não existem sistemas aquíferos com importância a nível regional (INAG, 2000), os recursos hídricos subterrâneos apresentam uma certa importância a nível local. Neste caso importa referir a presença de algumas captações municipais (desactivadas) e particulares, diversas minas e fontanários utilizados pela população local para abastecimento doméstico e rega, e que importa proteger em termos da garantia da qualidade da sua água.

Desta forma, o presente estudo revelou-se fundamental para avaliar as eventuais afectações das águas de escorrência provenientes da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IC1 (S. Lourenço) sobre os usos hídricos subterrâneos envolventes e definição das medidas de minimização mais adequadas a cada situação.

IV.2. Caracterização Geral da Área em Estudo – A32/IC2

IV.2.1. Enquadramento Geográfico

A A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP.1 (S. Lourenço), desenvolve-se na parte litoral da Região Norte do País, mais precisamente, nos concelhos de Oliveira de Azeméis e Santa Maria da Feira, integrados na sub-região de Entre Douro e Vouga e no concelho de Vila Nova de Gaia, integrado na sub-região do Grande Porto.

Na Figura IV.2.1, apresenta-se o enquadramento administrativo da A32/ IC2 – Oliveira de Azeméis/ IP1 (S. Lourenço), e na Figura IV.2.2 a localização geográfica do projecto.

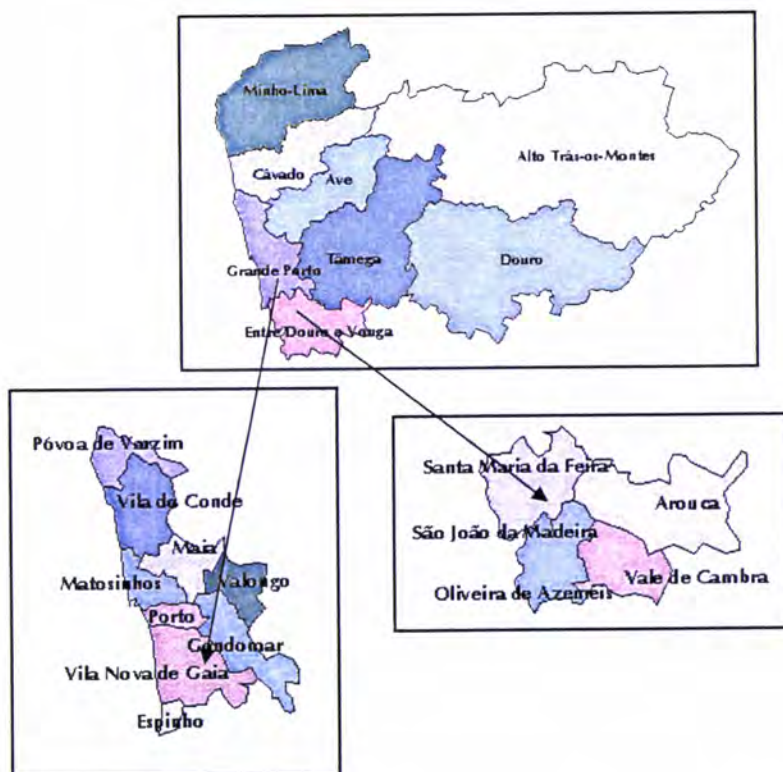
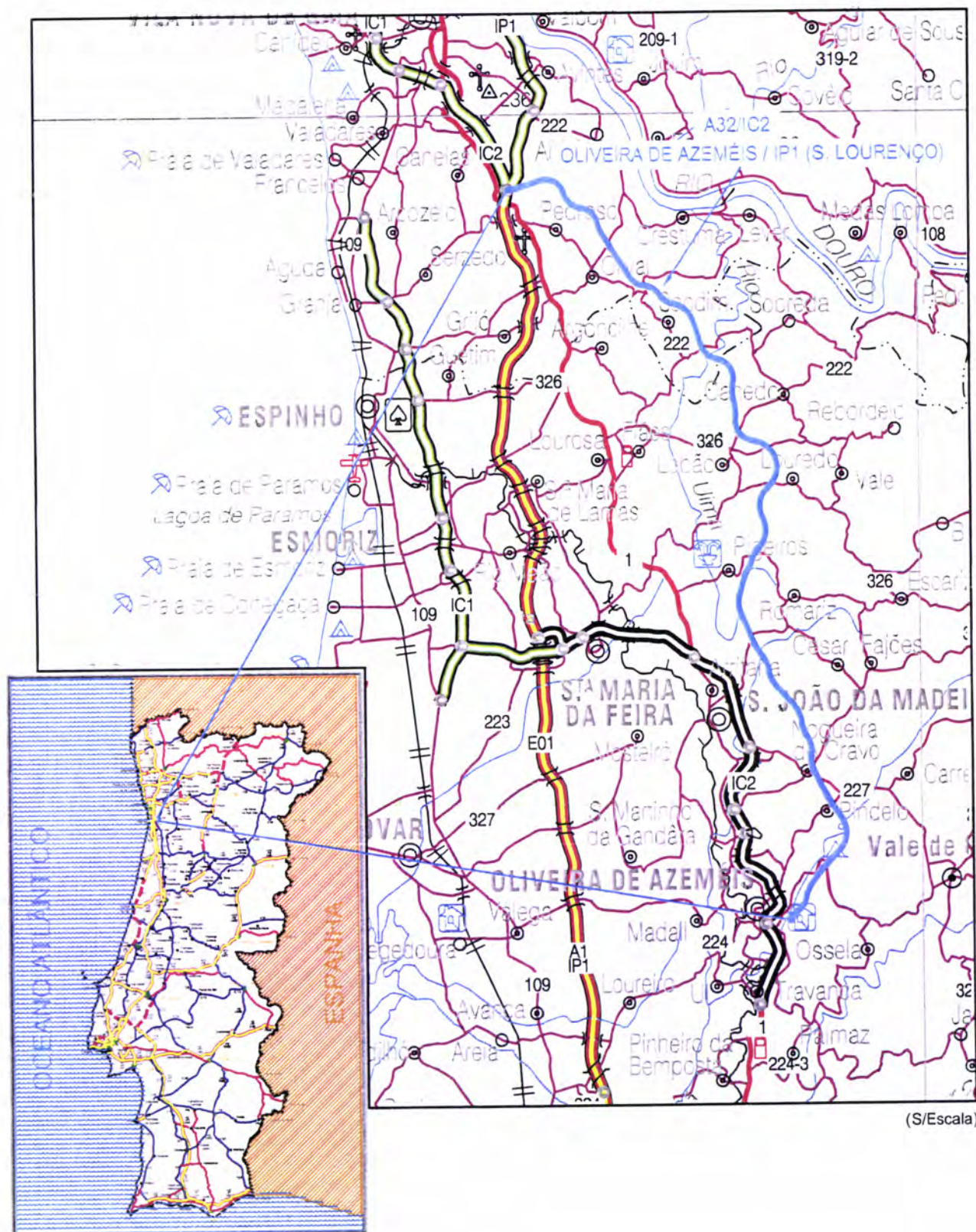


Figura IV.2.1 – Enquadramento Administrativo da A32/IC2



(S/Escala)

Figura IV.2.2 - Localização Geográfica da A32/IC2

A Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP.1 (S. Lourenço) é um novo itinerário que está integrado, de acordo com o PRN 2000, na Rede Complementar, sendo objectivo da sua construção criar uma alternativa ao actual percurso do IC2 e da EN1, entre Oliveira de Azeméis e Vila Nova de Gaia, que actualmente apresenta características inadequadas face ao volume de tráfego existente.

Este lanço apresenta uma extensão aproximada de 34,5 km, o seu início corresponde à articulação com o Lanço do IC2 - Coimbra/ Oliveira de Azeméis e termina em ligação com o IP1, num novo nó a construir na zona de S. Lourenço, 1500 m a Sul do Nó de Ligação da SCUT da Costa de Prata com o IP1.

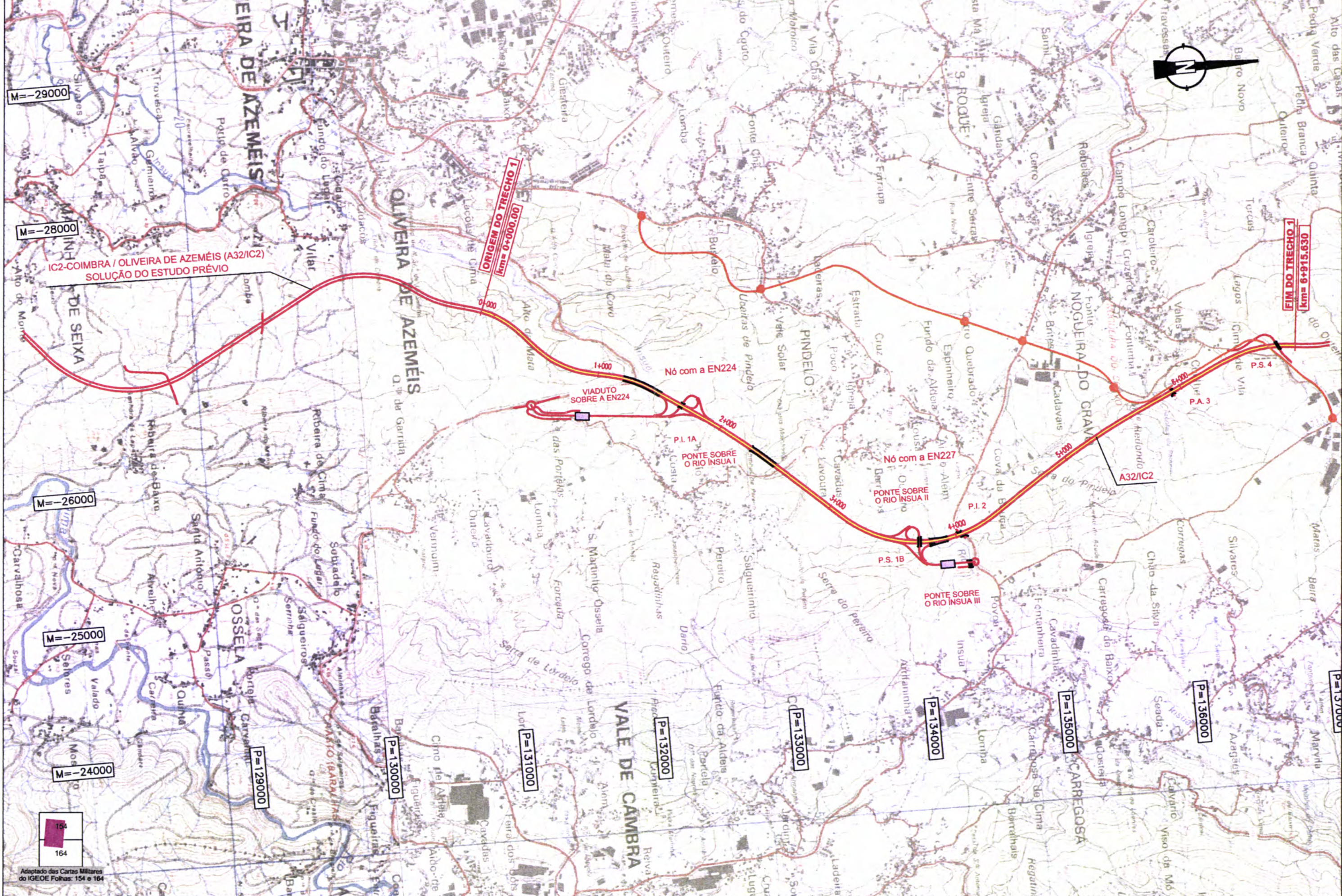
No desenvolvimento do presente estudo, o lanço da A32 / IC2 entre Oliveira de Azeméis foi dividido em 3 trechos, conforme consta no quadro seguinte.

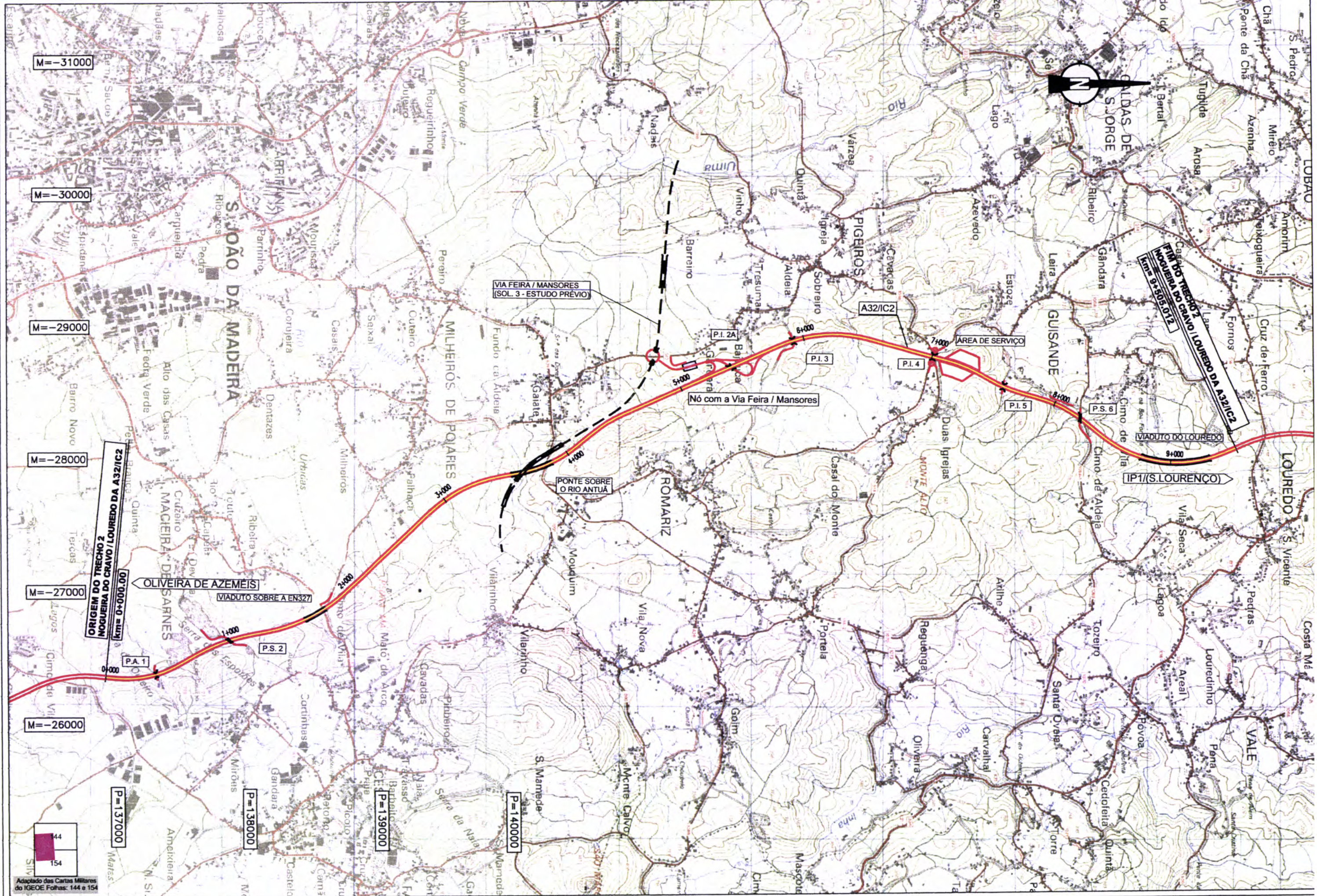
Quadro IV.2.1 – Trechos da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/ IP1 (S. Lourenço)

TRECHOS	CONSTITUIÇÃO	EXTENSÃO (m)
TRECHO 1	km 0+000 a 6+915	6 928
TRECHO 2	km 0+000 a 9+505	9 458
TRECHO 3	km 0+000 a 17+980	17 980

Assim, a análise apresentada no presente estudo será feita considerando a divisão do lanço nos três trechos referidos.

Apresenta-se de seguida nos desenhos A32/IC2.00.01 a A32/IC2.00.04, à escala 1/25 000, o esboço corográfico dos trechos em análise.









IV.2.2. Caracterização Climática

A caracterização climática apresentada foi baseada nos dados das estações climatológicas pertencentes ao Instituto de Meteorologia, escolhidas tendo em conta a sua proximidade geográfica ao local de implantação do projecto e com características geográficas semelhantes, nomeadamente em termos de altitude e orografia. Levando em consideração estas premissas, as estações climatológicas escolhidas foram as de Estarreja e Porto/ Serra do Pilar, cuja localização se apresenta na Figura IV.2.3 e no Quadro IV.2.2.

Quadro IV.2.2 - Localização das estações climatológicas em estudo.

Estação	Latitude	Longitude	Altitude	Período
Estarreja	40° 47' N	8° 35' W	26 m	1951/1980
Porto/Serra do Pilar	41° 08' N	8° 36' W	93 m	1951/1980

Fonte: Normais Climatológicas da Região de "Entre Douro e Minho e Beira Litoral" 1951-1980, INMG (1991)



Figura IV.2.3 – Localização das estações climatológicas de Porto/ Serra do Pilar e Estarreja

Do ponto de vista climático, a zona de implantação do projecto e a sua envolvente possuem um clima marítimo de fachada atlântica (Daveau, 1985).

Os principais parâmetros climáticos e meteorológicos registados nas estações climatológicas de Estarreja e Porto/ Serra do Pilar encontram-se sintetizados no Quadro IV.2.3, apresentando-se, em seguida, a sua caracterização.

Quadro IV.2.3 - Principais parâmetros climatológicos registados nas estações climatológicas de Estarreja e Porto/ Serra do Pilar.

Parâmetros	Unidades	Estações Climatológicas Valores médios anuais	
		Estarreja	Porto/ Serra do Pilar
Temperatura	° C	13,9	14,4
Precipitação	mm	1151,6	1235,5
Humidade Relativa	%	80 (9 horas)	81 (9 horas)
Insolação	horas	-	2582,5 (57 %)
Evaporação	mm	1148,2	857,2
Nevoeiro	dias	29,3	81,6
Nebulosidade	-	5 em 10 (9 horas)	6 em 10 (9 horas)
Orvalho	dias	78,4	110,3
Geada	dias	35,4	14,2
Granizo	dias	1,885	8,6
Neve	dias	0,1	0,3

Fonte: Normais Climatológicas da Região de "Entre Douro e Minho e Beira Litoral" 1951-1980, INMG (1991)

A temperatura anual média do ar é de 13,9 °C na estação de Estarreja, e de 14,4 °C na estação de Porto/ Serra do Pilar, registando-se nos meses de Verão os valores mensais mais elevados, destacando-se o mês de Julho com 19,8 °C na estação de Porto/ Serra do Pilar. Na estação de Estarreja a temperatura média mensal mais elevada é de 19,1 °C, também no mês de Julho.

A precipitação média anual é de 1151,6 mm em Estarreja e 1235,5 mm no Porto/ Serra do Pilar, ocorrendo anualmente em cerca de 127,2 e 124,6 dias respectivamente.

A precipitação intensa (superior a 10 mm) ocorre, em média, 42,4 dias por ano na estação de Estarreja, sendo este valor ligeiramente superior na estação de Porto/ Serra do Pilar que regista 45,6 dias por ano, respectivamente.

A precipitação média anual na zona em estudo foi ainda inferida a partir dos registos da estação udométrica (08F/01U - Fiães) do INAG (registos de 1932 a 1984) que apresenta uma média anual de 1 604 mm.

Existe uma considerável variação sazonal da quantidade de precipitação registada nas estações em análise, com os meses de Outubro a Março a registarem praticamente 76% do total precipitação anual, sendo os meses mais secos os de Julho e Agosto. Os meses de

Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro constituem em geral os meses mais pluviosos, registando-se um máximo secundário em Março e Outubro

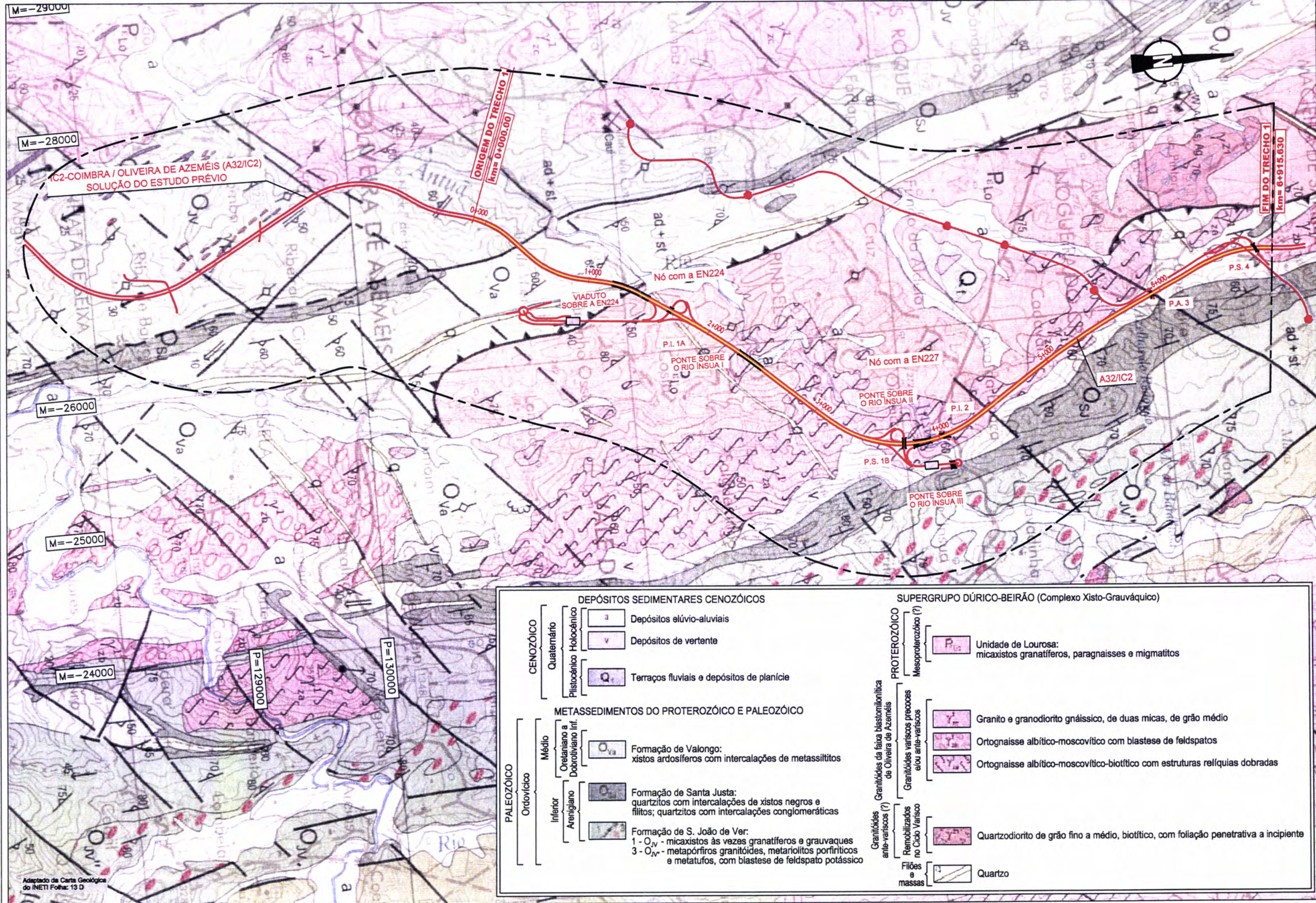
Segundo os registos da estação de Porto/ Serra do Pilar, os rumos dos ventos dominantes na região em estudo são os do quadrante Este, com uma frequência anual de 22,4 % sendo os ventos menos frequentes os do quadrante Nordeste, com uma frequência de 2,7%.

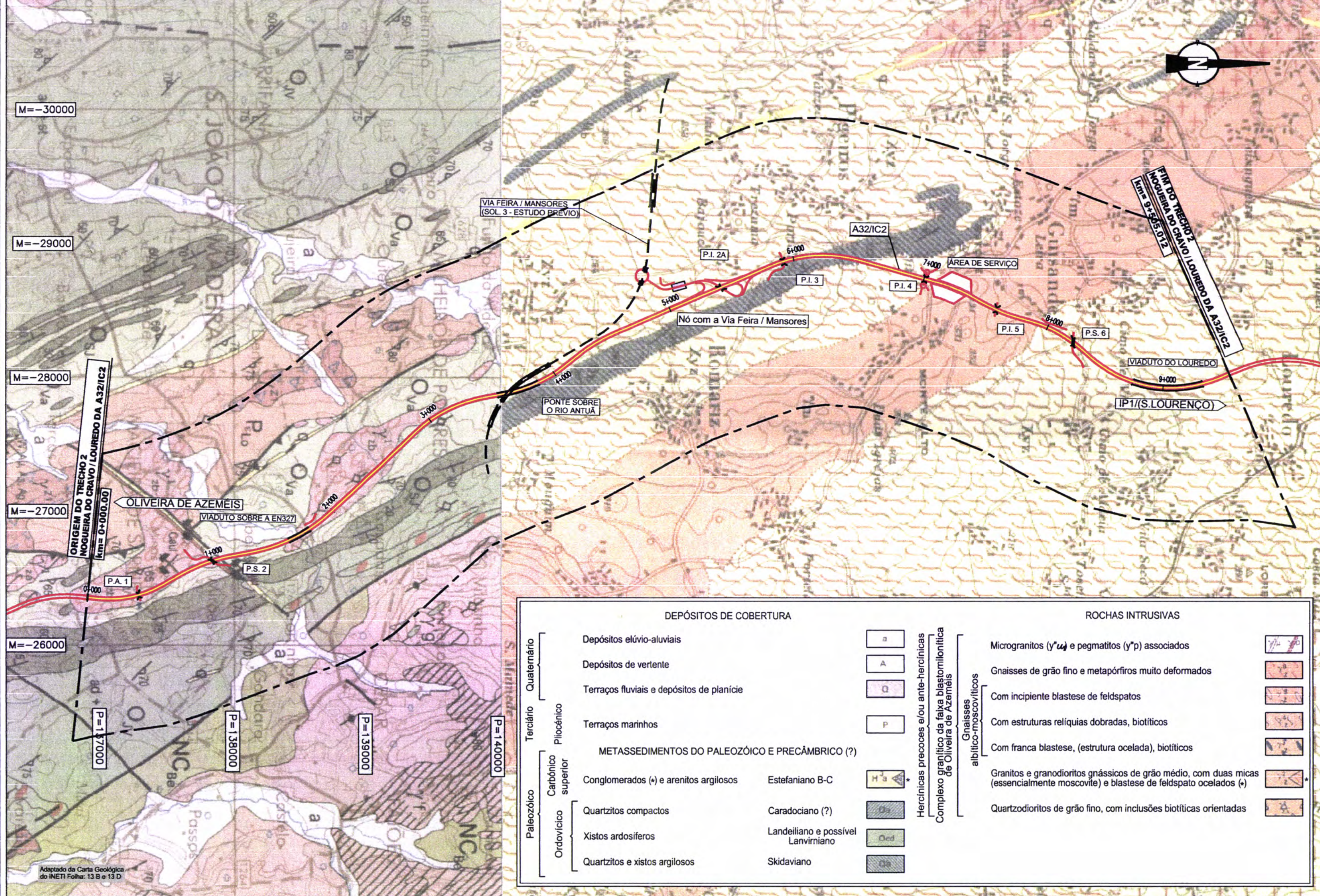
IV.2.3. Enquadramento Geológico e Geomorfológico

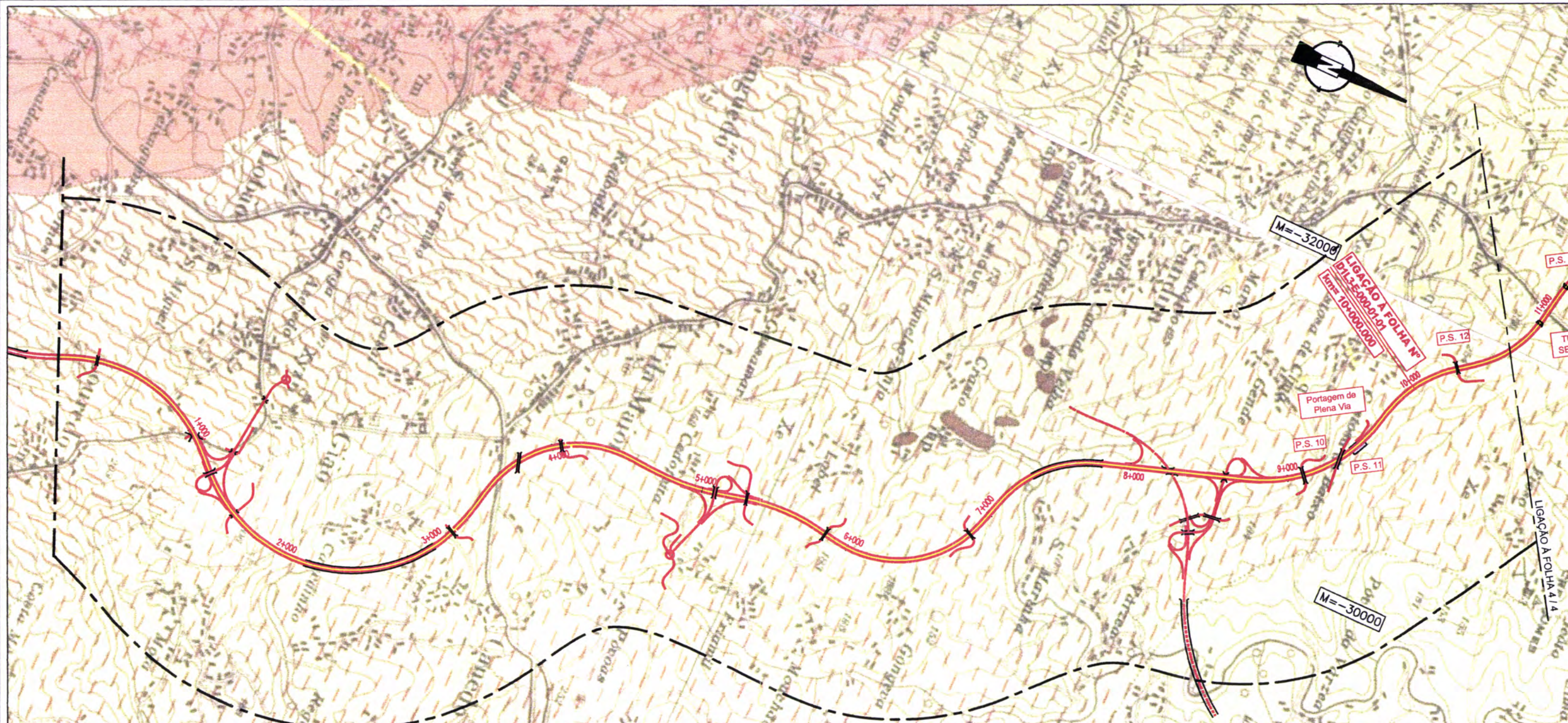
A caracterização do meio geológico foi baseada no reconhecimento de superfície efectuado ao longo da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), numa extensão aproximada de 34 km e, ainda, na consulta aos resultados do Estudo Geológico e Geotécnico (Engivia, 2008), que faz parte do Projecto de Execução da Auto-Estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP.1 (S. Lourenço) e, em alguma bibliografia variada, com destaque para os trabalhos de Figueiredo (1996), Chaminé, (2000) Chaminé *et al.*, (2003), Carvalho, *et al.* (1999, 2003 e 2004), com em alguma cartografia Costa *et al.* (1957), Medeiros *et al.* (1962) e Pereira *et al.* (1980 e 1989). O reconhecimento de campo foi realizado durante os meses de Abril e Maio de 2009.

Ao longo da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) estão representadas unidades geológicas de diferente estratigrafia e litologia associada, verificando-se que o substrato rochoso é constituído por terrenos metamórficos (quartzitos, xistos, grauvaques, gnaisses e migmatitos) de idade Ordovícica e ante-Ordovícica e, por maciços ígneos graníticos e gnaissóides hercínicos.

Nos Desenhos n.º A32/IC2.00.05 a A32/IC2.00.08 (adaptados das folhas 9-C, 13-D e 13-B da Carta Geológica de Portugal) pode observar-se as unidades geológicas atravessadas pela A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

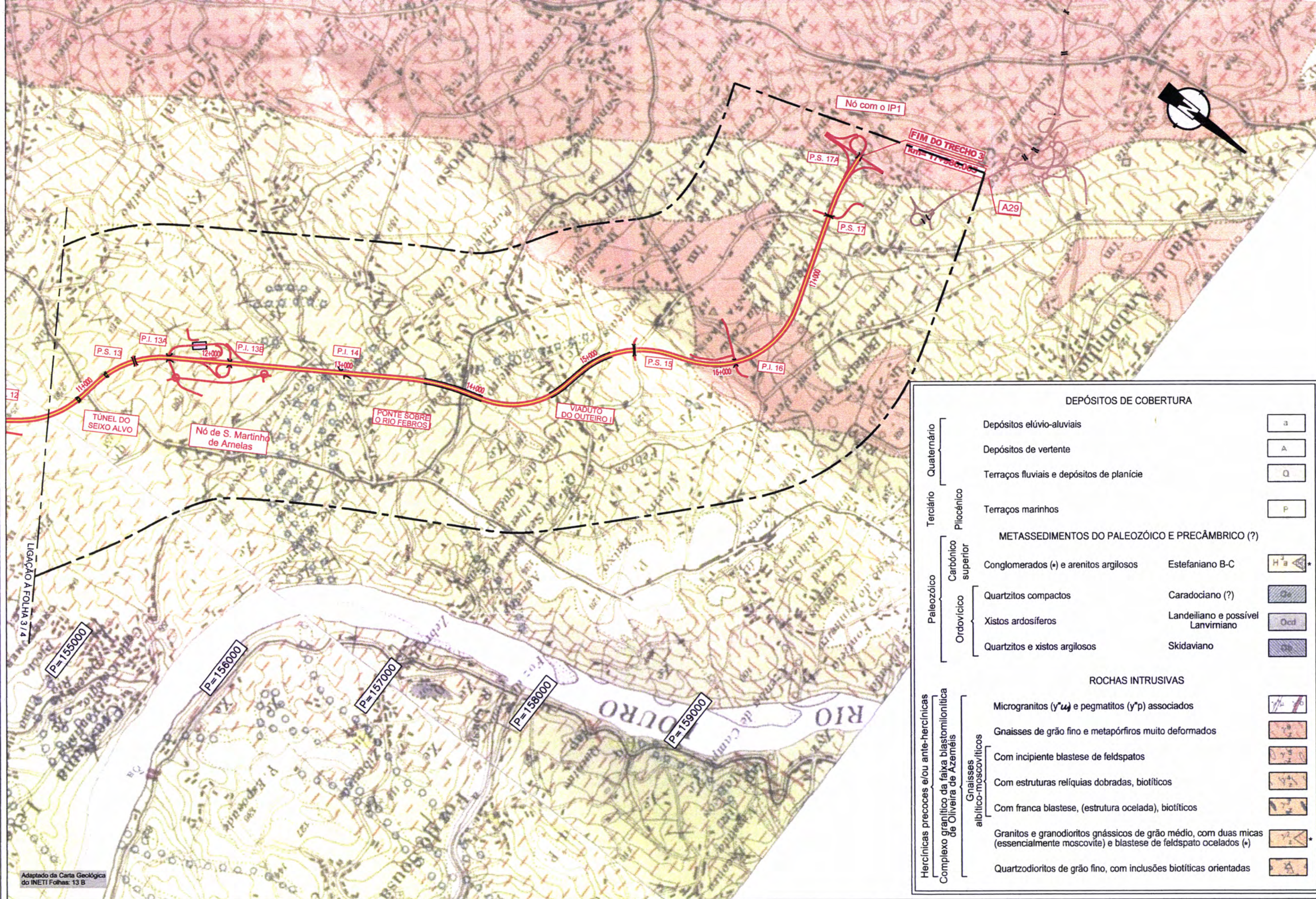






DEPÓSITOS DE COBERTURA					ROCHAS INTRUSIVAS					
Quaternário	Terciário	Pliocénico	Depósitos elúvio-aluviais		Hercínicas precoces e/ou ante-hercínicas	Complexo granítico da faixa blastomilonítica de Oliveira de Azeméis	Gnaisses albitico-moscovíticos	Microgranitos (y"u) e pegmatitos (y"p) associados		
			Depósitos de vertente					Gnaisses de grão fino e metapórfiros muito deformados		
			Terraços fluviais e depósitos de planície					Com incipiente blastese de feldspatos		
			Terraços marinhos					Com estruturas relíquias dobradas, biotíticos		
Paleozóico		Carbonífero superior	METASSEDIMENTOS DO PALEOZÓICO E PRECÂMBRICO (?)					Com franca blastese, (estrutura ocelada), biotíticos		
			Conglomerados () e arenitos argilosos	Estefaniano B-C				Granitos e granodioritos gnássicos de grão médio, com duas micas (essencialmente moscovite) e blastese de feldspato ocelados (*)		
			Ordoviciano	Quartzitos compactos				Caradociano (?)	Quartzodioritos de grão fino, com inclusões biotíticas orientadas	
				Xistos ardosíferos				Landeiliano e possível Lanvirimiano		
				Quartzitos e xistos argilosos				Skidaviano		

Adaptado da Carta Geológica do INETI Folha: 9A e 13 B



Adaptado da Carta Geológica
do INETI Folhas: 13 B

Na zona em estudo ocorrem essencialmente formações metassedimentares e rochas eruptivas.

Estas formações encontram-se cobertas, por vezes, por depósitos aluvionares e, na dependência de algumas linhas de água de menor dimensão, por depósitos aluvio-coluvionares de reduzida expressão.

Tanto o maciço metamórfico, como o maciço granítico, são cortados, em algumas zonas, por várias falhas, filões ou filonetes de quartzo e de aplito-pegmatito, geralmente preenchendo fracturas.

No corredor da A32/IC2 onde ocorrem as rochas metassedimentares, o relevo é definido por vários vales onde se encaixam linhas de água pouco profundas que se ramificam, conferindo uma morfologia característica, representada por uma série de cabeços, de formas relativamente arredondadas e de vales por vezes apertados.

Sobressaem nesta zona as cristas quartzíticas, orientadas segundo a direcção NNW-SSE, que estão intercaladas nos xistos e grauvaques. Estas cristas atingem cotas superiores a 400 m.

Na zona onde predominam as formações de natureza eruptiva (essencialmente granítica), a morfologia é relativamente suave, constituindo uma extensa área aplanada interrompida pontualmente por relevos residuais que permanecem destacados.

Em termos genéricos, a A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), insere-se em duas zonas com características morfológicas distintas, a saber:

- A parte sul, que engloba toda a extensão do Trecho 1 e o Trecho 2 até cerca do km 9+000, onde predominam os terrenos definidos pelos micaxistos e micaxistos-granatíferos, caracterizada pela ocorrência de relevos mais pronunciados e algo vigorosos de orientação geral NW-SE, separados por linhas de água encaixadas que constituem redes de drenagem do tipo dendrítico. A agressividade destes relevos é denunciada pelo alinhamento das serras do Lordelo, Pereiro, Pindelo, Outeiro e Esporões, que está relacionada com a existência de rochas quartzíticas (Ordovícicas –

Formação de Santa Justa), as quais, por erosão diferencial, deram origem a cristas orientadas, tal como referido anteriormente, com direcção aproximada NW-SE.

- A parte norte, desde o km 9+000 do Trecho 2, até ao final do Trecho 3, predominam os terrenos metamórficos essencialmente mais resistentes, definidos por xistos e grauvaques, intercalados por formações ígneas graníticas e rochas afins (granito-gnaisso-migmatíticas), correspondendo a zonas de relevo, regra geral, menos acidentadas, constituídas por elevações relativamente arredondadas, separadas por linhas de água que definem um padrão de drenagem próximo do sistema de fracturação dos maciços.

Esta subdivisão geomorfológica está em estreita relação com as características litológicas e estruturais das formações ocorrentes na área em estudo.

Assim, no Trecho 1 o traçado encontra-se definido por uma morfologia irregular e acidentada, os principais condicionamentos geomorfológicos são dados:

- Pela presença da referida crista quartzítica que, constituindo relevo de dureza, se destaca dos terrenos xistosos paleozóicos envolventes, formando uma série de cabeços alinhados NW-SE (serra do Pereiro, serra do Pindelo, Monte Redondo, etc); o traçado desenvolve-se frequentemente na base poente da referida crista quartzítica, tocando-a, por vezes;
- Pelo encaixe dos vales das principais linhas de água cruzadas pelo traçado, principalmente do rio Ínsua.

No Trecho 2, a morfologia apresenta-se também irregular e acidentada, sendo os principais condicionamentos geomorfológicos dados:

- Pela presença da referida crista quartzítica que, constituindo relevo de dureza, se destaca dos terrenos xistosos paleozóicos envolventes, formando uma série de cabeços alinhados NW-SE (serra do Outeiro, serra dos Esporões, Pedra Má, etc); o traçado desenvolve-se frequentemente na base da referida crista quartzítica, tocando-a, por vezes, e intersectando-a na sua zona final, onde o relevo é já menos vigoroso em relação aos terrenos envolventes;
- Pelo cabeço granítico, formando relevo de dureza, presente na zona final do traçado, e na vertente Oeste do qual o traçado se desenvolve;

- Pelos vales encaixados das principais linhas de água cruzadas pelo traçado, principalmente do rio Antuã, que na zona de inserção do traçado apresenta uma orientação próxima de W-E.

Relativamente ao Trecho 3, verifica-se que, do ponto de vista geomorfológico, a instalação, nos terrenos do “Complexo Xisto-Grauváquico”, de uma rede hidrográfica do tipo dendrítico, com os seus vales (da rede de afluentes e subafluentes da margem esquerda do rio Douro), mais ou menos encaixados, com destaque para os dos rios Uima e Febros, deu origem a um relevo ondulado e irregular, de elevações em cabeços.

Associado a algumas zonas em que o estado de alteração dos maciços é geralmente significativo (sobretudo no caso dos maciços granítico/granitóide), ocorrem alguns vales amplos, relativamente aplanados, parcialmente preenchidos por enchimento aluvionar e solos residuais.

O entalhamento dos cursos de água deu origem a uma rede de drenagem organizada, do tipo dendrítico, controlada estruturalmente pela rede de fracturas e pela xistosidade, com alguns depósitos aluvionares, em regra estreitos e de reduzida espessura. Os principais cursos de água que atravessam estes materiais são os rios Ínsua, Antuã e Uíma.

Do ponto de vista do enquadramento morfotectónico e segundo Cabral *et al.* (1988 e 1989) e Antunes *et al.* (1992), o traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) engloba-se na unidade morfo-estrutural do Maciço Hespérico, sendo que ao nível regional se encontra definida por uma subunidade, designada por Zona Centro-Ibérica (ZCI). Conforme referido anteriormente, a região definida por esta subunidade é dominada por formações metassedimentares (xistos, grauvaques, gnaisses e quartzitos) e rochas eruptivas (rochas graníticas).

Segundo, Chaminé *et al.* (2003), do ponto de vista geológico a região estudada integra-se numa faixa metamórfica, com direcção geral NNW-SSE, que se prolonga desde os arredores do Porto (Foz do Douro) até Tomar, passando por Espinho e Albergaria-a-Velha, Coimbra, Espinhal e Alvaiázere, e que se designa por faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra-Tomar.

Ainda, segundo este autor, esta faixa, de idade proterozóica média superior, faz parte do Terreno Autóctone Ibérico, e inclui-se maioritariamente na Zona de Ossa-Morena (ZOM) contactando localmente a oriente, por intermédio da denominada faixa blastomilonítica de Oliveira de Azeméis, com a Zona Centro-Ibérica.

A região em estudo é dominada por importantes afloramentos quartzíticos, e, de acordo com Chaminé *et al.* (2003), estes afloramentos configuram alinhamentos topográficos descontínuos, com orientação geral meridiana, desde a proximidade de Caldas de S. Jorge (SE de Lourosa) até à localidade de Carvoeiro (margem direita do rio Vouga), materializando uma estrutura em sinforma, a de Caldas de S. Jorge-Carvoeiro (Chaminé, *et al.*, 2003 e Chaminé, 2000).

Esta estrutura define, localmente, a faixa de cisalhamento de Porto-Albergaria-a-Velha (s.str.) ou “faixa blastomilonítica de Oliveira de Azeméis” (Chaminé, *et al.*, 2003).

Neste contexto verifica-se que o Complexo Xisto-Grauváquico sofreu intensas acções tectónicas, tendo sido dobrado e metamorfizado, numa fase anterior à deposição dos terrenos ordovícicos (quartzitos e xistos argilosos), que sobre eles repousam discordantemente. As formações ordovícicas iniciam-se por um conglomerado de base, passando a um núcleo quartzítico, dobrado em anticlinal, que rompeu através das camadas do Silúrico, devido à actuação de uma fase da orogenia hercínica.

No Estudo Geológico e Geotécnico (Engivia, 2008), refere-se que este anticlinal referido atrás, também designado por anticlinal de Milheiroz de Poiães-Telhadela, está orientado segundo a direcção NW-SE e encontra-se muito erodido e com abundantes falhas e dobras ao longo do seu eixo. Devido a mecanismos de erosão diferencial, as rochas quartzíticas mais resistentes e duras deram origem a cristas alongadas.

Em síntese, assinalam-se as seguintes estruturas que cortam a região:

- A sutura entre Zona de Ossa-Morena e Zona Centro-Ibérica que passa por Vale de Cambra, Carregosa, César-W, Romariz, S. Jorge, Fiães-E, Argoncilhe e se prolonga no interior do granito da Madaleno na direcção da Foz do Douro. Trata-se de uma grande estrutura activa, com um registo sísmico histórico e actual, responsável pela escarpa da Madalena e pelo basculamento dos terraços do rio Douro interceptados.

- Outras estruturas de direcção N-S que cortam o granito da Madalena entre Argoncilhe e Vilar do Paraíso, situadas na continuidade do “graben” de Aveiro.
- A estrutura conhecida por Filão Metalífero das Beiras, que merece ser acautelado do ponto de vista tectónico e quanto os recursos que encerra, incluindo o hidrotermalismo de S. Jorge.
- Os cavalgamentos e/ou carreamentos do Complexo xisto-grauváquico, Ordovícico e Formação de S. João de Ver sobre as unidades do Precâmbrico (Unidades de Lourosa e Arada), a que se associam grandes zonas de esmagamento na dependência dos cavalgamentos e/ou carreamentos mencionados.

IV.3. Enquadramento Hidrogeológico Geral

A caracterização hidrogeológica foi baseada no reconhecimento de superfície efectuado ao longo da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), numa extensão aproximada de 34 km, no reconhecimento geológico efectuado, ainda em alguma bibliografia variada, com destaque para os trabalhos de Carvalho (1979, 1991, 2001, 2002 e 2006) e Carvalho, *et al.* (1999, 2003 e 2004), e ainda em alguma cartografia existente Pedrosa (1998). O reconhecimento de campo foi realizado durante os meses de Abril e Maio de 2009.

Em termos de enquadramento hidrogeológico, o traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), localiza-se na unidade hidrogeológica, designada de *Maciço Hespérico* ou *Maciço Antigo*. Esta unidade morfo-estrutural encontra-se representada por rochas eruptivas e metassedimentares.

O Maciço Antigo é a unidade geológica que ocupa a maior extensão em Portugal, sendo constituído por rochas eruptivas e metassedimentares. As litologias correspondentes a estes tipos de rochas, são habitualmente designadas na literatura da especialidade por rochas cristalinas, ou ainda por rochas fracturadas ou fissuradas. Em termos gerais podem-se considerar como litologias com escassa aptidão hidrogeológica.

Geralmente as unidades metassedimentares apresentam caudais de exploração sustentados, em captação do tipo furo vertical, mais elevados que os das rochas granitóides. Os caudais de exploração medianos em furos verticais, considerando os improdutivos, são respectivamente de 0,74 l/s nos metassedimentos quartzíticos; 0,5 l/s nas rochas metassedimentares e 0,02 l/s nos granitóides. As transmissividades medianas são

de cerca de 4,0 m²/dia nos metassedimentos quartzíticos; 3,1 m²/dia nas rochas metassedimentares e 1,7 m²/dia nos granitóides (Carvalho, 2006).

Os recursos subterrâneos do Maciço Antigo do Norte e Centro de Portugal apresentam uma distribuição espacial e temporal muito irregular, que resulta da geologia, da geomorfologia e do clima. Sendo que este condicionalismo se reflectem na avaliação dos recursos hídricos renováveis.

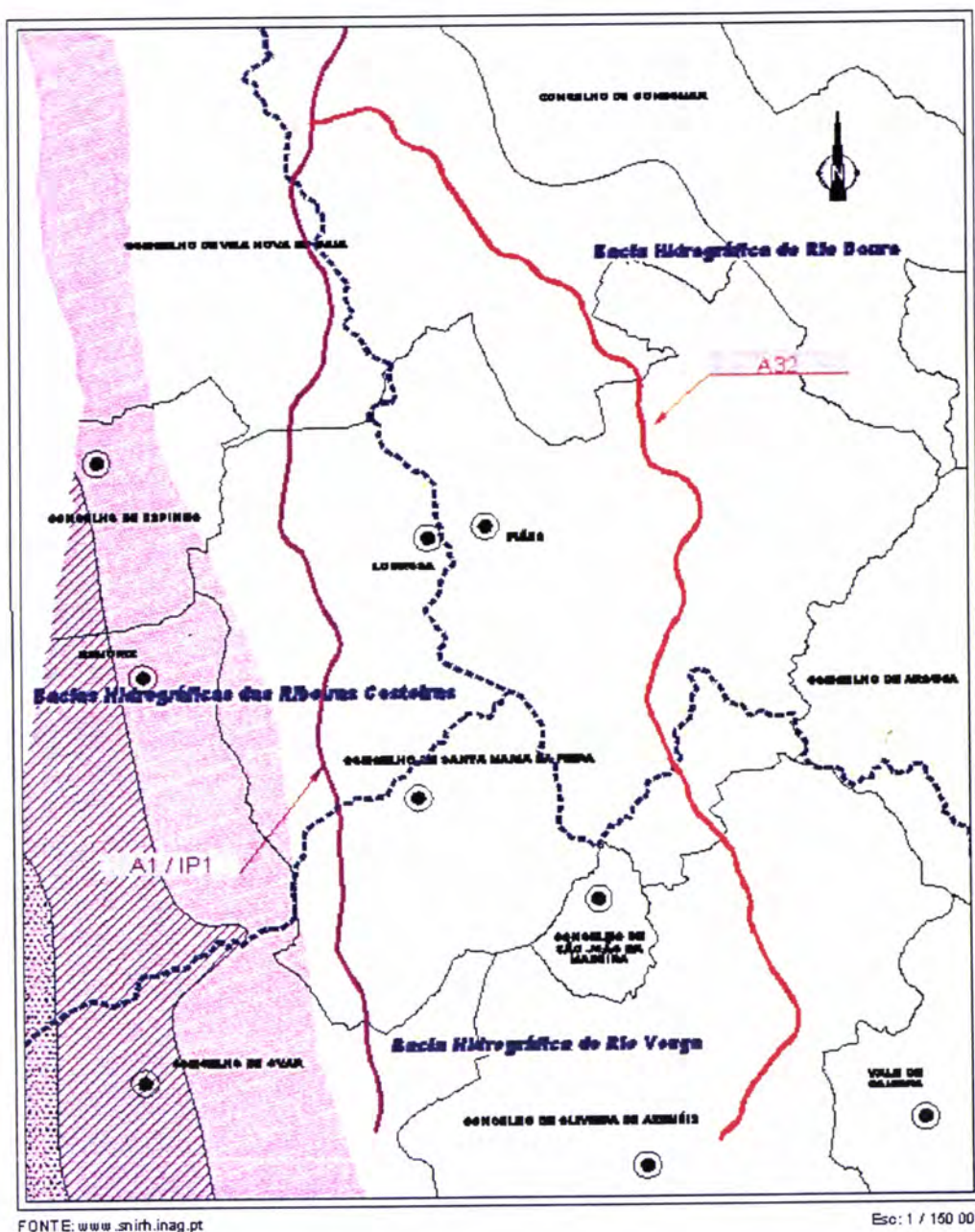
Assim, segundo Carvalho (2006), os recursos hídricos renováveis foram estimados entre 3% da precipitação total a 17% em zonas mais pluviosas e integrando todo o escoamento sub-aéreo, ainda que de curta duração. Foi proposto pelo autor a utilização de um coeficiente de infiltração generalizado de 10%, sendo que a recarga diminui para Sul e para Este, acompanhando a diminuição da precipitação e o acréscimo da temperatura.

De acordo com Almeida *et al.* (2000b) em "*Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*", dentro desta unidade hidrogeológica, para a zona de implantação do traçado em estudo, não foi definido qualquer sistema aquífero.

Com base na informação disponibilizada no Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos, em <http://www.snirh.pt>, apresenta-se, na Figura IV.3.1, a localização geográfica das unidades hidrogeológicas e dos sistemas aquíferos mais próximos que existem na região.

Entende-se neste caso como sistema aquífero um domínio espacial, limitado em superfície e em profundidade, no qual existe um ou vários aquíferos, relacionados ou não entre si, mas que constitui uma unidade prática para a investigação ou exploração (Navarro *et al.*, 1989, *in* Almeida *et al.*, 2000b). Um aquífero é uma unidade geológica que contém água e que a pode ceder em quantidades economicamente aproveitáveis (Almeida *et al.* 2000a).

De acordo com os conceitos referidos anteriormente existem zonas, a nível nacional, dentro de cada unidade hidrogeológica onde não foi definido qualquer sistema aquífero, conforme é o caso da zona em estudo.



FONTE: www.snirh.inag.pt

Escala: 1 / 150 000

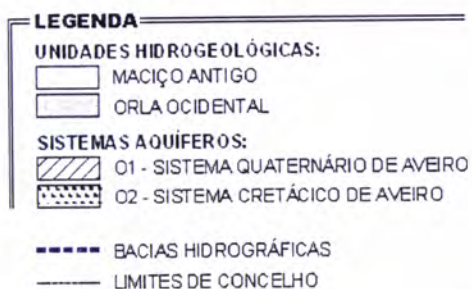


Figura IV.3.1 – Identificação das Unidades Hidrogeológicas e dos Sistemas Aquíferos da região em estudo

De facto, a zona em estudo é caracterizada pela grande extensão que ocupam os xistos, afectados por graus de metamorfismo variável, seguida pelas rochas granitóides; dispõe, em geral, de poucas zonas circuladas por água subterrânea, embora se assinalem algumas excepções, normalmente relacionadas com a presença dos afloramentos quartzíticos.

Tal não significa necessariamente a inexistência de recursos hídricos subterrâneos na zona em estudo, mas apenas que estes têm uma importância pequena, de carácter local, sobretudo quando comparados com os sistemas aquíferos com importância regional. Este é o caso das unidades hidrogeológicas definidas pelas bacias meso-cenozóicas, ocupadas essencialmente por rochas detríticas ou carbonatadas, pouco ou nada afectadas por fenómenos de metamorfismo, onde se encontram os sistemas aquíferos mais produtivos e com recursos mais abundantes.

De facto, para a área em estudo, os recursos hídricos subterrâneos apresentam uma importância a nível local, tanto no abastecimento doméstico da população, como na agricultura. Neste caso importa referir a presença de algumas captações públicas e particulares, vários fontanários e minas utilizadas pela população local para abastecimento doméstico e rega, que se situam na envolvente do traçado, especificamente nos concelhos de Oliveira de Azeméis e Santa Maria da Feira, mas sobretudo ao longo do alinhamento topográfico definido pela crista quartzítica que se desenvolve entre Ossela e Guisande.

Face ao exposto, e de acordo com os conceitos atrás referidos, apresenta-se no ponto seguinte, as principais características hidrogeológicas dos aquíferos locais que existem na área em estudo.

IV.4. Enquadramento Hidrogeológico da Área em Estudo – A32/IC2

IV.4.1. Considerações Gerais

A caracterização apresentada tentou abordar em termos hidrogeológicos para a área envolvente à A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), os seguintes aspectos:

- Caracterização dos aquíferos existentes na área de influência do projecto;
- Inventário dos pontos de água subterrânea;
- Análise da vulnerabilidade;

- Análise dos fluxos preferenciais de circulação e condições de recarga dos aquíferos (inclui a profundidade ao nível freático);
- Avaliação da produtividade dos aquíferos;
- Análise da qualidade da água subterrânea.

De forma a caracterizar a qualidade da água subterrânea, foi realizada uma campanha de amostragem da qualidade da água em alguns pontos de água subterrânea existentes na envolvente do A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), esta análise permitiu apoiar e sustentar adequadamente a presente análise hidrogeológica.

IV.4.2. Caracterização dos Aquíferos na Área de Influência da A32/IC2

De um modo geral, com base nos trabalhos de campo e na bibliografia consultada para a zona, as unidades geológicas identificadas e que afloram na área de influência do projecto, podem agrupar diferentes ocorrências de águas subterrâneas. Assim, sob o ponto de vista de comportamento hidrogeológico e de ocorrência de águas subterrâneas, podem agrupar-se os terrenos que surgem na área em estudo, em:

- A) Aluviões;
- B) Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovícico;
- C) Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico (Ante-Ordovícico);
- D) Rochas granitóides.

Nos Desenhos A32.IC32.00.05 a A32.IC32.00.08 integrados no capítulo IV.4.4, à escala 1:25 000, apresenta-se um esboço da carta síntese da hidrogeologia com a identificação dos pontos de água inventariados, delimitação das ocorrências das águas subterrâneas e as principais zonas de recarga.

Seguidamente referem-se as principais características das ocorrências aquíferas que surgem associadas às formações geológicas interessadas pelo traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

IV.4.2.1. Aluviões

No corredor da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) a importância aquífera das aluviões está fortemente condicionada pela fraca espessura que, regra geral, assumem nas linhas de água atravessadas pela A32/IC2.

As manchas de aluviões que ocorrem na zona em estudo encontram-se dispostas de forma descontínua ao longo das principais linhas de água, aumentando de dimensão e importância nos trechos inferiores dos rios (Ínsua e Uíma), onde ocorrem pequenos aquíferos, independentes uns dos outros, muitas vezes de dimensão quilométrica, mas com representação cartográfica só à escala 1:50 000 ou maior.

Estes aquíferos são constituídos essencialmente por areias e areias com seixos e calhaus, a espessura é regra geral, inferior a 6 metros, o seu substrato é de litologia variável, conforme a localização, rochas granitóides e xistos e grauvaques.

Na área em estudo neste tipo de aquífero a captação de água é feita por poços tradicionais, furos e poços com drenos horizontais. Destes últimos é exemplo a Captação do Rio Ínsua – Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, mas que actualmente se encontra desactivada.

Para o efeito são os poços tradicionais e os poços com drenos as captações mais comuns e produtivas que ocorrem neste tipo aquífero. Os furos são em regra pouco produtivos e, curtos, dada a reduzida espessura da formação.

De qualquer modo, os fracos recursos hídricos subterrâneos que as aluviões necessariamente possuem, definidos por um limitado volume de armazenamento, são compensadas pelos valores de transmissibilidade elevados e pelas boas condições de recarga.

A recarga neste tipo de aquífero faz-se por infiltração directa da precipitação sobre as formações, mas é sobretudo, através da influência das linhas de água que apresenta a sua maior expressão.

Quanto à posição do nível freático neste tipo de aquífero, este apresenta oscilações muito reduzidas, que estão relacionadas com o nível de água na rede de drenagem superficial, e encontra-se próximo da superfície do terreno. A direcção do fluxo subterrâneo é ao longo das aluviões e também em direcção aos cursos de água que atravessam longitudinalmente o aquífero.

A informação consultada na base de dados do Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos (SNIRH), em <http://www.snirh.pt>, não apresenta dados sobre o nível piezométrico para este tipo de aquífero na área em estudo.

Em relação ao seu quimismo, refere-se em Almeida *et al.* (2000b), que as águas das aluviões são, regra geral, pouco mineralizadas, com condutividade eléctrica muitas vezes inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por norma sempre inferior a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, predominando as fáceis mistas. Ainda, segundo Almeida *et al.* (2000b), o seu pH é, por regra, inferior a 7 mas muitas das vezes desce para valores que se aproximam de 5, isto é, são águas agressivas a muito agressivas.

A qualidade da água nas aluviões depende fundamentalmente da qualidade da água do rio adjacente.

IV.4.2.2. Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovício

De acordo com a notícia explicativa da carta geológica (Pereira, *et al.*, 1980), à escala 1/50 000 (Folha 13-D – Oliveira de Azeméis), no corredor da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) as formações do Ordovício compreendem xistos argilosos com intercalações quartzíticas e conglomeráticas, e quartzíticos em bancadas possantes, bem diferenciadas do restante conjunto envolvente.

Se por um lado, as rochas xistentas se aproximam, no comportamento hidrogeológico, dos restantes metassedimentos, os afloramentos quartzíticos associados à Formação de Santa Justa (O_{SJ}), configuram um alinhamento topográfico estreito e muito extenso na região em estudo, pelo que merecem uma abordagem separada.

De facto na área em estudo estes afloramentos destacam-se nitidamente na topografia, entre Ossela e Guisande, das formações envolventes do Complexo Xisto-Grauváquico.

Genericamente, a circulação de água e as condições de armazenamento nos quartzitos encontra-se condicionada quase exclusivamente pela presença de descontinuidades (fracturas e planos de estratificação). Esta rede de descontinuidades mantém-se, por vezes, aberta até profundidades importantes, pelo que, os afloramentos quartzíticos estão frequentemente associados a nascentes que, nalguns casos, podem ter caudais razoáveis e que são caracterizados, quase sempre por possuírem água de boa qualidade.

Deste modo, não é de estranhar que na área em estudo nos contactos dos quartzitos com os micaxistos e gnaisses envolventes, sejam frequentes as nascentes, mas geralmente, de fraco caudal, na ordem dos 0,5 a 1 l/s, conforme foi possível registar no reconhecimento de campo no âmbito do inventário dos pontos de água.

Assim, constatou-se que algumas destas nascentes deram origem a captações públicas e a minas associadas a fontanários públicos, destacando-se duas captações públicas em Macieira de Sarnes (desactivadas), uma em Nogueira do Cravo (desactivada) e alguns fontanários, Fonte do Campo de Tiro, Fonte da Palhaça, Fonte do Rato, Fonte do Parque, Fonte do de Cimo de Vila, Fonte do Viso, etc..

De qualquer modo, considera-se que as condições de armazenamento estão limitadas nestas formações, pois apesar do afloramento quartzítico se desenvolver numa grande extensão na área em estudo, entre Ossela e Guisande, é demasiado estreito. A impossibilidade de recarga ou contribuição a partir das rochas envolventes, que estão situadas em posições topográficas desfavoráveis condiciona negativamente os recursos hídricos subterrâneos neste aquífero.

Assinale-se, no entanto, que para a produtividade dos quartzitos da área em estudo contribuem, de uma forma significativa, os razoáveis valores de precipitação registados na zona, na ordem dos 1 600 mm.

Quanto à piezometria deste aquífero, não existe na base de dados do SNIRH qualquer informação disponível para a área em estudo.

IV.4.2.3. Metassedimentos do Complexo Xisto-grauváquico (Ante-Ordovício)

Por norma os tipos litológicos predominantes na área em estudo, micaxistos e gnaisses, não constituem um meio favorável à circulação e armazenamento de água subterrânea.

A circulação nestes tipos litológicos é, na maioria dos casos, relativamente superficial, condicionada pela espessura da camada de alteração e pela rede de fracturas resultantes da descompressão dos maciços. Alguns acidentes tectónicos de maior expressão podem dar origem a circulação mais profunda, originando nestes casos as nascentes de águas minerais. Refere-se neste caso, na zona em estudo, o recurso hidromineral das Caldas de S. Jorge, localizado a cerca de 2 500 m a Oeste do km 7+500 do Trecho 2.

Na área em estudo a morfologia favorável com sistemas de facturação bem desenvolvidos, com profundidades relevantes e a abundância de zonas de alteração, conferem a este conjunto metassedimentar alguma razoável disponibilidade aquífera. Esta hipótese é realçada pelo relativo número captações que existem em alguns locais da zona em estudo (ver Capítulo IV.4.3).

Em termos de produtividades, com base nos dados recolhidos das captações inventariadas (ver Capítulo IV.6) neste tipo de aquífero aponta-se com alguma reserva, de um modo geral, para caudais da ordem dos 1 a 2 l/s.

Na área em estudo estes aquíferos são explorados principalmente através de poços de grande diâmetro, que têm sido tradicionalmente utilizados em zonas constituídas por rochas de permeabilidade baixa. Outro tipo de captação tradicional são as minas e o aproveitamento de nascentes. Importa também assinalar a presença, ainda que reduzida, de alguns furos verticais.

Os poços, as nascentes e minas captam na zona superficial, onde a alteração e a fracturação são mais intensas e, por isso, em meio característico de porosidade dupla, o que justifica que estas captações sejam mais produtivas que os furos que apresentam uma maior profundidade.

De facto as camadas aquíferos mais produtivas encontram-se associadas aos horizontes mais fracturados e onde a componente argilosa é pouco abundante.

A recarga neste tipo de aquífero faz-se sobretudo através da infiltração directa da precipitação sobre as formações presentes. Conforme é referido em Carvalho (2006), em termos médios, estima-se que a taxa de recarga nas litologias dominantes na zona se situe perto dos 10% da precipitação média anual.

A ser assim, os recursos médios renováveis poderão ser da ordem dos 160 mm/ano. No entanto, é provável que uma fracção deste recurso não seja explorável, por ser rapidamente restituída à rede de drenagem superficial.

Conforme referido anteriormente, a circulação de água neste tipo aquífero faz-se sobretudo numa camada superficial, constituída por rochas alteradas ou mais fracturadas, pelo que os níveis freáticos acompanham com algum rigor a topografia e o escoamento dirige-se em direcção às linhas de água, onde se dá a descarga. Os níveis freáticos são normalmente muito sensíveis às variações observadas na precipitação.

Quanto à piezometria deste aquífero, não existe na base de dados do SNIRH qualquer informação disponível para a área em estudo.

Trata-se de águas com mineralização total relativamente baixa, pois cerca de 90% das águas monitorizadas (ver capítulo IV.6), apresenta uma condutividade inferior a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No entanto, quando comparadas com as águas das rochas granitóides, nota-se uma ligeira tendência para uma maior mineralização.

IV.4.2.4. Rochas Granitóides ou Eruptivas

Estas são constituídas por granitos e granodioritos e metagneisses de grão médio e grosseiro. As rochas eruptivas no seu conjunto apresentam um funcionamento semelhante ao conjunto metassedimentar descrito anteriormente, porém com uma menor vocação hidrogeológica. Nestas também, a presença de grande fracturação e os horizontes de alteração podem revelar algum interesse hidrogeológico.

A circulação neste tipo litológico é, na maioria dos casos, relativamente superficial, condicionada pela espessura da camada de alteração e pela rede de fracturas resultantes da descompressão dos maciços. Na generalidade, a espessura com interesse hidrogeológico é da ordem de 30 a 80 metros, sendo explorados nestes casos por furos verticais.

A recarga deste tipo de aquífero faz-se através das precipitações que caem directamente sobre a superfície aflorante. No que diz respeito às direcções de fluxo, verifica-se que o escoamento se orienta predominantemente no sentido das linhas de água.

As águas subterrâneas das rochas granitóides são menos mineralizadas que as restantes.

IV.4.3. Inventário e Caracterização dos Pontos de Água

IV.4.3.1. Metodologia e Objectivo do Inventário dos Pontos de Água

O presente inventário de pontos de água revelou-se fundamental para definir e caracterizar os principais fluxos subterrâneos locais e as zonas preferenciais de recarga para a área de influência da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço). Permitiu ainda obter dados relevantes sobre a hidrogeologia a nível local (profundidade do nível freático, direcções do fluxo subterrâneo, caudais, tipo de aquíferos, etc.).

De facto este inventário de campo revelou-se de extrema importância para a avaliação e caracterização das condições de ocorrência da água subterrânea para a área envolvente da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

O inventário dos pontos de água na área em estudo baseou-se sobretudo na informação de entidades oficiais, designadamente junto da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-Norte, actual ARH-Norte), Câmaras Municipais (Oliveira de Azeméis, Santa Maria da Feira e Vila Nova de Gaia), Juntas de Freguesia, Águas de Gaia, SA, consulta ao site do INAG [base de dados do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR) e do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) – Setembro de 2009], bem como no reconhecimento de campo realizado entre os meses de Abril e Maio de 2009.

Esta pesquisa foi ainda efectuada através de contactos com as populações locais e acompanhada com uma prospecção visual ao longo do traçado para a identificação e cartografia dos pontos de água.

Na execução do trabalho de campo foi utilizada fotografia aérea à escala 1:8 000. O GPS foi ainda empregue em complementaridade com as Cartas Militares de Portugal (Folhas 122, 133, 134, 143, 144, 154 e 164, à escala 1/25 000) na georeferenciação dos pontos de água. Os resultados do trabalho de campo são ainda documentados em registo fotográfico.

Este inventário baseou-se na identificação e registo dos principais pontos de água identificados sobretudo na área envolvente do traçado, numa faixa de 1 000 m para cada lado do traçado.

No inventário dos recursos subterrâneos devido quer à variedade, quer à tipologia, quer aos usos do recurso de captações subterrâneas existentes, optou-se por apresentar a informação recolhida de acordo com a tipologia e características da captação, a saber:

- A) Captações Municipais para Abastecimento Público;
- B) Captações licenciadas pela CCDR-Norte (actual ARH-Norte);
- C) Fontanários, Nascentes e Minas;
- D) Poços Particulares;
- E) Outros Pontos de Água – Captações das Termas de S.Jorge.

Nos Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12 (ver capítulo IV.4.4) apresenta-se à escala 1/25 000 a localização das captações subterrâneas identificadas na zona em estudo.

IV.4.3.2. Captações Municipais para Abastecimento Público

Da análise da informação recolhida verifica-se que ao nível dos concelhos em análise, existem várias captações de água para abastecimento público e que algumas estão em serviço, outras fora de serviço (Quadro IV.4.1). Estas encontram-se localizadas sobretudo no concelho de Oliveira de Azeméis, freguesias de Ossela, Nogueira do Cravo e Macieira de Sarnes.

Relativamente aos concelhos de Santa Maria da Feira e Vila Nova de Gaia, as captações municipais identificadas encontram-se muito afastadas do corredor em estudo (a mais de 10 km), sendo maioritariamente o abastecimento público da responsabilidade das Águas do Douro e Paiva, SA (com origem da água no rio Douro – Lever).

Assim, em relação às captações municipais mais próximas da área em estudo, localizadas no concelho de Oliveira de Azeméis, apresenta-se ao nível da freguesia atravessada, no Quadro IV.4.2, as que existem na envolvente da A32/IC2. As restantes captações municipais identificadas nos concelhos em análise encontram-se identificadas no Quadro IV.4.1.

Quadro IV.4.1 – Inventário das captações de abastecimento público localizadas nos concelhos de Oliveira de Azeméis, Santa Maria da Feira e Vila Nova de Gaia

Concelho	Identificação (N.º de Inventário)	Designação	Tipo	Entidade Gestora	Função	Localização	
						M	P
Oliveira de Azeméis	1	C24.1A-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	170573	423636
	2	C23-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	176042	423881
	3	C24.2-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	171480	424630
	4	C12/13/15/156A-ETA OAZ	Captação Superficial	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	172420	430694
	5	C12/13/15/16B-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	173005	431480
	6	C11.3-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	175315	432086
	7	C11.2-2 MINAS E FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	175469	432352
	8	C11.4-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	175014	433010
	9	C10.2-ETA CUCUJÁES	Captação Superficial	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	170827	433005
	10	C14-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	166981	431075
	11	C21.1A-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	171791	424065
	12	C24.1B-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	170604	423671
	13	C21.2-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	171434	423773
	14	C21.1B-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	171797	424068
	15	C4.2-MINA,POÇO,FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	173121	436487
	16	C4.3-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	173943	436979
	17	C2.4-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	173435	437192
	18	C5.2-SUPERFICIAL	Captação Superficial	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	177554	437027
	19	C2.2-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	173737	437344
	20	C5.1-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	177496	437198
	21	C1.5B-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	174485	439400
	22	C1.4-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	175031	439557
	23	C1.3-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	175172	439619
	24	C1.1A-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	176677	438796
	25	C1.2-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	175764	439283
	26	C1.5A-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	174802	439168
	27	C2.3-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	173664	437315
	28	C3.3-POÇO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	174902	437622
	29	C3.2-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	174371	437496
	30	C5.4-MINA	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	177395	436381
	31	C5.3-DOIS FUIROS	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	177072	436575
	32	C5.5-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Fora de Serviço	176878	436471
	33	C1.1B-FURO	Captação Subterrânea	C. M. de Oliveira de Azeméis	Em Serviço	176639	438791
Santa Maria da Feira	34	PICALHOS (FURO PEQUENO)	Captação Subterrânea	INDAQUA FEIRA –Indústria da Água de Sta Maria da Feira, S.A	Em Serviço	166241	440031
	35	PICALHOS (FURO GRANDE)	Captação Subterrânea	INDAQUA FEIRA –Indústria da Água de Sta Maria da Feira, S.A	Em Serviço	166295	440094
	36	MOURE	Captação Subterrânea	INDAQUA FEIRA –Indústria da Água de Sta Maria da Feira, S.A	Em Serviço	163636	445193
Vila Nova de Gaia	37	LEVER JUSANTE	Captação Superficial	Águas do Douro e Paiva, S.A.	Em Serviço	171233	456242
	38	LEVER MONTANTE 1	Captação Superficial	Águas do Douro e Paiva, S.A.	Em Serviço	171606	456214
	39	LEVER MONTANTE 2	Captação Superficial	Águas do Douro e Paiva, S.A.	Em Serviço	171847	456031
	40	LEVER	Captação Superficial	Águas do Douro e Paiva, S.A.	Em Serviço	171480	456092

Fonte: Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais - INSAAR, Maio de 2009 (<http://www.insaar.inag.pt>)

Quadro IV.4.2 – Inventário das captações de abastecimento público localizadas na área envolvente da A32/IC2

N.º de Inventário Atribuído	Designação do INSAAR	Tipo de Captação	Coordenadas		Concelho	Freguesia	Entidade Gestora	População Servida em 2002 (Hab.)	Volume anual 2002 (m³)	Situação de Funcionamento	Localização em relação à traçado (km)	Observações *
			M	P								
4	C12/13/15/156A-ETA OAZ	Poço e Canal	172420	430694	Oliveira de Azeméis	Oliveira de Azeméis	C. M. de Oliveira de Azeméis	26 000	765 000	Fora de Serviço	500 m a SW do km 0+000 – Trecho 1	Desactivada e Abandonada
5	C12/13/15/16B-POÇO	Poço com drenos	173005	431480	Oliveira de Azeméis	S. Roque	C. M. de Oliveira de Azeméis	20 294	1 147 000	Fora de Serviço	250 m a W do km 0+450 – Trecho 1	Desactivada e Abandonada
6	C11.3-MINA	Galeria de Mina	175315	432086	Oliveira de Azeméis	Ossela	C. M. de Oliveira de Azeméis	140	77 700	Fora de Serviço	1 700 m a E do km 1+400 – Trecho 1	Desactivada e Reserva
7	C11.2-2 MINAS E FURO	Furo e Mina	175469	432352	Oliveira de Azeméis	Ossela	C. M. de Oliveira de Azeméis	140	33 300	Em Serviço	1 700 m a E do km 1+650 – Trecho 1	Funcionamento
8	C11.4-MINA	Galeria de Mina	175014	433010	Oliveira de Azeméis	Pindelo	C. M. de Oliveira de Azeméis	140	22 00	Fora de Serviço	600 m a E do km 2+900 – Trecho 1	Desactivada e Abandonada
15	C4.2-MINA,POÇO,FURO	Mina e Poço	173121	436487	Oliveira de Azeméis	Nogueira do Cravo	C. M. de Oliveira de Azeméis	600	35 000	Fora de Serviço	550 m a W do km 6+600 – Trecho 1	Desactivada e Reserva
16	C4.3-MINA	Galeria de Mina	173943	436979	Oliveira de Azeméis	César	C. M. de Oliveira de Azeméis	-	-	Fora de Serviço	250 m a E do km 0+050 – Trecho 2	Desactivada e Reserva
17	C2.4-FURO	Furo	173435	437192	Oliveira de Azeméis	Macieira de Sarnes	C. M. de Oliveira de Azeméis	600	44 200	Fora de Serviço (Furo entulhado e cimentado)	450 m a W do km 0+375 – Trecho 2	Desactivada e Abandonada
19	C2.2-MINA COM POÇO	Poço com galeria de Mina	173737	437344	Oliveira de Azeméis	César	C. M. de Oliveira de Azeméis	600	88 000	Fora de Serviço	45 m a E do km 0+375 – Trecho 2	Desactivada e Reserva
27	C2.3-POÇO	Poço com drenos	173664	437315	Oliveira de Azeméis	Macieira de Sarnes	C. M. de Oliveira de Azeméis	600	44 200	Fora de Serviço	175 m a W do km 0+375 – Trecho 2	Desactivada e Reserva
28	C3.3-POÇO	Poço	174902	437622	Oliveira de Azeméis	César	C. M. de Oliveira de Azeméis	-	-	Fora de Serviço	1 300 m a E do km 0+400 – Trecho 2	Desactivada e Abandonada
29	C3.2-FURO	Furo	174371	437496	Oliveira de Azeméis	César	C. M. de Oliveira de Azeméis	150	20 000	Fora de Serviço	750 m a E do km 0+400 – Trecho 2	Desactivada e Abandonada

Fonte: INSAAR e Informação da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis – Maio 2009

* Informação da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis – Serviços de Água, Abril de 2009

De acordo com informação obtida junto da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis – Serviços de Água, é intenção desta que algumas das captações municipais actualmente desactivadas (fora de serviço), sejam preservadas e protegidas, uma vez que constituem captações de reserva, pois poderão ser utilizadas no abastecimento público em caso de falha prolongada do sistema de abastecimento, que actualmente é da responsabilidade das Águas do Douro e Paiva, SA (origem da água no rio Douro – Lever), ou servirem para outros usos, como seja a rega, caso se justifique.

Assim, em relação às captações municipais de Oliveira de Azeméis, de um total de 12 captações identificadas nas freguesias em análise, apenas 9 estão localizadas no corredor em estudo (1 km para cada lado do traçado), das quais 1 (uma) está abandonada (n.º 17 – furo vertical que já está cimentado) e 8 (oito) estão fora de serviço, mas que constituem uma reserva de água que deve ser preservada.

Destas 8 captações de abastecimento público importa destacar, quer pela sua proximidade à A32/IC2, quer pela sua localização em relação à drenagem das águas de escorrência provenientes da via, as seguintes:

- Captação de água (Poço com drenos no rio Ínsua, n.º 5) localizada a cerca de 250 m, a Oeste do km 0+450 do Trecho 1, foi utilizada até ao ano de 2004 para o abastecimento público de Oliveira de Azeméis, actualmente encontra-se desactivada e totalmente abandonada. De acordo com a informação da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis não existe intenção de a manter como reserva para abastecimento;
- Captação de água (Galeria de Mina, n.º 16) localizada a cerca de 250 m a Este do km 0+050 do Trecho 2, foi utilizada até ano de 2004 para abastecimento público de César (freguesia de César), actualmente está desactivada e totalmente abandonada, pois segundo a Câmara Municipal encontra-se contaminada; neste caso não existe intenção deste município de a manter como reserva para abastecimento;
- Captação de água (Poço com drenos e mina, n.º 15) localizada a cerca de 550 m a Oeste do km 6+600 do Trecho 1, foi utilizada até ao ano de 2004 para o abastecimento público de Nogueira do Cravo (freguesia de Nogueira do Cravo); actualmente encontra-se desactivada. Segundo informação da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, existe intenção de manter esta captação como reserva. De acordo com as medições de campo efectuadas em 24 de Março de 2009, verifica-se

que esta captação apresenta uma profundidade de 8,0 m. O nível hidroestático está a 1 m de profundidade e a cota piezométrica foi definida a 264 m;

- Captação de água (Poço com galeria de Mina, n.º 19) localizada a cerca de 45 m, a Este do km 0+375 do Trecho 2, foi utilizada até ao ano de 2009 para o abastecimento público de Macieira de Sarnes (freguesia de Macieira de Sarnes). Actualmente encontra-se desactivada, servindo apenas como reposição gravítica de água a uma pequena bica. Trata-se de uma bica que está localizada a jusante da captação n.º 19, sendo raramente utilizada pela população local. De acordo com informação da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis é sua intenção manter a captação n.º 19 como reserva. Ainda, com base nas medições de campo efectuadas, em 24 de Março de 2009, verifica-se que esta captação (poço) apresenta uma profundidade 12 m, o nível hidroestático está a 1 m de profundidade e a cota piezométrica foi definida a 309 m;
- Captação de água (Poço com drenos, n.º 27) localizada a cerca de 175 m, a Oeste do km 0+375 do Trecho 2, foi utilizada até ao ano de 2004 para o abastecimento público de Macieira de Sarnes, actualmente encontra-se desactivada. No entanto é intenção da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis de manter esta captação como reserva. De acordo com as medições de campo efectuadas em 24 de Março de 2009, verifica-se que esta captação apresenta uma profundidade de 8,30 m, o nível hidroestático está a 1,30 m de profundidade e a cota piezométrica foi definida a 272,7 m

Importa ainda fazer referência às restantes captações de abastecimento público que surgem na envolvente da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), que no entanto, se encontram muito afastadas do traçado (a mais de 500 m, ver Quadro IV.4.2) e fora da área de influência da drenagem do traçado, não devendo, por isso, ser influenciadas pela implantação da presente A32/IC2.

Destas captações, a única que actualmente está em serviço é a captação municipal-Galeria de mina e furo, n.º 7, localizada a cerca de 1 700 m, a Este do km 1+350 do Trecho 1, utilizada para o abastecimento público de parte da freguesia de Pindelo.

Relativamente à delimitação dos perímetros de protecção das captações municipais destinadas ao abastecimento público, de acordo com o n.º 1 do artigo 43.º do Decreto-lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, a sua delimitação é realizada de acordo com o disposto no

artigo 37.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, observando o definido na Portaria n.º 702/2009, de 6 de Junho - a qual estabelece os termos da delimitação dos perímetros das captações destinadas ao abastecimento público de água para consumo, bem como os respectivos condicionamentos. As normas e os critérios para a delimitação dos referidos perímetros de protecção são definidos pelo Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro.

Neste âmbito refere-se que estes perímetros ainda não se encontram delimitados ao nível do município de Oliveira de Azeméis.

Assim, segundo a informação dos serviços da água deste município, aplicam-se as faixas de protecção definidas no artigo 43.º, da secção IV do regulamento do PDM.

Define o regulamento do PDM de Oliveira de Azeméis (art.º 43 da secção IV):

- i. *“Uma faixa de protecção próxima, delimitada por vedação. Com um raio de 50 m em torno da captação, onde é interdita qualquer construção, a entrada de animais ou de pessoas estranhas ao serviço, à excepção do estritamente necessário apoio à captação, pelo que dentro desta faixa não devem existir depressões onde se possam acumular águas pluviais, linhas de água não revestidas que possam originar infiltração, fossas ou sumidouros de águas negras, habitações, instalações industriais e culturas adubadas ou estrumadas”;*
- ii. *“Uma faixa de protecção à distância com, pelo menos, raio de 100 m, onde não devem existir sumidouros de águas negras abertos na camada aquífera captada, estações de fornecimento de combustíveis, captações na mesma formação aquífera que prejudiquem a quantidade e a qualidade de água captada, rega com águas negras e actividades poluentes”.*

Da análise da delimitação das faixas de protecção apresentadas na Figura IV.4.1, verifica-se para as captações municipais mais próximas do traçado o seguinte:

- Captação municipal n.º 19 - localizada 45 m a Este do km 0+375 do Trecho 2, ambas as faixas de protecção são atravessadas pelo traçado;
- Captação municipal n.º 27 - verifica-se que apenas a faixa dos 200 m de protecção é atravessada.

As restantes captações apresentam as suas faixas de protecção afastadas do traçado.

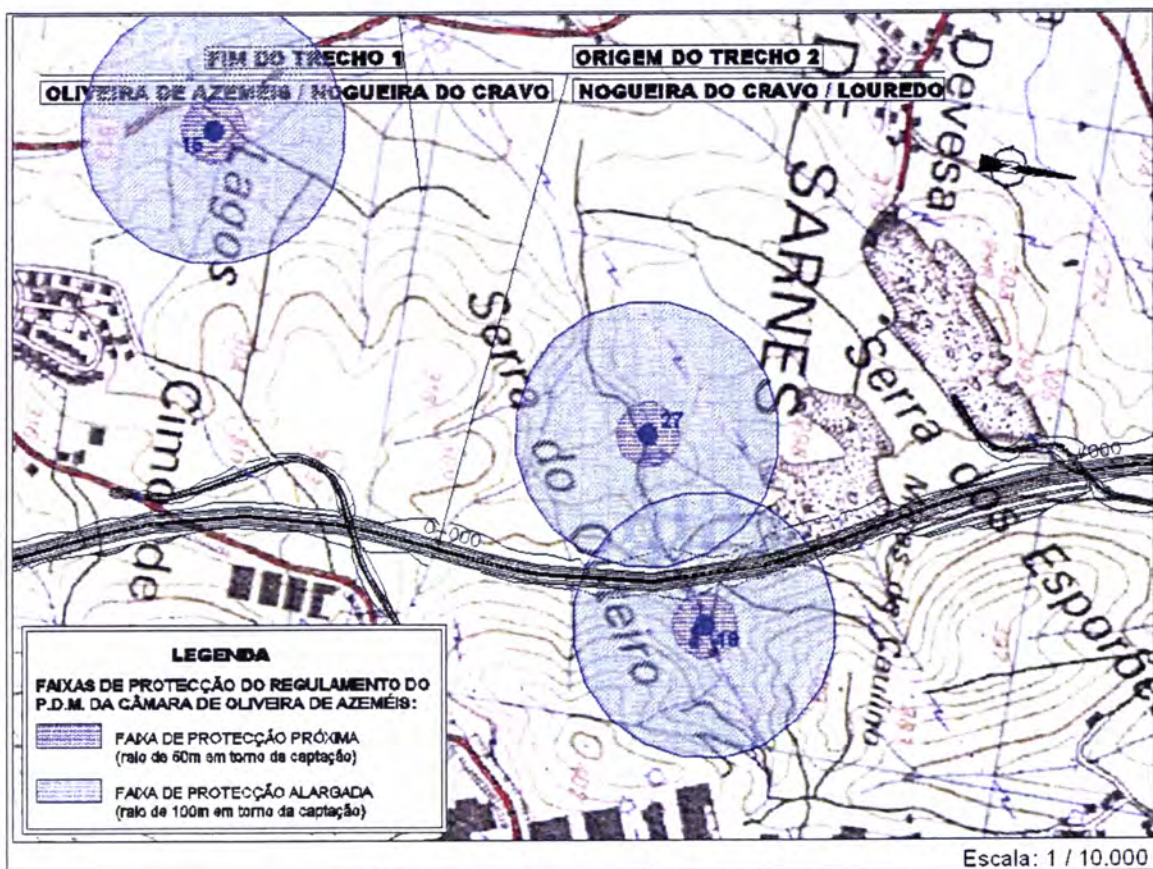


Figura IV.4.1 – Delimitação das faixas de protecção das captações municipais de Oliveira de Azeméis (captações n.ºs 15, 19 e 27)

Assinale-se que, para além das faixas definidas no Regulamento do PDM de Oliveira de Azeméis, foram ainda no presente estudo determinadas as zonas de protecção das captações municipais de Oliveira de Azeméis n.ºs 15, 19 e 27, através do método do raio fixo definido no Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro. Importa salientar que estas zonas de protecção deverão ser interpretadas com algumas reservas.

Neste Decreto-lei, define-se como perímetro de protecção a “*área contígua à captação na qual se interditam ou condicionam as instalações e as actividades susceptíveis de poluírem as águas subterrâneas*”. Esta área engloba três zonas de protecção contíguas às captações de águas subterrâneas, que são a Zona de Protecção Imediata, a Zona de Protecção Intermédia e a Zona de Protecção Alargada, onde alguns usos e ocupações são proibidas ou condicionadas:

- **Zona de Protecção Imediata** – conforme definido no n.º 1 do artigo 6.º do DL encontram-se interditas qualquer tipo de instalação ou actividade nesta zona, com excepção das que têm por objectivo a conservação, manutenção e melhor exploração da captação;
- **Zona de Protecção Intermédia** – são nos termos dos n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º do Decreto-Lei, Interditas as seguintes Actividades e Instalações: Infra-estruturas aeronáuticas; Depósitos de materiais radioactivos, de hidrocarbonetos e de resíduos perigosos; Postos de abastecimento e áreas de serviço de combustíveis; Canalização de produtos tóxicos; Lixeiros e aterros sanitários; Pedreiras e explorações mineiras; Depósitos de sucata; Estações de tratamento de águas residuais; Estações elevatórias de águas residuais; Cemitérios; Aplicação de pesticidas móveis e persistentes na água ou que possam formar substâncias tóxicas, persistentes ou bioacumuláveis; Construção de novas fossas, devendo as existentes ser desactivadas. São ainda condicionadas as seguintes actividades e instalações: Pastorícia; Usos agrícolas e pecuários; Lagos e quaisquer obras ou escavações destinadas à recolha e armazenamento de água ou quaisquer substâncias susceptíveis de se infiltrarem, devendo ser cimentadas todas as captações de água subterrânea existentes que forem desactivadas; Sondagens para captação de água subterrânea, excepto as realizadas pelo município da Batalha; Novas edificações, unidades industriais, oficinas e estações de serviço de automóveis, espaços destinados a práticas desportivas, parque de campismo, colectores de águas residuais implantados fora das vias públicas, estradas e caminhos-de-ferro, ficando a construção sujeita a parecer prévio da CCDR; transporte de hidrocarbonetos, de materiais radioactivos ou de outras substâncias perigosas;
- **Zona de Protecção Alargada** – são nos termos dos n.ºs 4 e 5 do artigo 6.º do DL, Interditas as seguintes Actividades e Instalações, depósitos de materiais radioactivos, de hidrocarbonetos e de resíduos perigosos, canalizações de produtos tóxicos, refinarias e indústria química, lixeiras e aterros sanitários, pedreiras e explorações mineiras, depósitos de sucata, infra-estruturas aeronáuticas, cemitérios e fossas, devendo as existentes ser reconvertidas em fossas sépticas. São ainda condicionadas as seguintes actividades e instalações: aplicação de pesticidas móveis e persistentes na água ou que possam formar substâncias tóxicas, persistentes ou bioacumuláveis; colectores de águas residuais, estações de tratamento de águas residuais, ficando a sua construção sujeita a parecer da CCDR; Lagos e quaisquer obras ou escavações destinadas à recolha e armazenamento de água ou quaisquer substâncias susceptíveis de se infiltrarem, devendo ser cimentadas todas as captações de água subterrânea existentes que forem desactivadas; transporte de hidrocarbonetos, de materiais radioactivos ou de outras substâncias perigosas; postos de abastecimento e áreas de serviço de combustíveis, oficinas e estações de serviço, ficando a sua construção sujeita a parecer da CCDR; Estações de tratamento e estações elevatórias de águas residuais.

O método do raio fixo utiliza como parâmetros hidráulicos o caudal de exploração (Q), a porosidade eficaz (m_e) e a espessura saturada (b). Considera que o fluxo de água à captação é radial e que o cilindro que corresponde a uma isócrona de tempo de trânsito (t) tem um raio fixo (R) tal que, qualquer partícula que entre nesse cilindro demorará um máximo de (t) dias antes de ser extraída do furo.

O raio (R) pode expressar-se como:

$$R = \sqrt{\frac{Q \times t}{m_e \times \pi \times b}}$$

Foram considerados tempos de transporte de 1 dia, 50 dias e 3 500 dias, correspondentes respectivamente à zona imediata, intermédia e alargada.

Conforme referido anteriormente e, segundo a Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis – Serviços de Água, algumas das captações municipais identificadas actualmente encontram-se desactivadas, no entanto deverão ser protegidas, pois constituem ainda uma fonte de reserva de abastecimento público. Encontram-se nestas situações e com maior proximidade do traçado da A32/IC2, as captações n.ºs 15 (Mina e Poço), 19 (Poço com galeria de Mina) e 27 (poço com drenos).

Sendo fundamental conjugar o perímetro de protecção com a localização do traçado efectuou-se uma simulação (ver Quadro IV.4.4), com base nos dados obtidos no reconhecimento de campo e informação dos Serviços de Água da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis. Assim, apresenta-se no Quadro IV.4.3 os dados e características que foi possível recolher para estas captações municipais.

Quadro IV.4.3 – Dados hidráulicos das captações municipais (n.ºs 15, 19 e 27)

Captação Municipal (N.º de Inventário)	Caudal de Exploração (m³/dia) (a)	Profundidade (m) (b)	Espessura da zona Saturada (m) (b)	Profundidade do nível de Água (m) (b)	Altura da parede da captação (m) (b)
15	95,8	8	7	2,00	1,00
19	241	12	11	1,60	0,60
27	121	8,30	7	1,50	0,20

Nota: (a) Informação dos Serviços de Água da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis e dados do INSSAR para o ano de 2002; (b) Informação recolhida no campo em 24 de Março de 2009

Quadro IV.4.4 – Simulação analítica do perímetro de protecção das captações municipais (n.ºs 15, 19 e 27)

Captação Municipal (N.º de Inventário)	Zonas de Protecção (m)		
	Imediata	Intermédia	Alargada
15	4,66	33,00	276,17
19	5,90	41,76	349,4
27	5,25	37,13	310,71

Assim, da representação dos perímetros de protecção definidos pelo método do raio fixo (Decreto-lei 382/99, de 22 de Setembro), que constam da Figura IV.4.2, pode concluir-se que apenas a zona alargada definida para as captações municipais n.ºs 19 e 27 é intersectada. Apesar de se apresentar uma proposta para a zona de protecção destas captações, importa referir que este método apresenta algumas limitações significativas em comparação com outros métodos de cálculo de perímetros de protecção. Estes resultados deverão ser interpretados com alguma ressalva, pois é um método que utiliza pouco parâmetros hidráulicos, não utiliza o gradiente hidráulico na fórmula e valoriza muito o caudal em detrimento de outros parâmetros.

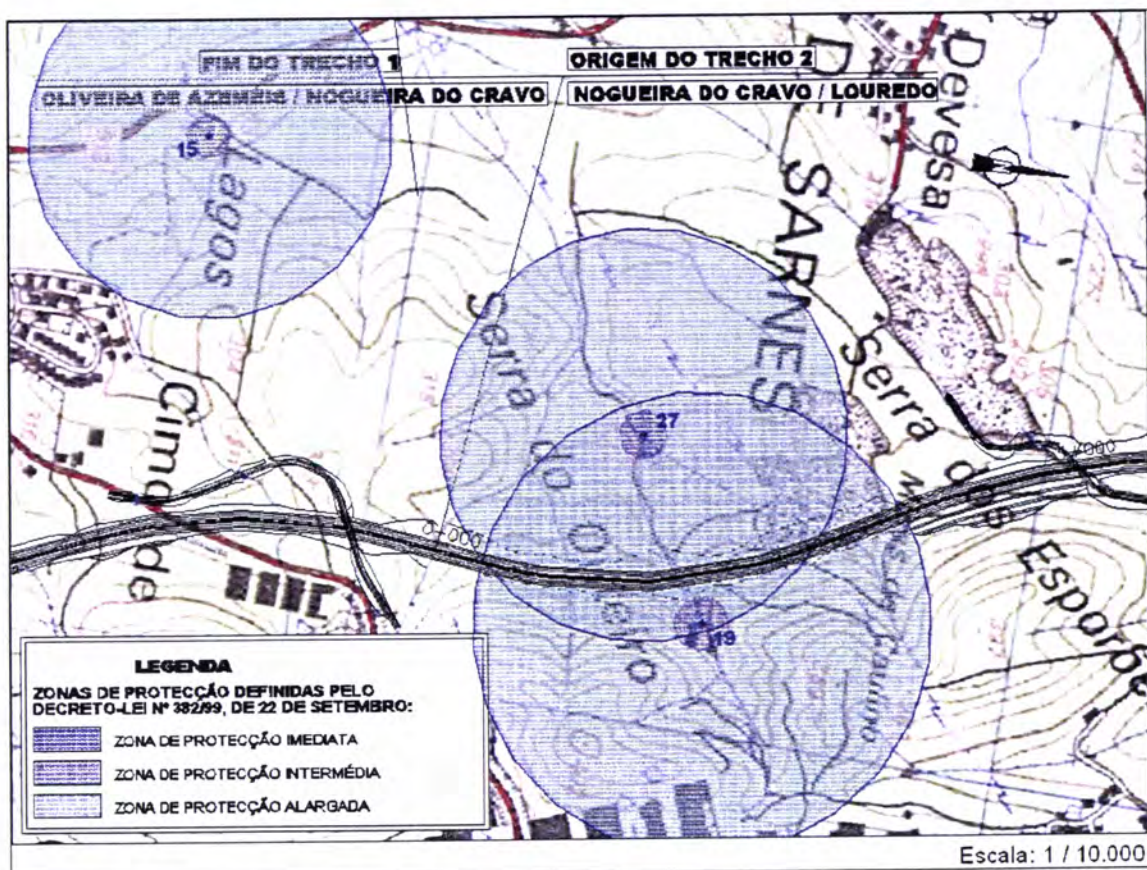


Figura IV.4.2 – Delimitação das zonas de protecção das captações municipais de Oliveira de Azeméis (captações n.ºs 15, 19 e 27) definidas pelo Decreto-lei 382/99.

IV.4.3.3. Captações Licenciadas pela ARH-Norte (ex. CCDR-Norte)

No âmbito do presente estudo efectuou-se ainda uma pesquisa junto da Administração da Região Hidrográfica do Norte (ARH- Norte), ex CCDR - Norte, com o intuito de se inventariar possíveis captações licenciadas por esta entidade, que se encontrassem na área em estudo e na envolvente da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

Assim, para a área em estudo e/ou na sua envolvente ao nível das freguesias atravessadas pelo traçado, foram inventariadas 40 captações licenciadas (furos e poços), cuja identificação e as principais características hidrodinâmicas, se apresentam no Quadro IV.4.5.

Quadro IV.4.5 – Inventário das captações licenciadas nas freguesias da área de intervenção da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço)

N.º	Localização					Proprietário	Tipo de Captação	Uso	Vol. Mensal Máximo* (m³)	Caudal Máximo* (l/s)	Prof. (m)
	Coordenadas		Lugar	Freguesia	Concelho						
	M	P									
1	174130	437100	Mergulhão	César	Oliveira de Azeméis	Socicesar - Combustíveis e Lubrificante, Ldª	Furo vertical	Sem informação	15,0	0,17	30,0
2	174040	437270	Zona Industrial de César	César	Oliveira de Azeméis	Flama-Fábrica de Louças e electrodomésticos, S.A	Furo vertical	Indústria	80,0	0,93	100,0
3	174525	437375	Mirões	César	Oliveira de Azeméis	Costa Neves & Sousa Lda.	Furo vertical	Indústria	70,0	0,81	100,0
4	173930	437920	Mirões	César	Oliveira de Azeméis	Maria Goreti de Jesus Tavares	Furo vertical	Fins domésticos	6,0	0,07	50,0
5	174380	438200	Cortinhas	César	Oliveira de Azeméis	Silampos Indústria de Louças Metálicas - Campos, Ldª	Furo vertical	Rega, Fins dom. e Indústria	415,0	4,80	30,0
6	172690	434260	Ribeira Verde	Nogueira do Cravo	Oliveira de Azeméis	Alvaro Neves da Silva	Furo vertical	Fins domésticos	25,0	0,29	120,0
7	173250	434900	Póvoa de Cadavais	Nogueira do Cravo	Oliveira de Azeméis	Repsol Portugal - Petróleo e Derivados Ldª	Furo vertical	Rega	30,0	0,35	100,0
8	173300	434900	Póvoa de Cadavais	Nogueira do Cravo	Oliveira de Azeméis	Empresa Repsol Portugal - Petróleo e derivados Lda	Furo vertical	Rega	30,0	0,35	100,0
9	174090	435050	Serro	Nogueira do Cravo	Oliveira de Azeméis	MA 2 - Comercialização E Fabrico De Calçado, Lda	Furo vertical	Indústria			100,0
10	174082	435240	Monte Redondo - Zona Industrial	Nogueira do Cravo	Oliveira de Azeméis	Tornetais - Sociedade de Comercialização de Metais, Ldª.	Furo vertical	Indústria e Fins domésticos			100,0
11	172250	429201	Oliveira De Azemeis	Oliveira de Azemeis	Oliveira de Azemeis	Manuel António Pinho Almeida Oliveira	Poço	Rega			
12	171837	431060	Zona Industrial de Oliveira de Azemeis	Oliveira de Azemeis	Oliveira de Azemeis	Simoldes Plásticos Ldª	Furo vertical	Rega, Fins dom. e Indústria	130,0	1,50	80,0
13	171811	431077	Zona Industrial	Oliveira de Azemeis	Oliveira de Azemeis	Simoldes Aços, Lda.	Furo vertical	Indústria	700,0	8,10	25,0
14	173.875	427770	Ponte Nova	Ossela	Oliveira de Azemeis	Indulac - Industrias Lácteas, Ldª.	Furo vertical	Indústria	1.000	11,57	62,0
15	174098	430.225	Ermoim / Margonça	Ossela	Oliveira de Azemeis	Daniel Da Silva Jorge	Furo vertical	Rega e Fins domésticos	32,0	0,37	120,0
16	173820	431030	Vermoim	Ossela	Oliveira de Azemeis	Equipron - Equipamento e produtos de aço inoxidável, Ldª	Poço	Fins domésticos			22,0
17	173660	433580	Rua Almeida Garret	Pindelo	Oliveira de Azemeis	José Mana de Pinho	Furo vertical	Fins domésticos	10,0	0,12	55,0
18	174425	434086	Cruz	Pindelo	Oliveira de Azemeis	Maria Clara Pinheiro De bastos Guimarães	Furo vertical	Fins domésticos			80,0
19	172000	434200	Pindelo	Pindelo	Oliveira de Azemeis	Luis Miguel Da Silva Martins	Furo vertical	Rega			70,0
20	172390	432250	Bustelo	São Roque	Oliveira de Azemeis	António Joaquim Dos Reis Gomes	Furo vertical	Rega			75,0
21	171340	442660	Airas	Sami	Santa Maria da Feira	Irmãos Cavaco, S.A.,	Furo vertical	Rega, Fins dom. e Indústria	900,0	10,42	90,0
22	171309	450480	Mouchão	Canedo	Santa Maria da Feira	José da Silva Ferreira	Furo vertical	Rega		0,00	60,0
23	170780	450471	Rua Dos Valinhos, 249	Canedo	Santa Maria da Feira	Jaime Jesus Santos	Furo vertical	Rega	40,0	0,46	65,0
24	171470	444950	Casaldaça	Glão	Santa Maria da Feira	C.P. - Construções Prontas, Ldª	Furo vertical	Rega, Fins dom. e Indústria	120,0	1,39	110,0
25	172680	438380	Conjeira	Guisande	Santa Maria da Feira	Bernardino Correia Teixeira	Furo vertical	Rega	50,0	0,58	22,0
26	171162	440310	Gaiate	Milheirós de Poiares	Santa Maria da Feira	Germano Pereira de Resende	Poço	Fins domésticos			
27	172100	443000	Quinta da Lage	Milheirós de Poiares	Santa Maria da Feira	Filipe Teixeira Soares	Furo vertical	Fins domésticos			120,0
28	171130	442113	Travessa Combatentes Do Ultramar	Romanz	Santa Maria da Feira	Manuel Jorge Faria De Pinho	Furo vertical	Rega	30,0	0,35	48,0
29	165520	457740	Avº Vasco da Gama	Avintes	Vila Nova de Gaia	BA - Fábrica de Vidros Barbosa & Almeida, S.A	Furo vertical	Rega e Indústria	50,0	0,58	60,0
30	167675	461150	Rua 5 de Outubro, 144 - Azenhas	Avintes	Vila Nova de Gaia	Pinto Soares & Soares, Ldª	Furo vertical	Indústria e Fins domésticos	132,0	1,53	90,0
31	165610	455500	Seixo Alvo	Olival	Vila Nova de Gaia	Fundação Portogalia	Furo vertical	Rega	1.400,0	16,20	120,0
32	165400	453900	Oliveiras	Pedroso	Vila Nova de Gaia	Ruc-Revestimentos Universais e do Continente, Lda	Furo vertical	Indústria e Fins domésticos	25,0	0,29	60,0
33	165590	455200	Paradela De Cima	Pedroso	Vila Nova de Gaia	José Avelino Ferreira Dias	Furo vertical	Rega	30,0	0,35	56,0
34	165700	455200	Paradela De Cima	Pedroso	Vila Nova de Gaia	José Avelino Ferreira Dias	Furo vertical	Rega			100,0
35	164850	457010	Rua Nova da Estivada, 171	Pedroso	Vila Nova de Gaia	Joaquim de Oliveira Volta e Silva	Furo vertical	Rega e Fins domésticos	150,0	1,74	100,0

N.º	Localização					Proprietário	Tipo de Captação	Uso	Vol. Mensal Máximo* (m³)	Caudal Máximo* (l/s)	Prof. (m)
	Coordenadas		Lugar	Freguesia	Concelho						
	M	P									
36	166190	457120	Stª Marinha de Camaçais	Pedroso	Vila Nova de Gaia	A. Clemente, Ldª	Furo vertical	Indústria e Fins domésticos	90,0	1,04	22,0
37	164750	457350	Alheira de Baixo	Pedroso	Vila Nova de Gaia	Granit - Schuh Portuguesa - Fábrica de Calçado, Sociedade Unipessoal, Ldª	Furo vertical	Fins domésticos	330,0	3,82	114,0
38	166340	457400	E.N. nº 222 - Km7	Pedroso	Vila Nova de Gaia	Jorma - Reparação e Reconstrução de Máquinas e Aparelhos Eléctricos, Ldª	Furo vertical	Fins domésticos	25,0	0,29	68,0
39	170530	458625	Jaca	Pedroso	Vila Nova de Gaia	SUNVIAUTO - Indústria de Componentes de Automóveis SA	Furo vertical	Indústria	250,0	2,89	150,0
40	163440	450550	Crasto	Sandim	Vila Nova de Gaia	José Alves da Cunha Pedroso	Poço	Indústria	198,0	2,29	10,0

Fonte: ARH-Norte (ex-CCDR-Norte); * Valores que foram definidos pelos proprietários no processo de licenciamento das captações junto da ARH-Norte

Com base nesse inventário apresenta-se no Quadro IV.4.6 as captações que apresentam uma maior proximidade à área de intervenção da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

Quadro IV.4.6 – Inventário das captações licenciadas na área de intervenção da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço)

N.º de Inventário Atribuído	Tipo de Captação	Coordenadas		Concelho	Freguesia	Uso da Captação	Localização em relação à traçado (km) (1)
		M	P				
1	Furo Vertical	174 130	437 100	Oliveira de Azeméis	César	- -	450 m a E do km 0+150 - Trecho 2
2	Furo Vertical	174 040	437 270	Oliveira de Azeméis	César	Indústria	400 m a E do km 0+300 – Trecho 2
4	Furo Vertical	173 930	437 920	Oliveira de Azeméis	César	Fins domésticos	500 m a E do km 0+850 – Trecho 2
9	Furo Vertical	174 090	435 050	Oliveira de Azeméis	Nogueira do Cravo	Indústria	75 m a W do km 5+100 – Trecho 1
10	Furo Vertical	174 082	435 240	Oliveira de Azeméis	Nogueira do Cravo	Indústria e Fins domésticos	75 m a W do km 5+125 – Trecho 1
17	Furo Vertical	173 660	433 580	Oliveira de Azeméis	Pindelo	Fins domésticos	300 m a E do km 3+450 – Trecho 1
18	Furo Vertical	174 425	434 086	Oliveira de Azeméis	Pindelo	Fins domésticos	350 m a W do km 3+900 – Trecho 1
21	Furo Vertical	171 340	442 660	Santa Maria da Feira	Samil	Rega, Fins domésticos e Indústria	350 m a E do km 5+850 – Trecho 3
22	Furo Vertical	171 309	450 480	Santa Maria da Feira	Canedo	Rega	350 m a E do km 5+850 – Trecho 3
23	Furo Vertical	170 780	450 471	Santa Maria da Feira	Canedo	Rega	1100 m a W do km 3+800 – Trecho 3
24	Furo Vertical	171 470	444 950	Santa Maria da Feira	Gião	Rega, Fins domésticos e Indústria	450 m a W do km 8+500 – Trecho 2
26	Poço	171 162	440 310	Santa Maria da Feira	Milheirós de Poiares	Fins domésticos	75 m a W do ramo do Nó c/ a via Feira/Mansores, km 5+500 – Trecho 2
27	Furo Vertical	172 100	443 000	Santa Maria da Feira	Romariz	Fins domésticos	400 m a E do km 4+500 – Trecho 2
28	Furo Vertical	171 130	442 113	Santa Maria da Feira	Vila Maior	Rega	100 m a E do km 4+350 – Trecho 3
30	Furo Vertical	167 675	461 150	Vila Nova de Gaia	Avintes	Indústria e Fins domésticos	75 m a E do km 11+000 – Trecho 3
34	Furo Vertical	165 700	455 200	Vila Nova de Gaia	Pedroso	Rega	75 m a N do km 14+650 – Trecho 3
35	Furo Vertical	164 850	457 010	Vila Nova de Gaia	Pedroso	Rega e Fins domésticos	Sob o traçado, km 15+600 – Trecho 3
37	Furo Vertical	164 750	457 350	Vila Nova de Gaia	Pedroso	Fins domésticos	Sob o traçado, km 15+800 – Trecho 3
39	Furo Vertical	170 530	458 625	Vila Nova de Gaia	Pedroso	Indústria	400 m a W do km 6+000 – Trecho 2

Fonte: ARH-Norte (ex. CCDR-Norte – Março de 2009)

Nos Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12 (ver capítulo IV.4.4) apresentam-se, à escala 1/25 000, a distribuição espacial das captações licenciadas mais próximas da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

As restantes captações licenciadas e que constam do inventário da CCDR-Norte (ver Quadro IV.4.5), encontram-se muito afastadas (a mais de 500 m), não devendo, por isso, ser influenciadas pela implantação do presente traçado.

Assim, com base nos dados fornecidos para as 40 captações particulares identificadas no Quadro IV.4.5, apenas é possível referir que 12 são utilizadas para a rega, 9 para fins domésticos, 7 para a indústria e 12 para usos mistos. A profundidade das captações por furo vertical, varia entre os 22 a 150 m, atingindo a sua maioria uma profundidade de 100 m.

Os poucos dados das 4 captações por poço, permitem apenas referir que estes apresentam uma profundidade mais reduzida, variando entre os 10 a 22 m.

A observação dos dados recolhidos permite ainda concluir que estas captações apresentam na sua maioria caudais de exploração na ordem dos 0,5 a 2 l/s, mas pontualmente, regista-se uma grande variabilidade dos volumes de exploração em algumas captações, que variam entre os 6 e os 1 400 m³/mês.

IV.4.3.4. Fontanários, Minas e Poços Públicos

Para além da pesquisa das captações municipais e licenciadas pela CCDR-Norte, foram ainda identificadas na área em estudo, com base na informação recolhida nas Câmaras Municipais de Oliveira de Azeméis e Santa Maria da Feira, Juntas de Freguesia atravessadas, e reconhecimento de campo, vários fontanários públicos, minas e poços comunitários, os quais são identificadas nos Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12 (ver capítulo IV.4.4).

No Anexo A do presente estudo apresenta-se, para todos os fontanários, minas e poços comunitários inventariados, uma pequena ficha de inventário, com a informação que foi possível recolher no trabalho de campo realizado.

Assim, destes pontos de água inventariados na área em estudo, importa destacar pela sua proximidade ao traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) e sua localização em relação à área de influência da drenagem proveniente do traçado, os seguintes pontos de água:

- Fontanário público de Coelheira (n.º F2) - localizado na povoação de Vales/Coelheira (freguesia de Nogueira do Cravo), a cerca de 200 m a Oeste, do km 6+350 – Trecho 1, utilizado pela população para o consumo doméstico;
- Conjunto de Minas e Nascentes – localizadas na freguesia de Milheiros de Poiares, entre os km 2+100 a 4+600 – Trecho 2 em ambos os lado do traçado e na sua proximidade, utilizadas para rega e abastecimento doméstico particular. Desta importa destacar pelo seu actual uso, as minas M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M14, M15, M16, M17, M18, M20, M20a, M21 e M22;
- Conjunto de Minas – localizadas na freguesia de Pigeiros, entre os km 5+000 a 6+500 – Trecho 2 em ambos os lado do traçado e na sua proximidade, utilizadas para rega e abastecimento doméstico particular Desta importa destacar pelo seu actual uso, as minas M23, M24, M26, M27 e M28;
- Fontanário público do Rato (n.º F3) – localizado na freguesia de Milheiros de Poiares, a 350 m a Oeste do km 2+500 – Trecho 2, utilizada pela população local para o consumo doméstico. De acordo com informação recolhida junto da população local e da Junta de Freguesia de Milheiros de Poiares trata-se de uma nascente que é utilizada com pouca frequência pelos habitantes locais, devido à sua localização não ser muito conhecida. Com base nos dados recolhidos no campo, em Março de 2009, verifica-se que esta fonte debita à data do trabalho de campo um caudal muito reduzido, da ordem dos 0,07 l/s;
- Fontanário público da Palhaça (n.º F4) – localizado na freguesia de Milheiros de Poiares, a 350 m a Oeste do km 2+850 – Trecho 2. De acordo com informação fornecida pela Junta de Freguesia e população local trata-se de um fontanário que é utilizado sobretudo como apoio a um lavadouro público e rega. Com base nos dados recolhidos no campo, em Março de 2009, verifica-se que esta fonte debita à data, um caudal reduzido, da ordem dos 0,2 l/s;
- Fontanário público do Campo de Tiro (n.º F5) – localizado na freguesia de Milheiros de Poiares, a 300 m a Oeste do km 3+500 – Trecho 2, utilizado pela população local para o consumo doméstico. De acordo com informação fornecida pela junta de freguesia e pela população local, trata-se de uma nascente que é utilizada com muita

frequência pelos habitantes locais e das freguesias adjacentes. Com base nos dados recolhidos no campo, em Março de 2009, verifica-se que esta fonte debita um caudal moderado, da ordem dos 1,2 l/s;

- Fontanário público do Parque (n.º F6) – localizado em Gaiate, na freguesia de Milheiros de Poiares, a 250 m a Oeste do km 4+200 – Trecho 2, utilizado pela população para consumo doméstico;
- Fontanário público de Bajouca (n.º F7) – localizado na freguesia de Pigeiros, a 150 m a Oeste do km 5+600 – Trecho 2, utilizado pela população para consumo doméstico;
- Poço público/comunitário de Cavadas (n.º P1) – localizado na freguesia de Romariz, a 30 m a Oeste do km 6+800 – Trecho 2, utilizado pela população para consumo doméstico;
- Fontanário público de Duas Igrejas (n.º F10) – localizado na freguesia de Romariz, a 150 m a Este do km 7+150 – Trecho 2, utilizado pela população para consumo doméstico;
- Poço público/comunitário de Estoze (n.º P2) – localizado na freguesia de Guisande, a 300 m a Oeste do km 7+300 – Trecho 2, utilizado pela população de Estoze para consumo doméstico;
- Fontanário público de Cimo da Vila (n.º F12) – localizado na freguesia de Guisande, a 300 m a Oeste do km 7+450 – Trecho 2, utilizado pela população para consumo doméstico;
- Fontanário público do Viso ou da N.º Sra da Fortuna (n.º F13) – localizado na freguesia de Guisande, a 500 m a Oeste do km 8+650 – Trecho 2, utilizado pela população para consumo doméstico;
- Fontanário público da Reguenga (n.º F14)- localizado na freguesia de Guisande, a cerca de 75 m a Oeste do km 0+300 – Trecho 3, utilizado pela população para o consumo doméstico;
- Fontanário público de Gião (n.º F15)- localizado na freguesia de Gião, a cerca de 450 m a Oeste do km 0+850 - Trecho 3, utilizado pela população do Fundo da Vila e Azevedo para o consumo doméstico. Com base nos dados recolhidos no campo, em Março de 2009, verifica-se que esta fonte debita um caudal reduzido, da ordem dos 0,1 l/s;
- Fontanário público da Redonda (n.º F19)- localizado na freguesia de Vila Maior, a cerca de 20 m a Este do km 4+000 - Trecho 3, utilizado pela população para o consumo doméstico;

- Fontanário público de Canedo (n.º F18)- localizado na freguesia de Canedo, a cerca de 125 m a Este do km 3+100 - Trecho 3, utilizado pela população para o consumo doméstico;
- Fontanário público de Canedinho Sul (n.º F16) - localizado na freguesia de Gião, a cerca de 200 m a Oeste do km 3+100 - Trecho 3, utilizada pela população para o consumo doméstico;
- Fontanário público de Canedinho Norte (n.º F 17) - localizado na freguesia de Gião, a cerca de 150 m a Oeste do km 3+400 - Trecho 3, utilizado pela população para o consumo doméstico;
- Fontanário público de Cedofieta (n.º F20) - localizado na freguesia de Vila Maior, a cerca de 150 m a Oeste do km 4+900 - Trecho 3, utilizado pela população para o consumo doméstico;
- Fontanário público de Lobel (n.º F22) - localizado na freguesia de Vila Maior, a cerca de 550 m a Oeste do km 5+900 - Trecho 3, utilizado pela população de Lobel para o consumo doméstico e lavadouro, cuja a origem de água do fontanário, uma mina, encontra-se localizada mais próxima do traçado, a cerca de 75 m a Oeste;
- Fontanário público de Corredoura (n.º F21) - localizado na freguesia de Vila Maior, a cerca de 500 m a Oeste do km 6+000 - Trecho 3, utilizado pela população de Lobel para o consumo doméstico e lavadouro.

IV.4.3.5. Poços Particulares

Com base em observações locais e levantamento das cartas militares, foram ainda inventariados alguns poços, dispersos na área delimitada, que apresentam profundidade de poucos metros, de grande diâmetro e que, ocorrem com alguma evidência ao longo das linhas de água e na proximidade dos aglomerados. Estas captações são utilizadas essencialmente para uso agrícola, mas por vezes também para fins domésticos, onde se inclui o consumo.

Estas captações captam nas camadas dos aquíferos mais produtivas que se encontram associadas às aluviões das linhas de água e aos horizontes mais fracturados, onde a componente argilosa é pouco abundante.

Do levantamento de campo efectuado importa destacar pela sua maior densidade, os poços localizados sobretudo, na zona de Nogueira do Cravo, associados ao vale da ribeira do

Cercal, em Macieira de Sarnes, Milheiros e Palhaça, ao longo do vale da ribeira do Pintor, Tresuma e Bajouca (Pigeiros) e em Guisande, ao longo do vale da ribeira da Mota.

Importa referir que estas captações não constam do inventário efectuado na CCDR -Norte.

Nos Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12 (ver capítulo IV.4.4) apresenta-se, à escala 1/25 000, a localização destas captações.

IV.4.3.6. Captações das Termas das Caldas de S. Jorge

No respeitante a áreas concessionadas para a exploração de águas minerais, destaca-se na zona envolvente à área de estudo a ocorrência da concessão de água mineral “*Caldas de S. Jorge*” – HM0350000, localizada no concelho de Santa Maria da Feira, na freguesia de Caldas de São Jorge.

Após análise desta informação, a qual foi apoiada pela directora técnica das Termas das Caldas de S. Jorge, verifica-se que o traçado do Trecho 2, não intercepta a zona de concessão ou a zona alargada de protecção deste recurso, localizando-se o traçado em relação a esta última zona a cerca de 550 m a Este do km 7+500. Em relação às captações das Caldas de S. Jorge estas encontram-se situadas a cerca de 2 500 m do km 8+000, a Oeste do Trecho 2.

De acordo com a Direcção Técnica das termas das Caldas de S. Jorge, está-se em presença de um recurso renovável, com origem nas águas meteóricas infiltradas, com uma circulação relativamente profunda, o que lhe confere não só a sua temperatura na emergência (cerca de 20°C), como também a sua assinatura hidroquímica. A água mineral é descrita como hipotermal, fracamente mineralizada, “doce”, com reacção muito alcalina. É uma água bicarbonatada sódica, carbonatada, fluoretada, sulfidratada, contendo parte da sílica sob a forma ionizada. É uma água sulfúrea do sub-grupo 8,35<pH<9,00 em matriz cloretada.

Como se pode depreender, estas águas minerais naturais são utilizadas com fins terapêuticos, nomeadamente no tratamento de doenças do aparelho respiratório, da pele, reumáticas e músculo-esqueléticas.

A directora técnica das Caldas de S. Jorge refere que o circuito hidromineral das águas sulfúreas das Caldas de S. Jorge se encontra directamente relacionado com o Filão Metalífero das Beiras, na área que se estende desde Vinhó até Fiães, assim como com o sistema estrutural existente e que o secciona (ver Carta Síntese de Hidrogeologia, Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12 apresentados no capítulo IV.4.4).

Assim, apesar do traçado não interceptar a zona alargada de protecção deste recurso hidromineral, este encontra-se localizado na área de influência estrutural de circulação das águas subterrâneas das captações de Caldas de S. Jorge, entre os km 4+000 a 7+000, embora não tenha contacto directo com o aquífero em questão.

O Decreto-Lei n.º 86/90, de 16 de Março é o diploma que aprova o regulamento das águas minerais naturais.

Os perímetros de protecção das águas minerais naturais e respectivas zonas são previstos no n.º 4, do artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março e, fixados por portaria dos membros do Governo competentes, sob proposta do concessionário. Os artigos 42.º, 43.º e 44.º do referido Decreto-Lei, estabelecem ou permitem estabelecer as restrições e condicionantes a observar em cada uma destas zonas do perímetro de protecção.

Neste âmbito os perímetros de protecção da água mineral natural identificada com o número HM-35, de cadastro e denominação “Caldas de S. Jorge”, foram fixados pela Portaria nº 292/2005, de 22 de Março, correspondendo às zonas de protecção, cujos vértices têm as coordenadas identificadas no Quadro IV.4.7.

O titular do contrato de concessão de exploração da água mineral natural é a Câmara Municipal de Santa Maria da Feira.

Quadro IV.4.7 – Perímetros de protecção da Água Mineral Natural número HM-35 – “Caldas de S. Jorge”

Zonas de Protecção	Coordenadas		Área (ha)
	M	P	
Zona Imediata de Protecção	-30874	144501	0,009
	-30872	144496	
	-30886	144489	
	-30888	144495	
Zona Intermédia de Protecção (zona de concessão)	-30740	144880	126,5
	-30060	143880	
	-30860	143300	
	-31620	144420	

Zonas de Protecção	Coordenadas		Área (ha)
	M	P	
Zona Alargada de Protecção	-31191	145222	465,2
	-30494	145099	
	-29410	144272	
	-29123	143743	
	-31201	142616	
	-32104	144281	
	-31883	144966	

Fonte: Portaria n.º 292/2005, de 22 de Março

IV.4.4. Análise dos Fluxos Preferenciais de Circulação e Condições de Recarga dos Aquíferos

IV.4.4.1. Considerações Gerais

Importa referir que o conhecimento detalhado dos fluxos de escoamento subterrâneo no corredor da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), com a determinação precisa do circuito das águas subterrâneas desde as zonas de recarga até às emergências ou exurgências, é de difícil determinação face ao tipo de meio geológico presente, marcado pela presença de aquíferos descontínuos.

Perante o exposto, no presente capítulo far-se-á uma interpretação aproximada dos possíveis fluxos preferenciais de circulação, que, sem prejuízo das limitações que existem, pode ser considerado representativo, tendo em conta a incerteza que sempre rodeia a caracterização hidrogeológica de rochas compactas e fissuradas.

IV.4.4.2. Condições de Recarga dos Aquíferos

De acordo com o Glossário de Termos Hidrogeológicos (Almeida *et al.*, 2000a) recarga está definida como - "*Quantidade de água que escoia verticalmente até atingir o nível freático, aumentando assim a quantidade de água subterrânea armazenada. Contribui para recarga a infiltração da água da chuva ou neve, infiltração da água dos rios e outras*". A metodologia usada para a delimitação de zonas de recarga baseia-se na informação cartográfica existente uma vez que este parâmetro é de análise regional.

No geral e, na área estudada, as formações hidrogeológicas dão origem a aquíferos descontínuos, pouco produtivos a um nível regional, mas que por vezes revelam uma importância ao nível local, como é o caso. De facto, para além da exploração das Caldas de S. Jorge (Água Mineral Natural HM-35) que existe na envolvente do traçado, foram detectadas

várias captações de água para abastecimento público, fontanários e minas, sobretudo entre Nogueira do Cravo e Vila Maior (ver Capítulo IV.4.3).

A recarga deste tipo de aquífero descontínuo que existe na área em estudo faz-se sobretudo por infiltração directa da precipitação sobre as formações presentes e através da influência das linhas de água.

A precipitação média anual na zona em estudo pode ser inferida a partir dos registos da estação udométrica (08F/01U - Fiães) do INAG (registos de 1932 a 1984) que apresenta uma média anual de 1 604 mm.

Considerando um coeficiente de recarga conservativo de 10% (Carvalho, 2006) definido para as unidades geológicas da zona em estudo verifica-se uma recarga de 160 mm.

Deste modo, apresentam-se na Carta Síntese de Hidrogeologia que integra o presente estudo, Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12, as áreas que constituem zonas preferenciais de recarga, constituindo os filões de quartzo e as falhas identificadas, locais importantes na alimentação dos aquíferos, através dos quais é feita a circulação da água. Verifica-se que na área em estudo desempenham um papel importante as fracturas mais extensas com direcção NE-SW e NW-SE a NNW-SSE.

Algumas destas estruturas são responsáveis a nível regional pela emergência das águas minerais das Caldas de S. Jorge, sendo de importância fulcral o Filão Metalífero das Beiras (FMB), assim como as falhas que o seccionam.

Para além destes acidentes tectónicos, importa ainda destacar uma importante estrutura que se desenvolve entre Ossela e Guisande, designada por sinforma de Milheiros de Poiares-Vale (Telhadela).

A presença desta crista quartzítica constitui um relevo de dureza, destacando-se dos terrenos xistosos paleozóicos envolventes, formando uma série de cabeços alinhados NW-SE (serra do Pereiro, serra do Pindelo, Monte Redondo, etc.).

Pode até especular-se que o sinforma de Milheiros de Poiares-Vale (Telhadela) exerce, localmente, um papel drenante, favorecendo um potencial hidrogeológico na envolvente e nos

níveis da Formação de Santa Justa onde se situa a maioria das captações e das emergências de água inventariadas na zona em estudo.

De facto, a informação geológica, geomorfológica e hidrogeológica disponível sugere que as captações municipais da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, os vários fontanários públicos e as minas que constam do inventário efectuado (ver Capítulo IV.4.3) apresentam uma localização preferencial ao longo das zonas mais produtivas, dispostas junto da Formação de Santa Justa, logo em meio fissurado e, portanto, na dependência do sinforma de Milheiros de Poiães-Vale (Telhadela).

IV.4.4.3. Análise dos Fluxos Preferenciais de Circulação

Para o tipo de aquífero que surge na área em estudo a circulação de água faz-se na camada superficial de alteração e ao longo das descontinuidades mais profundas da rocha. O rególito por vezes parece bem desenvolvido, pelo que predomina amplamente a circulação nestes níveis, porém com um algum complemento da circulação fissural ao longo de falhas, fracturas, planos de estratificação, diaclases, contactos, zonas filoneanas, etc..

De facto, a circulação preferencial de água na zona de deformação frágil é confirmada pela assinatura físico-química da água registada no âmbito da campanha de monitorização realizada (ver capítulo IV.6), pois não há sinais evidentes de circulação profunda, que seria a temperatura elevada, conforme é revelado pelas temperaturas das águas minerais das Caldas de S. Jorge (23 °C).

Assinala-se que os fluxos preferenciais de escoamento subterrâneo na área em estudo acompanham com algum rigor a topografia e são feitos, preferencialmente, na direcção das linhas de água, onde se dá a descarga. Revela-se ainda que os níveis freáticos são normalmente muito sensíveis às variações registadas na precipitação.

Todas estas constatações teóricas foram aferidas com base numa campanha de monitorização na qual se inventariaram vários pontos de água. No decorrer deste trabalho de campo mediu-se o nível da água e a profundidade da captação (ver capítulo IV.4.3 e Anexo A – Fichas de Campo das Águas Subterrâneas). Considerou-se ainda a informação disponível sobre os níveis freáticos das sondagens geotécnicas efectuadas entre Novembro de 2007 e Maio de 2008 e que acompanharam o Projecto de Execução da A32/IC2.

Foi ainda efectuada uma pesquisa na base de dados do SNIRH, ao nível da monitorização de piezómetros. No entanto a informação consultada não apresenta dados sobre o nível piezométrico para a região em estudo.

Assim, tendo em consideração a variedade hidrogeológica no traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) sintetizou-se no Quadro IV.4.8 as captações inventariadas e as cotas piezométricas relativas às medições efectuadas entre Março e Maio de 2009.

Com base na amostragem efectuada, pode-se concluir que, ao longo do Trecho 1, os fluxos preferenciais se processam maioritariamente para o rio Ínsua e seus afluentes, predominando o sentido SW.

Quadro IV.4.8 – Inventário dos pontos de água de medição do nível freático e das sondagens geotécnicas

Referência do Ponto	Cota do Terreno (m)	Tipo de Captação	Profundidade do nível de água (m)	Cota Piezométrica (m)	Uso associado
Captação municipal n.º 4	130	Poço com drenos	2.30	127.7	Sem uso
Captação municipal n.º 15	265	Poço	1.00	264	Abastecimento Público (desactivada)
175 m a poente do km 6+150	292	Poço	11.0	281	Poço particular de abastecimento doméstico
S2 (km 2+555)	-	-	6.1	-	Sondagem mecânica
S4 (km 3+955)	-	-	11.0	-	Sondagem mecânica
Captação municipal n.º 27	274	Poço	1.30	272.7	Abastecimento Público (desactivada)
Captação municipal n.º 19	310	Poço	1.00	309	Abastecimento Público (desactivada)
S6 (km 3+625)	-	-	0.80	-	Sondagem mecânica
100 m a poente do km 0+850	170	Poço	6.5	163.5	Poço particular de abastecimento doméstico
P21C (km 13+660)	-	-	0.60	-	Sondagem mecânica
S10 (km 2+225)	-	-	3.60	-	Sondagem mecânica
S11 (km 2+525)	-	-	3.40	-	Sondagem mecânica
S12 (km 2+940)	-	-	2.90	-	Sondagem mecânica
S13 (km 7+450)	-	-	3.20	-	Sondagem mecânica
S14 (km 7+885)	-	-	8.40	-	Sondagem mecânica
S15 (km 10+850)	-	-	10.7	-	Sondagem mecânica
S10C (km 11+150)	-	-	3.50	-	Sondagem mecânica
S8F (km 11+350)	-	-	10.80	-	Sondagem mecânica
S16 (km 14+725)	-	-	0.60	-	Sondagem mecânica

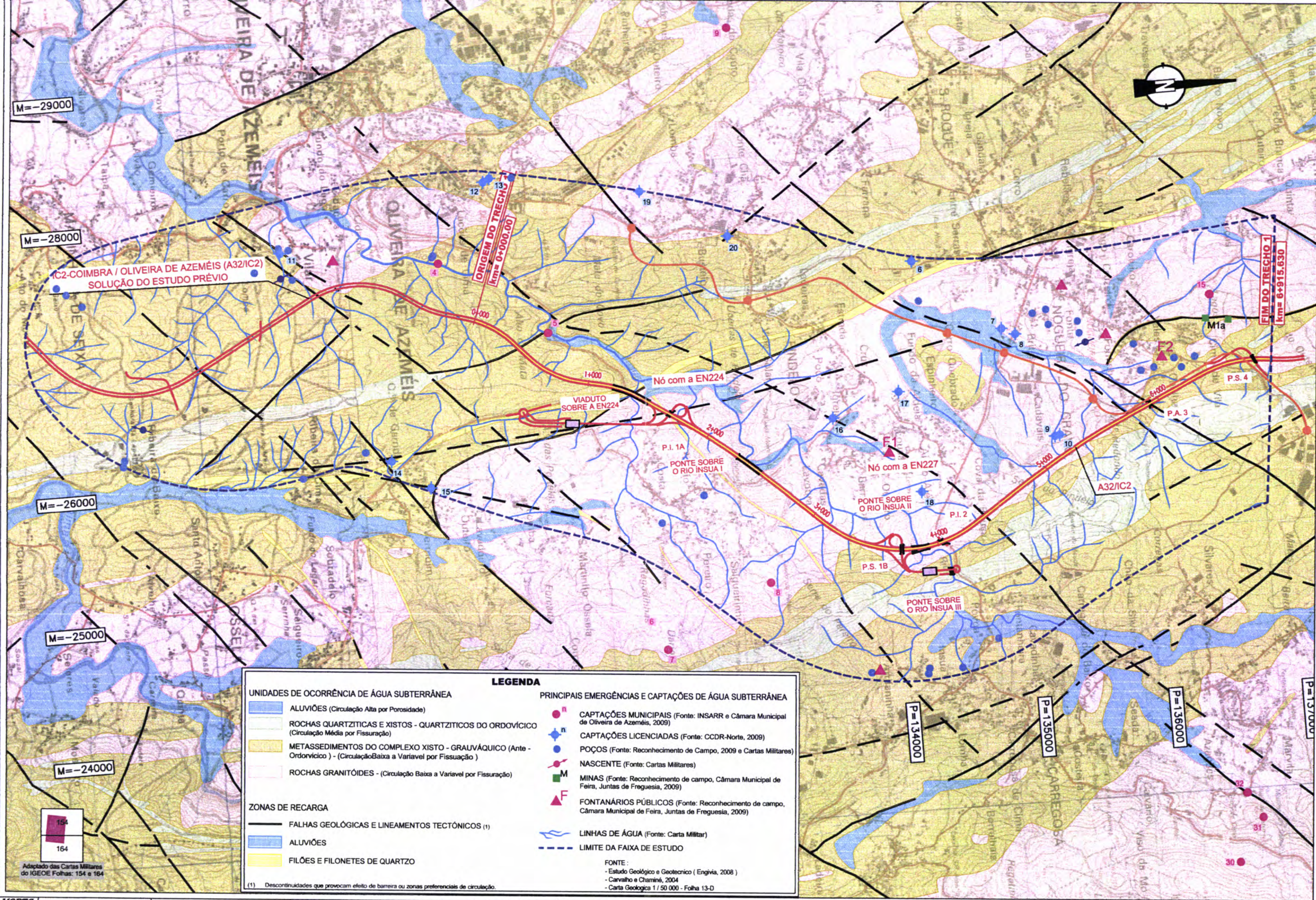
Fonte: Estudo Geológico e Geotécnico (Engivia, 2008) e Trabalhos de Campo entre Março e Abril de 2009.

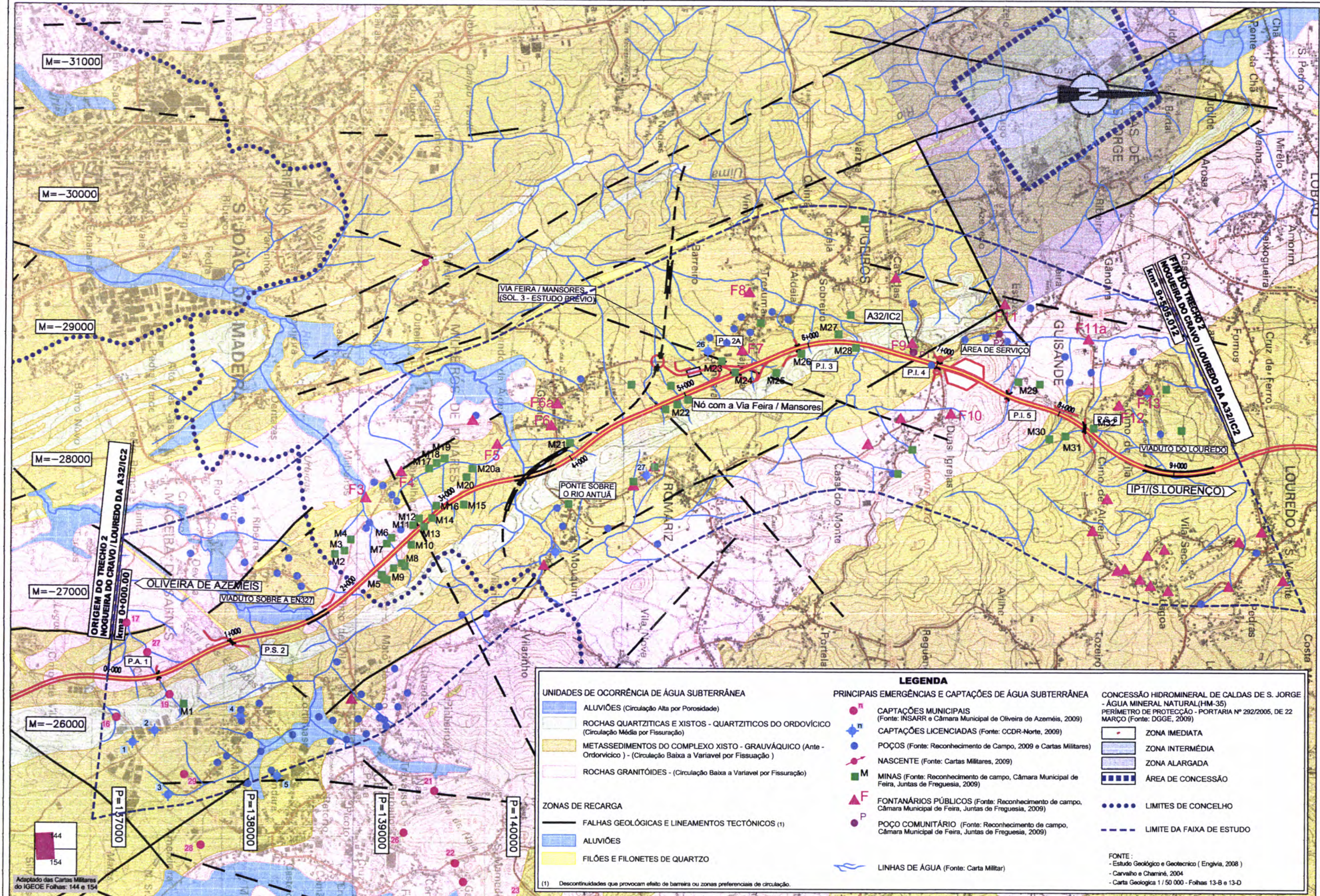
No Trecho 2, entre o início do traçado e o km 7+000 o fluxo de escoamento subterrâneo converge na direcção do rio Antuã e rio Uíma, podendo mesmo dizer-se que apresenta um sentido para SW, com pequenas divergências para W.

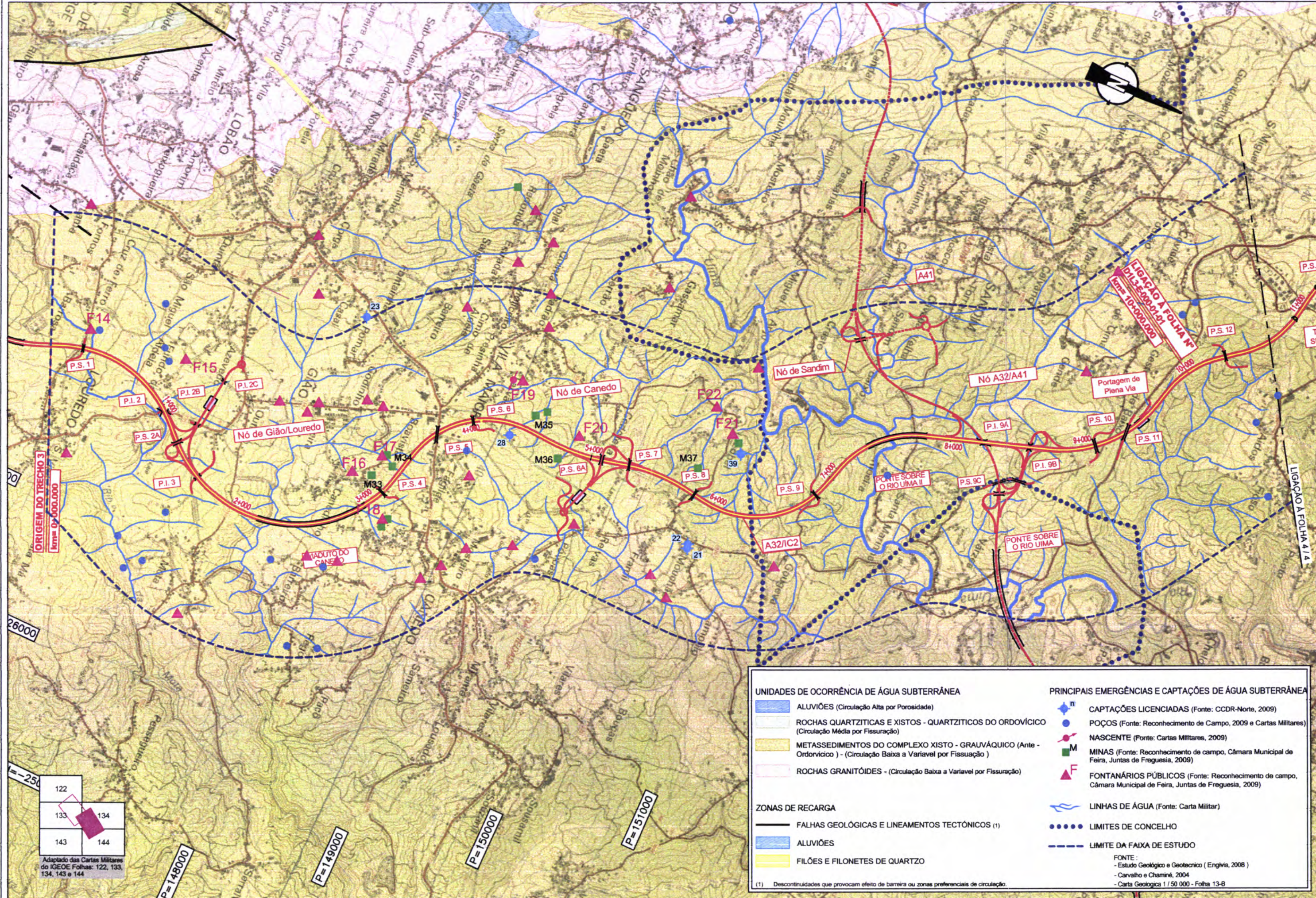
Nas formações que ocorrem entre o km 7+000 do Trecho 2 e o km 11+000 do Trecho 3, os fluxos preferenciais processam-se maioritariamente para a ribeira da Mota e rio Uíma e seus afluentes, ou seja no sentido NE, mas com pequenas divergências para SE.

As restantes formações que ocorrem até ao final do Trecho 3 apresentam um fluxo no sentido do rio Febros seguindo a topografia, ou seja, para N.

Por último, apresenta-se para a zona da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) um esboço de uma carta síntese da hidrogeologia, Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12, com a identificação dos pontos de água inventariados, delimitação das ocorrências das águas subterrâneas e as principais zonas de recarga.







UNIDADES DE OCORRÊNCIA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

- ALUVIÕES (Circulação Alta por Porosidade)
- ROCHAS QUARTZÍTICAS E XISTOS - QUARTZÍTICOS DO ORDOVÍCIO (Circulação Média por Fissuração)
- METASSEDIMENTOS DO COMPLEXO XISTO - GRAUVÁQUICO (Ante-Ordovício) - (Circulação Baixa a Variável por Fissuração)
- ROCHAS GRANITÓIDES - (Circulação Baixa a Variável por Fissuração)

ZONAS DE RECARGA

- FALHAS GEOLÓGICAS E LINEAMENTOS TECTÓNICOS (1)
- ALUVIÕES
- FILÕES E FILONETES DE QUARTZO

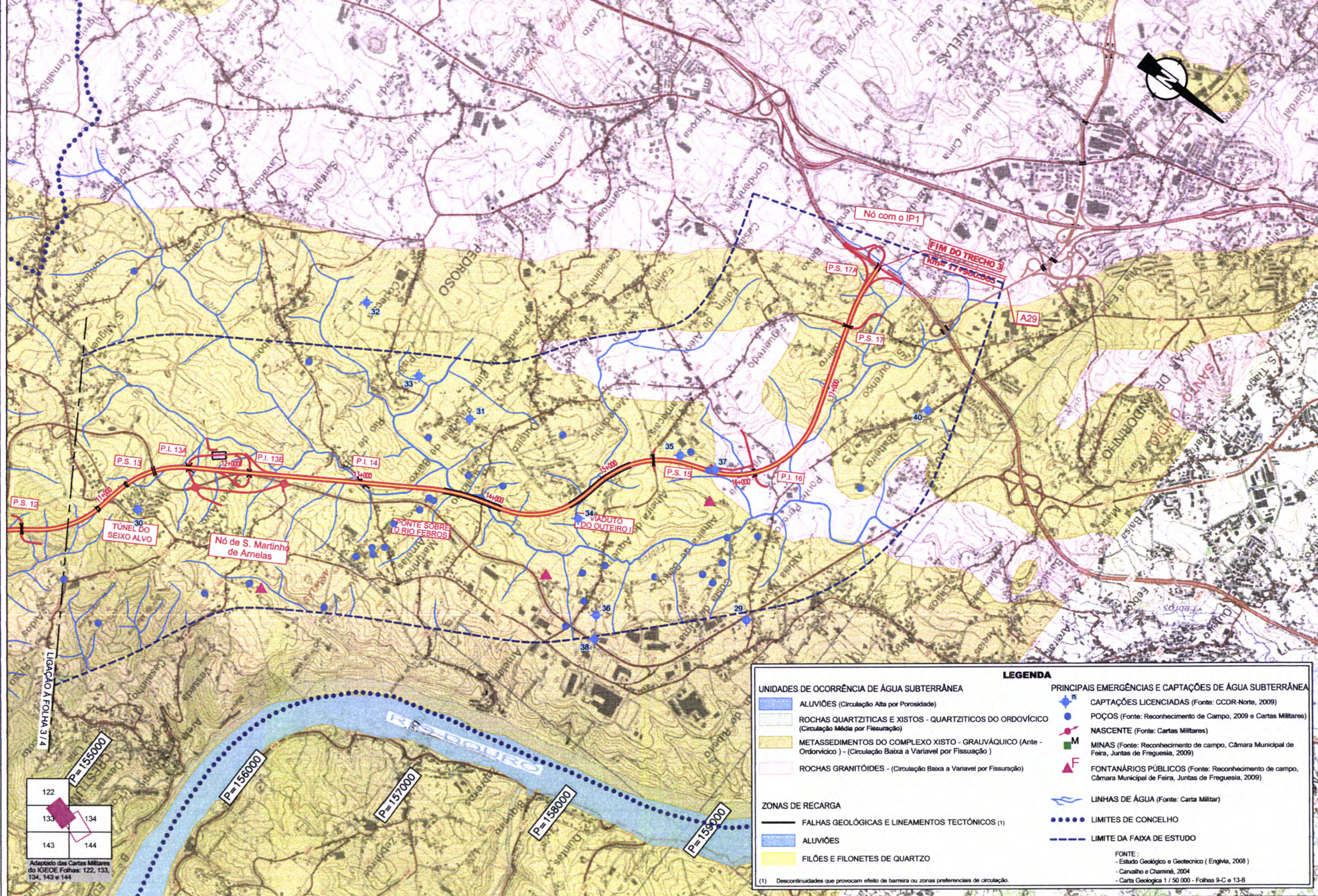
(1) Descontinuidades que provocam efeito de barreira ou zonas preferenciais de circulação.

PRINCIPAIS EMERGÊNCIAS E CAPTAÇÕES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

- CAPTAÇÕES LICENCIADAS (Fonte: CCDR-Norte, 2009)
- POÇOS (Fonte: Reconhecimento de Campo, 2009 e Cartas Militares)
- NASCENTE (Fonte: Cartas Militares, 2009)
- MINAS (Fonte: Reconhecimento de campo, Câmara Municipal de Feira, Juntas de Freguesia, 2009)
- FONTANÁRIOS PÚBLICOS (Fonte: Reconhecimento de campo, Câmara Municipal de Feira, Juntas de Freguesia, 2009)
- LINHAS DE ÁGUA (Fonte: Carta Militar)
- LIMITES DE CONCELHO
- LIMITE DA FAIXA DE ESTUDO

LEGENDA

Fonte:
- Estudo Geológico e Geotécnico (Englvia, 2008)
- Carvalho e Chaminé, 2004
- Carta Geológica 1 / 50 000 - Folha 13-B



IV.4.5. Vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos

Entende-se como vulnerabilidade à poluição, conforme definido no Plano Nacional da Água, *a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero.*

A análise da vulnerabilidade à poluição para a área em estudo foi realizada apenas segundo os critérios apresentados no documento “*Informação Cartográfica dos Planos de Bacia. Sistematização das Figuras e Cartas a Imprimir em Papel*” da autoria da Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água (EPPNA), versão de Outubro de 1998.

Segundo esta metodologia da EPPNA, existem oito classes de vulnerabilidade em função de cada formação litológica/ hidrogeológica, as quais são apresentadas no quadro IV.4.9.

Quadro IV.4.9 – Classes de Vulnerabilidade segundo critérios litológicos (EPPNA, 1998)

Classe	Vulnerabilidade à Poluição ⁽¹⁾
V1- Aquíferos em rochas carbonatadas de elevada carsificação	Alto
V2 - Aquíferos em rochas carbonatadas de carsificação média e alta	Médio a Alto
V3 – Aquíferos em sedimentos não consolidados com ligação hidráulica com a água superficial	Alto
V4 – Aquíferos em sedimentos não consolidados sem ligação hidráulica com a água superficial	Médio
V5 – Aquíferos em rochas carbonatadas	Médio a Baixo
V6 – Aquíferos em rochas fissuradas	Baixo e Variável
V7 – Aquíferos em sedimentos consolidados	Baixo
V8 – Inexistência de Aquíferos	Muito Baixo

⁽¹⁾ A classificação apresentada pela EPPNA refere “risco de contaminação em vez de “vulnerabilidade à poluição”. Contudo opta-se por reservar a palavra “risco” para os casos em que se considera a ocupação do solo e a carga poluente a ela associada. Dado que apenas se considera a natureza do meio geológico, o único aspecto que se pode considerar é a vulnerabilidade.

De acordo com esta metodologia, as formações litológicas atravessadas pela A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), apresentam no seu geral, uma vulnerabilidade à poluição baixa a variável.

Apenas os depósitos aluvionares e aluvio-coluvionares (a/Co), que afloram nos rios Ínsua, Antuã, Uíma e Febros, apresentam alta vulnerabilidade à poluição. Trata-se de depósitos compostos por uma matriz argilo-silto-arenosas, com seixos sub-arredondados a sub-angulosos de xisto, quartzito ou granito.

IV.5. Identificação das Zonas e Usos Hídricos Sensíveis aos Poluentes Rodoviários na Área em Estudo – A32/IC2

IV.5.1. Considerações Gerais

A criação de um conceito de zonas hídricas sensíveis aos poluentes rodoviários, insere-se no âmbito dos objectivos mais vastos traçados pela Lei da Água, Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro, isto é, garantir a protecção sustentável do recurso Água, designadamente através da redução de descargas ou emissões com efeitos potencialmente negativos para o Ambiente, tendo em conta o princípio da precaução.

As zonas hídricas sensíveis são entendidas como áreas a proteger, o que implica que não recebam descargas directas de águas de escorrência de estradas, pelo que o projecto da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) deve evitar a sua afectação.

Nas situações em que não é possível evitar tais descargas para essas zonas, deverá proceder-se ao desvio das águas de escorrência ou implementar sistemas de tratamento adequados, promovendo a diminuição da poluição para níveis aceitáveis antes da descarga, de modo a garantir a protecção sustentável do recurso Água.

Os objectivos de qualidade exigidos para a descarga das águas de escorrência deverão ser tais que permitam proteger e, se possível, não agravar as condições do meio aquático receptor, em função dos seus usos associados, respeitando os objectivos impostos pela referida Lei da Água.

IV.5.2. Metodologia de Identificação das Zonas e Usos Hídricos Sensíveis

A metodologia utilizada para a identificação das *zonas hídricas sensíveis* aos poluentes rodoviários, teve em consideração a proposta metodológica desenvolvida no âmbito de um protocolo de cooperação entre o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Instituto da Água (INAG) para elaboração do Estudo “*Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas*” (INAG, 2006).

Esta metodologia incorpora as exigências impostas pela legislação em vigor em matéria de planeamento e/ou de gestão de recursos hídricos, nos aspectos que obrigam a restrições à

utilização como forma de garantir a protecção do meio hídrico receptor em função dos usos e ecossistemas que suporta (INAG, 2006).

Permite ainda efectuar uma identificação e caracterização dos locais, que em resultado da sua sensibilidade e/ou valor em termos de usos da água identificados, podem influenciar a localização e concepção do projecto de drenagem da A32/IC2 definido pela Engivia e Coba (2008).

Possibilita, ainda, diferenciar as áreas para onde não se devem efectuar descargas directas de águas de escorrência, os meios onde isso não constitui problema e, ainda, as zonas entre estes dois extremos que requerem uma avaliação específica.

Considera-se, assim, que esta metodologia desenvolvida pelo LNEC e INAG, constitui uma ferramenta útil e importante de apoio à avaliação de impactes ambientais das águas de escorrência de estradas no meio hídrico.

Ainda para a identificação de zonas sensíveis passíveis de serem afectadas pelo presente projecto, e de modo a evitar estas zonas com a drenagem da água de escorrência da estrada, foi considerado o definido no Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro, que alterou o anexo II do Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho, e este último que revoga o Decreto-Lei n.º 172/2001, de 26 de Junho, através do art.º 4º deste diploma e transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de Maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas. Este aprovou uma lista de identificação de zonas sensíveis e zonas menos sensíveis.

Face ao exposto, tendo em conta os critérios e os pressupostos definidos nos capítulos anteriores em termos do enquadramento hidrogeológico, apresenta-se em seguida a identificação das zonas e usos hídricos sensíveis (capítulos IV.5.3 e IV.5.4) na área de influência da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

IV.5.3. Identificação das Zonas Hídricas Sensíveis

Tendo em conta a metodologia referida anteriormente identificaram-se como principais zonas hídricas sensíveis na área de influência do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), as seguintes:

- Área estratégica de protecção e recarga de aquíferos (antiga Área de Máxima Infiltração definida no Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março);
- Área de influência na circulação das águas subterrâneas do recurso hidromineral das Termas das Caldas de S. Jorge.

Para além destas zonas importa referir também outros locais onde deverá ser evitada a descarga de águas de escorrência, nomeadamente a presença de algumas captações de água de abastecimento público. Nestes casos estes locais requerem uma avaliação específica (capítulo V.3).

IV.5.3.1. Área Estratégica de Protecção e Recarga de Aquíferos

De acordo com o Decreto-Lei nº 166/2008, de 22 de Agosto, que revoga a anterior legislação relativa à Reserva Ecológica Nacional (REN) (Decreto-Lei 93/90, de 19 de Março), deixou de existir a tipologia “áreas de máxima infiltração”, no âmbito da REN, a qual foi substituída por “*áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos*” que estão definidas como “*áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e recarga natural dos aquíferos e se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração.*”

As áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos foram definidas com base na informação cartográfica existente sobre solos, uso do solo, topografia e geologia/hidrogeologia, na consulta da carta de condicionantes dos Planos Directores Municipais (PDM) dos concelhos de Oliveira de Azeméis, Santa Maia da Feira e Vila Nova de Gaia e, das cartas da REN da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-Norte) com a delimitação dos sistemas.

Neste âmbito refere-se que as áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos identificadas ao longo do traçado da A32/IC2, encontram-se limitadas, na sua maioria, aos depósitos aluvionares e aluvio-coluvionares associados rio Ínsua, ribeira do Pintor, rio Antuã, rio Uíma e ribeira da Mota. Assim, de acordo com esta análise, verifica-se que estas áreas são intersectadas pela A32/IC2, no Trecho 1, nos troços entre 1+300 a 1+385 e 2+350 a 2+425.

Esta delimitação deve-se sobretudo ao tipo de solo e de substrato geológico presente e, ainda, às condições de morfologia do terreno, que tornam estas áreas acessíveis à percolação subterrânea. De qualquer modo, apesar da litologia que os constitui apresentar uma razoável permeabilidade, a sua reduzida espessura retira-lhes a importância como aquífero e permite apenas uma infiltração limitada para as formações subjacentes.

Neste contexto, considera-se que a delimitação das áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos não deverá circunscrever-se apenas à natureza do terreno, mas também à continuação ou não das condições de infiltração no subsolo e, por conseguinte, ao meio saturado da formação do sistema aquífero que permitirá a sua recarga efectiva.

Neste âmbito, as áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos estão directamente relacionadas com a permeabilidade dos solos e, naturalmente, com a existência ou não de aquíferos com importância. Assim, e numa primeira aproximação, são excluídas todas as áreas onde não se regista a existência de aquíferos.

Tendo em consideração os referidos pressupostos considerou-se para a protecção das zonas sensíveis definidas pelas áreas estratégicas de protecção e recarga de aquíferos, apenas as zonas que suportam usos sensíveis ou que estão associadas à recarga de aquíferos com importância local.

De qualquer forma realizou-se uma avaliação específica ao nível da determinação da concentração dos poluentes nas águas de escorrência, conforme apresentado no Capítulo V.3 deste estudo.

IV.5.3.2. Área de Influência Estrutural de Circulação das águas Subterrâneas da Captações das Caldas de S. Jorge

Relativamente ao recurso hidromineral das Caldas de S. Jorge, verifica-se que o traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) se aproxima da zona alargada de protecção deste recurso, definida pela Portaria n.º 292/05, de 22 de Março, que fixou o perímetro de protecção da água mineral natural a que corresponde o número HM-35.

A zona alargada de protecção das Caldas de S. Jorge localiza-se no Trecho 2, a cerca de 550 m a Este do km 7+500 do traçado e a aproximadamente 2 500 m em relação às suas captações.

Assim, apesar do traçado não interceptar a zona alargada de protecção deste recurso hidromineral, verifica-se que a futura A32/IC2 atravessa a zona de recarga aquífera, ou seja, a suposta área de influência estrutural da circulação das águas subterrâneas das captações de Caldas de S. Jorge, no troço entre os km 4+000 a 7+000, que corresponde ao atravessamento da bacia hidrográfica do rio Uíma (ver Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12, correspondentes à Carta Síntese de Hidrogeologia).

Da análise dos dados estruturais cartografados nos desenhos anteriores consegue-se entender o mecanismo tectónico genericamente responsável pela emergência de águas minerais das Caldas de S. Jorge, não sendo, no entanto, informação suficiente para caracterizar todos os fenómenos presentes.

Ainda, assim, e em termos genéricos, considera-se que a infiltração da água em profundidade é possibilitada pela fracturação que afecta as diversas unidades litológicas. Na ascensão são, mais uma vez, as estruturas que afectam o maciço rochoso as responsáveis pela circulação, sendo de importância fulcral o Filão Metalífero das Beiras (FMB), assim como as falhas que o seccionam ao longo da sua extensão.

Consideram-se as linhas de água (rio Uíma e linhas afluentes) que recortam toda a zona a montante da zona de captação das Caldas de S. Jorge, como veículos preferenciais de condução de potenciais agentes contaminantes que, embora não tenham contacto directo com o aquífero em estudo, representam o mecanismo de recarga dos aquíferos superficiais existentes e que poderão em casos pontuais vir a recarregar o aquífero hidromineral, que ocorre a uma maior profundidade.

Por este motivo, garantir que os recursos hídricos superficiais e subsuperficiais se encontram e mantêm em boas condições representa um factor de considerável importância na preservação da riqueza hidromineral definida pelas emergências das Caldas de S. Jorge.

Apesar da implantação da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) se encontrar fora da zona alargada do perímetro de protecção, realça-se que o potencial efeito negativo

sobre a qualidade e a quantidade de recurso disponível não poderá deixar de ser considerado, uma vez que os efluentes da via serão transportados para o interior da bacia hidrográfica do Uima e a interferência sobre a principal estrutura regional pode eventualmente atingir a circulação profunda do recurso hidromineral.

Esta situação leva a que se considere fundamental a existência de medidas específicas de drenagem, em particular no que diz respeito às águas de escorrência da plataforma, entre os km 4+000 a 7+000 do Trecho 2.

IV.5.4. Identificação dos Usos Hídricos Sensíveis

Para além das zonas hídricas sensíveis, identificadas anteriormente, importa também analisar as situações onde foram identificados usos hídricos sensíveis, para os quais deverá ser evitada a descarga de águas de escorrência na sua zona de influência. Esta identificação foi realizada com base num levantamento exaustivo de campo a todos os usos e utilizadores existentes (capítulo IV.4.3).

IV.5.4.1. Captações de Abastecimento Público

A Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis possui diversas captações de águas subterrâneas, como fonte de água para abastecimento público. Assim, conforme identificado no capítulo IV.4.3, de um total de 12 captações, 9 localizam-se no corredor em estudo (1 km para cada lado do traçado), das quais uma está abandonada (n.º 17 – furo vertical que já está cimentado) e 8 estão fora de serviço (desactivadas) mas, segundo a Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, constituem uma reserva de água que deve ser preservada.

Assim, destas 8 captações de abastecimento público importa destacar 3 captações (n.ºs 15, 19 e 27), que estão localizadas na zona de influência da drenagem da via (n.ºs 15 e 27) e/ou que apresentam uma grande proximidade ao traçado (n.º 19).

- i. Captação subterrânea para abastecimento público (Poço com drenos e Mina, n.º 15) - desactivada, localizada a cerca de 500 m, a Oeste do km 6+600 – Trecho 1, foi utilizada para o abastecimento público de Nogueira do Cravo (freguesia de Nogueira do Cravo);*
- ii. Captação subterrânea para abastecimento público (Galeria de Mina, n.º 19) – desactivada, localizada a cerca de 45 m, a Este do km 0+375 – Trecho 2, foi*

utilizada para o abastecimento público de Macieira de Sarnes (freguesia de Macieira de Sarnes). Salienta-se ainda que as faixas de protecção de 50 e 200 m da captação, definidas no regulamento do PDM, bem como a zona de protecção alargada definida pelo Decreto-Lei .º 382/99, de 22 de Setembro são interceptadas pelo traçado;

- iii. *Captação subterrânea para abastecimento público* (Poço com drenos, n.º 27) localizada a cerca de 175 m, a Oeste do km 0+375 – Trecho 2, foi utilizada para o abastecimento público de Macieira de Sarnes. Salienta-se ainda que as faixas de protecção dos 200 m da captação, definidas no regulamento do PDM, bem como a zona de protecção alargada definida pelo Decreto-Lei .º 382/99, de 22 de Setembro são interceptadas pelo traçado.

As restantes captações de abastecimento público, encontram-se localizadas na área envolvente do traçado e fora da área de influência da drenagem das águas de escorrência da plataforma.

IV.5.4.2. Fontanários, poços comunitários e minas

Os fontanários públicos, poços comunitários e minas associadas, são actualmente utilizados pela população para consumo doméstico, encontram-se localizados na envolvente do traçado e foram identificados com base num inventário realizado (ver capítulo IV.4.3).

Assim, destes pontos de água importa destacar, quer pela sua localização e proximidade ao traçado, quer pela sua importância local, os seguintes:

.1) Fontanários Públicos

- i. Fontanário do Campo de Tiro (n.º F5), localizado a 300 m a Oeste do km 3+500 – Trecho 2, a nascente encontra-se na área de influência da drenagem da via;
- ii. Fontanário do Rato (n.º F3), localizado a 350 m a Oeste do km 2+500 – Trecho 2, a nascente encontra-se na área de influência da drenagem da via;
- iii. Fontanário público do Parque (n.º F6), localizado a 250 m a Oeste do km 4+200 – Trecho 2, a mina (M21) associada encontra-se na área de influência da drenagem da via;

- iv. Fontanário público de Bajouca (n.º F7), localizado a 150 m a Oeste do km 5+600 – Trecho 2, a nascente encontra-se na área de influência da drenagem da via;
- v. Fontanário público de Cimo de Vila (n.º F12), localizado a 300 m a Oeste do km 7+450, do km 7+450 – Trecho 2, a mina (M32) que está associada a este fontanário encontra-se sob o traçado;
- vi. Fontanário público de Canedinho Norte (n.º F17), localizado a 150 m a Oeste, do km 3+400 – Trecho 3, as minas (M34) associadas, encontram-se na área de influência da drenagem da via;
- vii. Fontanário público da Rua da Fonte Fria (n.º F19), localizado a 300 m a Oeste, do km 4+450 – Trecho 3, encontra-se na área de influência da drenagem da via;
- viii. Fontanário público de Cedofeita (n.º F20), localizado a 150 m a Oeste, do km 4+900 – Trecho 3, encontra-se na área de influência da drenagem da via, apesar da proximidade do traçado ao fontanário, a mina que lhe está associada (M36), não está na área de influência da drenagem da via;
- ix. Fontanário público da Corredoura (n.º F21), localizado a 500 m a Oeste, do km 6+000 – Trecho 3, encontra-se na área de influência da drenagem da via;
- x. Fontanário público de Lobel (n.º F22), localizado a 550 m a Este, do km 5+900 – Trecho 3, a mina (M37) associada encontra-se na área de influência da drenagem da via.

2) Poços Comunitários

- i. Poço público/comunitário de Cavadas (n.º P1), localizado a 50 m a Oeste do km 6+800 – Trecho 2, encontra-se na área de influência da drenagem da via;
- ii. Poço público/comunitário de Estoze (n.º P2), localizado a 300 m a Oeste do km 7+300 – Trecho 2, encontra-se na área de influência da drenagem da via.

3) Minas de Água

As minas de água encontram-se associadas, quer aos fontanários públicos, quer à rega e abastecimento doméstico particular, localizam-se, em ambos os lados do traçado, sobretudo entre os km 2+100 a 4+600 e km 5+000 a 6+500, no Trecho 2, e com menor evidência ao longo dos Trechos 1 e 3. Destas importa destacar pelo seu actual uso associado e sua proximidade ao traçado, as minas M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M14, M15, M16, M17, M18, M20, M20a, M21, M22, M23, M24, M26, M27, M28, M31, M32, M33, M34 e M37, localizadas no Desenhos n.º A32/IC2.00.09 a A32/IC2.00.12.

Em síntese, de todos estes usos hídricos identificados anteriormente destacam-se como os mais sensíveis, os usos hídricos subterrâneos, definidos pelas captações subterrâneas das Caldas de S. Jorge, de abastecimento público (desactivadas) e de consumo doméstico particular, de onde se destacam três captações municipais (n.º 15, 19 e 27) localizadas no concelho de Oliveira de Azeméis, fontanários públicos, poços comunitários e minas associadas e as várias captações subterrâneas particulares (poços, furos e minas).

Assim, face à eventual afectação da qualidade da água destes usos foram definidas no presente projecto medidas de mitigação específicas para a sua protecção (ver Capítulo V.4).

IV.6. Análise dos Dados de Qualidade da Água Subterrânea para a Área em Estudo

IV.6.1. Considerações Gerais

De forma a sustentar uma adequada caracterização da qualidade da água subterrânea procedeu-se, ao nível local, à realização de uma campanha de monitorização da qualidade da água para algumas captações subterrâneas, consideradas como as mais representativas da área em estudo.

A campanha de monitorização dos recursos hídricos, que decorreu nos dias 24 e 25 do mês de Março de 2009, teve como principal fundamento a necessidade da obtenção de dados que permitissem realizar uma apreciação actualizada, a nível local, e global da quantidade e qualidade da água no meio receptor, ou seja, nos aquíferos mais representativos, para onde serão encaminhadas as águas da escorrência provenientes da plataforma da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

Assim, esta monitorização realizada nessa fase teve como finalidade obter dados que permitissem comparar os resultados da situação existente, antes da fase de exploração, com os resultados que vierem a ser obtidos nas monitorizações seguintes, e assim, avaliar a influência da Auto-Estrada nas águas subterrâneas da área de influência da A32/IC2.

Todavia, de forma a complementar a análise da monitorização dos recursos hídricos subterrâneos realizada ao nível local, procedeu-se ainda à observação e avaliação dos dados analíticos disponíveis a um nível regional na rede da Qualidade da Água pertencente

ao INAG, informação disponibilizada na base de dados do SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (www.inag.snirh.pt).

IV.6.2. Monitorização das Águas Subterrâneas na Área de Influência da A32/IC2

IV.6.2.1. Parâmetros Monitorizados

A selecção dos parâmetros analíticos a monitorizar foi definida com base no Estudo “*Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas – Relatório Final*” (INAG, 2006), e teve em consideração os principais poluentes que são depositados na plataforma da futura A32/IC2, destacando-se os sólidos suspensos totais (SST), os hidrocarbonetos (HC), óleos e gorduras e os metais pesados (em particular o zinco, cobre e chumbo), pH e condutividade.

Optou-se, ainda, por monitorizar também outros parâmetros com interesse, como seja, os nitratos, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (HAP), crómio e níquel, bem como, os coliformes fecais e totais, azoto amoniacal, a carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) e carência química do oxigénio (CQO), apenas como parâmetros de referência com interesse e que permitirão indicar o grau de poluição orgânica e química nas águas subterrâneas da área em estudo para a situação actual existente.

Assim, foram analisados na presente campanha de monitorização das águas subterrâneas, os seguintes parâmetros:

a) Parâmetros medidos “in situ”:

- pH (Unid de pH);
- Temperatura (°C);
- Condutividade eléctrica (µS/cm);
- Oxigénio dissolvido (mg/l).

b) Parâmetros a analisados em laboratório:

- Azoto Amoniacal - NH₄ (mg/l);
- Cádmio – Cd (mg/l);
- Carência Química de Oxigénio - CQO (mg/l de O₂);
- Carência Bioquímica de Oxigénio - CBO₅ (mg/l de O₂);

- Chumbo – Pb (mg/l);
- Cloreto – Cl (mg/l);
- Cobre – Cu (mg/l);
- Coliformes Fecais (MPN/100 ml);
- Coliformes Totais (MPN/100 ml);
- Condutividade eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- Crómio – Cr (mg/l);
- Dureza (mg/l);
- Estreptococos fecais (MPN/100 ml);
- Ferro – Fe (mg/l);
- Fosfatos – P_2O_5 (mg/l);
- Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares – HAP ($\mu\text{g}/\text{l}$);
- Hidrocarbonetos Totais – Hc (mg/l);
- Nitratos – NO_3 (mg/l);
- Óleos e Gorduras (mg/l);
- Oxigénio Dissolvido – O_2 (mg/l);
- pH (escala Sorenson);
- Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l);
- Sulfatos – SO_4 (mg/l);
- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$);
- Turvação (UNT) – (mg/l);
- Zinco – Zn (mg/l).

Para além da análise destes parâmetros procedeu-se também, em cada local de amostragem, sempre que possível, à medição do nível hidroestático e do caudal ou registo volume de água extraído na captação.

Procedeu-se, também, a uma descrição visual e organoléptica da amostra de água: cor, cheiro e aparência.

IV.6.2.2. Locais de Amostragem

Foram considerados como critérios na selecção dos pontos de água objecto de amostragem da qualidade das águas subterrâneas, os seguintes itens:

- Zonas hídricas mais sensíveis e vulneráveis à degradação da qualidade das águas subterrâneas tendo em conta as variáveis hidrodinâmicas do aquífero interceptado (fluxos preferenciais, zonas de recarga, profundidade do nível freático, permeabilidade) e os usos locais da água identificados anteriormente;
- Tipo de captações existentes (poço, furo, nascente, mina, fontanário) e densidade dos pontos a montante e a jusante da via;
- Desenvolvimento da auto-estrada nesse local (aterro ou escavação);
- Acessibilidade ao local de amostragem;
- Locais de descarga das águas da plataforma (conforme projecto de drenagem);
- Proximidade em relação à via.

Na selecção dos locais, foram seleccionados, sempre que possível, as captações já existentes, o mais próximo possível do traçado da A32/IC2.

De acordo com os critérios referidos atrás, os locais de monitorização das águas subterrâneas seleccionados foram os representados no Quadro IV.6.1.

Quadro IV.6.1 – Identificação dos locais de monitorização das águas subterrâneas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço)

Designação do Ponto de Amostragem	Coordenadas		Localização aproximada em relação ao traçado	Registo Fotográfico	Uso da água existente na área de influência e associado à captação
	M	P			
SUB 1	228 128	439 917	300 m a poente do km 3+500 - Trecho 2		Consumo Humano - Fontanário publico do Campo de Tiro
SUB 2	227 669	438 857	350 m a poente do km 2+500 - Trecho 2		Consumo Humano - Fontanário publico do Rato

Designação do Ponto de Amostragem	Coordenadas		Localização aproximada em relação ao traçado	Registo Fotográfico	Uso da água existente na área de influência e associado à captação
	M	P			
SUB 3	227 969	439 194	250 m a poente do km 4+200 - Trecho 2		Consumo Humano - Fontanário publico do Parque
SUB 4	227 627	430 634	500 m a SW do km 0+000 - Trecho 1		Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Fuseiras (Poço com drenos desactivado)
SUB 5	226 231	437 384	45 m a nascente do km 0+375 - Trecho 2 (água retirada de uma bica localizada a jusante da captação)		Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Maceira de Sarnes 1 (Mina desactivada)
SUB 6	226 352	436 096	175 m a poente do km 6+150 - Trecho 1		Abastecimento doméstico particular e rega
SUB 7	226 858	438 462	50 m a poente do km 1+700 - Trecho 2		Abastecimento doméstico particular e rega

Designação do Ponto de Amostragem	Coordenadas		Localização aproximada em relação ao traçado	Registo Fotográfico	Uso da água existente na área de influência e associado à captação
	M	P			
SUB 8	226 547	437 212	150 m a poente do km 0+375 - Trecho 2		Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Macieira de Sarnes 2 (Poço desactivado)
SUB 9	226 897	436 515	550 m a poente do km 6+600 - Trecho 1		Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Lagos (Poço e galeria de mina - desactivado)
SUB 10	228 512	444 018	50 m a poente do km 7+800 - Trecho 2		Abastecimento doméstico particular e rega
SUB 12	228 133	446 316	100 m a poente do km 0+850 - Trecho 3		Abastecimento doméstico particular e rega
SUB 13	228 828	448 450	75 m a poente do km 3+950 - Trecho 3		Abastecimento doméstico particular e rega

Designação do Ponto de Amostragem	Coordenadas		Localização aproximada em relação ao traçado	Registo Fotográfico	Uso da água existente na área de influência e associado à captação
	M	P			
SUB 15	234 243	457 042	400 m a nascente do km 14+750 - Trecho 3		Abastecimento doméstico particular e rega

IV.6.2.3. Tipo de Métodos e Equipamentos de Amostragem

A recolha das amostras foi realizada por técnicos especializados e por métodos experimentais adequados. Após recolha das amostras nos respectivos pontos de amostragem, estas foram transportadas para um laboratório de análises devidamente certificado (LPQ, Laboratório Pró-Qualidade, Lda.) onde se procedeu à determinação dos parâmetros já referidos, utilizando para isso os métodos analíticos indicados na legislação em vigor.

Os métodos analíticos considerados foram os especificados no Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, utilizando para o efeito os métodos analíticos de referência dos Anexos III, XVII e XXII do referido diploma.

Os procedimentos de amostragem e equipamentos de recolha utilizados foram os seguintes:

- Procedeu-se numa primeira fase à medição do nível estático dos pontos de água através de uma sonda de nível equipada com sensor luminoso;
- Antes da colheita de água procedeu-se à bombagem ou extracção de água da captação de modo a extrair amostras de água representativas dos níveis aquíferos a amostrar;
- Procedeu-se ao enxaguamento de um recipiente de plástico, devidamente limpo (utilizado para a realização das medições de campo, Temperatura, pH e Condutividade) para a recolha da água a ser analisada e ao enchimento do mesmo para realização das medições;
- Para as medições dos parâmetros "*in situ*" foi utilizada uma sonda multiparamétrica;
- Imergiu-se a sonda na amostra a ser analisada no recipiente de plástico (já referido). A escolha deste tipo de material teve por objectivo a minimização de interferências electromagnéticas, especialmente na leitura da condutividade eléctrica;
- Efectuaram-se batimentos leves com a ponta da sonda no fundo do recipiente para remover as bolhas de ar que pudessem ter ficado no seu interior;

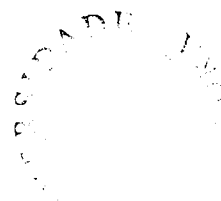
- Agitou-se brevemente a sonda na solução até que o valor da medição estabilizasse;
- Procedeu-se à limpeza da sonda com água destilada após cada medição por forma a evitar contaminações;
- Conservou-se a sonda numa cápsula contendo uma solução de conservação;
- Antes de se iniciar uma nova medição procedeu-se à lavagem da sonda no meio a amostrar, para remover a solução de conservação;
- Após a recolha das amostras procedeu-se ao seu armazenamento em frascos de vidro, previamente esterilizados no laboratório, em geleira munida de acumuladores de frio (termoacumuladores);
- Os frascos, devidamente acondicionados em geleira, foram rapidamente transportados até ao laboratório do LPQ.

O equipamento utilizado nas medições de campo foi um Medidor portátil WTW 330 (registo de pH, temperatura, condutividade e oxigénio dissolvido) e uma Sonda com medidor de nível manual da marca Vórtice.

Durante a recolha das amostras, foram efectuados registos de campo numa ficha tipo (ver Anexo B), onde se descrevem todos os dados e observações respeitantes ao local de recolha da amostra e à própria amostragem:

- Localização exacta do ponto de recolha de água, com indicação das coordenadas geográficas;
- Data e hora da recolha das amostras da água;
- Identificação da formação aquífera onde a água é captada;
- Tipo de captação (furo, poço, mina, fontanário, etc.);
- Profundidade da captação;
- Uso da água;
- Nível Hidroestático ou freático (NHE);
- Descrição organoléptica da amostra de água: cor, aparência, cheiro, etc;
- Tipo e método de amostragem;
- Indicação dos parâmetros medidos "*in situ*" (p.e. temperatura, pH, condutividade e oxigénio dissolvido).

No Quadro IV.6.2 apresenta-se um resumo da informação mais relevante recolhida no campo.



Quadro IV.6.2 – Resumo da informação mais relevante recolhida no campo (24 e 25 de Março de 2009)

Designação dos Pontos Monitorizados	Parâmetros monitorizados							Uso da Captação
	Temp. (°C)	pH	Condut. (uS/cm)	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	Produtividade		Nível Freático (m)	
					Volume (m³/dia)	Caudal (l/s)		
Trecho 1								
SUB 4 – Captação Municipal	12.4	5.91	180	11.3	2125 _(a)	-	2.30	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Fuseiras (Poço com drenos actualmente desactivado)
Trecho 2								
SUB 1 – Fontanário do Campo de Tiro	12.0	6.0	105	11.5	-	1.2 _(b)	-	Consumo Humano
SUB 2 – Fontanário do Rato	11.9	5.83	108	11.3	-	0.07 _(b)	-	Consumo Humano
SUB 3 – Fontanário do Parque	13.1	5.95	69	11.8	-	0.8 _(b)	-	Consumo Humano
SUB 5 – Bica da Captação Municipal	12.2	5.1	48	11.9	244 _(a)	-	1.00	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Macieira de Sarnes 1 (Mina actualmente desactivada)
SUB 6 – Captação Particular	14.9	5.04	44	11.3	5 _(c)	-	11.0	Abastecimento doméstico e Rega
SUB 7 – Captação Particular	13.5	6.06	181	11.4	10 _(c)	-	2.80	Abastecimento doméstico e Rega
SUB 8 – Captação Municipal	13.8	5.2	58	13.2	122 _(a)	-	1.30	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Macieira de Sarnes 2 (Poço actualmente desactivado)
SUB 9 – Captação Municipal	14.8	5.4	78	10.8	97.2 _(a)	-	1.00	Consumo Humano – Captação Municipal de Lagos (Poço e galeria de mina actualmente desactivado)
SUB 10 – Captação Particular	12.9	5.8	154	11.6	5 _(c)	-	12.70	Abastecimento doméstico e Rega
Trecho 3								
SUB 12 – Captação Particular	14.0	5.4	202	11.1	10 _(c)	-	6.5	Abastecimento doméstico e Rega
SUB 13 – Captação Particular	14.7	5.1	425	10.8	5 _(c)	-	-	Abastecimento doméstico e Rega
SUB 15 – Captação Particular	14.4	5.0	222	11.1	5 _(c)	-	-	Abastecimento doméstico e Rega

Nota: (a) Valor extrapolado através da base de dados do INSAAR, 2009; (b) Registo efectuado no campo através da medição do tempo de enchimento de um recipiente com um volume conhecido; (c) Valor extrapolado através da informação cedida pelo proprietário

IV.6.2.4. Apresentação e Avaliação dos Resultados Obtidos

No Quadro IV.6.3, apresentam-se os resultados analíticos obtidos na campanha de monitorização da qualidade da água subterrânea efectuada para os locais seleccionados, na zona de implantação da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

Os resultados obtidos são analisados tendo em consideração os usos das águas subterrâneas identificados no capítulo IV.5. No presente caso destaca-se como principal utilização dos recursos hídricos subterrâneos, a produção de água para consumo, a rega, seguida da água para abastecimento doméstico ou consumo humano.

Assim, para análise da conformidade legal da qualidade das águas subterrâneas, conforme referido no Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto, no ponto 2 do Artigo 14º do referido diploma, menciona-se que *“considerar-se-ão aptas para poderem ser utilizadas como origem de água para produção de água para consumo humano as águas subterrâneas que apresentem qualidade superior ou igual à da categoria A1 das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Anexo I)”*. Quanto às águas de rega, o referido diploma fixa, no seu Anexo XVI, os valores dos parâmetros aplicáveis.

Deste modo, é com base nos valores (Valor Máximo Recomendável – VMR e Valor Máximo Admissível – VMA), definidos naqueles dois anexos, que se avalia a qualidade das águas subterrâneas.

Adicionalmente, procedeu-se ainda à comparação com o Anexo XXI do referido Decreto-Lei, que estabelece os objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais. Optou-se ainda para a avaliação da qualidade da água utilizada para consumo humano, refere-se neste caso os fontanários públicos (SUB1, SUB2 e SUB3), por utilizar o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, que revoga o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro (ver Quadro IV.6.6).

Nos Quadros IV.6.4 e IV.6.5 procede-se à comparação dos resultados analíticos obtidos e apresentados no Quadro IV.6.3, com os limites legais referidos nos anexos regulamentares (Anexo I, XVI e XXI) do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto.

Quadro IV.6.3 – Resultados analíticos obtidos para as águas subterrâneas amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço)

Parâmetros	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5	SUB 6	SUB 7	SUB 8	SUB 9	SUB 10	SUB 12	SUB 13	SUB 15
Azoto Amoniacal – NH ₄ (mg/l)	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cadmio – Cd (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carência Química de Oxigénio – CQO (mg/l de O ₂)	4	<3	4	<3	<3	<3	<3	<3	10	7	6	6	8
Carência Bioquímica de Oxigénio – CBO ₅ (mg/l de O ₂)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5
Chumbo – Pb (mg/l)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cloreto – Cl (mg/l)	16	12	12	18	11	12	12	10	13	39	23	57	28
Cobre – Cu (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes Fecais (MPN/100 ml)	18	0	4	4	0	2	0	11	>80	0	0	0	5
Coliformes Totais (MPN/100 ml)	29	0	6	18	0	3	0	17	>100	0	0	0	5
Condutividade (µs/cm)	105	108	69	180	180	48	44	181	58	78	202	425	222
Crómio – Cr (mg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Dureza (mg/l)	17	21	21	61	7	18	79	15	12	28	41	73	44
Estreptococos fecais (MPN/100 ml)	0	0	6	0	0	1	31	2	0	5	0	0	6
Ferro – Fe (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,079	0,05	0,05	0,05	0,076	0,05
Fosfatos – P ₂ O ₅ (mg/l)	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares – HAP (µg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Hidrocarbonetos totais – Hc (mg/l)	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,05	0,04	0,06	0,05	0,03	0,06	0,03	0,03
Nitratos – NO ₃ (mg/l)	<10	17	<10	<10	<10	18	<10	<10	<10	24	42	44	37
Óleos e Gorduras (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,05	0,04	0,07	0,11	0,06	0,08	0,05	0,05
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (mg/l)	12	11	12	11	11	12	11	11	13	11	11	11	11
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (% de Saturação)	111,3	102,0	113,9	102,0	102,0	111,3	109,3	107,0	126,4	109,3	99,7	109,3	107,0
pH (escala Sorenson)	6,0	5,8	6,0	5,9	5,9	5,9	5,0	6,1	5,2	5,4	5,0	5,4	5,0
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sulfatos – SO ₄ (mg/l)	<8	10	<8	10	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	41	15
Temperatura (°C)	12	12	13	12	12	12	15	14	14	15	11	15	14
Turvação (NTU) – (mg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zinco – Zn (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,1	0,1

Fonte: LPQ – Laboratório das Amostragens da Qualidade da Água. Campanha efectuada em 24 e 25 de Março de 2009

Quadro IV.6.4 – Resultados analíticos das águas subterrâneas amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço), conforme Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

Parâmetros	SUB 1	SUB 2	SUB 3	SUB 4	SUB 5	SUB 6	SUB 7	SUB 8	Qualidade das Águas Doces Superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Anexo I) – Classe A1		Qualidade das Águas Destinadas à rega (Anexo XVI)		Objectivos Ambientais (Qualidade Mínima para Águas Superficiais) (Anexo XXI)
									VMR	VMA	VMR	VMA	VMA
Azoto Amoniacal – NH ₃ (mg/l)	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	-	-	-	-
Cádmio – Cd (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,005	0,01	0,05	0,01
Carência Química de Oxigénio – CQO (mg/l de O ₂) *	4	<3	4	<3	<3	<3	<3	<3	30 (a)	-	-	-	-
Carência Bioquímica de Oxigénio – CBO ₅ (mg/l de O ₂)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	3	-	-	-	5
Chumbo – Pb (mg/l)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	0,05	5,0	20	0,05
Cloreto – Cl (mg/l)	16	12	12	18	11	12	12	10	200	-	70	-	250
Cobre – Cu (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,05	0,20	5,0	0,1
Coliformes Fecais (MPN/100 ml)	18	0	4	4	0	2	0	11	20	-	100	-	-
Coliformes Totais (MPN/100 ml)	29	0	6	18	0	3	0	17	50	-	-	-	-
Condutividade (µs/cm)	105	108	69	180	180	48	44	181	1000	-	1000	-	-
Crómio – Cr (mg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	0,05	0,10	20	0,05
Dureza (mg/l) * (b)	17	21	21	61	7	18	79	15	-	-	-	-	-
Estreptococos fecais (MPN/100 ml)	0	0	6	0	0	1	31	2	0	-	-	-	-
Ferro – Fe (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,079	0,1	0,3	5,0	-	-
Fosfatos – P ₂ O ₅ (mg/l)	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	-	-	-	-
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares – HAP (µg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	0,2	-	-	0,1
Hidrocarbonetos totais – Hc (mg/l)	<0,01	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,05	0,04	0,06	-	0,05	-	-	-
Nitratos – NO ₃ (mg/l)	<10	17	<10	<10	<10	18	<10	<10	25	50	50	-	-
Óleos e Gorduras (mg/l) * (c)	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,05	0,04	0,07	-	-	-	-	-
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (mg/l)	12	11	12	11	11	12	11	11	-	-	-	-	-
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (% de Saturação)	111,3	102,0	113,9	102,0	102,0	111,3	109,3	107,0	70	-	-	-	50
pH (escala Sorenson)	6,0	5,8	6,0	5,9	5,9	5,9	5,0	6,1	6,5-8,5	-	6,5-8,4	4,5-9,0	5,0-9,0
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	25	-	60	-	-
Sulfatos – SO ₄ (mg/l)	<8	10	<8	10	<8	<8	<8	<8	150	250	575	-	-
Temperatura (°C)	12	12	13	12	12	12	15	14	22	25	-	-	30
Turvação (NTU) – (mg/L) * (e)	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	<0,5	<0,5	<0,5	0,50	-	-	-	-	-
Zinco – Zn (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	3,0	2,0	10,0	0,5

Fonte: LPQ – Laboratório das Amostras da Qualidade da Água. Campanha efectuada em 24 e 25 de Março de 2009

Legenda: VMR – Valor Máximo Recomendado; VMA – Valor Máximo Admissível;

* Parâmetros que não apresentam classificação nos Anexos considerados do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

(a) valor que corresponde à classe A3 do Anexo I do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

(b) Parâmetro comparado apenas como referência ao limite legal do Anexo I do Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto – Qualidade da Água destinada ao Consumo Humano, que revogou o DL 243/2001, de 5 de Setembro. Assim, de acordo com a observação n.º 4 o Valor Paramétrico deverá estar compreendido entre 150 a 500 mg/l de CaCO₃)

(c) Parâmetro comparado apenas como referência ao limite legal do Anexo XVIII (valor limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais), VLE=15 mg/l

(d) Parâmetro aferido - Concentração de Oxigénio Dissolvido, numa água, em função da temperatura

(e) Parâmetro comparado apenas como referência ao limite legal do Anexo I do Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto – Qualidade da Água destinada ao Consumo Humano, que revogou o DL 243/2001, de 5 de Setembro. Assim, o Valor Paramétrico não deverá exceder 4 UNT

Quadro IV.6.5 – Resultados analíticos das águas subterrâneas amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço), conforme Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

Parâmetros	SUB 9	SUB 10	SUB 12	SUB 13	SUB 15	Qualidade das Águas Doces Superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Anexo I) – Classe A1		Qualidade das Águas Destinadas à rega (Anexo XVI)		Objectivos Ambientais de Qualidade Mínima para Águas Superficiais (Anexo XXI)
						VMR	VMA	VMR	VMA	VMA
Azoto Amoniacal – NH ₄ (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	-	-	-	-
Cadmio – Cd (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,005	0,01	0,05	0,01
Carência Química de Oxigénio – CQO (mg/l de O ₂) *	10	7	6	6	8	30 (a)	-	-	-	-
Carência Bioquímica de Oxigénio – CBO ₅ (mg/l de O ₂)	<5	5	<5	<5	<5	3	-	-	-	5
Chumbo – Pb (mg/l)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	0,05	5,0	20	0,05
Cloreto – Cl (mg/l)	13	39	23	57	28	200	-	70	-	250
Cobre – Cu (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,05	0,20	5,0	0,1
Coliformes Fecais (MPN/100 ml)	>80	0	0	0	5	20	-	100	-	-
Coliformes Totais (MPN/100 ml)	>100	0	0	0	5	50	-	-	-	-
Condutividade (µs/cm)	58	78	202	425	222	1000	-	1000	-	-
Crómio – Cr (mg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	0,05	0,10	20	0,05
Dureza (mg/l) * (b)	12	28	41	73	44	-	-	-	-	-
Estreptococos fecais (MPN/100 ml)	0	5	0	0	6	0	-	-	-	-
Ferro – Fe (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,076	0,05	0,1	0,3	5,0	-	-
Fosfatos – P ₂ O ₅ (mg/l)	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	-	-	-	-
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares – HAP (µg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	0,2	-	-	0,1
Hidrocarbonetos totais – Hc (mg/l)	0,05	0,03	0,06	0,03	0,03	-	0,05	-	-	-
Nitratos – NO ₃ (mg/l)	<10	24	42	44	37	25	50	50	-	-
Óleos e Gorduras (mg/l) * (c)	0,11	0,06	0,08	0,05	0,05	-	-	-	-	-
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (mg/l))	13	11	11	11	11	-	-	-	-	-
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (% de Saturação)	126,4	109,3	99,7	109,3	107,0	70	-	-	-	50
pH (escala Sorenson)	5,2	5,4	5,0	5,4	5,0	6,5-8,5	-	6,5-8,4	4,5-9,0	5,0-9,0
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	25	-	60	-	-
Sulfatos – SO ₄ (mg/l)	<8	<8	<8	41	15	150	250	575	-	-
Temperatura (°C)	14	15	11	15	14	22	25	-	-	30
Turvação (NTU) – (mg/L) * (e)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	-	-	-	-
Zinco – Zn (mg/l)	<0,10	<0,10	0,1	0,1	0,1	0,5	3,0	2,0	10,0	0,5

Fonte: LPQ – Laboratório das Amostragens da Qualidade da Água. Campanha efectuada em 24 e 25 de Março de 2009

Legenda: VMR – Valor Máximo Recomendado; VMA – Valor Máximo Admissível;

* Parâmetros que não apresentam classificação nos Anexos considerados do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

(a) valor que corresponde à classe A3 do Anexo I do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

(b) Parâmetro comparado apenas como referência ao limite legal do Anexo I do Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto – Qualidade da Água destinada ao Consumo Humano, que revogou o DL 243/2001, de 5 de Setembro. Assim, de acordo com a observação n.º 4 o Valor Paramétrico deverá estar compreendido entre 150 a 500 mg/l de CaCO₃)

(c) Parâmetro comparado apenas como referência ao limite legal do Anexo XVIII (valor limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais), VLE=15 mg/l

(d) Parâmetro aferido - Concentração de Oxigénio Dissolvido, numa água, em função da temperatura

(e) Parâmetro comparado apenas como referência ao limite legal do Anexo I do Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto – Qualidade da Água destinada ao Consumo Humano, que revogou o DL 243/2001, de 5 de Setembro. Assim, o Valor Paramétrico não deverá exceder 4 UNT

Com base nos valores analíticos disponíveis nos Quadros IV.6.4 e IV.6.5, comparados com os Valores Máximos Recomendados (VMR) e com os Valores Máximos Admissíveis (VMA) para o uso definido no Decreto-Lei nº236/98, de 1 de Agosto – produção de água para consumo humano (Anexo I), qualidade das águas destinadas para rega (Anexo XVI) e qualidade mínima da água (Anexo XXI), podem-se retirar algumas conclusões em relação à monitorização efectuada entre 24 e 25 de Março para as águas subterrâneas da área em estudo.

Assim, no que diz respeito aos limites legais relativos à **produção de água para consumo humano**, analisando os dados dos pontos monitorizados, verifica-se que ocorrem algumas violações ao nível dos seguintes parâmetros:

- O valor da CBO₅ para todos os locais monitorizados encontra-se acima do VMR para a Classe A1, mas abaixo da Classe A2;
- O valor dos Estreptococos fecais para os locais SUB3, SUB6, SUB7, SUB8 SUB10 e SUB15, registado encontra-se acima do VMR;
- O valor dos Hidrocarbonetos Totais para o local SUB8, encontra-se ligeiramente acima do VMA;
- O valor dos Nitratos para os locais SUB12, SUB13 e SUB15, ultrapassa o VMR estabelecido para este parâmetro, embora o seu valor esteja abaixo do VMA;
- O valor dos Coliformes Fecais e Totais para o local SUB9 encontra-se acima do VMR;
- O pH em todos os locais monitorizados encontra-se abaixo do intervalo definido para o VMR.

No que diz respeito à utilização da água destinada para **rega e objectivos ambientais de qualidade mínima** nos locais monitorizados, e tendo em consideração os parâmetros disponíveis requeridos, observa-se que todos os valores observados se encontram dentro dos limites legais para estes usos.

Relativamente à avaliação da qualidade da água para consumo humano foi utilizado o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, conforme apresentado no Quadro IV.6.6.

Quadro IV.6.6 – Resultados analíticos das águas subterrâneas (SUB1, SUB2 e SUB3) amostradas na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis / IP1 (S. Lourenço), para consumo humano, conforme o Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto

Parâmetros	SUB 1 (Fontanário do Campo de Tiro)	SUB 2 (Fontanário do Rato)	SUB 3 (Fontanário do Parque)	Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano
				Valor Paramétrico
Azoto Amoniacal – NH ₄ (mg/l)	0,04	0,02	<0,02	0,50
Cadmio – Cd (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	0,005
Carência Química de Oxigénio – CQO (mg/l de O ₂)	4	<3	4	--*
Carência Bioquímica de Oxigénio – CBO ₅ (mg/l de O ₂)	<5	<5	<5	--*
Chumbo – Pb (mg/l)	<0,005	<0,005	<0,005	0,025
Cloreto – Cl (mg/l)	16	12	12	250
Cobre – Cu (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	2
Coliformes Fecais (MPN/100 ml)	18	0	4	--*
Coliformes Totais (MPN/100 ml)	29	0	6	0
Condutividade (µs/cm)	105	108	69	2 500
Crómio – Cr (mg/l)	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Dureza (mg/l)	17	21	21	150 a 250
Estreptococos fecais (MPN/100 ml)	0	0	6	--*
Ferro – Fe (mg/l)	0,05	0,05	0,05	0,2
Fosfatos – P ₂ O ₅ (mg/l)	<0,1	0,1	<0,1	--*
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares – HAP (µg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	0,10
Hidrocarbonetos totais – Hc (mg/l)	<0,01	0,01	0,02	--*
Nitratos – NO ₃ (mg/l)	<10	17	<10	50
Óleos e Gorduras (mg/l)	0,02	0,02	0,02	--*
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (mg/l)	12	11	12	--*
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (% de Saturação)	111,3	102,0	113,9	--*
pH (escala Sorenson)	6,0	5,8	6,0	>6,5 e <9
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	<5	<5	<5	--*
Sulfatos – SO ₄ (mg/l)	<8	10	<8	250
Temperatura (°C)	12	12	13	--*
Turvação (NTU) – (mg/L)	<0,5	<0,5	<0,5	4
Zinco – Zn (mg/l)	<0,10	<0,10	<0,10	--*

Nota: * Parâmetro que não apresenta classificação no Anexo I do Decreto-Lei 306/2007, de 27 de Agosto

Relativamente à avaliação dos valores analíticos disponíveis no Quadro IV.6.6, em termos da qualidade da água destinada ao consumo humano, conforme estabelecido no Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de Agosto, refere-se que o valor de pH para qualquer um dos locais, não se encontra dentro do intervalo definido pelo valor paramétrico deste diploma.

Também o valor registado do pH nos locais SUP1 (Fontanário do Campo de Tiro) e SUP3 (Fontanário do Parque), se encontra ligeiramente abaixo do valor paramétrico.

Todos os restantes parâmetros apresentam valores que não ultrapassam o limite legal estabelecido pelo seu valor paramétrico associado.

Trata-se de águas ácidas, com ocorrência de valores de pH por vezes inferiores a 6, e águas de circulação rápida visto apresentarem condutividade eléctrica bastante baixa, por vezes variando entre 69 a 155 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O controlo e correcção da acidez podem ser conseguidos neutralizando a água com carbonato de sódio e cal.

Os restantes parâmetros analíticos (CBO_5 , CQO, Coliformes Fecais e Totais, Estreptococos fecais, Fosfatos, Hidrocarbonetos Totais, Óleos e Gorduras, Oxigénio Dissolvido, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura e Zinco) não apresentam classificação no Anexo I do Decreto-lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto.

Adicionalmente, para os locais SUB6, SUB7, SUB10, SUB12, SUB13 e SUB15 que apresentam como uso o abastecimento doméstico, procedeu-se ainda à comparação do limite legal definido no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. Desta avaliação foi possível confirmar que, para os parâmetros analisados e, que apresentam um valor paramétrico, também o valor de pH em todos os locais não se encontra dentro do intervalo definido pelo valor paramétrico.

Em síntese, dos resultados obtidos para os parâmetros analisados e em qualquer um dos locais de amostragem da qualidade da água considerados, são indicadores de uma qualidade da água subterrânea aceitável para o consumo humano.

IV.6.3. Análise dos Dados de Qualidade da Água Subterrânea Disponíveis no SNIRH

Relativamente à análise da qualidade da água subterrânea, apesar de na área em estudo se recorrer a águas subterrâneas para satisfação de diversas utilizações, verifica-se que a situação não é de todo conhecida. Os dados disponíveis na base de dados do SNIRH (www.inag.snirh.pt), utilizados na presente caracterização da qualidade da água subterrânea devem ser interpretados como indicadores de índole geral, uma vez que para a zona em estudo o INAG dispõe de um número reduzido de estações de monitorização da qualidade da água.

Para caracterização da qualidade da água subterrânea, foram utilizados os dados disponíveis em duas estações de monitorização (154/3 e 143/N1), consideradas como as

mais próximas da área em estudo. No Quadro IV.6.7 são indicadas as características das estações de qualidade da água subterrânea seleccionadas.

Quadro IV.6.7 - Identificação das estações de amostragem da qualidade da água subterrânea utilizadas na área em estudo

Código - Nome	Bacia Hidrográfica	Sistema Aquífero	Coordenadas		Período de leitura	Distância ao traçado
			M (m)	P (m)		
154/3	Vouga/Ribeiras Costeira	A0 – Maciço Antigo Indiferenciado	170 900	436 475	2001 a 2007	3 km a W do traçado – trecho 1
143/N1 – A31	Vouga/Ribeiras Costeiras	A0 – Maciço Antigo Indiferenciado	166 338	440 046	2006	5 km a W do traçado – trecho 2

Fonte: <http://www.snirh.inag.pt>

A análise dos dados de qualidade das águas subterrâneas relativos às estações de monitorização que se encontram na área em estudo, foi baseada nos valores médio, máximo e mínimo observados no período decorrido, desde 2001 a 2006 ou até 2007 (dependendo dos dados disponíveis para cada parâmetro e em cada estação), confrontando-os com os limites legais vigentes (nos anexos anteriormente referidos), estipulados pelo Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto.

Assim, apresentam-se em seguida, nos Quadros IV.6.8 e IV.6.9, por estação de monitorização, a um nível regional, os resultados disponíveis para os vários parâmetros indicadores da qualidade da água subterrânea na zona envolvente à área em estudo, realizados em diferentes períodos, utilizando para o efeito, a base de dados do SNIRH de Maio de 2009.

Estação 154/3

No Quadro IV.6.8 apresentam-se os valores médio, máximo e mínimo, decorrentes dos registos efectuados no período considerado para cada um dos parâmetros na Estação de Monitorização 154/3, assim como os respectivos limites legais impostos pelos VMA e pelo VMR definidos no Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto, para cada um dos usos considerados (produção de água para consumo humano e rega), de acordo com o já referido anteriormente.

Quadro IV.6.8 – Comparação dos valores obtidos para a Estação de Monitorização 154/3 com os limites legais aplicáveis

Parâmetros	ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO 154/3						Qualidade das Águas doces superficiais destinada à produção de água para consumo humano (Anexo I) – Classe A1		Qualidade das Águas Destinadas à Rega (Anexo XVI)	
	Nº de Valores	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	Valor da última amostragem	Período de Observação (mês/ano)	VMR	VMA	VMR	VMA
Alumínio – Al (mg/l)	3	0,025	0,034	0,046	0,025 (13/03/2005)	9/2001 a 03/2006	-	-	5,0	20
Amónio Total – em NH ₄ (mg/l)	8	0,018	0,067	0,120	<0,050 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	0,05	-	-	-
Arsénio Total – As (mg/l)	1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002 (11/09/2007)	11/09/2001	0,01	0,05	0,10	10
Azoto Kjeldahl – N (mg/l)	2	0,40	0,62	0,84	<0,50 (11/09/2006)	3/2001 a 9/2006	1	-	-	-
Bário – Ba (mg/l)	4	0,010	0,015	0,019	0,010 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	0,1	1,0	-
Bicarbonato (mg/l)	4	11,0	22,27	43,0	11 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Boro – B (mg/l)	1	0,660	0,660	0,660	<0,1 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	1,0	-	0,3	3,75
Cádmio Total – Cd (mg/l)	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001 (11/09/2001)	11/09/2001	0,001	0,005	0,01	0,05
Cálcio – Ca (mg/l)	3	3,90	5,13	6,20	<5,0 (15/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Carbono Orgânico Total (mg/l)	1	0,66	0,66	0,66	<1,0 (11/09/2006)	9/2001 a 9/2006	-	-	-	-
Carência Química de Oxigénio – COQ (mg/l de O ₂)	7	1,0	3,67	6,10	<10,0 (04/12/2006)	3/2001 a 12/2006	30 (a)	-	-	-
Carência Bioquímica de Oxigénio – CBO ₅ (mg/l de O ₂)	5	0,200	0,800	1,100	<2,0 (04/12/2006)	6/2001 a 12/2006	3	-	-	-
Chumbo – Pb (mg/l)	2	<0,011	<0,015	<0,019	<0,019 (19/03/2002)	9/2001 a 3/2002	-	0,05	5,0	20
Cianeto – Cn (mg/l)	4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	0,05	-	-
Cloreto – Cl (mg/l)	4	11,10	31,35	78,70	18,0 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	200	-	70	-
Cobre – Cu (mg/l)	2	<0,008	<0,018	<0,01	<0,008 (11/09/2001)	3/2001 a 9/2001	0,02	0,05	0,20	5,0
Coliformes Fecais (MPN/100 ml)	9	0	2	13	0 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	20	-	100	-
Coliformes Totais (MPN/100 ml)	9	0	31	190	14 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	50	-	-	-
Condutividade (µs/cm)	9	104,0	129,7	158,0	118 (18/04/2007)	3/2005 a 4/2007	1000	-	-	-
Crómio – Cr (mg/l)	4	<0,03	<0,01	<0,05	<0,005 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	0,05	0,10	20
Estreptococos fecais (MPN/100 ml)	5	0	2	11	11 (18/04/2007)	9/2001 a 4/2007	0	-	-	-
Ferro – Fe (mg/l)	3	0,018	0,039	0,056	0,044 (11/09/2006)	3/2001 a 9/2006	0,1	0,3	5,0	-
Fluoreto – F (mg/l)	4	<0,19	<0,26	0,5	<0,5 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	0,7-1,0	1,5	-	-
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares – HAP (µl/l)	3	<0,017	<0,030	<0,039	<0,039 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	0,2	-	-
Hidrocarbonetos Totais – Hc (mg/l)	1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002 (13/03/2006)	13/03/2006	-	0,05	-	-
Magnésio – Mn (mg/l)	4	2,80	4,67	7,50	3,90 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Manganês – Mn (mg/l)	2	0,130	0,175	0,220	0,220 (11/09/2006)	3/2005 a 9/2006	0,1	0,3	0,20	10
Mercúrio – Hg (µg/l)	4	<0,0001	0,0003	0,009	<0,0001 (15/03/2006)	9/2001 a 3/2006	0,5	0,1	-	-
Nitrato – NO ₃ (mg/l)	15	5,40	12,98	18,50	12,90 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	25	50	50	-
Óleos e Gorduras (mg/l)	3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Ortofosfatos Total – P ₂ O ₅	4	0,250	0,417	0,325	<0,04	3/2001 a	0,4	-	-	-

Parâmetros	ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO 154/3						Qualidade das Águas doces superficiais destinada à produção de água para consumo humano (Anexo I) – Classe A1		Qualidade das Águas Destinadas à Rega (Anexo XVI)	
	Nº de Valores	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	Valor da última amostragem	Período de Observação (mês/ano)	VMR	VMA	VMR	VMA
(mg/l)					(04/12/2006)	12/2006				
Oxigênio Dissolvido – O ₂ (mg/l)	10	6,10	7,77	9,00	8,1 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	-	-	-	-
Pesticidas Totais (mg/l)	3	<0,03	<0,03	<0,05	<0,03 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	1,0	-	-
pH (escala Sorenson)	16	5,40	6,12	6,90	6,10 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	6,5-8,5	-	6,5-8,4	4,5-9,0
Potássio (mg/l)	3	1,00	1,70	2,50	<2,5 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Salmonela (Pré/Aus)	5	0	0	0	0 (18/04/2007)	9/2001 a 4/2007	-	-	-	-
Selênio – Se (mg/l)	4	<0,003	<0,005	<0,006	<0,003 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	0,01	0,02	0,05
Silica – SiO ₂ (mg/l)	4	4,00	12,75	32,0	6,50 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Sódio – Na (mg/l)	4	9,40	12,60	19,0	10 (13/03/2006)	9/2001 a 3/2006	-	-	-	-
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	6	0,40	0,83	2,00	<2,0 (04/12/2006)	3/2001 a 12/2006	25	-	60	-
Sulfato – SO ₄ (mg/l)	6,0	4,40	17,06	43,10	<0,010 (11/09/2006)	3/2001 a 9/2006	150	250	575	-
Temperatura (°C)	16	3,0	14,4	17,0	15,0 (18/04/2007)	3/2001 a 4/2007	22	25	-	-
Zinco – Zn (mg/l)	2	0,006	0,007	0,009	0,006 (11/09/2006)	3/2005 a 9/2006	0,5	3,0	2,0	10,0

Fonte: Dados de Qualidade da Água do INAG disponíveis no SNIRH, em Maio de 2009

Legenda: VMR – Valor Máximo Recomendado; VMA – Valor Máximo Admissível; (a) valor que corresponde à classe A3 do Anexo I do Decreto-Lei 236/98, de 1 de Agosto

No que diz respeito aos limites legais relativos à **produção de água para consumo humano**, verifica-se para a estação de monitorização 154/3 que os valores são, na generalidade, inferiores ao VMR, as únicas ultrapassagens ocorrem ao nível do valor máximo para os seguintes parâmetros:

- Azoto amoniacal, o valor médio e o máximo se encontra-se acima do VMR respectivo;
- Coliformes totais, o valor máximo se encontra-se acima do VMR, mas o seu valor médio não ultrapassa o limite legal;
- Manganês, o valor médio e máximo, e também o valor mínimo, ainda que ligeiramente, encontram-se acima do VMR, muito embora estes valores estejam abaixo do VMA;
- Também, o pH, para o seu valor médio ultrapassa o VMR.

No que diz respeito aos limites legais impostos para a qualidade de água para **rega**, apenas o valor máximo da concentração de cloretos se encontra acima do VMR definido para este uso. Refere-se também que o valor máximo registado para o parâmetro do Boro e do

Manganês está acima do VMR, embora neste último o seu valor médio se encontre abaixo destes limite, e ambos os parâmetros estão abaixo do VMA.

Estação 143/N1

No Quadro IV.6.9 apresentam-se os valores máximos, mínimos e médios observados para cada parâmetro na Estação de Monitorização 143/N1, bem como os limites legais (VMA e VMR) para os usos já referidos. Esta estação disponibiliza um número reduzido de dados e parâmetros, pelo que a análise da qualidade da água, tendo em conta os usos considerados, será limitada aos parâmetros disponíveis.

Quadro IV.6.9 – Comparação dos valores obtidos para a Estação de Monitorização 143/N1 com os limites legais aplicáveis

Parâmetros	ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO 143/N1						Qualidade das Águas doces superficiais destinada à produção de água para consumo humano (Anexo I) – Classe A1		Qualidade das Águas Destinadas à Rega (Anexo XVI)	
	Nº de Valores	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	Valor da última amostragem	Período de Observação (mês/ano)	VMR	VMA	VMR	VMA
Amónio Total – em NH ₄ (mg/l)	1	0,032	0,032	0,032	0,032 (15/09/2006)	15/09/2006	0,05	-	-	-
Condutividade (µs/cm)	1	137	137	137	137 (15/09/2006)	15/09/2006	1000	-	-	-
Nitrato – NO ₃ (mg/l)	1	4,22	4,22	4,22	4,22 (15/09/2006)	15/09/2006	25	50	-	-
Oxigénio Dissolvido – O ₂ (mg/l)	1	4,40	4,40	4,40	4,40 (15/09/2006)	15/09/2006	-	-	-	-
PH - Campo	1	6,57	6,57	6,57	6,57 (15/09/2006)	15/09/2006	6,5-8,5	-	6,5-8,4	4,5-9,0

Fonte: Dados de Qualidade da Água do INAG disponíveis no SNIRH, em Maio de 2009
Legenda: VMR – Valor Máximo Recomendado; VMA – Valor Máximo Admissível

De acordo com os dados constantes no quadro anterior associados à estação de monitorização 143/N1, para águas cujo uso seja a **produção de água para consumo humano ou a rega**, observa-se que todos os valores observados se encontram dentro dos limites legais para estes usos.

Em **síntese**, dos dados analisados ao nível regional, sobretudo para a estação de monitorização 154/3, verifica-se que actualmente existe, ainda que pouco acentuado, um problema de qualidade da água ao nível dos valores do azoto amoniacal.

**V - PREVISÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE
ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS - UM CASO DE
ESTUDO AUTO-ESTRADA A32/IC2**

V. PREVISÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS – UM CASO DE ESTUDO AUTO-ESTRADA A32/IC2

V.1. Considerações Gerais

A previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas é um processo fundamental para avaliar e quantificar os impactos que estas poderão causar no meio hídrico. Refere-se assim o presente capítulo à previsão das estimativas da concentração e carga de poluentes nas águas de escorrência provenientes da Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço). Apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos, tendo em consideração a legislação aplicável e os usos hídricos existentes e identificados no capítulo anterior.

Conforme analisado no capítulo III as águas de escorrência de estradas são caracterizadas pela presença de sólidos suspensos totais (SST), aos quais se adsorvem parte dos poluentes, em fracções distintas para cada caso. Estes são referidos como poluentes particulados.

Outros poluentes são os metais pesados zinco (Zn), cobre (Cu), chumbo (Pb), níquel (Ni), cádmio (Cd), crómio (Cr), etc.; os hidrocarbonetos; os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP); os óleos e as gorduras e também a matéria orgânica, caracterizada pela CQO (Carência Química de Oxigénio) e pela CBO5 (Carência Bioquímica de Oxigénio).

Todavia, um modelo de previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas, significa um modelo capaz de representar as concentrações e/ou cargas poluentes médias da estrada, para um número de parâmetros representativos da qualidade deste tipo de efluente.

No estado actual do conhecimento nacional, nomeadamente em INAG (2006), sugerem-se os SST, o Zn, Cu e Pb como os parâmetros indicadores de qualidade das águas de escorrência de estradas.

Os poluentes que se depositam no pavimento são arrastados pelos ventos e pela precipitação (águas de escorrência), acumulando-se nas linhas de água mais próximas, com reflexo nos solos e águas subterrâneas. Referem-se neste caso como principais linhas de água interceptadas pela A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) as seguintes:

Trecho 1: rio Ínsua (kms 2+350, 2+400 e 3+875), ribeira do Cercal ou Verde (km 5+775);

Trecho 2: ribeira do Pintor (km 1+675), rio Antuã (km 3+600) e rio Uíma (km 6+375).

Trecho 3: rio Uíma (km 7+575), ribeira da Mota (km 0+300), ribeira de Gião (km 2+250), rio Febros (kms 13+000, 13+400 e 13+900), ribeira de Mescedinho (km 14+775), ribeira de S. Lourenço (km 16+450);

Face ao exposto considera-se que a análise dos impactes causados pelas águas de escorrência de uma futura estrada é indispensável para a avaliação de impactes no meio hídrico. Para tal, é necessário poder estimar quais as características poluentes das escorrências, conhecendo a incerteza associada à previsão. Esta deve consistir em estimativas de concentração e de cargas poluentes.

V.2. Métodos e Modelos de Previsão da Qualidade das Águas de Escorrência

A análise dos impactes causados pelas águas de escorrência numa futura estrada é indispensável para a avaliação de impactes no meio hídrico. Para tal, é necessário poder estimar quais as características poluentes das escorrências, conhecendo a incerteza associada à previsão. Esta deve consistir em estimativas de concentrações e cargas poluentes médias.

Existem diversos modelos e métodos de previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas desenvolvidos noutros locais (Barbosa, 2003b). De acordo com esta autora, das várias consultas bibliográficas feitas, o país de onde são originários mais modelos deste tipo são os EUA (FHWA, 1996a). Aliás, este país é dos que apresentam uma maior história na monitorização e estudo dos impactes das escorrências de estradas no meio hídrico.

Importa esclarecer que, quando se fala em modelos, incluem-se nesta terminologia tanto as metodologias ou equações que explicam um fenómeno e conduzem a dados discretos, que podem ser calculados, por exemplo, em folhas de cálculo, como modelos computacionais,

onde as equações já se encontram implementadas e o utilizador apenas necessita de introduzir as variáveis de input, sendo o resultado apresentado pelo programa. Por exemplo, um mesmo método (equação ou conjunto de equações) pode ser implementado através de diferentes modelos computacionais.

Interessa também ter presente que a avaliação de impactes das escorrências de estradas deve referir-se sobre efeitos do tipo cumulativo, não estando em causa impactes agudos, os quais derivam geralmente de descargas com elevado teor em CBO5 e/ou nutrientes, provenientes de fontes pontuais. Note-se que, embora não sendo comum, é possível as escorrências de estradas provocarem impactes agudos, embora geralmente de carácter indirecto. Referem-se como exemplo os derrames acidentais de substâncias perigosas (Barbosa, 2000).

Uma vez que o problema do controlo da poluição das águas de escorrência de estradas tem uma preocupação nacional nas últimas décadas, o LNEC, têm analisado e apresentado alguns métodos utilizados noutros países para a previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas.

No Quadro V.2.1 apresentam-se 3 métodos diferentes, desenvolvidos nos EUA e em França, todos baseados em análises estatísticas e correlações lineares múltiplas, de extensos conjuntos de dados de estradas. Apresenta-se ainda neste quadro as variáveis de *input* necessárias para os cálculos relativos aos três métodos, permitindo assim o estudo de variáveis independentes que já se comprovou explicarem concentrações de constituintes de estradas.

O método simplificado de Driver e Tasker (1990) encontra-se descrito em FHWA (1996a) e é baseado em 3 variáveis. Os outros dois modelos, são os propostos por Kayhanian *et al.* (2003) e por Hurtevent *et al.* (1993), in Barbosa *et al* (2006).

Quadro V.2.1 – Variáveis de input para 3 métodos de previsão de CML (adaptado de Barbosa, *et al.*, 2006)

Método	Variáveis de Input	Observações
Driver e Tasker (1990)	Área de drenagem total; % de área impermeável; Volume total da chuva	Os coeficientes são expressos para 3 regiões distintas, definidas com base na precipitação média anual
Kayhanian e tal (2003)	Tráfego Médio Diário Anual (TMDA); Área de drenagem; Precipitação do evento; Intensidade máxima de precipitação; Período seco antecedente; Precipitação sazonal acumulada	-
Hurtevent e tal (2006)	Tráfego Médio Diário Anual (TMDA); Área de drenagem impermeável; Precipitação média anual	Os locais de estrada são definidos como sendo “abertos” ou “confinados”

Para além destes métodos refere-se ainda a metodologia utilizada para prever concentrações médias por local, CML, apresentada por de Driscoll *et al.* (1990) e descrita em FHWA (1996a). Baseia-se em tabelas com concentrações de poluentes distribuídos por grupos, traduzindo o número de estradas (locais) com concentrações médias menores ou iguais ao valor indicado.

Outra metodologia apresentada em INAG (2006) é o método desenvolvido por Schueler em 1987, designado por “*Simple Method*”, pretende estimar cargas poluentes em bacias urbanizadas, de forma simples e empírica. Aplica-se apenas para bacias hidrográficas pequenas (< 2,5 km²).

Refere-se ainda uma outra metodologia desenvolvida por Felix-Filho (1994) que se baseia sobretudo no volume de tráfego e em coeficientes definidos em Novotny (2002).

No relatório de Barbosa (2004) indicou-se um conjunto de propriedades que um modelo destinado a prever as características de qualidade das águas de escorrência em Portugal deveria apresentar, designadamente:

- Ser baseado em informações de fácil acesso para projectistas e/ou equipa responsável pelo Estudo de Impacte Ambiental (EIA);
- Ser baseado em cálculos simples de executar e que não necessitem de decisões intermédias complexas, para não especialistas na matéria;

- Clareza e transparência dos critérios utilizados nos cálculos, permitindo a sua revisão e análise por qualquer pessoa;
- Ser expedito e proporcionar resultados fiáveis e integrados na realidade nacional, para pelo menos dois poluentes típicos das escorrências de estradas.

Neste trabalho a autora apontou como viável o princípio de utilização duma equação multiparamétrica, com base em três variáveis caracterizadoras da bacia representada pela estrada, nomeadamente:

- A = Área total da bacia (km²);
- Imp = % de área impermeabilizada;
- Ptc = Precipitação da chuvada¹; com duração idêntica ao tempo de concentração²; da bacia e período de retorno de 2 anos (mm).

A autora salienta ainda que a estas variáveis encontram-se associados coeficientes específicos para cada poluente considerado: os SST (sólidos suspensos totais), os metais pesados Zn, Cu e Pb e ainda o volume de escoamento, o qual é necessário para o cálculo da CML.

Assim, face aos pressupostos definidos em Barbosa *et al.* (2004), foi seleccionado como metodologia de previsão das águas de escorrência da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) o método simplificado definido por Driver e Tasker (1990).

V.3. Metodologia de Previsão das Cargas e Concentrações de Poluentes das Águas de Escorrência da A32/IC2

V.3.1. Introdução

A fim de estimar e avaliar os impactes sobre a qualidade da água resultantes da exploração da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), recorreu-se a uma metodologia recentemente desenvolvida pelo LNEC, baseada num modelo de regressão desenvolvido

¹ Valor calculado com base nas tabelas de Brandão *et al.* (2001).

² Tempo de concentração calculado através da fórmula de Kirpich.

por Driver & Tasker (1990). Este modelo foi calibrado para a realidade nacional pelo LNEC, com base na monitorização da qualidade da água efectuada em 5 estradas nacionais.

Esta metodologia consta do relatório elaborado para o INAG em 2006 pelo LNEC, no âmbito do *“Estudo de Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas”* (INAG, 2006).

O referido modelo corresponde a uma equação matemática que define as relações médias de várias variáveis. O modelo utiliza concentrações ou cargas de constituintes como variáveis dependentes do volume de escoamento, da intensidade de precipitação, da duração do período seco e do uso do solo adjacente.

Segundo INAG (2006), um modelo de previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas, significa um modelo capaz de traduzir as concentrações e/ou cargas poluentes médias da estrada, para um número de parâmetros representativos da qualidade deste tipo de efluente.

Um número de 2 a 4 parâmetros será já suficiente para caracterizar um efluente, até porque existe um certo padrão relativo de concentração entre eles (INAG, 2006).

Em Portugal confirma-se que os metais pesados que surgem em concentrações mais elevadas são o Zn, Cu e Pb e que as suas concentrações relativas surgem exactamente nesta ordem de grandeza, das maiores (Zn) para as mais pequenas (Pb), (Barbosa, 2003a).

Ainda de acordo com INAG (2006) constata-se de forma óbvia que a concentração de chumbo se apresenta em valores cada vez mais baixos. Pode-se observar este facto, mesmo com o reduzido historial de dados de qualidade de águas de escorrência em Portugal, resultantes de monitorizações desenvolvidas entre 1996 e 2004.

Atendendo ao estado actual do conhecimento nacional, desenvolvido pelo LNEC, adoptaram-se, no presente estudo, como indicadores de qualidade das águas de escorrência, os parâmetros SST, o Zn, Cu e Pb.

V.3.2. Pressupostos do Modelo de Driver e Tasker (1990)

Neste ponto descreve-se o modelo desenvolvido por Driver e Tasker para a determinação da carga e da concentração poluente média drenada da via por evento de precipitação.

Refira-se que o presente modelo foi desenvolvido tendo por base as características físicas e climatológicas dos Estados Unidos da América, pelo que aquando da calibração pelo LNEC para a situação nacional poderão verificar-se algumas incorrecções nos resultados obtidos.

Desta forma, os valores obtidos são assim meramente informativos, sendo que a sua validade só poderá ser confirmada através da aplicação de um programa de monitorização, conforme apresentado no Capítulo VII.2.

O método de regressão desenvolvido por Driver e Tasker (1990) também descrito em FHWA (1996a), baseia-se num conjunto de variáveis climáticas, físicas e de uso do solo, que se apresentam no Quadro V.3.1.

Quadro V.3.1 – Características e símbolos usados no modelo de Driver e Tasker (1990)

Variáveis físicas e de uso do solo	A I LUI LUC LUR LUN DP	Área total de drenagem, km ² % área impermeabilizada % área industrial % área comercial % área residencial % área não-urbana Densidade populacional, hab/km ²
Variáveis climáticas	Hr tr INT HPMA Tj	Volume total da chuvada, mm Duração da chuvada Intensidade da precipitação máxima de 24 h, para um período de retorno de 2 anos, mm Precipitação média anual Temperatura mínima média em Janeiro, °C

Apresenta-se em seguida a equação a utilizar e os respectivos coeficientes, que variam consoante o parâmetro que se pretende determinar.

$$L_p = [\beta_0' \times X_1^{\beta_1} \times X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \times BCF] \times 0,4536 \quad [1]$$

Onde:

- L_p = Carga poluente ou volume, estimados em kg ou m³
- $\beta_0', \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ = Coeficientes da regressão
- $X_1, X_2, \dots, X_n$ = Características físicas, de uso do solo e climáticas

n = Número de características físicas, de uso do solo e climáticas do modelo.
BCF = Factor de correcção dos desvios à mediana e de compensação da resposta média

No entanto Driver e Tasker (1990) apresenta também uma simplificação da equação [1], na qual o número de variáveis é mais reduzido³.

Assim, de acordo com os estudos desenvolvidos pelo LNEC, a hipótese mais interessante para dar resposta à necessidade nacional será o cálculo de cargas poluentes e volumes de escorrência respectivos, através do método simplificado e a determinação das concentrações médias de cada poluente associado às águas de escorrência, para cada estrada.

V.3.3. Dados de Base do Modelo Utilizado

Para se utilizar a equação de Driver e Tasker (modelo simplificado), começou-se por analisar as variáveis necessárias à aplicação da mesma e à possibilidade de as obter.

De acordo com o INAG (2006), foram seleccionados os poluentes coincidentes com os parâmetros mais medidos pelo LNEC em estradas portuguesas, nomeadamente os sólidos suspensos totais e os metais pesados como o Zn, Cu e Pb.

Os valores calibrados pelo LNEC para a situação nacional dos coeficientes de regressão e o factor de correcção da equação anterior são referenciados em tabelas próprias (Barbosa *et al.*, 2006). Estes coeficientes foram desenvolvidos com base na monitorização efectuada em 5 estradas nacionais.

No Quadro V.3.2 apresentam-se as concentrações médias por lugar (CML) registadas na monitorização que decorreu a nível nacional na A1, A2, A6, IP4 e no IP6.

³ O 3º Relatório das Águas de Escorrência de Estradas – Sistemas para a Minimização de Impactes (Barbosa, 2004) refere que, após aplicação à realidade nacional, o método simplificado (que resulta da simplificação da equação [1] e no qual o número de variáveis é reduzido) é o que mais se ajusta à reprodução dos resultados observados nas monitorizações efectuadas.

Quadro V.3.2 – Concentrações médias por lugar para os SST e metais pesados, na A1, A2, A6, IP4 e no IP6

Estrada	TMD (1)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)
		SST		Cu		Zn		Pb		Fe		O&G	
A1	30229	85,5	70,452	0,034	0,028	0,159	0,132	0,012	0,010	0,724	0,603	-	-
A2	16334	7,4	4,255	0,033	0,019	0,208	0,120	0,004	0,0024	0,333	0,192	-	-
A6	2918	19,64	14,9	0,008	0,006	0,346	0,263	0,002	0,0014	0,353	0,268	9,76	7,424
IP4	6000	8,1	-	0,024	-	0,308	-	0,012	-	-	-	-	-
IP6*	6539	224,7	202,7	0,03	0,029	0,08	0,069	0,01	0,008	-	-	-	-

Fonte: Avaliação e gestão ambiental das águas de escorrência de estradas – Relatório Final – LNEC/INAG, 2006

(1) – Tráfego médio diário

(2) – Concentração média por lugar

* 4.º Relatório – “Águas de Escorrência de Estradas. Sistemas para Minimização de Impactes” – Documento do LNEC de 2006 (Barbosa *et al.*, 2006)

Em relação aos valores das variáveis a utilizar para o modelo de Driver e Tasker simplificado (área total de drenagem, duração da chuvada, volume total da chuvada e percentagem de área impermeável) estes foram calculados com base nas características do projecto de drenagem do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

Relativamente às variáveis de uso “especial” do solo (industrial, residencial, comercial), bem como à densidade populacional, as bacias estudadas, circunscrevendo-se unicamente à faixa da estrada, não contêm nenhuma destas situações, o que gera uma simplificação da equação pela eliminação destas variáveis.

No total, Driver e Tasker (1990) apresentam 11 parâmetros caracterizadores das escorrências de estradas. Para cada um deles, os valores escolhidos são função da precipitação média anual da área em que se localiza a estrada.

Os 3 intervalos ou categorias considerados são os seguintes.

- ≤ 508 mm
- 508 – 1020 mm
- ≥ 1020 mm

As características de precipitação requeridas no presente modelo incluem a precipitação média anual (P), a duração da chuvada (t_R) e volume total da chuvada (Hr).

Em relação à precipitação média anual foram consultadas as publicações do Instituto de Meteorologia relativa à região em estudo, e ainda as estatísticas de precipitação no site do INAG (www.inag.snirh.pt).

De acordo com o ex-INMG (1991), da região “Entre Douro e Minho” e “Beira Litoral” utilizaram-se os dados climatológicos das estações meteorológicas mais próximas do traçado da A32/IC2, cujos valores são representados no Quadro V.3.3.

As estações climatológicas que apresentam dados de vários parâmetros meteorológicos referem a Estarreja e Porto/Serra do Pilar. No entanto existe uma estação udométrica mais próxima, o posto 08F/01U – Fiães, do INAG, que se localiza a cerca de 5 000 m a poente do traçado. Assim, na área em estudo, a precipitação média anual registada, correspondente ao período entre 1932 a 1984, no posto udométrica de Fiães foi de 1 604 mm e nas estações climatológicas, para o período de 1951 a 1980, foi de 1 151,6 mm em Estarreja e de 1 235,5 mm em Porto/Serra do Pilar.

Quadro V.3.3 – Dados meteorológicos de precipitação referentes às estações de Estarreja e Porto/Serra do Pilar (INMG, 1991)

Meses	Estação de Estarreja		Estação de Porto/Serra do Pilar	
	Precipitação Total R (mm)	Número de dias com R>10 mm	Precipitação Total R (mm)	Número de dias com R>10 mm
Janeiro	173,1	6,7	174,3	6,8
Fevereiro	150,9	5,5	166,9	6,2
Março	119,4	4,8	144,7	5,5
Abril	78,3	2,8	92,8	3,0
Maio	81,8	3,4	87,2	3,1
Junho	46,2	1,4	51,6	1,6
Julho	12,0	0,2	16,5	0,4
Agosto	23,2	1,0	27,5	0,9
Setembro	53,3	1,8	61,6	2,0
Outubro	114,2	4,6	124,3	4,5
Novembro	146,8	4,9	118,8	5,7
Dezembro	152,4	5,3	164,3	5,9

Fonte: INMG (1991)

Admitiu-se que deveriam ocorrer períodos sem chuva, ao longo dos quais os poluentes se acumulariam na plataforma da via, sendo depois removidos no primeiro dia de precipitação com intensidade apreciável ($R \geq 10$ mm).

Relativamente aos valores de volume total e duração da chuvada (que seria uma chuvada representativa na região em causa), estabeleceu-se procedimento que se refere em seguida.

De acordo com INAG (2006) deve considerar-se a duração duma chuvada idêntica ao tempo de concentração da bacia, com base no pressuposto de que interessa analisar um evento cuja duração permita a chegada do escoamento originado em toda a bacia, ao qual estará associado o potencial para lavar os poluentes acumulados em toda a área em questão.

Utilizou-se a fórmula de Kirpich para esta determinação (adaptado de INAG, 2006):

$$T_c = 0,0663 \times (L^{0,77}/S^{0,385})$$

Em que:

T_c = tempo de concentração (horas);

L = comprimento do rio principal (conotado com o comprimento máximo entre o ponto mais a montante e o ponto de descarga da área estudada) (km);

S = Declive médio da bacia que gera o caudal (com base no mesmo pressuposto anterior: será a inclinação entre o ponto mais a montante e o ponto de descarga da área estudada).

Para determinar o volume correspondente a esta chuvada foram utilizadas as tabelas de Brandão *et al.* (2001), escolhendo um período de retorno de 2 anos e a duração equivalente ao período de tempo calculado anteriormente. O local de referência utilizado constante naquele documento, mais próximo do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) e que apresenta dados, é a estação de Aveiro (Universidade – 10F/01).

Neste caso, apesar de estar mais próxima não foi utilizada a estação climatológica de Porto (Serra do Pilar), tendo em conta que, para durações entre os 5 e os 30 minutos e um período de retorno de 2 anos, não existem valores de precipitação.

Com base nos dados referidos anteriormente, utilizou-se então a equação de Driver e Tasker (modelo simplificado) e os coeficientes de regressão modificados apresentados em INAG (2006) para calcular, para os SST (sólidos suspensos totais) e os metais pesados (Zn, Cu e Pb), as cargas, volumes de águas de escorrência e concentrações médias de poluentes.

V.3.4. Enquadramento Legal

A legislação aplicável à protecção da qualidade dos meios hídricos nacionais é o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto. Neste diploma são estabelecidas as normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Os resultados obtidos nas simulações efectuadas para o cálculo da concentração de poluentes são analisados tendo em consideração os usos hídricos identificados na área em estudo. Assim, na área de influência do projecto destaca-se a água subterrânea utilizada para abastecimento público, consumo doméstico particular, rega, uso industrial e agrícola, e a água superficial, relacionada com a actividade agrícola.

Assim, no presente caso, as normas do referido diploma que possibilitam efectuar uma avaliação qualitativa dos impactes nos usos da água identificados são as referentes:

- à qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Anexo I, do referido DL);
- à utilização da água para rega (Anexo XVI, do referido DL);
- aos valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais (Anexo XVIII, do referido DL);
- e aos objectivos ambientais de qualidade mínima (Anexo XXI, do referido DL) para as águas superficiais.

Os valores apresentados nos referidos anexos do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto e que servirão de apoio à avaliação dos poluentes calculados são os apresentados nos Quadros V.3.4 a V.3.7. Adicionalmente, para a avaliação da qualidade da água para consumo humano, especialmente em alguns fontanários públicos e captações particulares, foi utilizado o Decreto-Lei n.º 306/07, de 27 de Agosto (ver Quadro V.4.8).

Quadro V.3.4 – Valores limite estabelecidos para a Qualidade das Águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Anexo I – Classe A1) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto

Parâmetro	VMR (1)	VMA (2)	Observações
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	25	--	
Hidrocarbonetos Totais – HC (mg/l)	--	0,05	
Zinco – Zn (mg/l)	0,5	3,0	--
Cobre – Cu (mg/l)	0,02	0,05	Os limites máximos podem ser excedidos em caso de condições geográficas ou meteorológicas excepcionais
Chumbo – Pb (mg/l)	--	0,05	--

(1) VMR – Valor Máximo Recomendado; (2) VMA – Valor Máximo Admissível

Quadro V.3.5 – Valores limite estabelecidos para a Qualidade da Água para Rega (Anexo XVI) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto

Parâmetro	VMR (1)	VMA (2)	Observações
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	60	--	Concentrações elevadas poderão ocasionar colmatação no solo e assoreamento nas redes de rega, bem como entupimentos nos sistemas de rega gota-a-gota e aspersão. Neste último sistema de rega a água poderá provocar depósitos sobre as folhas e frutos
Hidrocarbonetos Totais – HC (mg/l)	--	--	--
Zinco – Zn (mg/l)	2,0	10,0	Tóxico para diversas culturas numa gama ampla, toxicidade reduzida a pH>6,0 e solos de textura fina ou solos orgânicos
Cobre – Cu (mg/l)	0,2	5,0	Tóxico em soluções nutritivas com concentrações entre 0,1 mg/l e 1 mg/l para diversas culturas
Chumbo – Pb (mg/l)	5,0	20	As concentrações muito elevadas podem inibir o desenvolvimento celular das culturas

(1) VMR – Valor Máximo Recomendado; (2) VMA – Valor Máximo Admissível

Quadro V.3.6 – Valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais (Anexo XVIII) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto

Parâmetro	VLE (1)
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	60
Hidrocarbonetos Totais (2) – HC (mg/l)	10
Zinco (2) – Zn (mg/l)	5,0
Cobre – Cu (mg/l)	1,0
Chumbo – Pb (mg/l)	0,2

(1) VLE – Valor Limite de Emissão, entendido como a média aritmética das médias diárias referentes aos dias da laboração de um mês, que não deve ser excedido. O valor diário, determinado com base numa amostra representativa da água residual descarregada durante um período de vinte e quatro horas, não poderá exceder o dobro do valor médio mensal.

(2) Com a revogação do Decreto-Lei nº 74/90, de 7 de Março, as normas referentes ao zinco e hidrocarbonetos totais, não foram incluídas no Anexo XVIII (valores limite de emissão na descarga de águas residuais) do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto. O valor refere-se ao VMA do DL nº 74/90, de 7 de Março.

Quadro V.3.7 – Objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais (Anexo XXI) do D.L. nº 236/98, de 1 de Agosto

Parâmetro	VMA (1)
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	--
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares – HC (mg/l)	0,1
Zinco – Zn (mg/l)	0,5
Cobre – Cu (mg/l)	0,1
Chumbo – Pb (mg/l)	0,05

(1) VMA – Valor Máximo Admissível

Quadro V.3.8 – Valores paramétricos das águas para consumo humano, conforme o Decreto-Lei 306/07, de 27 de Agosto

Parâmetro	Valor Paramétrico
Sólidos Suspensos Totais – SST (mg/l)	--
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares – HC (µg/l)	0.10
Zinco – Zn (mg/l)	--
Cobre – CU (mg/l)	0.002
Chumbo – Pb (mg/l)	0.025

V.3.5. Estimativa da Concentração Média de Poluentes por Local de Descarga (CML)

Para a determinação da concentração média dos poluentes por local de descarga (CML) assumiram-se todas as zonas sensíveis e aquelas que requerem uma avaliação específica, que foram identificadas anteriormente nos Capítulos IV.5.

Assim, neste âmbito assumiram-se os pontos de descarga, coincidentes com as passagens hidráulicas da plena via, localizadas no seguimento dos órgãos de drenagem.

No Quadro V.3.9 apresentam-se as estimativas das cargas, dos volumes de água de escorrência e das concentrações médias dos poluentes para cada local.

Quadro V.3.9 – Estimativa da Carga Poluente e Concentração Média dos Poluentes por Local de Descarga (CML), nos Pontos de Descarga da Plataforma da Via

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Troço da Auto-Estrada	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal médio Diário - - EH - Escorrência da via (m³/dia)	Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Carga Poluente (kg)				Concentração do Poluente nas Águas de Escorrência da Plataforma (mg/l)			
PH/Viaduto/Descarga	km					SST	Zn	Cu	Pb	SST	Zn	Cu	Pb
TRECHO 1													
0,0	0+000	0+000 a 0+415	0,01494	34,528	7,41	65,662	1,102	0,07	0,010	13,66	0,229	0,015	0,0020
0,1	0+415	0+415 a 0+709	0,00941	24,461	5,68	39,579	0,683	0,05	0,007	15,20	0,262	0,020	0,0026
0,2	0+709	0+709 a 0+787	0,00281	6,490	2,04	6,455	0,092	0,01	0,002	22,15	0,316	0,018	0,0059
0,3	0+787	0+787 a 1+375	0,01882	48,922	9,69	103,566	1,912	0,10	0,014	12,44	0,230	0,012	0,0017
Viaduto sobre a EN224	1+375	1+375 a 1+712	0,01482	38,522	8,06	74,332	1,341	0,08	0,011	13,33	0,240	0,015	0,0020
1,1	1+712	1+712 a 2+400	0,01450	41,120	8,06	73,210	1,280	0,08	0,010	13,20	0,230	0,014	0,0019
1,2	1+838	1+838 a 2+400	0,01798	46,758	9,35	97,266	1,788	0,10	0,013	12,60	0,232	0,013	0,0017
Ponte sobre o rio Insua I	2+400	2+400 a 2+930	0,02240	58,240	11,08	131,915	2,477	0,12	0,017	11,83	0,222	0,011	0,0015
2,1	2+930	2+930 a 3+100	0,00958	18,220	10,21	85,250	1,560	0,06	0,011	8,85	0,220	0,010	0,0012
3,1	3+100	3+100 a 3+322	0,00666	17,306	4,35	24,486	0,408	0,04	0,005	16,80	0,280	0,016	0,0033
3,2	3+322	3+322 a 3+875	0,01814	47,174	9,42	98,468	1,811	0,10	0,014	12,57	0,231	0,013	0,0017
Ponte sobre o rio Insua II	3+875	3+875 a 4+865	0,03168	82,368	14,47	213,402	4,146	0,17	0,024	10,70	0,208	0,009	0,0012
4,1	4+865	4+865 a 4+979	0,00467	9,485	2,74	11,272	0,156	0,02	0,003	19,70	0,272	0,014	0,0044
4,2	4+979	4+979 a 5+124	0,00595	12,064	3,30	15,738	0,223	0,02	0,003	18,38	0,260	0,019	0,0038
5,1	5+124	5+124 a 5+280	0,00562	12,979	3,49	16,890	0,258	0,03	0,004	18,13	0,276	0,019	0,0038
5,2	5+344	5+280 a 5+344	0,00230	5,325	1,76	4,905	0,069	0,01	0,001	23,46	0,328	0,015	0,0067
5,3	5+759	5+344 a 5+759	0,01702	34,528	7,41	67,717	1,062	0,07	0,010	13,56	0,213	0,014	0,0019
5,4	5+888	5+759 a 5+888	0,00529	10,733	3,01	13,381	0,187	0,02	0,003	19,01	0,266	0,012	0,0041
6,1	6+251	5+888 a 6+251	0,01307	30,202	3,01	13,381	0,187	0,02	0,003	19,01	0,266	0,012	0,0041
6,2	6+458	6+251 a 6+458	0,00344	6,989	8,22	67,960	0,582	0,04	0,008	16,74	0,143	0,011	0,0019
6,3	6+600	6+458 a 6+600	0,00428	9,901	6,62	46,080	0,384	0,03	0,006	18,16	0,151	0,013	0,0022
6,4	6+704	6+600 a 6+704	0,00824	19,053	6,62	46,080	0,384	0,03	0,006	18,16	0,151	0,013	0,0022
6,5	6+918	6+704 a 6+918	0,00415	9,800	6,06	45,777	0,749	0,06	0,007	14,73	0,241	0,018	0,0024

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Troço da Auto-Estrada	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal médio Diário - - EH - Escorrência da via (m³/dia)	Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Carga Poluente (kg)				Concentração do Poluente nas Águas de Escorrência da Plataforma (mg/l)			
PH/Viaduto/Descarga	km					SST	Zn	Cu	Pb	SST	Zn	Cu	Pb
Nó com a EN224													
0-1N224-RB	0+008	0+000 a 0+008	0,00033	0,666	0,35	0,242	0,001	0,00	0,000	15,01	0,100	0,010	0,0050
0-1N224-RAB	0+493	0+000 a 0+493	0,01710	39,520	8,22	67,960	0,582	0,04	0,008	17,33	0,109	0,010	0,0044
0-2N224-RAB	0+849	0+493 a 0+849	0,01292	29,869	6,62	46,080	0,384	0,03	0,006	16,47	0,106	0,010	0,0047
Nó com a EN227													
0-1N227-RA	0+080	0+000 a 0+080	0,00320	8,320	1,71	4,812	0,043	0,01	0,001	24,42	0,226	0,013	0,0060
0-1N227-RB	0+080	0+000 a 0+080	0,00272	7,664	1,71	2,454	0,011	0,00	0,001	23,99	0,212	0,018	0,0011
TRECHO 2													
0,1	0+215	0+000 a 0+215	0,00774	17,888	4,46	26,361	0,415	0,04	0,005	16,52	0,260	0,018	0,0031
PA1 - Vala Trapezoidal	0+375	0+215 a 0+375	0,00511	10,450	2,88	13,000	0,180	0,02	0,003	19,10	0,267	0,019	0,0040
0,2	0+502	0+375 a 0+502	0,00656	13,312	3,56	18,042	0,258	0,03	0,004	17,86	0,255	0,019	0,0035
0,3	0+642	0+502 a 0+642	0,00521	10,566	2,98	13,094	0,183	0,02	0,003	19,10	0,267	0,020	0,0041
1,1	1+193	0+642 a 1+193	0,01984	45,843	9,21	97,308	1,679	0,09	0,013	12,59	0,217	0,012	0,0017
1,2	1+316	1+193 a 1+316	0,00549	11,149	3,10	14,106	0,198	0,02	0,003	18,80	0,264	0,018	0,0040
Viaduto sobre EN327	1+603	1+327 a 2+100	0,02474	64,314	11,96	151,384	2,871	0,13	0,019	11,49	0,218	0,010	0,0014
2,1	2+260	2+100 a 2+260	0,00576	13,312	3,56	17,494	0,267	0,03	0,004	18,00	0,275	0,019	0,0037
2,2	2+451	2+260 a 2+451	0,00688	15,891	4,07	22,368	0,348	0,03	0,004	17,10	0,266	0,016	0,0033
2,3	2+566	2+451 a 2+566	0,00472	9,568	2,76	11,409	0,158	0,02	0,003	19,65	0,272	0,014	0,0044
3,1	3+237	2+566 a 3+237	0,02416	55,827	10,72	127,908	2,249	0,11	0,016	11,89	0,209	0,011	0,0015
3,2	3+346	3+227 a 3+346	0,00392	9,069	2,65	10,270	0,151	0,02	0,002	20,11	0,296	0,018	0,0048
Ponte sobre o rio Antua	3+600	3+346 a 4+020	0,02157	56,077	10,76	125,165	2,342	0,12	0,016	11,96	0,224	0,011	0,0015
4,1 e 4,2	4+482	4+020 a 4+400	0,01368	31,616	6,92	58,105	0,967	0,07	0,009	14,02	0,233	0,016	0,0021
4,3	4+544	4+400 a 4+544	0,01339	30,950	6,81	56,415	0,936	0,06	0,009	14,10	0,234	0,016	0,0022
4,4	4+772	4+544 a 4+772	0,00509	13,229	3,54	17,469	0,332	0,03	0,004	17,17	0,326	0,013	0,0039
4,5	4+931	4+772 a 4+931	0,00549	11,149	3,10	14,106	0,198	0,02	0,003	18,80	0,264	0,015	0,0040
5,1	5+026	4+931 a 5+026	0,00342	7,904	2,38	8,789	0,149	0,02	0,002	19,79	0,336	0,014	0,0052
5,2	5+192	5+026 a 5+192	0,00531	13,811	3,66	18,546	0,354	0,03	0,004	16,96	0,324	0,013	0,0038
5,3	5+514	5+192 a 5+579	0,01393	32,198	7,02	61,724	1,204	0,08	0,010	13,19	0,257	0,016	0,0021
5,4	5+579	5+579 a 6+003	0,01544	43,930	7,60	71,664	1,453	0,09	0,011	12,67	0,257	0,015	0,0020
6,1	6+003	6+003 a 6+363	0,01296	36,864	6,64	56,185	1,119	0,07	0,009	13,33	0,266	0,017	0,0022

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Troço da Auto- Estrada	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal médio Diário - - EH - Escurência da via (m³/dia)	Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Carga Poluente (kg)				Concentração do Poluente nas Águas de Escurência da Plataforma (mg/l)			
PH/Viaduto/Descarga	km					SST	Zn	Cu	Pb	SST	Zn	Cu	Pb
6,2	6+363	6+363 a 6+623	0,01066	26,624	5,17	36,885	0,665	0,05	0,007	14,54	0,262	0,019	0,0026
6,3	6+623	6+623 a 6+877	0,01041	26,010	5,07	35,709	0,642	0,05	0,006	14,64	0,263	0,017	0,0026
6,4	6+877	6+877 a 7+300	0,01734	43,315	7,52	72,471	1,370	0,08	0,011	12,63	0,239	0,015	0,0019
PI4 - Vala Trapezoidal	7+587	7+300 a 7+587	0,01033	29,389	5,58	41,024	0,799	0,06	0,007	14,23	0,277	0,018	0,0026
8,1	8+034	7+587 a 8+034	0,01609	45,773	7,84	75,871	1,544	0,09	0,012	12,52	0,255	0,015	0,0019
8,2	8+354	8+034 a 8+354	0,01312	32,768	6,06	49,203	0,905	0,06	0,008	13,69	0,252	0,018	0,0023
8,3	8+556	8+354 a 8+556	0,00828	20,685	4,25	25,985	0,457	0,04	0,005	15,64	0,275	0,019	0,0031
Viaduto do Louredo	8+950	8+556 a 8+950	0,01261	40,346	7,12	61,934	1,324	0,08	0,010	13,08	0,280	0,017	0,0022
Nô com a Via Feira/Mansores													
0-1NF-RAB	0+488	0+195 a 0+488	0,01201	11,251	5,66	35,863	0,274	0,03	0,005	19,10	0,146	0,014	0,0024
0-1NF-RC	0+195	0+060 a 0+195	0,00486	5,184	3,12	11,859	0,090	0,01	0,002	22,85	0,182	0,019	0,0042
0-1NF-RD	0+060	0+000 0+060	0,00216	2,304	1,67	3,849	0,027	0,01	0,001	21,75	0,213	0,017	0,0070
TRECHO 3													
0,1	0+359	0+000 a 0+359	0,01055	30,003	5,66	42,219	0,824	0,06	0,008	14,15	0,276	0,018	0,0025
0,2	0+693	0+359 a 0+693	0,01260	35,840	6,50	54,031	1,074	0,07	0,009	13,44	0,267	0,018	0,0023
1,1/1,2/1,3	1+025	0+693 a 1+025	0,00765	24,474	4,84	30,950	0,630	0,05	0,006	15,11	0,308	0,012	0,0030
1,4	1+515	1+025 a 1+515	0,01555	44,237	7,64	72,361	1,468	0,09	0,011	12,65	0,257	0,015	0,0020
Viaduto do Canedo	2+400	1+515 a 3+387	0,05242	149,094	19,47	390,635	8,924	0,29	0,040	8,90	0,203	0,007	0,0009
3,1	3+387	3+387 a 3+500	0,02678	76,186	11,61	153,861	3,291	0,15	0,020	10,81	0,231	0,010	0,0014
3,2	3+517	3+517 a 4+482	0,01609	45,773	6,64	56,185	1,119	0,07	0,009	13,33	0,266	0,017	0,0022
4,1	4+482	4+100 a 4+482	0,01303	37,069	6,67	56,619	1,129	0,07	0,009	13,31	0,265	0,017	0,0022
4,2	4+579	4+482 a 4+579	0,00320	9,114	2,26	8,080	0,140	0,02	0,002	19,97	0,347	0,012	0,0054
4,3	4+838	4+579 a 4+838	0,01078	26,931	5,21	37,477	0,676	0,05	0,007	14,49	0,262	0,010	0,0026
5,1	5+347	4+838 a 5+347	0,02136	53,350	8,82	96,772	1,868	0,10	0,014	11,89	0,230	0,013	0,0017
5,2	5+428	5+335 a 5+428	0,00295	8,397	2,12	7,212	0,124	0,02	0,002	20,45	0,352	0,019	0,0057
5,3	5+560	5+417 a 5+560	0,00626	17,818	3,79	20,485	0,380	0,04	0,004	16,45	0,305	0,018	0,0035
5,4	5+729	5+560 a 5+729	0,00513	12,800	2,94	13,349	0,224	0,03	0,003	17,97	0,302	0,013	0,0042
6,1	6+092	5+729 a 6+092	0,01484	37,069	6,67	58,386	1,087	0,07	0,009	13,21	0,246	0,016	0,0021
6,2	6+211	6+092 a 6+211	0,00446	12,698	2,92	12,802	0,230	0,03	0,003	18,14	0,326	0,018	0,0044
6,3	6+334	6+211 a 6+334	0,00457	13,005	2,98	13,234	0,238	0,03	0,003	18,02	0,324	0,018	0,0043

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Troço da Auto- Estrada	Área Total de Drenagem da Via (Km ²)	Caudal médio Diário - - EH - Escurrência da via (m ³ /dia)	Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Carga Poluente (kg)				Concentração do Poluente nas Águas de Escurrência da Plataforma (mg/l)			
PH/Viaduto/Descarga	km					SST	Zn	Cu	Pb	SST	Zn	Cu	Pb
Ponte sobre o rio Uima II	7+575	6+334 a 8+098	0,02784	89,088	13,10	185,926	4,296	0,18	0,024	10,40	0,240	0,010	0,0013
8,1/8,2	8+098	8+098 a 8+616	0,02192	62,362	9,95	116,535	2,445	0,12	0,016	11,45	0,240	0,012	0,0016
8,3	8+616	8+616 a 8+724	0,03056	86,938	12,85	184,796	4,005	0,17	0,023	10,40	0,225	0,010	0,0013
8,4	8+724	8+724 a 9+556	0,03200	88,000	12,90	193,210	4,115	0,18	0,023	10,42	0,230	0,011	0,0013
9,1	9+556	9+556 a 9+648	0,00331	9,421	2,32	8,460	0,147	0,02	0,002	19,78	0,345	0,015	0,0053
9,2	9+648	9+648 a 9+799	0,00619	15,462	3,40	17,352	0,297	0,03	0,004	17,01	0,291	0,014	0,0037
9,3	9+799	9+799 a 10+187	0,01591	39,731	7,03	64,286	1,205	0,08	0,010	12,95	0,243	0,015	0,0020
10,1	10+187	10+187 a 10+472	0,01026	29,184	5,55	40,628	0,791	0,06	0,007	14,26	0,278	0,018	0,0026
10,2	10+472	10+472 a 10+722	0,00900	25,600	5,01	33,873	0,651	0,05	0,006	14,81	0,285	0,014	0,0028
10,3	10+722	10+722 a 10+900	0,00730	18,227	3,86	21,802	0,379	0,04	0,004	16,22	0,282	0,014	0,0033
11,1	11+656	10+900 a 11+656	0,02722	77,414	11,75	157,315	3,371	0,15	0,020	10,76	0,231	0,010	0,0014
11,2	11+763	11+656 a 11+763	0,00385	10,957	2,61	10,433	0,185	0,02	0,003	18,93	0,335	0,014	0,0048
11,3	11+943	11+763 a 11+943	0,00648	18,432	3,89	21,472	0,400	0,04	0,005	16,29	0,303	0,012	0,0035
12,1	12+019	11+943 a 12+019	0,00274	7,782	2,00	6,490	0,111	0,02	0,002	20,90	0,358	0,017	0,0060
12,2	12+125	12+019 a 12+125	0,00382	10,854	2,59	10,298	0,182	0,02	0,003	18,98	0,336	0,016	0,0049
12,3	12+348	12+125 a 12+348	0,00803	22,835	4,59	28,905	0,550	0,05	0,006	15,31	0,291	0,016	0,0030
12,4	12+500	12+348 a 12+500	0,00547	15,565	3,42	16,982	0,311	0,03	0,004	17,11	0,313	0,019	0,0038
12,5	12+664	12+500 a 12+664	0,00590	16,794	3,62	18,870	0,348	0,03	0,004	16,73	0,309	0,019	0,0037
12,6	12+970	12+664 a 12+970	0,01303	37,069	2,92	12,802	0,230	0,03	0,003	18,14	0,326	0,018	0,0044
13,1	13+056	12+970 a 13+056	0,00320	9,114	2,98	13,234	0,238	0,03	0,003	18,02	0,324	0,015	0,0043
13,2	13+389	13+056 a 13+389	0,01078	26,931	13,43	206,316	4,200	0,17	0,024	10,16	0,207	0,009	0,0012
Ponte sobre o rio Febros I	13+400	13+389 a 14+225	0,04995	159,846	20,54	418,465	10,239	0,31	0,043	8,78	0,215	0,007	0,0009
14,1	14+223	14+225 a 14+600	0,01350	38,400	6,85	59,460	1,189	0,08	0,010	13,18	0,264	0,017	0,0022
Viaduto do Outeiro	14+775	14+600 a 15+200	0,01920	61,440	9,84	111,021	2,474	0,12	0,016	11,58	0,258	0,013	0,0017
16,1	16+003	15+200 a 16+003	0,02570	82,227	12,31	166,357	3,814	0,16	0,022	10,64	0,244	0,011	0,0014
16,2	16+041	16+003 a 16+041	0,00192	6,144	1,67	4,547	0,081	0,01	0,001	22,53	0,401	0,015	0,0073
16,3	16+446	16+041 a 16+845	0,03206	80,077	12,06	170,021	3,414	0,15	0,021	10,58	0,212	0,009	0,0013
16,4	16+845	16+845 a 17+382	0,02202	54,989	9,03	100,921	1,954	0,11	0,014	11,79	0,228	0,012	0,0016
17,1	17+382	17+382 a 17+721	0,01220	34,714	6,34	51,689	1,024	0,07	0,009	13,57	0,269	0,018	0,0023
17,2	17+727	17+721 a 17+828	0,00385	10,957	2,61	10,433	0,185	0,02	0,003	18,93	0,335	0,017	0,0048

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Troço da Auto- Estrada	Área Total de Drenagem da Via (Km ²)	Caudal médio Diário - - EH - Escurrência da via (m ³ /dia)	Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Carga Poluente (kg)				Concentração do Poluente nas Águas de Escurrência da Plataforma (mg/l)			
PH/Viaduto/Descarga	km					SST	Zn	Cu	Pb	SST	Zn	Cu	Pb
17,3	17+828	17+828 a 17+985	0,00644	16,077	3,50	18,316	0,314	0,03	0,004	16,82	0,289	0,016	0,0036
Nó de Gião/Louredo													
0-1NGL-RAB	0+021	0+000 a 0+021	0,00076	0,806	0,74	0,897	0,006	0,002	0,0003	21,23	0,260	0,019	0,0137
0-2NGL-RAB	0+442	0+021 a 0+442	0,01516	16,166	7,49	57,481	0,486	0,04	0,007	17,34	0,147	0,012	0,0020
0-3NGL-RAB	0+691	0+442 a 0+691	0,01021	9,562	5,00	28,614	0,215	0,02	0,004	20,02	0,151	0,016	0,0027
0-1NGL-RB	0+073	0+000 a 0+073	0,00263	2,803	1,94	5,053	0,036	0,01	0,001	23,55	0,205	0,018	0,0062
0-1NGL-RD	0+171	0+000 a 0+171	0,00594	6,336	3,64	15,668	0,121	0,02	0,003	22,73	0,175	0,017	0,0037
Nó de Canedo													
0-1NC-RAB	0+002	0+000 a 0+002	0,00008	0,077	0,12	0,035	0,0002	0,0002	0,000026	23,230	0,379	0,017	0,006
0-2NC-RAB	0+220	0+002 a 0+220	0,00425	4,531	2,81	9,839	0,073	0,01	0,002	24,043	0,187	0,016	0,005
0-1NC-RD	0+149	0+000 a 0+149	0,00536	5,722	3,37	13,600	0,104	0,01	0,002	23,410	0,179	0,015	0,004
Nó da A32/A41													
0-1NA32/A41 - RC	0+131	0+000 a 0+131	0,00299	3,187	2,14	6,038	0,044	0,01	0,001	23,28	0,200	0,018	0,0057
0-1NA32/A41 - RF	0+440	0+000 a 0+440	0,01354	14,438	6,86	49,135	0,411	0,03	0,006	17,91	0,150	0,013	0,0022
0-1NA32/A41 - RG	0+380	0+000 a 0+380	0,01972	12,368	6,32	32,032	0,295	0,03	0,004	20,71	0,160	0,016	0,0027
0-1NA32/A41 - RH	0+113	0+000 a 0+113	0,00245	2,611	1,84	4,579	0,032	0,01	0,001	22,37	0,208	0,015	0,0065
0-1NA32/A41-RH	0+242	0+113 a 0+242	0,00396	4,224	2,66	8,926	0,066	0,01	0,002	22,55	0,190	0,012	0,0047
Nó de S. Martinho de Arnelas													
0-1NSMA-A	0+152	0+000 a 0+152	0,00245	2,6112	1,84	4,579	0,032	0,01	0,001	21,37	0,208	0,042	0,006
0-1NSMA-RAB	0+270	0+000 a 0+270	0,00972	10,368	5,32	31,032	0,251	0,03	0,004	19,71	0,160	0,016	0,0027
0-2NSMA-RAB	0+646	0+270 a 0+646	0,01354	14,438	6,86	49,135	0,411	0,03	0,006	17,91	0,150	0,013	0,0022
0-3NSMA-RAB	0+866	0+646 a 0+866	0,00902	8,448	4,54	24,096	0,179	0,02	0,003	20,75	0,154	0,017	0,0029
0-1NSMA-RC	0+185	0+000 a 0+105	0,00666	7,104	3,98	18,363	0,143	0,02	0,003	21,99	0,172	0,019	0,0034
0-1NSMA-RD	0+066	0+000 a 0+066	0,00238	2,534	1,80	4,393	0,031	0,01	0,001	23,24	0,209	0,015	0,0066
Nó com o IP1													
0-1NIP1-RA	0+092	0+000 a 0+092	0,00377	3,533	2,32	7,186	0,049	0,01	0,001	23,00	0,182	0,017	0,0051
0-1NIP1-RAB	0+034	0+000 a 0+034	0,00122	1,306	1,08	1,750	0,012	0,00	0,000	21,26	0,237	0,014	0,0101
0-1NIP1-RB	0+100	0+000 a 0+100	0,00360	3,840	2,48	7,820	0,057	0,01	0,001	23,29	0,193	0,014	0,0050

V.3.6. Estimativa da Concentração dos Poluentes na Massa de Água Receptora, Após a Mistura Completa

Sendo uma estrada uma estrutura linear, com vários quilómetros de extensão, é importante identificar numa primeira fase, com base no projecto de drenagem e no conhecimento da situação actual, os pontos receptores que serão objecto de análise.

Assumiram-se 131 pontos, coincidentes com as passagens hidráulicas e viadutos, localizados no seguimento dos órgãos de drenagem (colectores de evacuação lateral, descidas de talude e drenos) ou sob os viadutos. Aos pontos de descarga afectaram-se diferentes extensões de plataforma drenada, de acordo com o projecto de drenagem.

A concentração final de cada um dos poluentes calculados anteriormente na linha de água receptora após mistura total é dada pela seguinte fórmula (FHWA, 1996a, in INAG, 2006):

$$Ct(0) = [(C_e \times Q_e) + (C_m \times Q_m)] / Q_e + Q_m$$

sendo:

$Ct(0)$ – Concentração total do poluente imediatamente após a mistura completa (mg/l);
 C_e – Concentração do poluente no efluente da estrada (mg/l);
 C_m – Concentração do poluente na linha de água, a montante da descarga (mg/l);
 Q_e – Caudal das águas de escorrência da via (m³/s);
 Q_m – Caudal da linha de água receptora, a montante da descarga (m³/s);

Para este efeito foram seguidos, para cada ponto de descarga ou linha de água receptora, os seguintes procedimentos:

- Calcular a concentração média dos poluentes (Zn, Cu, Pb e sólidos suspensos totais) nas águas de escorrência da estrada;
- Determinar o caudal de descarga a partir da estrada;
- Calcular a concentração do mesmo poluente na linha de água, a montante da descarga;
- Determinar o caudal da linha de água (caudal de diluição).

A determinação da concentração dos poluentes no meio receptor foi efectuada através do modelo de regressão desenvolvido por Driver e Tasker, apresentado anteriormente e

utilizado no cálculo das cargas poluentes, do volume das águas de escorrência e das concentrações médias dos poluentes por local de descarga.

O valor do caudal do curso de água receptor considerado, neste caso corresponde ao caudal verificado no final da época seca, situação mais desfavorável, foi estimado a partir da precipitação média diária para os dias em que ocorra uma precipitação superior a 10,0 mm. Assim, a fórmula utilizada para o cálculo do caudal de diluição foi a seguinte:

$$Q = C \times P \times A \times 10^3$$

em que:

C – Coeficiente de escoamento (valor considerado 0,7);

P – Precipitação média diária superior a 10,0 mm (mm/d);

A – Área da bacia de drenagem em estudo (km²).

No presente caso não foram considerados caudais médios diários anuais porque as linhas de água em análise não possuem escoamento na maior parte do ano.

As concentrações actuais dos poluentes nas linhas de água receptoras foram estimadas com base na consulta dos dados analíticos da rede da Qualidade da Água pertencente ao INAG, disponível no SNIRH (www.snirh.inag.pt). Os valores obtidos são assim meramente estimativas, como tal a sua validade só poderá ser confirmada através da aplicação de um programa de monitorização a realizar para as linhas de água interceptadas.

No Quadro V.3.10, apresenta-se uma estimativa da concentração média dos poluentes na massa de água receptora, após a mistura completa.

Da análise da expressão de cálculo utilizada para a determinação dos poluentes na linha de água receptora após mistura total verifica-se que, a descarga de águas de escorrência só tem significado, em termos de alteração da qualidade da água do meio receptor, quando o caudal das primeiras escorrências é maior ou da mesma ordem de grandeza do caudal do meio receptor. Caso contrário a água de escorrência da via não tem influência na alteração da qualidade da água do meio para onde é drenada.

Quadro V.3.10 – Caudais de Diluição e Estimativa da Concentração dos Poluentes Após Mistura Completa nas Linhas de Água

Receptoras

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Linha de água Receptora	Troço da Auto-Estrada	Área total da bacia Hidrográfica (km2)	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal de Diluição (m3/dia)		Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Concentração do Poluente Após Mistura Completa no Meio Receptor			
PH/Viaduto/ Descarga	km					Caudal médio Diário - Linha de Água -(m³/dia)	Caudal médio Diário - Escorrência da via (m³/dia)		SST (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)
TRECHO 1												
0,0	0+000	Afluente do Rio Insua	0+000 a 0+415	0,01	0,01494	32,000	34,528	7,41	14,76	0,2476	0,0160	0,0022
0,1	0+415	Afluente do Rio Insua	0+415 a 0+709	0,072	0,00941	230,400	24,461	5,68	16,41	0,2831	0,0217	0,0028
0,2	0+709	Afluente do Rio Insua	0+709 a 0+787	0,044	0,00281	140,800	6,490	2,04	23,92	0,3408	0,0194	0,0064
0,3	0+787	Afluente do Rio Insua	0+787 a 1+375	0,032	0,01882	102,400	48,922	9,69	13,43	0,2480	0,0133	0,0018
Viaduto sobre a EN224	1+375	Afluente do Rio Insua	1+375 a 1+712	1,5	0,01482	4800,000	38,522	8,06	14,39	0,2596	0,0157	0,0021
1,1	1+712	Afluente do Rio Insua	1+712 a 2+400	0,05	0,01450	160,000	41,120	8,06	14,26	0,2484	0,0151	0,0021
1,2	1+838	Afluente do Rio Insua	1+838 a 2+400	0,378	0,01798	1209,600	46,758	9,35	13,61	0,2501	0,0137	0,0019
Ponte sobre o rio Insua I	2+400	Rio Insua	2+400 a 2+930	28,5	0,02240	91200,000	58,240	11,08	12,77	0,2399	0,0118	0,0016
2,1	2+930	Afluente do Rio Insua	2+930 a 3+100	0,05	0,00958	160,000	18,220	10,21	9,56	0,2376	0,0108	0,0013
3,1	3+100	Afluente do Rio Insua	3+100 a 3+322	0,71	0,00666	2272,000	17,306	4,35	18,14	0,3025	0,0173	0,0036
3,2	3+322	Afluente do Rio Insua	3+322 a 3+875	0,095	0,01814	304,000	47,174	9,42	13,57	0,2497	0,0136	0,0019
Ponte sobre o rio Insua II	3+875	Rio Insua	3+875 a 4+865	8,1	0,03168	25920,000	82,368	14,47	11,55	0,2245	0,0092	0,0013
4,1	4+865	Afluente da Ribeira do Cercal	4+865 a 4+979	0,1	0,00467	320,000	9,485	2,74	21,28	0,2940	0,0151	0,0048
4,2	4+979	Afluente da Ribeira do Cercal	4+979 a 5+124	0,06	0,00595	192,000	12,064	3,30	19,85	0,2808	0,0190	0,0041
5,1	5+124	Afluente da Ribeira do Cercal	5+124 a 5+280	0,035	0,00562	112,000	12,979	3,49	19,58	0,2985	0,0185	0,0041
5,2	5+344	Afluente da Ribeira do Cercal	5+280 a 5+344	0,291	0,00230	931,200	5,325	1,76	24,33	0,3540	0,0162	0,0072
5,3	5+759	Ribeira do Cercal	5+344 a 5+759	0,684	0,01702	2188,800	34,528	7,41	14,65	0,2296	0,0150	0,0021
5,4	5+888	Afluente da Ribeira do Cercal	5+759 a 5+888	0,096	0,00529	307,200	10,733	3,01	20,53	0,2871	0,0130	0,0044
6,1	6+251	Afluente da Ribeira do Cercal	5+888 a 6+251	0,187	0,01307	598,400	30,202	3,01	20,53	0,2871	0,0130	0,0044
6,2	6+458	Afluente da Ribeira do Cercal	6+251 a 6+458	0,05	0,00344	160,000	6,989	8,22	18,08	0,1548	0,0116	0,0020
6,3	6+600	Afluente da Ribeira do Cercal	6+458 a 6+600	0,04	0,00428	128,000	9,901	6,62	19,61	0,1633	0,0142	0,0024
6,4	6+704	Afluente da Ribeira do Cercal	6+600 a 6+704	0,04	0,00824	128,000	19,053	6,62	19,61	0,1633	0,0142	0,0024
6,5	6+918	Afluente da Ribeira do Cercal	6+704 a 6+918	0,2	0,00415	640,000	9,800	6,06	15,91	0,2602	0,0192	0,0026
Nó com a EN224												
0-1N224-RB	0+008	Afluente do Rio Insua	0+000 a 0+008	0,991	0,66600	3171,200	0,666	0,35	16,21	0,1080	0,0108	0,0054

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Linha de água Receptora	Troço da Auto-Estrada	Área total da bacia Hidrográfica (km²)	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal de Diluição (m³/dia)		Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Concentração do Poluente Após Mistura Completa no Meio Receptor			
PH/Viaduto/Descarga	km					Caudal médio Diário - Linha de Água - (m³/dia)	Caudal médio Diário - Escoorência da via (m³/dia)		SST (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)
0-1N224-RAB	0+493	Afluente do Rio Insua	0+000 a 0+493	0,05	39,52000	160,000	39,520	8,22	18,71	0,1173	0,0110	0,0047
0-2N224-RAB	0+849	Afluente do Rio Insua	0+493 a 0+849	0,074	29,86900	236,800	29,869	6,62	17,79	0,1142	0,0112	0,0051
Não com a EN227												
0-1N227-RA	0+080	Afluente do Rio Insua	0+000 a 0+080	0,05	0,00320	160,000	8,320	1,71	24,37	0,2444	0,0140	0,0064
0-1N227-RB	0+080	Afluente do Rio Insua	0+000 a 0+080	0,05	0,00272	160,000	7,664	1,71	24,91	0,2288	0,0194	0,0011
TRECHO 2												
0,1	0+215	Afluente da Ribeira do Pintor	0+000 a 0+215	0,028	0,008	89,600	17,888	4,46	17,85	0,2808	0,0194	0,0033
PA1 - Vaia Trapezoidal	0+375	Afluente da Ribeira do Pintor	0+215 a 0+375	0,128	0,005	409,600	10,450	2,88	20,63	0,2884	0,0190	0,0043
0,2	0+502	Afluente da Ribeira do Pintor	0+375 a 0+502	0,016	0,007	51,200	13,312	3,56	19,29	0,2755	0,0190	0,0038
0,3	0+642	Afluente da Ribeira do Pintor	0+502 a 0+642	0,049	0,005	156,800	10,566	2,98	20,62	0,2880	0,0180	0,0044
1,1	1+193	Afluente da Ribeira do Pintor	0+642 a 1+193	0,112	0,020	358,400	45,843	9,21	13,60	0,2345	0,0131	0,0018
1,2	1+316	Afluente da Ribeira do Pintor	1+193 a 1+316	0,016	0,005	51,200	11,149	3,10	20,31	0,2850	0,0194	0,0043
Viaduto sobre EN327	1+603	Ribeira do Pintor	1+327 a 2+100	1,5	0,025	4800,000	64,314	11,96	12,41	0,2354	0,0110	0,0015
2,1	2+260	Afluente do Rio Antuã	2+100 a 2+260	0,05	0,006	160,000	13,312	3,56	19,44	0,2971	0,0190	0,0040
2,2	2+451	Afluente da Ribeira da Mota	2+260 a 2+451	0,05	0,007	160,000	15,891	4,07	18,47	0,2872	0,0173	0,0036
2,3	2+566	Afluente da Ribeira da Mota	2+451 a 2+566	0,05	0,005	160,000	9,568	2,76	21,22	0,2935	0,0151	0,0047
3,1	3+237	Afluente da Ribeira da Mota	2+566 a 3+237	0,098	0,024	313,600	55,827	10,72	12,84	0,2259	0,0114	0,0016
3,2	3+346	Afluente da Ribeira da Mota	3+227 a 3+346	0,018	0,004	57,600	9,069	2,65	21,72	0,3197	0,0194	0,0051
Ponte sobre o rio Antuã	3+600	Rio Antuã	3+346 a 4+020	15,5	0,022	49600,000	56,077	10,76	12,91	0,2416	0,0121	0,0017
4,1 e 4,2	4+482	Afluente do Rio Antuã	4+020 a 4+400	0,042	0,014	134,400	31,616	6,92	15,14	0,2518	0,0170	0,0023
4,3	4+544	Afluente do Rio Uima	4+400 a 4+544	0,051	0,013	163,200	30,950	6,81	15,23	0,2528	0,0173	0,0023
4,4	4+772	Afluente do Rio Uima	4+544 a 4+772	0,043	0,005	137,600	13,229	3,54	18,54	0,3526	0,0140	0,0042
4,5	4+931	Afluente do Rio Uima	4+772 a 4+931	0,078	0,005	249,600	11,149	3,10	20,31	0,2850	0,0162	0,0043
5,1	5+026	Afluente do Rio Uima	4+931 a 5+026	0,022	0,003	70,400	7,904	2,38	21,38	0,3634	0,0151	0,0056
5,2	5+192	Afluente do Rio Uima	5+026 a 5+192	0,080	0,005	256,000	13,811	3,66	18,31	0,3497	0,0140	0,0041
5,3	5+514	Afluente do Rio Uima	5+192 a 5+579	0,048	0,014	153,600	32,198	7,02	14,24	0,2778	0,0177	0,0023
5,4	5+579	Afluente do Rio Uima	5+579 a 6+003	0,105	0,015	336,000	43,930	7,60	13,69	0,2774	0,0166	0,0021
6,1	6+003	Rio Uima	6+003 a 6+363	0,01	0,013	41,600	36,864	6,64	14,40	0,2869	0,0188	0,0024
6,2	6+363	Afluente do Rio Uima	6+363 a 6+623	1,638	0,011	5241,600	26,624	5,17	15,70	0,2831	0,0180	0,0028
6,3	6+623	Afluente da Ribeira da Mota	6+623 a 6+877	0,013	0,010	41,600	26,010	5,07	15,81	0,2844	0,0184	0,0028

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Linha de água Receptora	Troço da Auto-Estrada	Área total da bacia Hidrográfica (km²)	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal de Diluição (m³/dia)		Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Concentração do Poluente Após Mistura Completa no Meio Receptor			
PH/Viaduto/Descarga	km					Caudal médio Diário - Linha de Água - (m³/dia)	Caudal médio Diário - Escorrência da via (m³/dia)		SST (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)
6,4	6+877	Afluente da Ribeira da Mota	6+877 a 7+300	0,026	0,017	83,200	43,315	7,52	13,64	0,2580	0,0157	0,0021
PI4 - Vala Trapezoidal	7+587	Afluente da Ribeira da Mota	7+300 a 7+587	0,184	0,010	588,800	29,389	5,58	15,37	0,2996	0,0194	0,0028
8,1	8+034	Afluente da Ribeira da Mota	7+587 a 8+034	0,147	0,016	470,400	45,773	7,84	13,53	0,2753	0,0161	0,0021
8,2	8+354	Afluente da Ribeira da Mota	8+034 a 8+354	0,103	0,013	329,600	32,768	6,06	14,79	0,2721	0,0191	0,0025
8,3	8+556	Afluente da Ribeira da Mota	8+354 a 8+556	0,035	0,008	112,000	20,685	4,25	16,89	0,2971	0,0190	0,0033
Viaduto do Louredo	8+950	Afluente da Ribeira da Mota	8+556 a 8+950	0,600	0,013	1920,000	40,346	7,12	14,12	0,3020	0,0187	0,0024
Nó com a Via Feira/Mansores												
0-1NF-RAB	0+488	Afluente do Rio Uima	0+195 a 0+488	0,011	0,01201	35,200	11,251	5,66	20,62	0,1577	0,0153	0,0026
0-1NF-RC	0+195	Afluente do Rio Uima	0+060 a 0+195	0,010	0,00486	32,000	5,184	3,12	24,68	0,1969	0,0180	0,0045
0-1NF-RD	0+060	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+060	0,127	0,00216	406,400	2,304	1,67	23,49	0,2299	0,0184	0,0075
TRECHO 3												
0,1	0+359	Ribeira da Mota	0+000 a 0+359	2,81	0,01055	8992,000	30,003	5,66	15,28	0,2984	0,0194	0,0027
0,2	0+693	Afluente da Ribeira da Mota	0+359 a 0+693	0,912	0,01260	2918,400	35,840	6,50	14,52	0,2884	0,0191	0,0024
1,1/1,2/1,3	1+025	Afluente da Ribeira da Mota	0+693 a 1+025	0,467	0,00765	1494,400	24,474	4,84	16,32	0,3322	0,0130	0,0033
1,4	1+515	Afluente da Ribeira da Mota	1+025 a 1+515	0,35	0,01555	1120,000	44,237	7,64	13,66	0,2771	0,0165	0,0021
Viaduto do Canedo	2+400	Afluente da Ribeira da Mota	1+515 a 3+387	3,2	0,05242	10240,000	149,094	19,47	9,61	0,2196	0,0070	0,0010
3,1	3+387	Afluente da Ribeira da Mota	3+387 a 3+500	0,057	0,02678	182,400	76,186	11,61	11,67	0,2497	0,0113	0,0015
3,2	3+517	Afluente da Ribeira da Mota	3+517 a 4+482	0,027	0,01609	86,400	45,773	6,64	14,40	0,2869	0,0188	0,0024
4,1	4+482	Afluente da Ribeira do Gião	4+100 a 4+462	0,023	0,01303	73,600	37,069	6,67	14,38	0,2866	0,0187	0,0024
4,2	4+579	Afluente da Ribeira do Gião	4+482 a 4+579	0,037	0,00320	118,400	9,114	2,26	21,57	0,3748	0,0130	0,0059
4,3	4+838	Afluente do Rio Uima	4+579 a 4+838	0,073	0,01078	233,600	26,931	5,21	15,65	0,2825	0,0108	0,0028
5,1	5+347	Afluente do Rio Uima	4+838 a 5+347	0,006	0,02136	19,200	53,350	8,82	12,84	0,2479	0,0135	0,0018
5,2	5+428	Afluente do Rio Uima	5+335 a 5+428	0,013	0,00295	41,600	8,397	2,12	22,08	0,3807	0,0180	0,0062
5,3	5+560	Afluente do Rio Uima	5+417 a 5+560	0,026	0,00626	83,200	17,818	3,79	17,77	0,3297	0,0194	0,0038
5,4	5+729	Afluente do Rio Uima	5+560 a 5+729	0,017	0,00513	54,400	12,800	2,94	19,40	0,3257	0,0140	0,0045
6,1	6+092	Afluente do Rio Uima	5+729 a 6+092	0,084	0,01484	268,800	37,069	6,67	14,27	0,2658	0,0175	0,0023
6,2	6+211	Afluente do Rio Uima	6+092 a 6+211	0,062	0,00446	198,400	12,698	2,92	19,59	0,3517	0,0194	0,0047
6,3	6+334	Afluente do Rio Uima	6+211 a 6+334	0,018	0,00457	57,600	13,005	2,98	19,46	0,3501	0,0194	0,0047
Ponte sobre o rio Uima II	7+575	Afluente do Rio Uima	6+334 a 8+098	65	0,02784	208000,000	89,088	13,10	11,23	0,2595	0,0107	0,0014

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Linha de Água Receptora	Troço de Auto-Estrada	Área total da bacia Hidrográfica (km ²)	Área Total de Drenagem da Via (Km ²)	Caudal de Diluição (m ³ /dia)		Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Concentração do Poluente Após Mistura Completa no Meio Receptor			
PH/Viaduto/Descarga	km					Caudal médio Diário - Linha de Água - (m ³ /dia)	Caudal médio Diário - Escorrência da via (m ³ /dia)		SST (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)
8,1/8,2	8+098	Afluente do Rio Uima	8+098 a 8+616	0,021	0,02192	67,200	62,362	9,95	12,37	0,2595	0,0130	0,0017
8,3	8+616	Afluente do Rio Uima	8+616 a 8+724	0,062	0,03056	198,400	86,938	12,85	11,24	0,2435	0,0103	0,0014
8,4	8+724	Afluente do Rio Uima	8+724 a 9+556	0,129	0,03200	412,800	88,000	12,90	11,25	0,2484	0,0119	0,0014
9,1	9+556	Rio Uima	9+556 a 9+648	0,107	0,00331	342,400	9,421	2,32	21,36	0,3724	0,0162	0,0057
9,2	9+648	Afluente do Rio Uima	9+648 a 9+799	0,050	0,00619	160,000	15,462	3,40	18,37	0,3141	0,0151	0,0040
9,3	9+799	Afluente do Rio Uima	9+799 a 10+187	0,070	0,01591	224,000	39,731	7,03	13,99	0,2623	0,0167	0,0022
10,1	10+187	Afluente do Rio Uima	10+187 a 10+472	0,063	0,01026	201,600	29,184	5,55	15,40	0,3000	0,0194	0,0028
10,2	10+472	Afluente do Rio Uima	10+472 a 10+722	0,026	0,00900	83,200	25,600	5,01	16,00	0,3076	0,0151	0,0030
10,3	10+722	Afluente do Rio Uima	10+722 a 10+900	0,038	0,00730	121,600	18,227	3,86	17,52	0,3044	0,0151	0,0036
11,1	11+656	Afluente do Rio Uima	10+900 a 11+656	0,130	0,02722	416,000	77,414	11,75	11,62	0,2490	0,0111	0,0015
11,2	11+763	Afluente do Rio Uima	11+656 a 11+763	0,140	0,00385	448,000	10,957	2,61	20,45	0,3618	0,0151	0,0052
11,3	11+943	Afluente do Rio Uima	11+763 a 11+943	0,090	0,00648	288,000	18,432	3,89	17,59	0,3275	0,0130	0,0037
12,1	12+019	Afluente do Rio Febros	11+943 a 12+019	0,050	0,00274	160,000	7,782	2,00	22,57	0,3862	0,0184	0,0065
12,2	12+125	Afluente do Rio Febros	12+019 a 12+125	0,050	0,00382	160,000	10,854	2,59	20,50	0,3624	0,0173	0,0052
12,3	12+348	Afluente do Rio Febros	12+125 a 12+348	0,154	0,00803	492,800	22,835	4,59	16,54	0,3144	0,0173	0,0033
12,4	12+500	Afluente do Rio Febros	12+348 a 12+500	0,050	0,00547	160,000	15,565	3,42	18,47	0,3383	0,0180	0,0042
12,5	12+664	Afluente do Rio Febros	12+500 a 12+664	0,050	0,00590	160,000	16,794	3,62	18,07	0,3334	0,0180	0,0040
12,6	12+970	Afluente do Rio Febros	12+664 a 12+970	7,300	0,01303	23360,000	37,069	2,92	19,59	0,3517	0,0194	0,0047
13,1	13+056	Afluente do Rio Febros	12+970 a 13+056	0,050	0,00320	160,000	9,114	2,98	19,46	0,3501	0,0162	0,0047
13,2	13+389	Afluente do Rio Febros	13+056 a 13+389	7,750	0,01078	24800,000	26,931	13,43	10,97	0,2233	0,0092	0,0013
Ponte sobre o rio Febros I	13+400	Rio Febros	13+389 a 14+225	25	0,04995	80000,000	159,846	20,54	9,49	0,2321	0,0071	0,0010
14,1	14+223	Afluente do Rio Febros	14+225 a 14+600	0,059	0,01350	188,800	38,400	6,85	14,23	0,2847	0,0182	0,0023
Viaduto do Outeiro	14+775	Rio Febros	14+600 a 15+200	3	0,01920	9600,000	61,440	9,84	12,50	0,2786	0,0139	0,0018
16,1	16+003	Rio Febros	15+200 a 16+003	0,106	0,02570	339,200	82,227	12,31	11,49	0,2635	0,0113	0,0015
16,2	16+041	Afluente da Ribeira do Mescedinho	16+003 a 16+041	0,157	0,00192	502,400	6,144	1,67	24,33	0,4327	0,0162	0,0079
16,3	16+446	Afluente do Rio Febros	16+041 a 16+845	0,321	0,03206	1027,200	80,077	12,06	11,42	0,2294	0,0102	0,0014
16,4	16+845	Afluente do Rio Febros	16+845 a 17+382	0,100	0,02202	320,000	54,989	9,03	12,73	0,2465	0,0133	0,0018
17,1	17+382	Afluente do Rio Febros	17+382 a 17+721	0,160	0,01220	512,000	34,714	6,34	14,65	0,2902	0,0196	0,0025
17,2	17+727	Afluente do Rio Febros	17+721 a 17+828	0,070	0,00385	224,000	10,957	2,61	20,45	0,3618	0,0184	0,0052

Localização da Passagem Hidráulica Receptora/Ponto de Descarga		Linha de Água Receptora	Troço da Auto-Estrada	Área total da bacia Hidrográfica (km2)	Área Total de Drenagem da Via (Km²)	Caudal de Diluição (m3/dia)		Volume Total da Chuvada (mm) - Hr	Concentração do Poluente Após Mistura Completa no Meio Receptor			
PH/Viaduto/Descarga	km					Caudal médio Diário - Linha de Água (m³/dia)	Caudal médio Diário - Escorrência da via (m³/dia)		SST (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	Pb (mg/l)
17,3	17+828	Afluente do Rio Febros	17+828 a 17+985	0,037	0,00644	118,400	16,077	3,50	18,17	0,3118	0,0173	0,0039
Nó de Gião/Louredo												
0-1NGL-RAB	0+021	Afluente da Ribeira da Mota	0+000 a 0+021	0,050	0,00076	160,000	0,806	0,74	22,93	0,2810	0,0191	0,0148
0-2NGL-RAB	0+442	Afluente da Ribeira da Mota	0+021 a 0+442	0,070	0,01516	224,000	16,166	7,49	18,73	0,1584	0,0127	0,0022
0-3NGL-RAB	0+691	Afluente da Ribeira da Mota	0+442 a 0+691	0,050	0,01021	160,000	9,562	5,00	21,62	0,1627	0,0172	0,0029
0-1NGL-RB	0+073	Afluente da Ribeira da Mota	0+000 a 0+073	0,050	0,00263	160,000	2,803	1,94	24,83	0,2214	0,0194	0,0067
0-1NGL-RD	0+171	Afluente da Ribeira da Mota	0+000 a 0+171	0,050	0,00594	160,000	6,336	3,64	24,55	0,1895	0,0184	0,0039
Nó de Canedo												
0-1NC-RAB	0+002	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+002	0,050	0,00008	160,000	0,077	0,12	24,09	0,4091	0,0184	0,0064
0-2NC-RAB	0+220	Afluente do Rio Uima	0+002 a 0+220	0,050	0,00425	160,000	4,531	2,81	24,97	0,2020	0,0173	0,0049
0-1NC-RD	0+149	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+149	0,050	0,00536	160,000	5,722	3,37	24,28	0,1932	0,0162	0,0042
Nó da A32/A41												
0-1NA32/A41 - RC	0+131	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+131	0,050	0,00299	160,000	3,187	2,14	24,14	0,2161	0,0194	0,0061
0-1NA32/A41 - RF	0+440	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+440	0,062	0,01354	198,400	14,438	6,86	19,35	0,1619	0,0137	0,0023
0-1NA32/A41 - RG	0+380	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+380	0,050	0,01972	160,000	12,368	6,32	22,37	0,1725	0,0173	0,0029
0-1NA32/A41 - RH	0+113	Afluente do Rio Uima	0+000 a 0+113	0,050	0,00245	160,000	2,611	1,84	24,16	0,2245	0,0162	0,0070
0-1NA32/A41-RH	0+242	Afluente do Rio Uima	0+113 a 0+242	0,021	0,00396	67,200	4,224	2,66	24,35	0,2048	0,0130	0,0051
Nó de S. Martinho de Arnelas												
0-1NSMA-A	0+152	Afluente do Rio Febros	0+000 a 0+152	0,050	0,00245	160,000	2,611	1,84	23,08	0,2245	0,0457	0,0070
0-1NSMA-RAB	0+270	Afluente do Rio Febros	0+000 a 0+270	0,090	0,00972	288,000	10,368	5,32	21,29	0,1725	0,0173	0,0029
0-2NSMA-RAB	0+646	Afluente do Rio Febros	0+270 a 0+646	0,140	0,01354	448,000	14,438	6,86	19,35	0,1619	0,0137	0,0023
0-3NSMA-RAB	0+866	Afluente do Rio Febros	0+646 a 0+866	0,140	0,00902	448,000	8,448	4,54	22,41	0,1665	0,0187	0,0031
0-1NSMA-RC	0+185	Afluente do Rio Febros	0+000 a 0+105	0,050	0,00666	160,000	7,104	3,98	23,75	0,1854	0,0190	0,0037
0-1NSMA-RD	0+066	Afluente do Rio Febros	0+000 a 0+066	0,090	0,00238	288,000	2,534	1,80	24,10	0,2258	0,0162	0,0071
Nó com o IP1												
0-1NIP1-RA	0+092	Afluente da Ribeira de S. Lourenço	0+000 a 0+092	0,343	0,00377	1097,600	3,533	2,32	24,84	0,1968	0,0184	0,0055
0-1NIP1-RAB	0+034	Afluente da Ribeira de S. Lourenço	0+000 a 0+034	0,343	0,00122	1097,600	1,306	1,08	22,96	0,2563	0,0151	0,0109
0-1NIP1-RB	0+100	Afluente da Ribeira de S. Lourenço	0+000 a 0+100	0,343	0,00360	1097,600	3,840	2,48	24,15	0,2085	0,0151	0,0054

V.3.7. Avaliação dos Resultados Obtidos

Para a avaliação das concentrações médias de poluentes nas águas de escorrência da plataforma do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), apresentadas no Quadro V.3.9 e das concentrações dos poluentes após a mistura completa no meio hídrico receptor, apresentadas no Quadro V.3.10, serão tidos em consideração os valores apresentados pelo Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, definidos pelos Anexos I, XVI e XVIII e XXI do referido diploma. Adicionalmente, optou ainda nos casos em que existem um consumo humano por utilizar o Decreto-Lei 306/07, de 27 de Agosto, que define a qualidade para consumo humano.

No caso dos valores apresentados nos referidos quadros, violem os limites estabelecidos para o VMR pelos Anexos I, XVI e XXI, serão apresentados a *itálico*, enquanto que os valores que excedam os valores estipulados pelo VMA para estes Anexos e o VLE para o Anexo XVIII, serão apresentados a **negrito**.

Neste ponto, foram, igualmente, analisados os impactes negativos resultantes dos acréscimos da concentração de poluentes na massa de água receptora (ver Quadro V.3.10) e a sua afectação aos usos associados.

Os critérios que foram considerados para estabelecer a significância dos impactes na qualidade da água foram os seguintes:

- Impacte negativo nulo – Valor muito abaixo dos limites definidos pelo VMR. Não existe afectação qualitativa dos usos dos recursos hídricos;
- Impacte negativo pouco significativo – Existe uma violação dos limites definidos pelo VMR ou os valores que estão abaixo deste limite encontram-se muito próximos. O grau de afectação dos usos dos recursos hídricos é reduzido;
- Impacte negativo significativo – Existe a violação dos limites definidos pelo VMA ou os valores que estão abaixo deste limite encontram-se muito próximos. O grau de afectação dos usos dos recursos hídricos é médio a elevado;
- Impacte negativo muito significativo – Existe uma violação sistemática por mais de um parâmetro dos limites definidos pelo VMA. O grau de afectação dos usos dos recursos hídricos é elevado.

Previamente à apresentação da avaliação dos resultados importa ter em consideração que os valores obtidos e apresentados no presente estudo não devem ser tomados como definitivos, mas sim como indicativos do que pode vir a verificar-se.

Relativamente às concentrações para os pontos de descarga (colectores de evacuação lateral, descidas de talude e drenos) apresentadas no Quadro V.3.9, uma vez que na descarga não há diluição no meio hídrico receptor, tendo em conta que as descargas das águas recolhidas pelos órgãos de drenagem longitudinal são encaminhadas directamente, ou através de valas e colectores, para as passagens hidráulicas mais próximas, a comparação foi efectuada apenas tendo em consideração os Anexos XXI e XVIII do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto. Nestes casos as descargas das águas de escorrência não ocorrem directamente no solo, pelo que não foram identificados usos hídricos.

Assim, comparando os valores de concentração média por local de descarga (CML) de poluentes previstos no Quadro V.3.9, é possível concluir que para todas as descargas e, para todos os parâmetros, são cumpridos os respectivos valores dos limites legais dos anexos considerados no referido diploma.

Importa ainda referir que as previsões efectuadas no âmbito da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), apresentadas no Quadro V.3.9, forneceram valores de concentração de SST, Zn, Cu e Pb numa ordem de grandeza semelhante às observadas no Quadro V.3.2 (ver capítulo V.3.3) para as estradas monitorizadas (A1, A2, A6, IP4 e IP6).

Em relação aos resultados da concentração final de poluentes nas linhas de água receptoras após a descarga das águas de escorrência do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), apresentados no Quadro V.3.10, constata-se que, para a maioria dos poluentes simulados, as diferenças entre a concentração nas linhas de água receptoras, antes e após a mistura das águas de escorrência da via, são pouco significativas, mantendo-se no essencial as concentrações actuais registadas nas linhas de água receptoras.

Assim, com base na observação dos valores registados no Quadro V.3.10, é possível constatar que as concentrações estimadas para os metais pesados (Zn, Cu e Pb) e SST são

inferiores aos limites estabelecidos nos vários anexos considerados do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto.

Da análise geral aos valores obtidos (Quadro V.3.10), verifica-se ainda, conforme foi apontado por Barbosa (2003a), para os metais pesados, uma relação de grandeza entre os parâmetros: $Zn \gg Cu > Pb$.

Conclui-se, assim, que a drenagem das águas de escorrência do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), não origina uma alteração significativa da respectiva qualidade actual para zonas e usos hídricos identificados no Capítulo IV.5, prevendo-se que no essencial sejam cumpridos os valores definidos nos Anexos I, XVI e XVIII do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto.

No entanto, relativamente à importância do impacte negativo, conforme é referido em INAG (2006), *as zonas sensíveis são entendidas como áreas a proteger, para onde não se devem fazer descargas directas de águas de escorrência de estradas, que contribuam para agravar as condições de qualidade da água do meio receptor.*

Por último, importa referir que a confirmação dos valores obtidos e apresentados só poderá ser feita através da aplicação de um adequado programa de monitorização dos recursos hídricos, conforme pressupostos definidos no capítulo VII.

Globalmente, tendo em consideração as estimativas das concentrações dos poluentes das águas de escorrência do futuro traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), os diversos usos existentes na área em estudo, a sensibilidade dos usos hídricos identificados e apesar da vulnerabilidade das formações aquíferas interessadas, consideram-se os efeitos gerados pela A32/IC2 na qualidade da água subterrânea como negativos, mas ainda assim pouco significativos se forem preconizadas as medidas de mitigação definidas no capítulo V.4.

V.4. Avaliação da Necessidade de Implementação de Medidas de Minimização

V.4.1. Considerações Gerais

Apesar dos resultados obtidos nas estimativas das concentrações dos poluentes das águas de escorrência do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), apresentados no Quadro V.3.10, permitirem mostrar que não vai existir uma alteração significativa da qualidade actual da água no meio receptor, para os usos e utilizadores dos recursos hídricos subterrâneos identificados, considera-se que as medidas preconizadas no presente estudo constituem um procedimento de segurança adicional justificável face à sensibilidade hídrica da zona e usos sensíveis hídricos que foram identificados no capítulo IV.5.

Dos usos e zonas hídricas sensíveis identificadas no presente estudo deu-se uma maior prioridade à protecção do recurso hidromineral das Caldas de S. Jorge, às captações de abastecimento público de Oliveira de Azeméis, apesar de estarem fora de serviço, aos fontanários públicos, poços comunitários e minas associadas e às captações de abastecimento doméstico particular.

Neste âmbito, o presente estudo prevê dois tipos de medidas, as especiais e as estruturais, de forma a evitar a afectação das zonas e usos considerados sensíveis identificados.

As medidas especiais utilizadas passaram, sempre que possível, pelo desvio das águas de escorrência para fora da zona de influência dos receptores sensíveis, efectuando-se a descarga em locais com capacidade de diluição e que não apresentem usos hídricos sensíveis identificados.

Por outro lado as medidas estruturais passaram pela implantação de sistemas de retenção e tratamento das águas de escorrência, tendo sido previsto, no presente estudo, a implantação de um total de três sistemas, definidos por bacias de decantação, complementadas a jusante com separadores de hidrocarbonetos, designadamente:

- Sistema de Tratamento ST1 – localizado ao km 3+550 do Trecho 2;

- Sistema de Tratamento ST2 – localizado no final do Ramo A+B do Nó da Via Feira/Mansores do Trecho 2
- Sistema de Tratamento ST3 – localizado ao km 5+950 do Trecho 2.

Nestes troços, a drenagem das águas para os sistemas de retenção e tratamento é separativa, isto é, são conduzidas separadamente as águas provenientes dos taludes da estrada, que podem ser descarregadas naturalmente sem necessidade de tratamento, das águas provenientes da plataforma da via, eventualmente contaminadas pela circulação rodoviária e, por isso, com necessidade de tratamento antes da sua descarga no meio natural.

Esta opção permite limitar o volume das águas conduzidas para as bacias, para onde vão apenas as águas da plataforma, e, conseqüentemente a dimensão das próprias bacias.

O dimensionamento e a justificação dos sistemas de retenção de derrames e tratamento propostos encontram-se apresentados no Capítulo VI.3.3.

Face ao exposto, são descritas em seguida as medidas específicas previstas, para a protecção das zonas e usos hídricos sensíveis identificados no presente estudo.

V.4.2. Protecção do Recursos Hidromineral das Caldas de S. Jorge

Conforme referido considera-se que as linhas de água (rio Uíma e linhas afluentes) interceptadas pelo traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) entre os km 4+000 a 7+000, que recortam toda a zona a montante da zona de captação, apresentam uma ligação hidráulica com as estruturas que condicionam a circulação das águas subterrâneas das captações de Caldas de S. Jorge.

Assim, estas linhas de água definem-se como veículos preferenciais de condução de potenciais agentes contaminantes que, embora não tenham contacto directo com o aquífero em estudo, representam o mecanismo de recarga dos aquíferos superficiais existentes e que poderão, em casos pontuais, vir a drenar para o hidromineral.

Desta forma face à sensibilidade hídrica desta zona, reconhecida pela importância da preservação deste recurso hidromineral, considera-se fundamental evitar a descarga das águas de escorrência da plataforma entre os km 4+000 a 7+000 do Trecho 2 sem controlo para o meio receptor. Assim, definiu-se para este troço as seguintes medidas estruturais de drenagem:

- Trecho 2 - entre os km 4+488 a 5+900 do Trecho 2, incluindo o Nó com a via Feira/Mansores, foi previsto para a zona envolvente do recurso hidromineral, a recolha das águas de escorrência neste trecho e o seu encaminhamento para o sistema de tratamento (ST2), situado do lado nascente da via com a bacia de decantação localizada no fim do Ramo A+B do Nó da via Feira/Mansores. A descarga da água tratada efectuar-se-á no afluente do rio Uíma, restabelecido pela PH NF-Rot;
- Trecho 2 - entre os km 5+950 a 7+000, foi também prevista para a zona envolvente do recurso hidromineral a recolha das águas de escorrência e o seu encaminhamento para o sistema de tratamento ST3, localizado do lado nascente com a bacia de decantação ao km 5+950. Esta zona de protecção salvaguarda também a protecção de dois poços comunitários (P1 e P2), do fontanário F9 de Pigeiros/Cavadas, de cinco minas e seis poços de abastecimento doméstico e de rega;

Estas medidas estruturais têm como função o tratamento das águas de escorrência da plataforma, bem como efectuar a retenção de eventuais derrames de poluentes que possam ocorrer na área de influência desta zona hídrica sensível.

V.4.3. Protecção das Captações Municipais de Abastecimento Público de Oliveira de Azeméis

A Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis possui diversas captações de águas subterrâneas, como fonte de água para abastecimento público. Destas importa destacar 3 captações (n.ºs 15, 19 e 27), que estão localizadas na zona de influência da drenagem da via (n.º 15 e 27) e que apresentam uma grande proximidade ao traçado (n.º 19).

Assinale-se ainda que a delimitação das faixas de protecção de 50 e 200 m de raio, definidas no Regulamento do PDM de Oliveira de Azeméis, para a captação municipal n.º 19 (localizada a 45 m a Este do km 0+375), são ambas atravessadas pelo traçado. Em relação à captação municipal n.º 27 verifica-se que apenas a faixa dos 200 m de protecção é atravessada. A captação n.º 15 apresenta as suas faixas de protecção afastadas do traçado.

Assim, face à sensibilidade hídrica das zonas envolventes às captações de abastecimento público de Oliveira de Azeméis, apesar de estarem fora de serviço, considerou-se, a implantação das seguintes medidas especiais de drenagem:

- Trecho 1 - entre os km 6+650 a 6+915, foram evitadas descargas de águas de escorrência para a zona de influência da captação de abastecimento público n.º 15, localizada a cerca de 550 m, a Oeste do km 6+600 – Trecho 1. Neste âmbito foi prevista a recolha das águas de escorrência e o seu encaminhamento para o troço entre os km 0+000 a 1+115, do Trecho 2, sendo descarregadas num afluente da ribeira do Pintor que não apresenta usos hídricos sensíveis. Esta medida salvaguarda também a protecção do fontanário F2 de Coelheira, duas minas associadas à captação municipal n.º15 e seis poços de abastecimento doméstico e de rega localizados em Cimo da Vila e Coelheira;
- Trecho 2 - entre os km 0+000 e 1+115, para a zona envolvente das captações de abastecimento público (n.ºs 19 e 27), localizadas aos km 8+300, a 320 m a Sul do traçado e ao km 11+350, a 150 m a Sul, foi prevista a recolha das águas de escorrência e o seu encaminhamento, com descarga para a linha de água restabelecida pela PH 1-1 (km 1+193 – afluente da ribeira do Pintor), localizada fora da área de influência das captações e onde não existe zonas ou usos hídricos sensíveis.

Desta forma foram evitadas descargas de águas de escorrência para a zona de influência das captações de abastecimento público que apresentam um uso sensível.

V.4.4. Protecção dos Fontanários Públicos, Poços Comunitários e Minas Associadas

De acordo com a análise efectuada anteriormente verifica-se que os fontanários públicos, poços comunitários e minas associadas são actualmente utilizados pela população para consumo doméstico, encontrando-se alguns deles localizados na envolvente do traçado. Neste âmbito, pela importância que revelam ao nível do abastecimento doméstico local, será importante garantir a sua preservação. Importa destacar os seguintes:

- Trecho 2 - entre os km 2+250 a 3+550, para a zona envolvente dos fontanários públicos do Campo de tiro (n.º F5, localizado a 300 m a Oeste do km 3+500) e do Rato (n.º F3, localizado a 350 m a Oeste do km 2+500) e das minas (n.º M2, M3, M4, M7, M6, M15, M16, M17, M18, M19, M20 e M20a - foi prevista a recolha das águas de escorrência da via através de um sistema separativo de drenagem e o seu encaminhamento para o sistema de tratamento (ST1), localizado do lado nascente da via com a bacia de decantação ao km 3+550. Efectuando-se a descarga da água após tratamento através de uma vala no rio Antuã;
- Trecho 2 - entre os km 4+020 a 4+417, para a zona envolvente do fontanário público do Parque (n.º F6, localizado a 250 m a Oeste do km 4+200) o qual se encontra associado a uma mina com galeria (n.º M21, localizada a 35 m a Oeste do km 4+175), onde foram identificados usos sensíveis associados ao consumo doméstico, foi prevista a recolha das águas de escorrência neste trecho e o seu encaminhamento com descarga para a PH 4-1 (km 4+020), evitando-se descargas para a PH 4-2 (km 4+485), que está localizada a montante da mina (M21) e na zona de influência de captação de água;
- Trecho 3 - entre os km 3+000 a 4+049, para a zona envolvente dos fontanários públicos de Canedinho Sul (n.º F16) e Canedinho Norte (n.º F17), aos quais se associam três minas (n.º M33 e M34), utilizados para abastecimento doméstico, foi prevista neste troço a recolha das águas de escorrência e o seu encaminhamento, com descarga para a linha de água afluente da ribeira da Mota restabelecida pelo Viaduto do Canedo. Efectuando-se a descarga das águas de escorrência fora da área de influência destes fontanários públicos;
- Trecho 3 - entre os km 4+049 a 4+800, para a zona envolvente dos fontanários públicos da Rua da Fonte Fria (n.º F19) e de duas minas utilizadas para rega (n.º

M35), foi prevista a recolha das águas de escorrência neste trecho e o seu encaminhamento com descarga para um afluente do rio Uíma, restabelecido pela PH 4-3. Efectuando-se a descarga do efluente fora da área de influência destes usos sensíveis;

- Trecho 3 - entre os km 5+600 a 5+875, para a zona envolvente dos fontanários públicos da Corredoura (n.º F21) e Lobel (n.º F22), aos quais se associa uma mina (n.º M37), utilizados para abastecimento doméstico, foi prevista a recolha das águas de escorrência neste trecho e o seu encaminhamento com descarga para a linha de água afluente da ribeira da Mota restabelecida pela PH6-1. Efectuando-se a descarga fora da área de influência destes fontanários públicos;

A adopção destas medidas específicas de drenagem permite que seja evitada a descarga sem controlo das águas de escorrência da plataforma da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) na envolvente das zonas e usos hídricos sensíveis identificados no âmbito do presente estudo.

Considera-se, ainda, que estas medidas, para algumas das situações, constituem um procedimento de segurança adicional, justificável face à sensibilidade hídrica da zona, sobretudo ao nível dos recursos hídricos subterrâneos.

**VI – SISTEMAS DE TRATAMENTO
UTILIZADOS NO CONTROLO DAS
ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA**

VI. SISTEMAS DE TRATAMENTO UTILIZADOS NO CONTROLO DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA

VI.1. Considerações Gerais

As preocupações ambientais actuais, designadamente em termos de protecção e preservação da qualidade do meio hídrico, faz com que os aspectos de qualidade associados, nomeadamente, à prevenção e controlo da poluição, quer da natureza permanente quer da natureza accidental, devam ser equacionados ao nível do projecto das infra-estruturas rodoviárias.

Neste capítulo identificam-se os princípios base para o controlo das águas de escorrência e definem-se os processos de intercepção e tratamento mais adequados para a realidade portuguesa. Apresentam-se os princípios e as condições de aplicação, os parâmetros de dimensionamento e a verificação da eficiência dos dispositivos de tratamento, aplicam-se estes critérios no dimensionamento de um sistema de tratamento para o caso em estudo – A32/IC2.

Segundo SETRA (1997), a poluição veiculada pelas precipitações frequentes⁴ é vulgarmente designada por poluição de natureza permanente. É no sentido de minimizar este tipo de poluição que são previstos eventuais dispositivos de intercepção, controlo e tratamento. A concepção destes dispositivos obedece a determinados princípios e passa por um conjunto de procedimentos a que se faz referência neste capítulo.

VI.2. Propostas de Tipologias de Tratamento Adequados à Realidade Portuguesa

As Melhores Estratégias de Gestão (Best Management Practices) (MEG) para o controlo das águas de escorrência designam técnicas, medidas ou estruturas de controlo utilizadas para um conjunto de condições, para gerir a quantidade e a melhoria da qualidade das

⁴ Por precipitações frequentes entende-se aquelas que ocorrem, em geral, com alguma frequência, ou seja, estão separadas por períodos de tempo secos curtos, da ordem de um ano ou inferior. Consideram-se, assim, precipitações frequentes as que ocorrem mais do que uma, duas, três ou mais vezes por ano

águas de escorrência, com a melhor relação custo-eficácia (EPA, 2002, *in* Barbosa *et al.* 2003).

As MEG incluem o conceito de controlo na origem, ou seja, sistemas passivos que interceptam os poluentes na origem, conduzindo as águas a um destino final localizado próximo do local da chuvada (Barbosa e Hvitved-Jacobsen, 1996 e 2000 e Barbosa *et al.* 2003).

As MEG de águas de escorrência podem ser estruturais ou não estruturais, ou combinações destas (Barbosa *et al.*, 2008a). As primeiras incluem sistemas projectados e podem ser construídos com dois fins principais: a detenção e a retenção das águas de escorrência.

Segundo esta autora, os sistemas de detenção são construídos com o propósito de armazenarem temporariamente as águas de escorrência para a sua posterior libertação e não mantêm um volume de água significativo entre precipitações, enquanto que os sistemas de retenção captam um volume de água de escorrência e retêm esse volume até este ser substituído em parte ou totalmente pelo evento de precipitação seguinte, neste caso a água que é armazenada em parte evapora-se ou infiltra-se.

As medidas não estruturais englobam-se nas medidas de educação e prevenção da poluição e pretendem limitar a produção de águas de escorrência e seus poluentes, no entanto não serão analisadas no presente estudo.

Face a estes pressupostos os sistemas de tratamento de águas de escorrência de estradas têm, principalmente, que captar o volume de água que se considera necessário tratar e conduzi-lo até uma estrutura onde haja possibilidade de sedimentação/retenção de poluentes particulados e adsorção/assimilação dos poluentes na forma dissolvida.

De acordo com INAG (2006), neste caso, o que se pretende é captar a maior quantidade possível da carga poluente anual, ou seja, o maior número possível de chuvadas médias, porém este sistema para além armazenar estas chuvadas também recolhe o primeiro fluxo de precipitação.

De facto o chamado “efeito do primeiro fluxo” indica que a maior parte dos poluentes rodoviários é transportado nos primeiros volumes de cada chuvada o que é um dado importante, em termos de concepção de sistemas de tratamento e de programas de monitorização de águas de escorrência de estradas. Este efeito indica que as concentrações mais elevadas de poluentes são expectáveis no início de cada evento de precipitação, ou seja, corresponde ao volume que mais interessa tratar.

Assim, a escolha das soluções a adoptar para o controlo e tratamento da poluição associada à drenagem das infraestruturas rodoviárias, poderá ter a seguinte sequência metodológica (SETRA, 1997):

- Identificação das principais restrições impostas pelo potencial meio receptor (tipo de usos da água, ausência de meio hídrico, etc.);
- Identificação das características específicas da poluição gerada pela infraestrutura rodoviária em análise (concentrações e cargas poluentes);
- Escolha do tipo de dispositivo/processo de tratamento mais adequado à natureza da poluição a controlar, às condições climáticas locais e às exigências do meio receptor;
- Escolha eventual de dispositivos complementares possibilitando a melhoria da eficiência de tratamento do dispositivo principal ou uma melhor reacção face a eventual poluição accidental.

Em SETRA (1997), definem-se os três processos de tratamento mais relevantes no controlo da poluição rodoviária:

- A. Processos físicos, incluem as soluções de tratamento (sistemas de retenção e detenção) que envolvem a sedimentação/decantação gravilhas, areias e outras de partículas mais finas;
- B. Processos físico-químicos, envolvem processos de filtração (filtros verticais e horizontais, trincheira e bacias de infiltração) e retenção de óleos e hidrocarbonetos através da separação entre a água e as partículas menos densas que a água;
- C. Processos biológicos, incluem os processos de tratamento que prevêem um armazenamento das águas de escorrência com tempos de retenção elevados (lagunagem e criação de zonas húmidas através de leitos de macrófitas).

Existem diversos tipos de sistemas de tratamento e, conforme verificado em Portugal, dentro duma mesma tipologia (por exemplo: bacias de retenção) poderão existir diferentes projectos, configurações, etc. De seguida caracterizam-se os dispositivos de tratamento associados aos processos de tratamentos referidos.

A) Processos Físicos

Conforme é referido em SETRA (1997), os resultados de estudos experimentais realizados na Europa e nos EUA mostram que a poluição de natureza rodoviária é difundida fundamentalmente pelos sólidos em suspensão, aos quais estão associados outros poluentes, designadamente os metais pesados. Pelo que os processos físicos de tratamento, sedimentação de gravilhas e areias (partículas de dimensão superior a 200-250 μm) e a decantação de partículas mais finas (superior a 50 μm) constituem, uma forma privilegiada de controlo e tratamento de poluição.

Os sistemas de detenção foram projectados para interceptar e reter temporariamente um volume de água de escorrência resultante de um acontecimento pluviométrico, para a sua libertação gradual no meio receptor, sendo a bacia esvaziada entre eventos de precipitação EPA (1999 in Barbosa *et al.* 2003) e Leitão *et al.* (2002b e 2007). A saída da água da bacia deve ser controlada através de estruturas de descarga, de forma a restringi-la. Neste caso quanto maior for o tempo retenção da água na bacia, maior é a eficiência de tratamento.

Estes tipos de sistemas para além de permitem reduzir o pico de descargas de água nas linhas de água em alturas de forte precipitação, permitem ainda proporcionar a remoção de sedimentos e de sólidos suspensos e contaminantes associados devido à sua deposição por gravidade conforme definido em FHWA (1996b) e Leitão *et al.* (2002b e 2007).

Os sistemas de retenção foram concebidos para captar um volume de água de escorrência e retê-lo até ser substituído em parte ou totalmente pelo evento de precipitação seguinte EPA (1999 in Barbosa *et al.* 2003) e Leitão *et al.* (2002b e 2007).

As bacias de retenção diferenciam-se das bacias de detenção pelo facto de terem um nível constante de água, sendo apenas a água armazenada expulsa pelo evento seguinte quando esse nível de água é ultrapassado.

O principal processo de remoção de poluentes nas bacias de retenção é através da sedimentação, favorecido pelo facto de haver água em permanência no sistema, inclui a remoção de sedimentos, de CQO, de nutrientes orgânicos e de metais (FHWA, 1996a). Este facto de existir uma lâmina de água permanente permite também aproveitar os mecanismos de remoção de poluentes através das plantas aquáticas que existam, nomeadamente de nitratos e ortofosfatos.

B) Processos Físico-químicos

Os sistemas de filtração têm como objectivo reter as partículas em suspensão mais finas do que as que são retidas e escapam aos processos retenção, sedimentação e decantação (SETRA, 1997). A utilização deste processo justifica-se quando a natureza hídrica do meio receptor é muito sensível ou quando existam condições específicas associadas à geometria da via rodoviária e intensidade de tráfego que contribuam para uma poluição de partículas finas (Barbosa *et al.* 2003).

Os sistemas de infiltração foram concebidos para captar um determinado volume de águas de escorrência, retê-lo e infiltrá-lo no solo. No entanto estes sistemas estão limitados a áreas onde a permeabilidade do solo não é muito baixa. O seu propósito é também regular o caudal de drenagem superficial contribuindo para a prevenção de fenómenos de cheias.

As decisões relativas à construção e ao dimensionamento de um sistema de infiltração têm que entrar em linha de conta com o regime de precipitação, a acumulação e remoção de poluentes na plataforma da estrada, a área de drenagem e a capacidade de infiltração, de absorção e de adsorção do solo (Barbosa e Hvitved-Jacobsen, 2000, *in* Barbosa, *et al.* 2003).

A desvantagem dos sistemas de infiltração é a grande dependência do seu comportamento das propriedades do solo e do nível freático (Barbosa e Hvitved-Jacobsen, 2000, Barbosa, *et al.*, 2003).

Segundo Barbosa *et al.* (2003) os meios filtrantes utilizam uma combinação de meios porosos granulares, como a areia, solo, matéria orgânica, carvão, para remover os

constituintes das águas de escorrência, são usualmente utilizados para tratar águas de escorrência de áreas restritas sem grandes volumes de tráfego, como parques de estacionamento, sendo o seu desempenho e a sua manutenção dificultada.

O princípio básico do funcionamento dos separadores de óleos e hidrocarbonetos é o da separação das partículas de densidade inferior à da água, ou seja o conceito é inverso ao da decantação. Estes dispositivos podem ser utilizados como sistema complementar a outro processo de tratamento.

C) Processos Biológicos

Estes processos permitem favorecer a depuração das águas por processos naturais, baseando-se essencialmente nos fenómenos decorrentes da permanência prolongada da água na bacia. Este tipo de dispositivos de tratamento é usado com maior frequência na Europa, em países do norte, como Dinamarca, Reino Unido e Alemanha (Barbosa *et al.*, 2003).

Conforme é referido em FHWA (1996b) estas zonas húmidas de tratamento para receberem as águas de escorrência têm que ter em atenção a necessidade de manter o fornecimento da quantidade de água suficiente para a sobrevivência da vegetação aquática entre eventos de precipitação e nos períodos secos.

Este facto leva a considerar que estes sistemas adequados para alguns países da Europa e EUA não o são para Portugal, que apresenta uma estação seca bem demarcada.

Taylor e Barret (2004), da Universidade do Texas, *in* INAG (2006), reportam dados relativos a um programa do Caltrans (California Department of Transportation) onde foram avaliados 37 sistemas de tratamento, correspondentes a 9 tipos de dispositivos (entre elas, bacias de detenção, bacias de infiltração, bacias húmidas, biofiltros, separadores água/óleo e meios filtrantes). A avaliação de custo-benefício efectuada aos diferentes sistemas de tratamento atribui uma classificação aos mesmos numa escala de A (mais alta) a D (mais baixa) utilizando também os sinais “+” e “-”, além de comentários globais. Transcrevem-se assim de acordo com INAG (2006), em seguida os sistemas que ocupam as 5 primeiras posições:

- Valas ou faixas relvadas (A+): Relativamente baratas, eficácia idêntica para vários constituintes, não requer manutenção especializada;
- Bacias de detenção (A-): Custos moderados, flexibilidade na adaptação ao local, eficácia moderada, manutenção reduzida;
- Estruturas de Infiltração (B): Custos moderados, muito eficazes, restrições significativas na escolha do local e potenciais impactes nas águas subterrâneas, apresenta riscos;
- Filtros de Areia (B): Custos Elevados, muito eficazes, significativos requisitos de carga hidráulica; manutenção moderada;
- Bacias húmidas (B-): Custo elevado, muito eficazes, escolha do local com restrições, manutenção elevada.

Face a estes pressupostos, pode-se concluir que as tipologias de tratamento seleccionadas neste programa desenvolvido por Taylor e Barret (2004), consideraram como os três melhores sistemas, os que são considerados pelo INAG (2006) como mais adequados à realidade portuguesa, nomeadamente as bacias de detenção, as bacias de infiltração e as valas relvadas.

Um outro dado importante a observar nos diferentes dispositivos de tratamento são as eficiências de tratamento associadas. Os Quadros VI.2.1 e VI.2.2 para diferentes autores (SETRA, 1997 e FHWA, 1996b) apresentam este tipo de indicações, podendo observar-se valores favoráveis no que respeita às três tipologias seleccionadas para a realidade portuguesa.

Quadro VI.2.1 – Eficiências de remoção de poluentes associado a diferentes tipologias
(adaptado de FHWA, 1996b, in INAG, 2006)

Melhor Estratégia de Gestão	Eficiência de remoção nominal (%) para os constituintes indicados						
	Sedimentos	P-Total	N-Total	Metais pesados	CQO/CBO ₅	Óleos e gorduras	Bactérias
Valas relvadas	70	30	25	50-90	25/	75	-
Bacias de detenção	68*-90**	42*-50**	28*-40**	42*-90**	42*-50**/-	-	-
Bacias de Infiltrações	75-99	50-70	45-70	50-90	-/70-90	-	75-98
Filtros de areia	70-90	50-70	30-50	50-90	50-80/50-80	-	-
Bacias húmidas	90	65	48	-	30/*	-	-

* eficiência para 12 horas, ** eficiência para 24 horas

Quadro VI.2.2 – Eficiências de remoção de poluentes associado a diferentes tipologias
(adaptado de SETRA, 1997)

Melhor Estratégia de Gestão	Eficiência de remoção nominal (%) para os constituintes indicados						
	Sedimentos	P-Total	N-Total	Metais pesados	CQO-CBO ₅	Óleos e gorduras	Bactérias
Valas reativas	50-60	-	-	-	40-60	50-70	-
Bacias de retenção	25-50*/60-85**	-	-	15-25*/60-75**	25-50* e 35-60**/25-50* e 35-60**	25-35*/60-75**	-
Bacias de Infiltrações	80-90	-	30-40	35-45	50-60/60-70	-	-
Filtros de areia	80-90	-	30-40	30-40	50-60/60/70	-	-
Bacias húmidas	60-80*/80-100**	20-40*/60/80**	20-40*/40-60**	40-60*/60-80**	50-70* e 40-60**/-	-	-

* eficiência para 12 horas, ** eficiência para 24 horas

VI.3. Definição da Tipologia e Dimensionamento do Sistema de Tratamento definido para a A32/IC2

VI.3.1. Introdução

As águas subterrâneas da área circundante à A32/IC2 apresentam uma grande importância na zona em estudo, quer ao nível do abastecimento público (captações municipais e fontanários públicos), como para a rega, encontrando-se estes usos sensíveis localizados na zona de influência de grande parte da drenagem das águas de escorrência provenientes da plataforma da A32/IC2. Face a esta potencial afectação da qualidade da água foram definidas, medidas de minimização estruturais para a sua protecção.

No quadro VI.3.1 apresentam-se os pontos de descarga das águas de escorrência da plataforma da A32/IC2 sujeitas a retenção e tratamento, a extensão de traçado que contribui para o ponto de descarga (drenagem separativa), os respectivos meios receptores e os usos sensíveis existentes na envolvente da descarga.

Quadro VI.3.1 - Pontos de descarga das águas de escorrência, extensão de traçado, meio receptor e sistemas de retenção e tratamento

Extensão de traçado com drenagem separativa	Usos e Zonas Hídricas Sensíveis a proteger	Ponto de descarga	Meio Receptor	Sistema de tratamento
km 2+250 a 3+550 do Trecho 2	Presença de vários fontanários públicos (Campo de Tiro n.º F5, Rato n.º F3 e Parque n.º F6) utilizados com frequência pela população para consumo doméstico. Proximidade a minas (M2, M3, M4, M6, M7, M17, M18, 19) e captações particulares utilizados para abastecimento doméstico e rega	km 3+550	Rio Antuã	ST 1
km 4+488 a 5+900, incluindo o Nó com a Via Feira/Mansores do Trecho 2	Proximidade à zona alargada de protecção do recurso hidromineral das Caldas de S. Jorge e intercepção das linhas de água que contribuem para a recarga deste recurso. Presença do fontanário público de Tresuma (n.º F8) utilizado com frequência pela população para consumo doméstico e de Proximidade a minas e poços particulares utilizados para abastecimento doméstico e rega	km 4+850	Afluente do rio Uíma	ST 2
km 5+950 a 7+000 do Trecho 2	Proximidade à zona alargada de protecção do recurso hidromineral das Caldas de S. Jorge e intercepção das linhas de água que contribuem para a recarga deste recurso. Presença do fontanário público de Pigeiro/Cavada (n.º F9), poço comunitário de Cavadas (n. P1), poço comunitário de Estoze (n.º P2), utilizados com frequência pela população para consumo doméstico e proximidade a poços particulares utilizados para abastecimento doméstico e rega	km 5+950	Afluente do rio Uíma (PH 6-1)	ST 3

Assim, tendo em atenção que o traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), ao longo da sua extensão, atravessa *zonas hídricas sensíveis*, foram projectados sistemas de retenção de derrames e tratamento das águas de escorrência da plataforma, destinados a proteger os usos sensíveis dos recursos hídricos subterrâneos identificados na área em estudo.

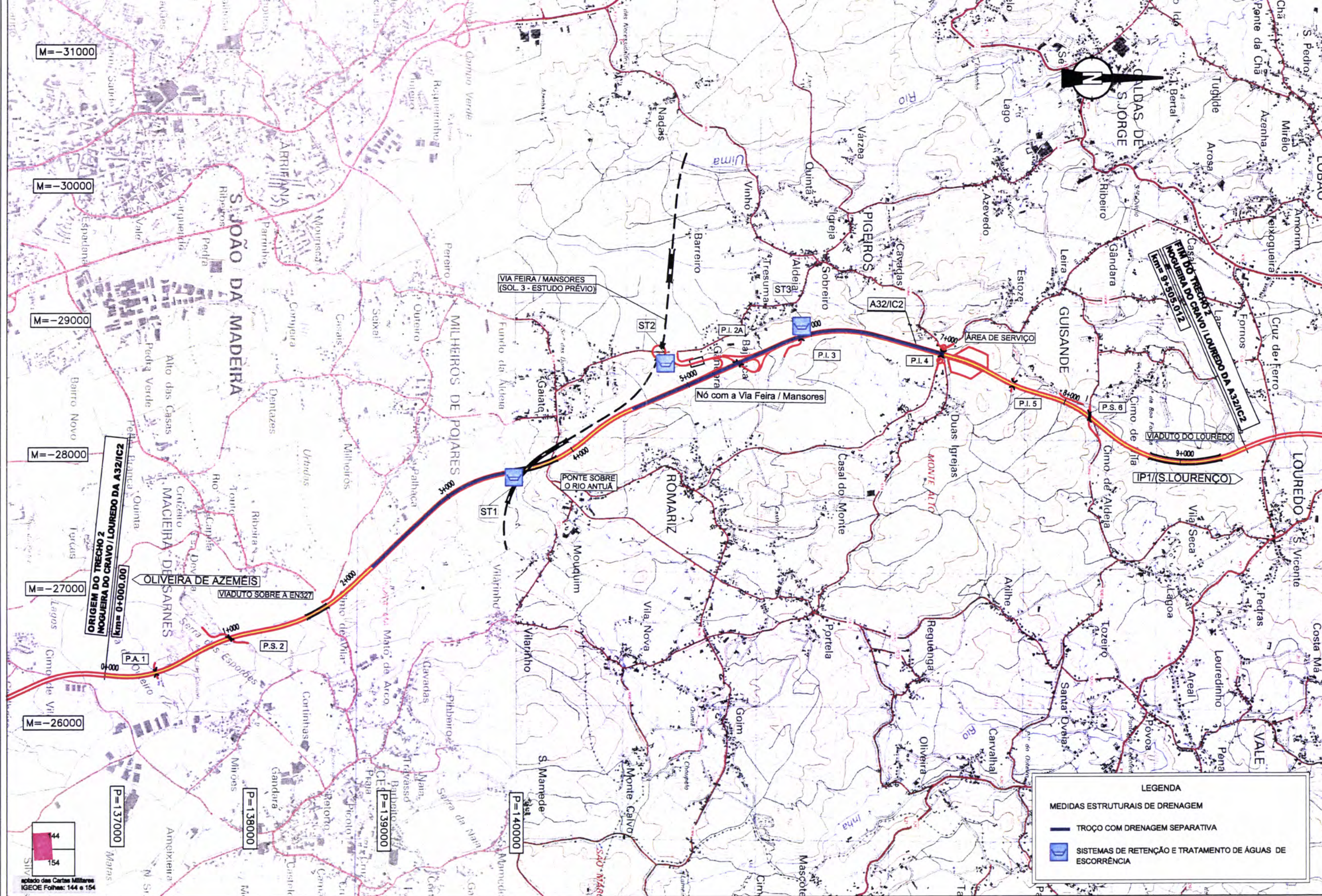
A escolha da tipologia de solução do sistema adoptada teve por base, por um lado, as características das escorrências (gamas de concentração previstas) e por outro, a possibilidade de prevenir e conter eventuais derrames de poluentes que ocorram na plataforma da via. Não existem soluções padrão para este tipo de efluentes pelo que a adequação do sistema ao meio envolvente em causa é fundamental para se obterem bons resultados. Assim uma bacia de decantação com separador de hidrocarbonetos será o sistema indicado para o caso em estudo.

Embora os diferentes sistemas de tratamento possam ter *layouts* e dimensionamentos distintos, os processos subjacentes são semelhantes: detenção das águas pluviais durante um período de tempo que seja suficiente para permitir a sedimentação de poluentes e/ou a infiltração, absorção e adsorção ao solo.

A rede de drenagem para a condução das águas de escorrência para os sistemas de retenção e tratamento é separativa, isto é, foi desenvolvida para conduzir independentemente as águas provenientes dos taludes da estrada, que podem ser descarregadas naturalmente sem necessidade de tratamento, das águas provenientes da plataforma de rodagem, contaminadas pela circulação automóvel e, por isso, com necessidade de tratamento antes da sua descarga no meio natural.

Esta opção permite limitar o volume das águas conduzidas para as bacias de decantação, para onde vão apenas as águas de escorrência da plataforma, e, conseqüentemente, a dimensão das próprias bacias.

A localização dos sistemas de retenção e tratamento definidos, ST1, ST2 e ST3, são apresentados, à escala 1/25 000, no Desenho n.º A32/IC2.00.13.



LEGENDA

MEDIDAS ESTRUTURAIS DE DRENAGEM

- TROÇO COM DRENAGEM SEPARATIVA
- SISTEMAS DE RETENÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA

VI.3.2. Descrição Geral dos Órgãos do Sistema de Retenção e Tratamento

VI.3.2.1. Descrição Geral dos Sistemas: ST1, ST2 e ST3

Face à natureza das águas residuais provenientes da lavagem da plataforma das vias rodoviárias e à irregularidade dos caudais a tratar, o sistema preconizado inclui as seguintes operações unitárias/órgãos sequenciais:

- Sistema de intercepção e transporte (valetas, sumidouros e colectores enterrados);
- Estrutura de entrada de concentração de caudais e dissipação de caudais;
- Gradagem;
- Bacia de decantação/retenção;
- Separador de hidrocarbonetos;
- Descarga do efluente final.

Seguidamente efectua-se uma descrição de cada uma das etapas e operações que compõem o sistema de retenção e tratamento proposto.

VI.3.2.2. Sistema de Intercepção e Transporte

O sistema de intercepção e transporte, antecede o sistema de retenção e tratamento e foi definido no âmbito do PE2 - Drenagem e é apresentado com o Projecto de Execução da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).

O material das tubagens enterradas será o betão ou o PVC com tubos de perfil compacto e parede maciça, superfície interior lisa e superfície exterior nervurada, excepto onde for indicado no projecto.

A união da tubagem deve ser realizada por abordamento com anel de vedação em borracha de duplo efeito de modo a garantir a estanquicidade total do sistema em todas as situações de funcionamento.

VI.3.2.3. Estrutura de Entrada

A estrutura de entrada foi definida no âmbito do projecto de execução da A32/IC2, PE2-Drenagem e antecede o sistema, consiste numa caixa em betão que tem por finalidade a dissipação do escoamento e a separação dos caudais afluentes para o sistema. Esta estrutura permitirá criar condições de relativa calma para a passagem do caudal pelo órgão da gradagem.

VI.3.2.4. Gradagem

As águas de escorrências da plataforma da via rodoviária são encaminhadas numa primeira etapa para gradagem.

O órgão de gradagem tem como principal objectivo interceptar os sólidos de grandes dimensões, arrastados pelo escoamento, evitando, assim, que estes se acumulem na bacia de decantação e originem problemas de funcionamento no sistema.

É uma operação unitária que tem como objectivo a remoção de sólidos flutuantes e sedimentáveis, de maiores dimensões que as aberturas dos equipamentos utilizados (grades). A remoção de sólidos grosseiros tem por finalidade evitar a flutuação de detritos nos órgãos a jusante, o entupimento de canalizações e o desgaste ou bloqueamento de equipamentos mecânicos.

As grades fixas são, em geral, constituídas por séries de barras de aço paralelas, de secção rectangular, com cerca de 10 mm de largura e 50 mm de profundidade, soldadas numa moldura metálica e colocadas de modo a intersectar a secção transversal dos canais de transporte de água.

As grades grossas e médias até à dimensão de cerca de 25 mm são, em geral, limpas manualmente.

VI.3.2.5. Bacia de Decantação/Retenção

A bacia de decantação surge a jusante e recebe o efluente da gradagem e corresponde a uma estrutura escavada que armazena temporariamente um volume de água, resultante de um acontecimento pluviométrico.

Esta bacia permite a retenção e deposição por sedimentação de partículas (areias e partículas de borracha) e, retenção de eventuais derrames de poluentes.

Esta bacia destina-se a homogeneizar o caudal disponível, limitar o tratamento à fracção de escorrência mais poluída e, por outro lado, proceder ao tratamento prévio da água, por sedimentação simples, o que se traduz numa redução dos sólidos suspensos totais do efluente. Permite ainda efectuar a retenção de eventuais derrames de poluentes que ocorram na plataforma da via.

O período de retenção considerado, aliado às baixas velocidades de escoamento e consequente baixa turbulência, possibilita a deposição das partículas mais densas que a água (areias contaminadas, partículas de metal e borracha, entre outras). Em termos médios verifica-se que são fixadas todas as partículas com um diâmetro equivalente superior a 30 μm .

Assim, a bacia de decantação proposta apresenta duas saídas distintas:

- Uma saída direccionada para o separador de hidrocarbonetos, sendo que na face frontal da bacia, no seu coroamento, se encontra instalada uma válvula, sempre aberta e com ligação ao separador de hidrocarbonetos.
- A outra saída, descarregador de superfície no coroamento do talude da bacia, funciona como um by-pass ao sistema de tratamento, com descarga directa no meio receptor. Quando se verificar que o volume de água afluente é superior à capacidade de encaixe da bacia de decantação, o efluente é encaminhado para a saída do by-pass. Considera-se que a carga mais significativa de poluentes afluí ao sistema de tratamento, nos primeiros minutos da chuvada intensa. Segundo Barbosa e Hvitved-Jacobsen (1996), é nos 30 mm da chuvada que são arrastados a maioria dos poluentes existentes na plataforma;

- Existe ainda um descarregador de fundo controlado por uma válvula que servirá apenas para as operações de limpeza da bacia de decantação, ou descarga de emergência.

A bacia apresenta uma configuração alongada que permite criar um fluxo de água lento e desta forma impõe-se um período de armazenamento maior para que as partículas em suspensão se depositem no fundo da bacia.

Os taludes laterais da bacia apresentam uma inclinação de 2:1, encontrando-se num dos taludes implantada uma rampa de acesso que permite a entrada e saída de viaturas para a limpeza e remoção dos sedimentos depositados no fundo da bacia.

A bacia será impermeabilizada através da colocação de uma geomembrana em PVC. No fundo da bacia será prevista a colocação de uma camada de terra vegetal de 0.20 m de espessura sobre a qual se depositarão as partículas em suspensão, na parte inferior desta camada de terra vegetal existe um geotêxtil que permite proteger a geomembrana colocada em baixo.

VI.3.2.6. Separador de Hidrocarbonetos

O separador de hidrocarbonetos encontra-se colocado a jusante da bacia de decantação e tem como função a separação dos óleos e outras substâncias imiscíveis com a água.

Face ao tipo de poluentes que caracterizam as águas de escorrência, nomeadamente hidrocarbonetos, óleos e gorduras, foi previsto um separador de hidrocarbonetos com câmara de decantação para finos (incluindo areias).

O separador funciona por diferença de densidade entre a água e os hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos mais leves que a água sobem para a superfície e ficam retidos na câmara de decantação.

O separador de hidrocarbonetos é equipado com um filtro coalescente (removível), para aumentar a eficácia da separação por aumento do tamanho da gota, e um obturador de segurança, que impede a passagem acidental de hidrocarbonetos.

O princípio de funcionamento é do reter as escorrências durante um determinado tempo que possibilite a flutuação das partículas com densidades inferiores à da água, como é o caso dos hidrocarbonetos.

VI.3.2.7. Descarga Final

A descarga final será efectuada através de um colector enterrado e que encaminha as águas para a linha de água receptora.

VI.3.3. Dimensionamento dos Sistemas de Retenção e Tratamento ST1, ST2 e ST3

VI.3.3.1. Introdução

O dimensionamento dos sistemas de retenção e tratamento ST1, ST2 e ST3, foi efectuado de acordo com os pressupostos base e critérios apresentados nas seguintes publicações da especialidade:

- “*Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas*” (INAG, 2006);
- “*L'eau et la route, Volume 7: Dispositifs de traitement des eaux pluviales*”; Fiche 13 – Decantation – Principes – Coix de la vitesse de chute; Fiche 18 – Deshuilage- Principes – Séparation des hydrocarbures; Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, França (SETRA, 1997) ;
- “*L'eau et la route, Volume 6: La Pollution Accidentelle sur les Grandes Infrastructures*”, Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, França (SETRA, 1999) ;
- “*L'eau et la route, Volume 3: La Gestion de la Route*”, Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, França (SETRA, 1993) ;
- “Reabilitação da Bacia de Decantação de Fátima”, IST-BRISA (Matos *et al.* 1999);
- FHWA, Federal Highway Administration, (1996) - Retention, detention and overland flow for pollutant removal from highway stormwater runoff. Volume II: Design Guidelines. Publicação da Federal Highway Administration n.º FHWA-PD-96-096, U.S. Department of Transportation, Virginia, 216 pp.

O SETRA (*Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes*) é um serviço técnico do Ministério da administração francesa que tutela o Equipamento e os Transportes. Tem como função a elaboração de guias, metodologias, livros de Boas Práticas, etc. Entre 1993 e 1999, o SETRA publicou uma colecção de Guias, intitulada “*L'Eau et la Route*”. Foi publicado recentemente (Agosto de 2007) o Guia técnico intitulado “*Pollution d'origine routière. Conception des ouvrages de traitement des eaux*” que contem metodologias para avaliar a vulnerabilidade de sistemas hídricos e para orientar a escolha dos melhores sistemas de tratamento, em função da vulnerabilidade do meio, entre outras matérias (<http://www.setra.equipement.gouv.fr/Pollution-d-origine-routiere.html>).

Em termos do dimensionamento hidráulico dos sistemas definidos utilizou-se alguma bibliografia da especialidade, nomeadamente Lencastre *et al* (1984) e Quintela (1998).

Conforme já referido, os sistemas de tratamento ST1, ST2 e ST3 propostos incluem os seguintes órgãos sequenciais:

- Gradagem;
- Bacia de decantação;
- Separador de hidrocarbonetos.

VI.3.3.2. Implantação

As características de implantação definidas para os sistemas de retenção e tratamento ST1, ST2 e ST3 apresentam-se em seguida no quadro VI.3.2.

Quadro VI.3.2 – Características gerais de implantação dos sistemas de retenção e tratamento

CARACTERÍSTICAS GERAIS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO			
Dados de Projecto	ST1	ST2	ST3
Área (m ²)	694.8	929.6	688.50
Cota topográfica afluente a sistema (m)	260.00	240.00	266.30
Cota topográfica do efluente para o meio receptor (m)	257.60	237.20	263.90
Diferença de cotas (m)	2.40	2.80	2.40
Lado da via para implantação ⁵	nascente (km 3+550 do Trecho 2)	poente (no final do Ramo A+B do lado esquerdo)	poente (km 5+950 do Trecho 2)

⁵ Sentido ascendente dos pontos quilométricos do traçado

Deste modo, em ambas as situações o escoamento será totalmente gravítico, não sendo necessários grandes volumes de escavação, aproveitando ao máximo as pendentes do traçado em perfil longitudinal.

A descarga do efluente final do sistema ST1 será realizada no leito principal do rio Antuã, através de uma vala, que apresenta um desenvolvimento paralelo ao traçado e que foi dimensionado para assegurar a condução das águas correspondentes a uma cheia centenária. Os sistemas ST2 e ST3 efectuem a sua descarga final directamente em dois efluentes do rio Uíma.

VI.3.3.3. Características Hidráulicas

No quadro VI.3.3 apresentam-se as características hidráulicas utilizadas no dimensionamento dos sistemas de retenção e tratamento.

Quadro VI.3.3 – Características hidráulicas de dimensionamento dos sistemas de retenção e tratamento

Dados de Projecto	ST1	ST2*	ST3
Troço sujeito a tratamento (drenagem separativa)	km 2+250 a 3+550 do Trecho 2	km 4+488 a 5+900, incluindo o Nó com a Via Feira/Mansores do Trecho 2	km 5+950 a 7+000 do Trecho 2
Extensão do traçado em secção corrente (m)	1300	1412	1050
Localização do sistema de tratamento (Ponto de descarga)	km 3+550 – Trecho 2	Final do Ramo A+B do Nó Via Feira/Mansores – Trecho 2	km 5+950 – Trecho 2
Lado da via (implantação)	nascente	poente (no final do Ramo A+B do Nó Via Feira/Mansores)	poente
Largura total da plataforma	27 m (perfil transversal tipo 2x3 vias)	27 m (perfil transversal tipo 2x3 vias)	34,5 m (perfil transversal tipo 2x3 vias)
Caudal para T= 50 anos (l/s)	588	681	625
Caudal para T= 10 anos (l/s)	463	537	492
Caudal para T= 2 anos (l/s), para uma chuvada de 6 horas	47.5	80.9	49.08
Cota do afluente ao sistema (m)	260.00	240.00	266.37
Cota de saída para o meio receptor (m)	257.30	237.00	263.60

* No cálculo da área de contribuição do trecho definido por este sistema de tratamento foi considerado uma área total de 60 463 m², em que 47 046 m² correspondem à plena via e 13 417 m² correspondem ao Nó com a via Feira/Mansores

Seguidamente procede-se ao dimensionamento de cada um dos órgãos sequenciais que compõem os sistemas de retenção e tratamento propostos.

VI.3.3.4. Gradagem

A montante da bacia de decantação será colocado um órgão de gradagem, constituído por uma série de barras de aço paralelas com uma espessura de 10 mm, de secção rectangular, soldadas numa moldura metálica e colocadas de modo a intersectar a secção transversal da vala de transporte de água.

Deste modo, no sistema de tratamento será instalada uma câmara de gradagem, com uma dimensão de abertura entre barras de 30 mm, que permitirá recolher as partículas e os sólidos de grandes dimensões, evitando assim que estes entrem para a bacia de decantação e originem um mau funcionamento do sistema.

A gradagem impede a sobrecarga de inertes prejudiciais à eficácia do sistema de tratamento. Deste modo, os sólidos mais grosseiros serão retidos numa câmara de grades em aço inox com espaçamento de 30mm (grades médias).

Para o dimensionamento efectuado admitiram-se os seguintes pressupostos:

- a) $Q_{\text{gradagem}} = 70 \% Q_{\text{afluente}}$, para efeitos de cálculo de dimensões geométricas e consequente compatibilidade da largura da câmara de grades com a largura da vala rectangular, considerando ainda que a afluência de sólidos grosseiros ao sistema apresenta alguma irregularidade.
- b) Velocidade de atravessamento = 1.0 m/s
- c) Espaçamento entre barras = 25 mm
- d) Espessura de cada barra = 10 mm
- e) Quantidade média de gradados removida = $20 \text{ m}^3/10 \text{ m}^3$
- f) Quantidade máxima de gradados removida = $36 \text{ m}^3/10 \text{ m}^3$

No quadro VI.3.4 apresenta-se os caudais considerados para o dimensionamento do órgão de gradagem.

Quadro VI.3.4 – Caudais de dimensionamento do órgão de gradagem

Dados de Projecto	ST1	ST2	ST3
Caudal para T= 50 anos (m ³ /s)	0.588	0.681	0.625
Caudal para gradagem (m ³ /s)	0.411	0.476	0.437

Apresentam-se seguidamente no quadro VI.3.5 as principais características do órgão de gradagem.

Quadro VI.3.5 – Características dos órgãos de gradagem

CARACTERÍSTICAS DA GRADAGEM			
Gradagem	ST1	ST2	ST3
Altura da câmara de gradagem (m)	0.90	0.90	0.90
Comprimento da câmara de gradagem (m)	1.50	1.50	1.50
Comprimento total do órgão de gradagem (m)	2.80	2.80	2.80
Largura do órgão de gradagem (m)	0.80	0.80	0.80
Altura da saída para by-pass (m)	0.60	0.60	0.60
Largura do dispositivo para by-pass (m)	0.70	0.70	0.70
Espaçamento entre barras (mm)	25	25	25
Número de espaços	23	23	23
Número de barras	22	22	22
Inclinação da grelha (°)	60°	60°	60°
Cota afluente (m)	260.00	240.00	266.37
Cota efluente (m)	259.90	239.90	266.27

As características do órgão de gradagem definido para os sistemas de tratamento ST1, ST2 e ST3 apresentam-se no Desenho n.º A32/IC2.00.15 adiante.

A saída do escoamento da gradagem e o seu acesso à bacia de decantação é controlado por uma comporta que está sempre aberta e é efectuado através de uma vala, que apresenta uma geometria rectangular com paredes de betão, com largura de base 1.00 metro e altura de 0.80 metros.

A vala de derivação do by-pass que existe antes da bacia e que contém uma comporta que está sempre fechada, apresenta também uma geometria rectangular com paredes de betão, com largura de base 1.00 metro e altura de 0.80 metros.

VI.3.3.5. Bacia de Decantação/Retenção

A) Critérios de Dimensionamento

As bacias projectadas para a A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) apresentam uma dupla função, por um lado permitirão efectuar uma decantação através da sedimentação de partículas e por outro, possibilitarão prevenir e conter eventuais derrames que ocorram na plataforma da via.

A bacia de decantação é um órgão do sistema de tratamento que permite, através da retenção temporária da água no tanque, a sedimentação ou deposição da matéria sólida em suspensão. Este período de retenção, aliado às baixas velocidades de escoamento e à baixa turbulência na bacia, possibilita uma maior deposição das partículas no fundo da bacia. Este tempo de retenção deverá ser cumprido para episódios de precipitação de baixa a média intensidade e, que ocorrem geralmente em Portugal após o Verão, no período do início da época das chuvas (Setembro a Outubro).

O referido período corresponde a um maior grau de contaminação acumulado no pavimento da via, pelo que o fluxo de escoamento, ao qual se associa uma concentração de poluentes significativa, exige logo um adequado nível de tratamento. Pelo contrário as chuvadas mais intensas do Inverno apresentam um menor grau de contaminação, em especial devido a duas razões: existir um maior caudal de diluição e o pavimento estar menos sujeito a grandes períodos de acumulação de poluentes.

Assim, com vista a definir o critério da selecção da chuvada de projecto para dimensionamento das bacias efectuou-se uma pesquisa bibliográfica sobre esta matéria.

A bibliografia de origem francesa da especialidade refere, como critérios de dimensionamento de bacias de decantação, chuvadas com períodos de retorno de 2 anos e duração igual a 5 horas (consultar LCPC, 1981 - "*Études de l'Environnement e d'Impact*", editada pelo Laboratoire Central de Pont et Chaussées, Paris 1981). De acordo com Matos *et al.*, (1986) esta chuvada corresponde a uma intensidade de precipitação de 10 mm/h.

A utilização deste critério com esta intensidade de precipitação implica a construção de bacias de decantação excessivamente grandes e, conseqüentemente, a ocupação de grandes áreas.

Assim, com base nestes pressupostos e tendo em consideração as condições pluviométricas em Portugal, seria razoável adoptar como critério de dimensionamento das bacias de decantação uma chuvada uniforme com 6 horas de duração e 2 anos de período de retorno.

Desta forma, o volume de precipitação correspondente será obtido através da intensidade de precipitação registada para o caso em estudo, em mm/h, e do tempo de duração da chuvada considerada.

Esta chuvada em Portugal com uma duração de 6 horas e para o período de retorno considerado (2 anos), de acordo com as tabelas de Brandão *et al.* (2001), corresponde a uma intensidade precipitação menor e a uma altura de precipitação total de 32,4 mm, tendo-se utilizado como local de referência mais próximo e com dados disponíveis, o posto udográfico de Aveiro-Universidade (10F/01).

Para estas condições, o modelo a aplicar segundo (Brandão *et al.*, 2001) é:

$$I = 253.70 \times t^{-0.654}$$

onde:

- I, é a intensidade de precipitação em mm/h;
- t, é a duração da precipitação em minutos, igual ao tempo de concentração.

Segundo Barbosa e Hvitved-Jacobsen (1999), refere-se que é nos primeiros 30 mm da chuvada que são arrastados a maioria dos poluentes existentes na plataforma.

Destaca-se de acordo com INAG (2006) (estudo elaborado pelo LNEC), ainda outro critério de dimensionamento de uma bacia, no qual o volume de precipitação será resultante de uma chuvada de 15 mm.

Refere-se ainda em INAG (2006) também como critério, o cálculo de um volume máximo, que corresponde à relação entre 25 m³ por cada 1000 m² de área efectiva drenada. Neste caso o

volume adoptado para o dimensionamento da bacia deverá encontrar-se dentro do intervalo definido pelo volume referido pelo LNEC anteriormente e o presente volume máximo.

Neste caso, a decisão sobre que o volume adoptar, neste intervalo, deverá ser ponderada em função da sensibilidade da zona a proteger, das exigências de tratamento preconizadas, da disponibilidade de espaço no local de implantação, entre outras.

Como estas bacias deverão possibilitar, além da decantação, a retenção de eventuais derrames acidentais, e face à sensibilidade da zona hídrica em questão, foram projectadas bacias de decantação para recolher o primeiro fluxo de uma chuvada uniforme com 6 horas (dobro do tempo de retenção previsto na bacia de sedimentação) e um período de retorno de 2 anos.

Deste modo o critério adoptado no dimensionamento das bacias de tratamento garantirá que, em condições hidrológicas normais, as águas de escorrência da estrada antes de serem descarregadas no meio hídrico passem pelo menos 12 horas na bacia de decantação. Simultaneamente, evita-se a construção de bacias excessivamente grandes e que implicariam maiores impactes em termos paisagísticos e de ocupação do solo na zona envolvente da estrada.

Em condições hidrológicas mais extremas e que correspondem a caudais mais elevados, a massa líquida será retida na bacia de decantação por períodos mais reduzidos e inferiores a 12 horas. No entanto esta situação não significa que a qualidade da água no ponto de descarga do sistema de tratamento, apresente uma menor qualidade, pois nestes períodos de maior intensidade pluviométrica a plataforma da via apresenta já uma menor concentração de poluentes, devido à limpeza prévia das chuvadas que apresentam uma maior frequência.

Conforme INAG (2006), para se obterem resultados eficazes com a bacia de decantação deve-se ter em consideração como critério base de dimensionamento, que a relação comprimento/largura da bacia deverá ser 4:1, ou superior, ou seja, quanto mais alongada é a sua forma, maior é a sua eficácia no tratamento pretendido.

B) Dimensionamento da Bacia de Decantação

Apresenta-se seguidamente no quadro VI.3.6 as características do dimensionamento proposto para as bacias de retenção / decantação ST1, ST2 e ST3 a implantar na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço). As bacias de decantação definidas para os sistemas apresentam-se no Desenho n.º A32/IC2.00.14.

Quadro VI.3.6 – Características do dimensionamento das bacias de retenção e tratamento

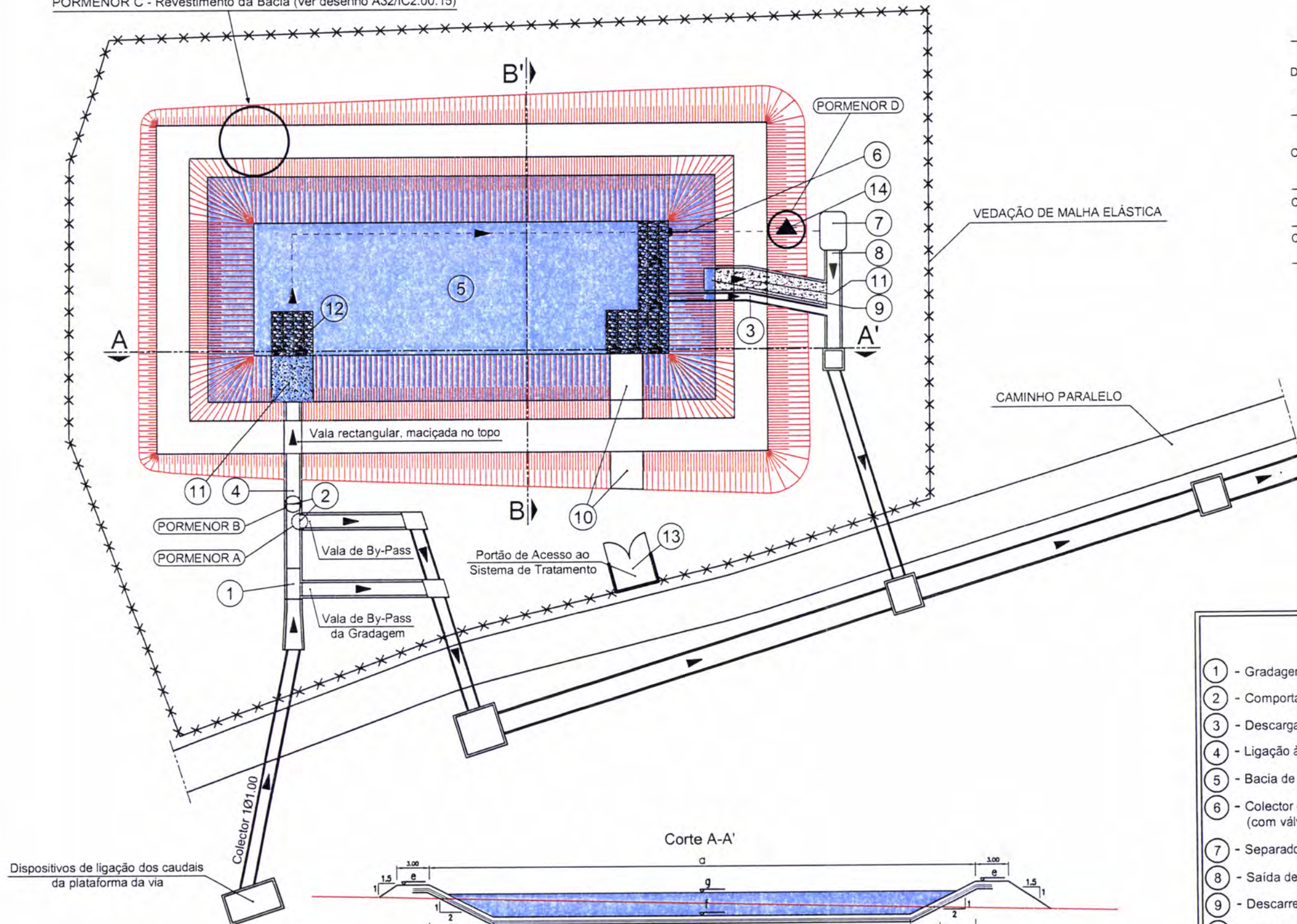
CARACTERÍSTICAS DA BACIA DE DECANTAÇÃO			
Dados de Projecto	ST1	ST2	ST3
Área de contribuição da Plataforma (m ²)	35100	60463	36225
Extensão do traçado em secção corrente (m)	1300	1412	1050
Caudal (l/s), para um T = 2 anos e duração de 6 horas	47.5	80.9	49.08
Volume (m ³) para um I = 10 mm/h	939.6	1630.8	972.0
Volume (m ³) para um T = 2 anos e duração de 6 horas	511.7	873.7	529.2
Volume (m ³) para uma chuvada de 15 mm	526.5	895.8	543.3
Volume drenado (relação 25 m ³ /1000 m ²) (m ³)	877.5	1493.1	905.6
Tempo mínimo de retenção (h)	12	3	3
Volume adoptado na bacia (m ³)	511.7	873.7	529.2
Dimensões Adoptadas na Bacia	ST1	ST2	ST3
Altura útil de lâmina líquida (m)	1.50	1.90	1.50
Volume útil de armazenamento da bacia para tratamento (m ³) *	548.41	911.5	564.4
Largura e Comprimento na (Base da Bacia (m))*	5,5 x 23	7 x 28	5,5 x 23
Largura e Comprimento na (Superfície da Bacia (m))	15 x 31	17,6 x 38,6	15 x 32
Profundidade total da bacia (m)	2.55	2.80	2.55
Área útil (m ²)	531	720.25	459.00
Área total de implantação (m ²)	796.5	1 080.3	688.50
Características de Implantação da Bacia	ST1	ST2	ST3
Cota de entrada (m)	259.80	239.80	266.10
Cota de saída para o separador de HC (m)	257.60	237.30	263.90
Cota de fundo (m)	257.30	237.00	263.60
Cota do descarregador de fundo (m)	257.30	237.00	263.60
Altura do volume morto (m)	0.30	0.30	0.30
Cota da soleira do descarregador de superfície (m)	259.50	239.50	265.80
Altura de água acima da soleira do descarregador (m)	0.25	0.25	0.25
Altura entre a cota de entrada e a cota do descarregador de superfície (folga) (m)	0.30	0.30	0.30
Altura acima do descarregador de superfície (folga) (m)	0.20	0.20	0.20
Altura de água no descarregador de superfície (m)	0.25	0.25	0.25
Cota de superfície bacia (com 20 cm de folga) (m)	259.95	239.95	266.25
Profundidade total da bacia (m)	2.65	2.80	2.65
Largura do descarregador de superfície (m)	2.80	3.25	3.00
Diâmetro do descarregador de fundo (mm)	400	400	400
Taludes laterais (horizontal/vertical)	2:1	2:1	2:1

Nota: Observa-se que o volume da bacia resultante da dimensão considerada é ligeiramente superior ao necessário pelo cálculo para um período de retenção de 12 horas, situação que foi considerada como medida de segurança e de salvaguarda no caso de ocorrer um acidente na via com derrame de poluentes

* De forma a manter uma inclinação constante de 1:2 (V:H) nos taludes interiores da bacia, a relação de comprimento/largura (4:1) considerada no dimensionamento da bacia, apenas é possível cumprir no topo ou no fundo da bacia, tendo-se no presente caso por questões de ocupação de área optado pela relação 3:1 no fundo da bacia.

SISTEMA DE RETENÇÃO E TRATAMENTO

PORMENOR C - Revestimento da Bacia (ver desenho A32/IC2.00.15)



		ST1	ST2	ST3
DIMENSÃO DA BACIA DE DECANTAÇÃO	a	31.00	38.60	32.00
	b	23.00	28.00	23.00
	c	15.00	17.60	15.00
	d	5.50	7.00	5.50
COTA DE IMPLANTAÇÃO	e	259.95	239.95	266.65
	f	257.30	237.00	263.60
COTA DA ALTURA ÚTIL DE ÁGUA NA BACIA	g	259.10	239.20	265.40
CONJUNTO DOS TALUDES (V/H) = 1/2	h	4.00	5.30	4.50
	i	4.75	5.30	4.75

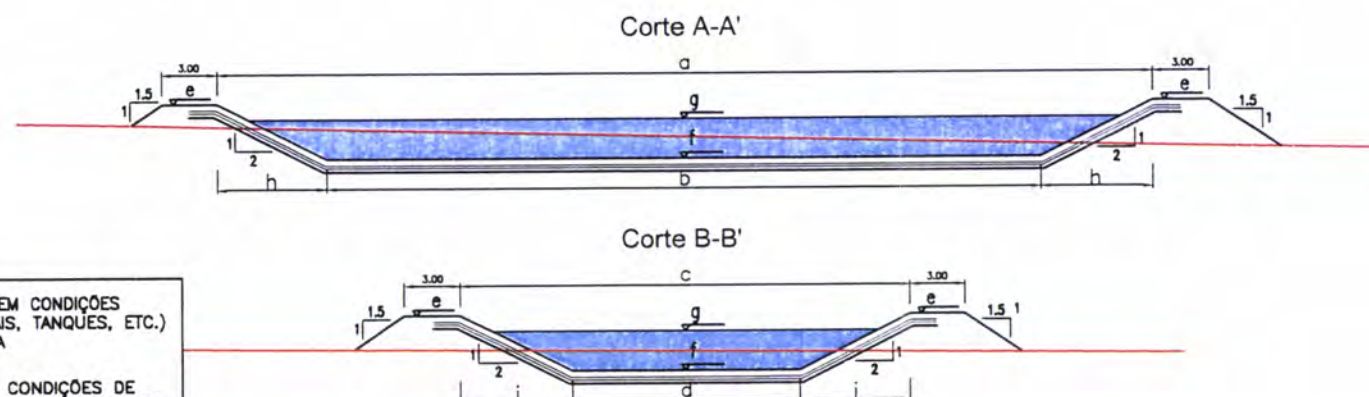
LEGENDA

- 1 - Gradagem com by-pass
- 2 - Comporta de fecho à entrada da bacia e para vala de by-pass
- 3 - Descarga de fundo com válvula de fecho
- 4 - Ligação à bacia de decantação
- 5 - Bacia de decantação
- 6 - Colector de caudais para o separador hidrocarbonetos (com válvula de fecho no coroamento da bacia)
- 7 - Separador de hidrocarbonetos com câmara de decantação
- 8 - Saída de caudal do separador de hidrocarbonetos
- 9 - Descarregador de superfície
- 10 - Rampa de acesso à Bacia argamassado em betão armado com 3m de largura
- 11 - Betão rugoso
- 12 - Enrocamento (D50 = 0.15m) com uma extensão e largura de 2m
- 13 - Portão de Acesso ao Sistema de Retenção e Tratamento
- 14 - Válvula monitorizada no colector de ligação ao separador de hidrocarbonetos

NOTAS:

OS ATERROS, QUANDO NECESSÁRIO DEVERÃO SER EXECUTADOS EM CONDIÇÕES DE PODEREM SUPOORTAR AS ESTRUTURAS A IMPLANTAR (CANAIS, TANQUES, ETC.) OU PERMITIREM A ABERTURA DOS DIFERENTES TIPOS DE VALA

NAS PLATAFORMAS EM ESCAVAÇÃO DEVEREM SER ASSEGURADAS CONDIÇÕES DE SUPORTE ADEQUADAS À IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS, OU À ABERTURA DOS DIFERENTES TIPOS DE VALA



C) Características de Implantação das Bacias

Na entrada das bacias de decantação será executada uma zona rebaixada em enrocamento, com 2.00 m de largura, na totalidade da espalda do talude das bacias e no fundo das bacias, que terá a função de promover a dissipação de energia e evitar a erosão dos taludes das bacias.

Para a descarga de água, em caso de cheia para o exterior, propõe-se a colocação de um descarregador de superfície nas bacias de decantação (0.30 m abaixo da cota de entrada e com uma altura de 0.25 m), no extremo mais distante possível do colector de entrada na bacia, com cerca de 2,80 m (ST1), 3,25 m (ST2) e 3,00 m (ST3).

De forma a evitar a erosão e ravinamento dos taludes das bacias será aplicado enrocamento em toda a extensão da espalda do talude interno da bacia que contém o descarregador de superfície e os outros órgãos do sistema (ver Desenho A32/IC2.00.14)

Este descarregador entra em funcionamento no momento em que a bacia de tratamento se encontrar repleta de água e serve como medida de segurança em caso de condições deficientes de vazamento ou mau funcionamento do separador de hidrocarbonetos.

A geometria do descarregador foi calculada através da fórmula de descarregador de BAZIN com soleira espessa:

$$Q=0.38 \times L \times H \times (2 \times g \times H)^{0.5}$$

Em que:

Q – Caudal de saída (m³/s)

L - Largura do descarregador (m)

H - Altura de água acima da soleira do descarregador (m)

G – Aceleração da gravidade (9.8 m/s²)

A saída do escoamento das bacias e a sua derivação do descarregador de superfície para o meio receptor, será realizado para uma vala de by-pass, a qual apresenta uma geometria

rectangular com paredes de betão, com largura de base de 1.00 m e altura de 0,80 m (ver Desenho A32/IC2.00.15)

Em complemento, existe ainda um descarregador de fundo nas bacias, em PVC, com um diâmetro de 400 mm, com uma válvula com abertura monitorizada e que servirá apenas para as operações de limpeza das bacias, ou descarga de emergência da água das bacias.

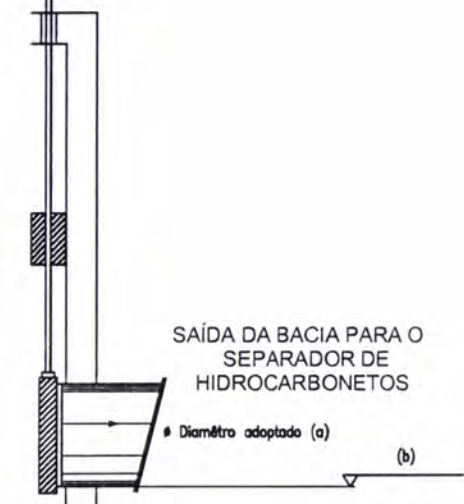
Foi ainda considerado um volume morto nas bacias de decantação com 0.30 m de altura e onde se acumulam as partículas sedimentadas. Acima deste volume encontra-se o colector de saída da bacia para o separador de hidrocarbonetos. Esta ligação será efectuada através de um colector em PVC, cujo diâmetro foi calculado adiante.

Tendo em consideração a necessidade de impermeabilização das bacias de decantação, preconizou-se uma solução que recorre, simultaneamente, à utilização dos materiais terrosos existentes na área em estudo e à aplicação de uma geomembrana como elemento impermeável.

O fundo e os taludes das bacias de decantação, que apresentam uma espessura da ordem dos 0.55 m, são constituídos com uma camada de um solo de argila ou silte e por uma geomembrana impermeável (com uma permeabilidade $< 10^{-10}$ m/s e com 1.5 mm de espessura), colocada directamente entre as duas camadas de geotêxtil de protecção em polipropileno. Sobre este geotêxtil será aplicada uma camada de terra vegetal com 0.30 m de espessura, conforme apresentado no Desenho n.º A32/IC2.00.15.

PORMENOR D VÁLVULA DE FECHO NO COROAMENTO DA BACIA SEM ESCALA

ABERTURA MANUAL COM UM
VOLANTE DE MANOBRA A INSTALAR
NO COROAMENTO DA BACIA



SAÍDA DA BACIA PARA O
SEPARADOR DE
HIDROCARBONETOS

Ø Diâmetro adoptado (a)

(b)

SEPARADOR DE HIDROCARBONETOS

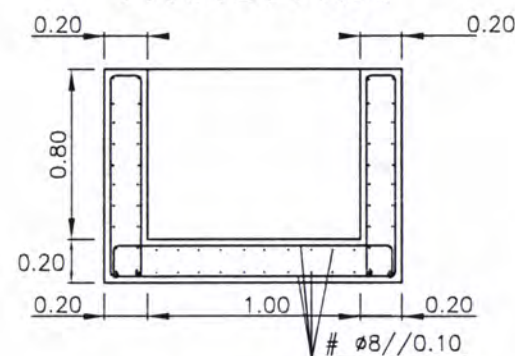
CAUDAL ADOPTADO (d)

SEM ESCALA



	ST1	ST2	ST3
Diâmetro do colector da entrada no separador de HC (mm) (a)	125	200	125
Cota de entrada no separador de Hidrocarbonetos (m) (b)	257.60	237.30	263.90
Cota de saída do separador para o meio receptor (m) (c)	257.60	237.30	263.90
Caudal adaptado de dimensionamento do separador (l/s) (d)	50	80	50

VALA RECTANGULAR PARA BY-PASS

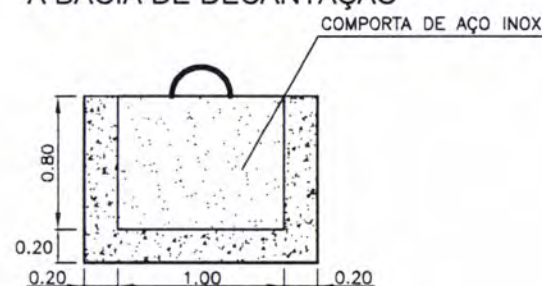


PORMENOR A COMPORTA NA VALA DE DERIVAÇÃO DO "BY-PASS"



COMPORTA DE AÇO INOX

PORMENOR B COMPORTA NA VALA DE ACESSO À BACIA DE DECANTAÇÃO



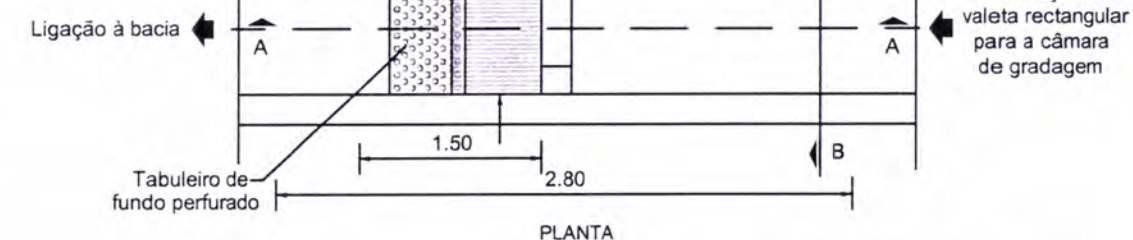
COMPORTA DE AÇO INOX

DESCARREGADOR DE SUPERFÍCIE

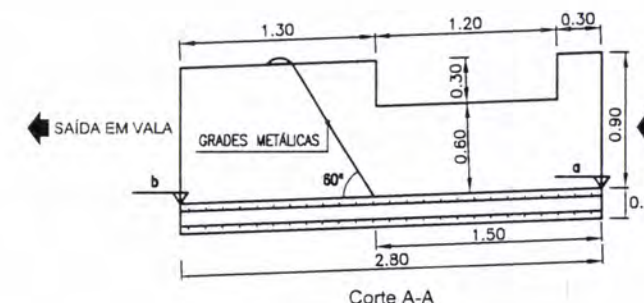


	ST1	ST2	ST3
COTA DA SUPERFÍCIE DA BACIA (m)	a 259.95	239.95	266.25
COTA DA SOLEIRA DO DESCARREGADOR DE SUPERFÍCIE (m)	b 259.50	239.30	265.80
DIMENSÃO DO DESCARREGADOR (m)	c 2.80	3.25	3.00
	d 0.45	0.65	0.45

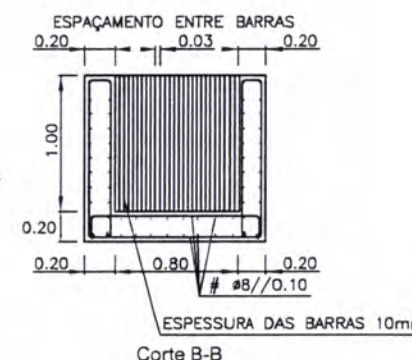
Ligação à bacia



PLANTA



Corte A-A

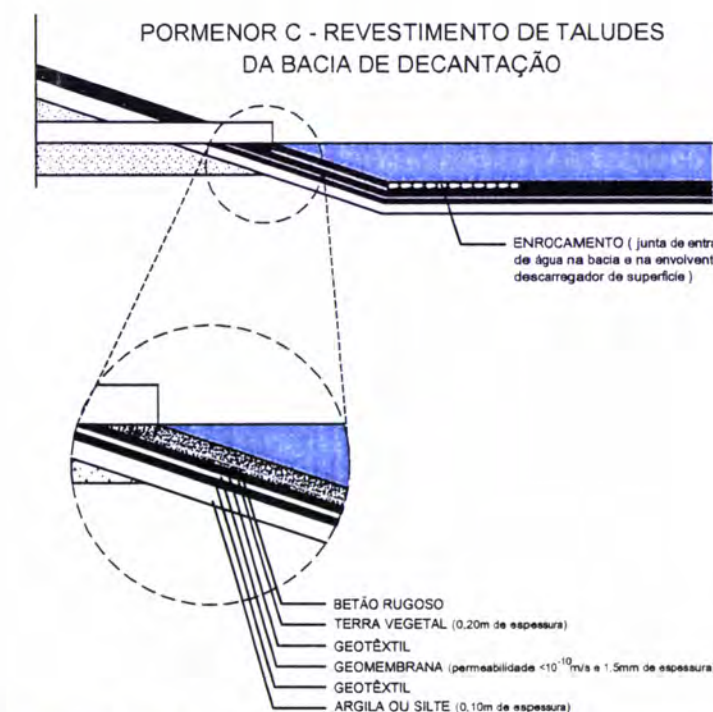


Corte B-B

DADOS DE IMPLANTAÇÃO DO ORGÃO DE GRADAGEM

	ST1	ST2	ST3
COTA AFLUENTE NA GRADAGEM (a)	a 260.00	240.00	266.37
COTA AFLUENTE NA GRADAGEM (b)	b 259.90	239.90	266.27

PORMENOR C - REVESTIMENTO DE TALUDES DA BACIA DE DECANTAÇÃO



ENROCAMENTO (junta de entrada de água na bacia e na envolvente do descarregador de superfície)

BETÃO RUGOSO
TERRA VEGETAL (0.20m de espessura)
GEOTÊXTIL
GEOMEMBRANA (permeabilidade <10⁻¹⁰ m/s e 1.5mm de espessura)
GEOTÊXTIL
ARGILA OU SILTE (0.10m de espessura)

Em relação aos taludes das bacias de decantação optou-se por uma inclinação de taludes de 1:2 (V:H), de forma a minimizar eventuais deslizamentos da terra vegetal.

Conforme referido anteriormente os taludes na zona de entrada e saída do escoamento da bacia serão ainda protegidos por uma camada de enrocamento que permite evitar a erosão dos taludes.

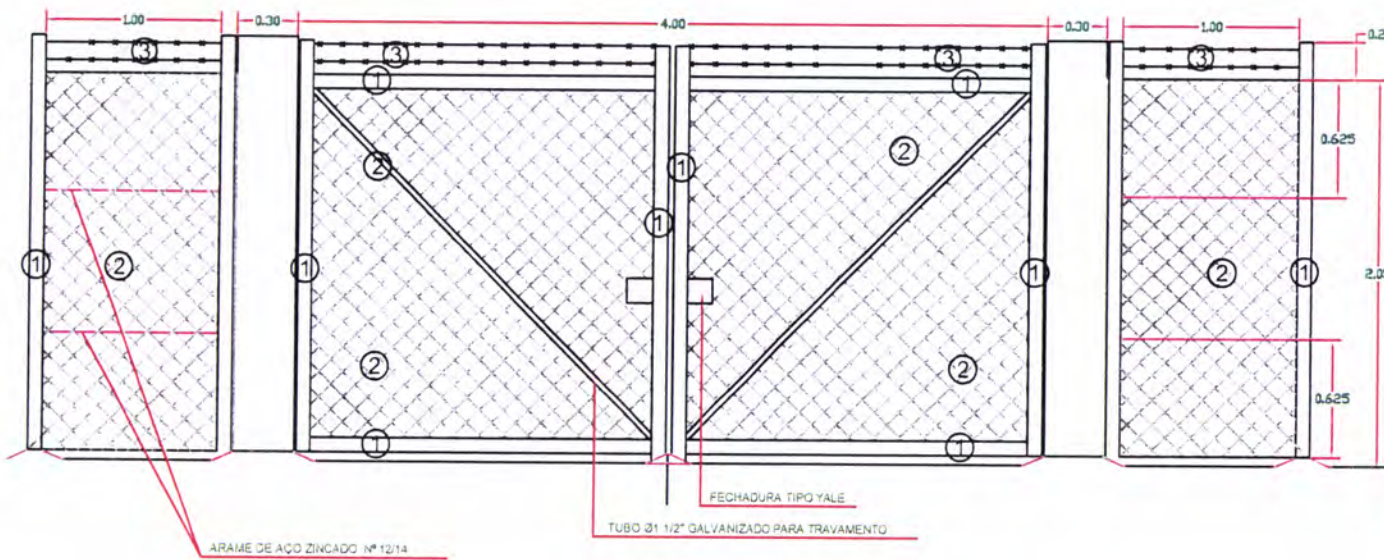
O fundo e os taludes das bacias de decantação serão revestidos com terra vegetal, onde se instalará logo a vegetação local, que proporcionará um controlo da erosão, funcionando como um retentor de sedimentos dificultando a sua ressuspensão e ainda, proporcionando meios de remoção dos poluentes dissolvidos.

A zona adjacente, aos sistemas de retenção e tratamento será ainda protegida por uma vedação definida por uma rede de malha variável, semelhante e coincidente com a do limite de expropriação.

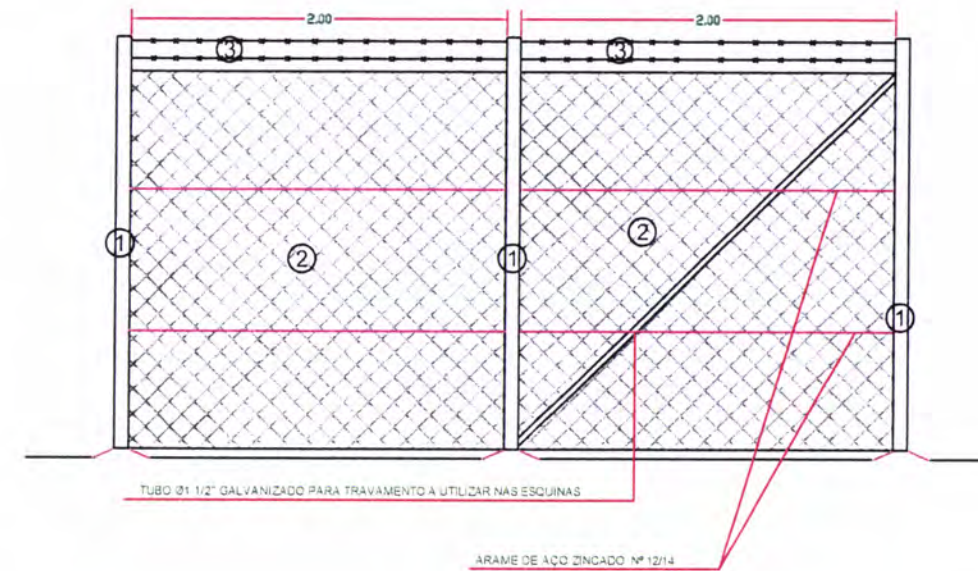
No entanto por questões de segurança, foi prevista uma segunda vedação com rede de malha constante e postes de aço galvanizado espaçados de 2 m na bacia de decantação, dado estas, para além de terem uma profundidade significativa (entre 1,60 e 1,90 m), podem ou não conter água, com os riscos inerentes.

Assim, preconiza-se na área das bacias uma vedação complementar com rede de malha elástica revestida a PVC verde, que terá uma altura de 2 m e os postes terão neste caso 2.50 m de altura (2.00 m de vedação + 0.20 m de duas fiadas de arame farpado + 0.30 m de encastramento). A sua implantação encontra-se representada no Desenho n.º A32/IC2.00.16.

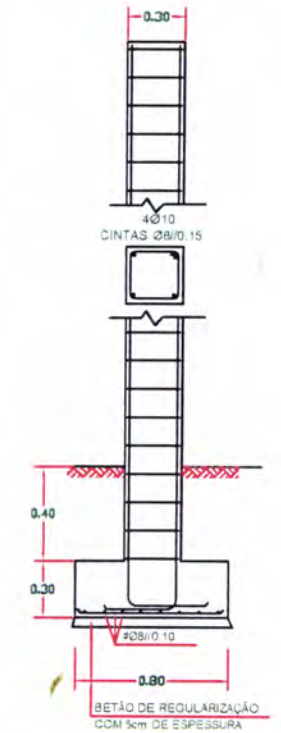
PORTÃO
ESC: 1/20



VEDAÇÃO - PORMENOR A
ESC: 1/20



PORMENOR ESTRUTURAL
DOS PILARES DO PORTÃO
ESC: 1/20

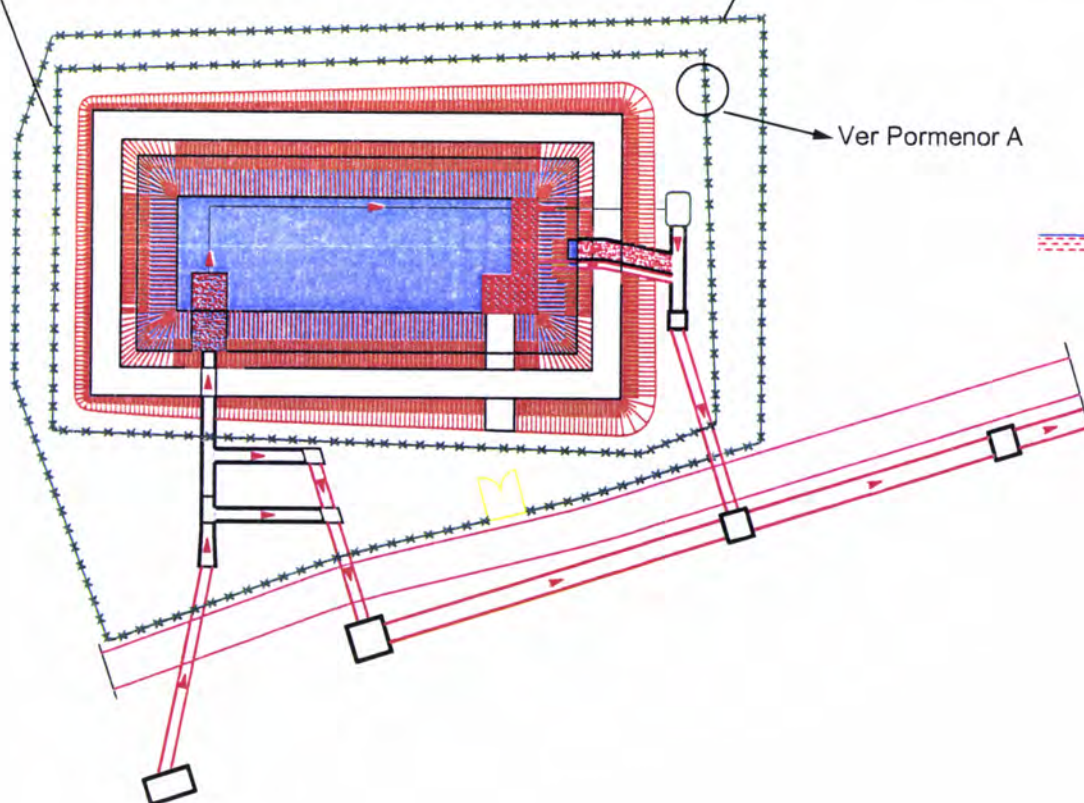


Vedação com rede de malha elástica
revestida a PVC altura de 2m

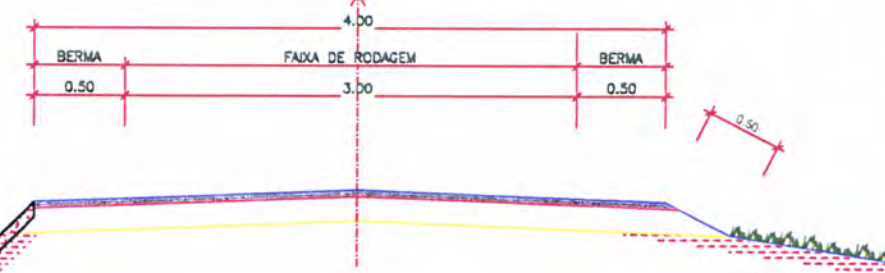
SISTEMA DE TRATAMENTO
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO DA VEDAÇÃO

Vedação com rede de malha variável
coincidente com o limite de expropriação

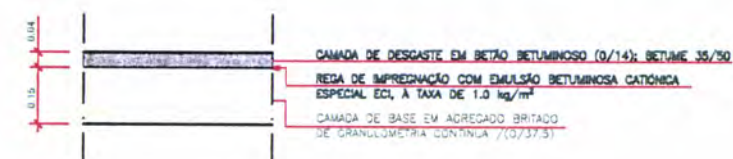
Ver Pormenor A



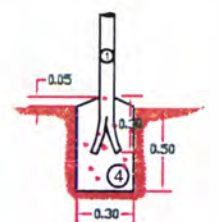
PORMENOR
CAMINHO PARALELO - PERFIL TRANSVERSAL TIPO
ESC: 1:25



CONSTITUIÇÃO DO PAVIMENTO
ESC: 1:10



PORMENOR DE FIXAÇÃO
DOS TUBOS NO MACIÇO DE BETÃO
ESC: 1/20



LEGENDA

- ① TUBO 3\"/>

Para permitir o acesso dos camiões para a remoção dos gradados, dos óleos depositados no separador de hidrocarbonetos e das lamas acumuladas na bacia de decantação, o acesso às instalações far-se-á através de um portão de material similar à vedação, com cerca de 4.0 m de largura. O acesso ao tanque das bacias de decantação far-se-á através de uma rampa em pavimento argamassado com uma largura de 3 m, localizada num dos extremos da bacia, conforme apresentado nos Desenhos n.º A32/IC2.00.14 e Desenho n.º A32/IC2.00.16.

Relativamente à definição do acesso externo aos sistemas de tratamento ST1, ST2 e ST3, refere-se que este poderá ser efectuado a partir de caminhos existentes. Assim, no caso do ST1 o acesso faz-se através da EM 513 seguindo-se então por um caminho municipal de acesso ao campo de tiro de Milheiros de Poiães. Para o ST2 e ST3 pode ser usado também a EM 513 e um caminho florestal.

Na área de implantação das bacias de decantação prevê-se para as zonas envolventes, à volta das bacias e nos acessos a criar (com 3 m de largura), a execução de um pavimento com uma camada de base em agregado britado de granulometria, com 0.20 m de espessura, sobreposta a uma camada de sub-base em solos seleccionados, igualmente com 0.20 m de espessura.

VI.3.3.6. Separador de Hidrocarbonetos

Relativamente ao separador de hidrocarbonetos localizado a jusante das bacias de decantação, deverá admitir-se um dimensionamento que garanta o escoamento da água acumulada nas bacias, permitindo um elevado tempo de retenção no sistema (aumento da eficiência de tratamento), atendendo ao caudal afluente e, simultaneamente, permita reduzir o volume do órgão de tratamento a jusante, sem prejudicar os objectivos pretendidos.

Face a este pressuposto, para o dimensionamento do separador de hidrocarbonetos admitiu-se um tempo de retenção mínimo na bacia de decantação que garanta o escoamento total da água nas adequadas condições de funcionamento hidráulico e de tratamento do separador de hidrocarbonetos.

Assim, para o dimensionamento do separador de hidrocarbonetos teve-se em consideração o tempo de retenção admitido na bacia de decantação.

De acordo com SETRA (1997), neste caso o caudal de entrada no separador de hidrocarbonetos deverá ser limitado entre 10 a 100 l/s. Assim, nestas condições, aconselha-se a instalação de um regulador de débito para o caudal de entrada no separador de hidrocarbonetos, ou que este já o incorpore. Deve-se ainda fixar valores de velocidade ascensional no separador compreendidos entre 1 a 9 m/h.

Atendendo a estes pressupostos procedeu-se ao cálculo do diâmetro do colector de saída da bacia para o separador de hidrocarbonetos. Para o efeito recorreu-se à lei de orifícios, que traduz a expressão de cálculo do caudal de ponta escoado em superfície livre por uma tubagem:

$$Q_s = m \times S \times \sqrt{2 \times g \times H}$$

sendo,

Q_s – Caudal adoptado para o separador de HC (m^3/s);

m – Coeficiente de perda de carga ($0,6 < m < 0,9$);

S – Secção do orifício (m^2);

g – Aceleração da gravidade ($9,8 \text{ m/s}^2$) (m);

H – Carga hidráulica a montante (m).

O valor do diâmetro considerado para o colector de saída da bacia ao separador de hidrocarbonetos, considerando como material o PVC é apresentado na tabela seguinte.

Conforme SETRA (1997), no dispositivo de separação de hidrocarbonetos a área mínima a considerar deverá ser:

$$S > Q/V_s$$

Em que:

S – área do dispositivo, em m^2 ;

Q – caudal de passagem para o separador de hidrocarbonetos, em m^3/s ;

V_s – velocidade ascensional requerida para a separação das partículas, em m/h

Considerando uma velocidade ascensional de 6,5 m/h e o caudal de partida para o dimensionamento dos separadores de hidrocarbonetos, obtêm-se valores de área mínima do dispositivo de 27,5 m² (ST1 e ST3) e 44,5 m² (ST2).

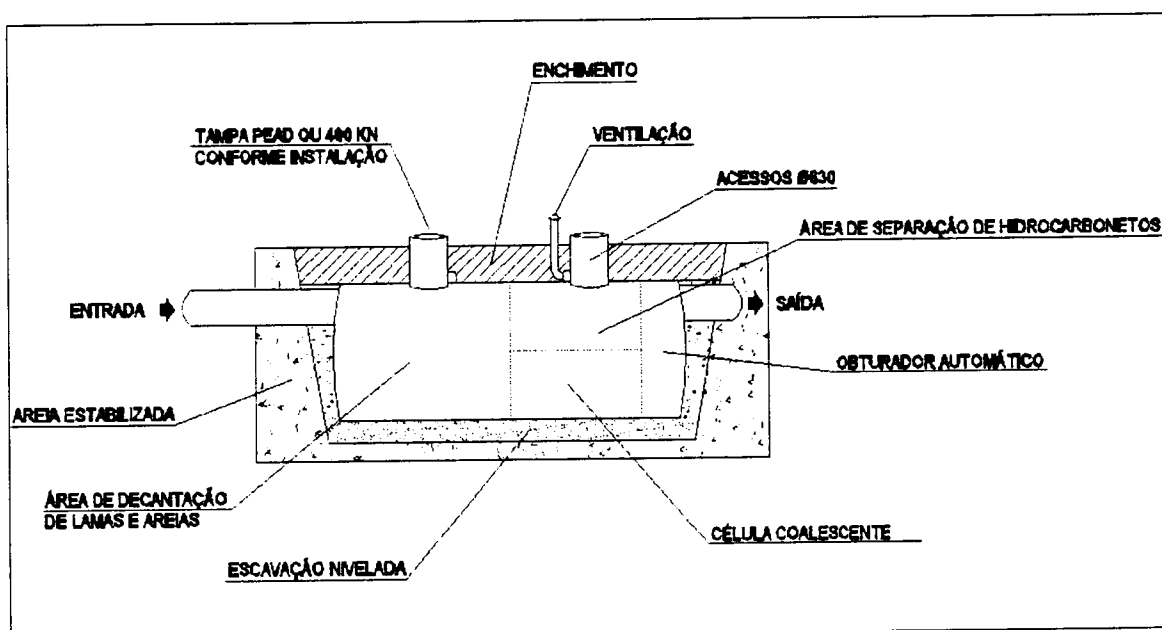
Apresentam-se seguidamente no quadro VI.3.7 as principais características dos separadores de hidrocarbonetos propostos para os sistemas de tratamentos ST1, ST2 e ST3.

Quadro VI.3.7 – Características do dimensionamento do separador de hidrocarbonetos

CARACTERÍSTICAS DO SEPARADOR DE HIDROCARBONETOS			
Dimensionamento do Separador de Hidrocarbonetos a Adoptar	ST1	ST2	ST3
Diâmetro do colector de entrada no separador de HC (mm)	125	200	125
Cota de entrada no separador de Hidrocarbonetos (m)	257.30	237.00	263.60
Cota de saída para o meio receptor (m)	257.30	237.00	263.60
Caudal adaptado de dimensionamento do separador (l/s)	50	80	50
Tempo de retenção no HC (minutos)	5	5	5
Carga Hidráulica (m/h)	6.5	6.5	6.5
Carga Superficial (m ² /l/s)	0.85	0.90	0.85
Características técnicas - Fabricante			
Comprimento total (mm)	3 455	5 910	3 455
Largura (mm)	1 200	1 200	1 200
Altura (mm)	1 150	1 150	1 150
Volume de Decantação (l)	3 000	6 000	3 000
Volume de Separação (l)	6 000	6 000	6 000
Peso (kg)	270	270	270
Fabricante	COLLINET		
Modelo	SHD		
Classe 1	Valores de remoção < 5mg/l		
Material do separador	PEAD		
Sistema de Segurança	Obturador flutuante calibrado para densidade até 0.90 g/cm ³ – impede a passagem de hidrocarbonetos para o exterior em caso de falta de manutenção ou derrame accidental		
Acessórios	Alarme de Nível N8 VARS		

As características de implantação do separador de hidrocarbonetos definido para os sistemas de tratamento ST1, ST2 e ST3, apresentam-se no Desenho n.º A32/IC2.00.15.

Na Figura VI.3.1, apresenta-se um exemplo de um separador de hidrocarbonetos tipo, que poderá ser adoptado.



Nota: Fabricante Collinet – Modelo HSKPE

Figura VI.3.1 – Separador de hidrocarbonetos com câmara de decantação

VI.3.3.7. Descarga do Efluentes dos Sistemas de Tratamento

Relativamente à descarga do efluente final dos sistemas ST1, ST2 e ST3, este será realizada para a linha de água mais próxima ao sistema de tratamento.

Assim, no caso do sistema de tratamento ST1 a descarga do efluente final será efectuada para o leito principal do rio Antuã, através de uma vala trapezoidal ($V/H = 1/2$) revestida em enrocamento argamassado, com uma largura de rasto 1.00 m e 0.80 m de altura, que apresenta um desenvolvimento próximo e paralelo ao traçado.

A descarga do efluente final dos sistemas de tratamento ST2 e ST3 será realizada para dois efluentes do rio Uíma, também através de uma vala trapezoidal ($V/H = 1/2$) revestida em enrocamento argamassado, com uma largura de rasto 1.00 m e 0.80 m de altura.

VI.3.4. Avaliação das Eficiências dos Sistemas Projectados para a A32/IC2

VI.3.4.1. Objectivos de Qualidade das Águas de Escorrência

O Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, define os objectivos de qualidade mínima que devem respeitar os efluentes e as águas doces superficiais e subterrâneas em função da sua origem e do tipo de utilização, não fazendo qualquer referência ao tipo de efluente em causa no presente processo – escorrências de estradas.

Assim, perante um tipo de descarga que não tem enquadramento na legislação nacional, optou-se por usar como critério, para definição dos objectivos de qualidade a atingir pelas escorrências da via em questão, os princípios de precaução e prevenção definidos na Lei da Água de 2005.

No Quadro VI.3.8 apresentam-se as alternativas, passíveis de virem a ser consideradas como objectivos de qualidade para este tipo de efluentes, baseadas na legislação em vigor sobre a qualidade da água. Tendo em consideração os usos sensíveis existentes na envolvente da A32/IC2, captações municipais e fontanários públicos, foi tido ainda como referência o Anexo I do Decreto-lei nº 236/98, de 1 de Agosto.

Quadro VI.3.8 – Objectivos de qualidade a atingir pelas escorrências (mg/l)

Parâmetro	VMR do Anexo I do DL n.º 236/98 (1)	VMR do Anexo XVI do DL n.º 236/98 (2)	VLE do Anexo XVIII do DL n.º 236/98 (3)	VMA do Anexo XXI do DL n.º 236/98 (4)
SST	25	60	60	-
Cu	0,02	0,2	1,0	0,1
Zn	0,5	2,0	-	0,5
Pb	-	5,0	1,0	0,05
Óleos e Gorduras	-	-	15	-

(1) Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano – Classe A1 (VMR – Valor Máximo Recomendado)

(2) Qualidade das águas destinadas à rega (VMR – Valor Máximo Recomendado)

(3) Valores Limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais

(4) Objectivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais (VMA – Valor Máximo Admissível)

Dos critérios apresentados, apenas o VLE diz respeito a concentrações a observar no efluente final tratado, sendo os VMR e VMA concentrações a respeitar nos meios receptores, logo mais restritivos.

Do exposto, e tentando ir ao encontro das preocupações da Lei da Água, considera-se que em função do ponto de recolha das amostras para monitorização e do uso dado às águas, se deverá aplicar o critério que melhor se adequar a cada local. Isto é, se a amostragem for realizada nas linhas de água, os objectivos de qualidade a observar deverão ser os VMA; mas se, por outro lado, a amostragem for efectuada à saída do sistema e antes da descarga final no meio receptor, os objectivos de qualidade a respeitar deverão ser os VLE.

VI.3.4.2. Concentração Médias por Local de Descarga (CML) e Cargas Poluentes nas Estradas Portuguesas

Com base em estudos desenvolvidos pelo LNEC entre 1999 e 2008 cujos dados são apresentados em INAG (2006), apresenta-se no presente ponto os dados disponíveis para a caracterização qualitativa correspondentes à monitorização das águas de escorrência, nomeadamente as concentrações médias por lugar (CML) e as cargas poluentes (CP), relativas a cinco estradas portuguesas, que permitem enquadrar a situação nacional.

Estas estradas são o resultado de trabalhos de monitorização que têm sido desenvolvidos pelo LNEC, cujos resultados da monitorização se encontram amplamente publicados (por ex.: Barbosa, 1999, Barbosa, 2003a e INAG, 2006) e mais recentemente a monitorização realizada no IP6.

As estradas consideradas constituem situações geográficas e climáticas distintas e os respectivos TMD (Tráfego Médio Diário) são bastante diferentes, nomeadamente de 6000, 6539, 30299, 16344 e 2918, respectivamente para o IP4, IP6, A1, A2 e A6.

Refere-se em INAG, 2006 que, no caso da A2, o TMD reporta-se a 2002, quando a monitorização foi levada a cabo em 2003, mas a alteração não deverá ter sido significativa. A título indicativo, o TMD, em 2001, na A2 foi de 15309. É declaradamente óbvio que as CML não reflectem de forma alguma as variações do volume de tráfego.

No Quadro VI.3.9, apresenta-se as concentrações médias por lugar (CML) registadas nas monitorizações que decorreram na A1, A2, A6, IP4 e no IP6 e, que foram realizadas pelo LNEC.

Quadro VI.3.9 – Concentrações médias por lugar para os SST e metais pesados, na A1, A2, A6, IP4 e no IP6 (adaptado de INAG, 2006 e Barbosa, 2006)

Estrada	TMD (1)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)	CML (2)	Carga Poluente (g/m ² .ano)
		SST		Cu		Zn		Pb		Fe		O&G	
A1	30229	85.5	70.452	0.034	0.028	0.159	0.132	0.012	0.010	0.724	0.603	-	-
A2	16334	7.4	4.255	0.033	0.019	0.208	0.120	0.004	0.0024	0.333	0.192	-	-
A6	2918	19.64	14.9	0.008	0.006	0.346	0.263	0.002	0.0014	0.353	0.268	9.76	7.424
IP4	6000	8.1	-	0.024	-	0.308	-	0.012	-	-	-	-	-
IP6*	6539	224.7	202.7	0.03	0.029	0.08	0.069	0.01	0.008	-	-	-	-

Fonte: Avaliação e gestão ambiental das águas de escorrência de estradas – Relatório Final – LNEC/INAG, 2006

(1) – Tráfego médio diário

(2) – Concentração média por lugar

* 4.º Relatório – “Águas de Escorrência de Estradas. Sistemas para Minimização de Impactes” – Documento do LNEC de 2006

As previsões efectuadas no âmbito da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), apresentadas no Capítulo V.3, forneceram valores de concentração de SST, Zn, Cu e Pb da ordem de grandeza semelhante às observadas no quadro anterior para as estradas monitorizadas (A1, A2, A6, IP4 e IP6).

VI.3.4.3. Eficiências e Estimativas da Qualidade do Efluente Final nos Sistemas Propostos

No Quadro VI.3.10 apresenta-se uma estimativa das concentrações médias por lugar (CML) e das cargas poluentes dos afluentes dos sistemas ST1, ST2 e ST3 propostos na A32/IC2. Os valores apresentados no quadro anterior resultaram da avaliação efectuada no âmbito do Capítulo V.3.

Quadro VI.3.10 – Caracterização qualitativa estimada das concentrações médias por lugar (CML) e das cargas poluentes das águas de escorrência afluentes aos sistemas ST1, ST2 e ST3

Parâmetro	CML (mg/l)			Carga Poluente (kg/ano)		
	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3
SST	9,20	11,60	10,98	101,22	70,26	60,71
Zn	0,26	0,27	0,28	2,94	1,65	1,56
Cu	0,013	0,015	0,017	0,15	0,010	0,09
Pb	0,001	0,001	0,001	0,02	0,01	0,01

Note-se que as concentrações previstas para os vários poluentes à entrada dos sistemas ST1, ST2 e ST3 apresentadas no quadro anterior, são da mesma ordem de grandeza dos valores registados no Quadro VI.3.9 e são já inferiores aos limites mais restritivos estabelecidos na legislação em vigor (ver Quadro VI.3.8), o que dá uma margem de segurança à solução do sistema base proposto.

Assim, nos Quadros VI.3.11 a VI.3.13, apresentam-se as gamas de eficiência consideradas razoáveis admitir para a bacia de retenção/decantação e no separador de hidrocarbonetos tendo por base a bibliografia consultada, nomeadamente adaptado do documento da FHWA, (1996b) e SETRA (1997), bem como as consequentes CML e cargas anuais estimadas afluentes aos sistemas ST1, ST2 e ST3 e as concentrações do efluente final a descarregar nas linhas de água.

Quadro VI.3.11 – Estimativa do efluente final para o sistema ST1

Poluentes	Separador de Hidrocarbonetos	Eficiência de remoção de poluentes associada a diferentes tipologias (%) (		Estimativa da concentração de poluentes afluentes ao sistema ST1 (mg/l)	Qualidade final do efluente (mg/l)
		adaptado de FHWA, 1996b	adaptado de SETRA, 1997		
		Bacia de decantação	Bacia de decantação		
O&G	90-99	-	de 25 a 35% em meio dia e de 60 a 75% em dois dias	9,76*	0,98 (90)
SST	-	de 68% em meio dia a 90% em dois dias	de 25 a 50% em meio dia e de 60 a 85% em dois dias	9,20	7,82 (15)
Zn	-	de 42% em meio dia a 50% em dois dias	-	0,26	0,23 (10)
Cu	-	de 42% em meio dia a 50% em dois dias	-	0,013	0,0117 (10)
Pb	-	de 68% em meio dia a 90% em dois dias	-	0,001	0,0009 (10)
Metais Pesados	-	42-90%	De 15 a 25% em meio dia e de 60 a 75% em dois dias	-	-

() Valores admitidos; * valor que corresponde à A6 (ver Quadro VI.3.9), pois é a única estrada que apresenta um valor de referência para este parâmetro

Quadro VI.3.12 – Estimativa do efluente final para o sistema ST2

Poluentes	Separador de Hidrocarbonetos	Eficiência de remoção de poluentes associada a diferentes tipologias (%) (		Estimativa da concentração de poluentes afluentes ao sistema ST1 (mg/l)	Qualidade final do efluente (mg/l)
		adaptado de FHWA, 1996b	adaptado de SETRA, 1997		
		Bacia de decantação	Bacia de decantação		
O&G	90-99	-	de 25 a 35% em meio dia e de 60 a 75% em dois dias	9,76*	0,98 (90)
SST	-	de 68% em meio dia a 90% em dois dias	de 25 a 50% em meio dia e de 60 a 85% em dois dias	11,60	9,86 (15)
Zn	-	de 42% em meio dia a 50% em dois dias	-	0,27	0,243 (10)
Cu	-	de 42% em meio dia a 50% em dois dias	-	0,015	0,0135 (10)
Pb	-	de 68% em meio dia a 90% em dois dias	-	0,001	0,0009 (10)
Metais Pesados	-	42-90%	De 15 a 25% em meio dia e de 60 a 75% em dois dias	-	-

() Valores admitidos; * valor que corresponde à A6 (ver Quadro VI.3.9), pois é a única estrada que apresenta um valor de referência para este parâmetro

Quadro VI.3.13 – Estimativa do efluente final para o sistema ST3

Poluentes	Separador de Hidrocarbonetos	Eficiência de remoção de poluentes associada a diferentes tipologias (%) (		Estimativa da concentração de poluentes afluentes ao sistema ST1 (mg/l)	Qualidade final do efluente (mg/l)
		adaptado de FHWA, 1996b	adaptado de SETRA, 1997		
		Bacia de decantação	Bacia de decantação		
O&G	90-99	-	de 25 a 35% em meio dia e de 60 a 75% em dois dias	9.76*	0.98 (90)
SST	-	de 68% em meio dia a 90% em dois dias	de 25 a 50% em meio dia e de 60 a 85% em dois dias	10.98	9.33 (15)
Zn	-	de 42% em meio dia a 50% em dois dias	-	0.28	0.252 (10)
Cu	-	de 42% em meio dia a 50% em dois dias	-	0.017	0.0153 (10)
Pb	-	de 68% em meio dia a 90% em dois dias	-	0.001	0.0009 (10)
Metais Pesados	-	42-90%	De 15 a 25% em meio dia e de 60 a 75% em dois dias	-	-

() Valores admitidos; * valor que corresponde à A6 (ver Quadro VI.3.9), pois é a única estrada que apresenta um valor de referência para este parâmetro

Assim, face às estimativas admitidas, apresentadas nos Quadros VI.3.11 a VI.3.13, verifica-se que a qualidade final do efluente, após tratamento na bacia de decantação e passagem pelo separador de hidrocarbonetos, serão inferiores aos limites legais definidos no Quadro VI.3.9 apresentado anteriormente.

VI.3.5. Avaliação Ambiental do Local de Implantação dos Sistemas de Tratamento Propostos

Relativamente à localização dos sistemas de tratamento ST1, ST2 e ST3 previstos para o traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), as principais preocupações foram as seguintes:

- Minimização da área a ocupar, implantando as bacias em locais com fraca pendente longitudinal, como forma de reduzir o volume de terras;
- Evitar a afectação das condicionantes ambientais existentes (RAN, REN, áreas agrícolas, etc);
- Implantação das bacias em locais com menor vegetação arbórea e em terrenos com usos de importância reduzida;
- Implantação dos sistemas o mais próximo possível dos locais de descarga final;
- Implantação dos sistemas de forma a que o acesso seja facilitado, para a manutenção ou no caso de uma emergência com ocorrência de derrame;

- Implantação dos sistemas o mais próximo possível das instalações do CAM – Centro de Assistência e Manutenção da estrada, para que em tempo útil em caso de ocorrer um derrame sejam accionados os meios de controlo necessários para a contenção do derrame.

Face a este enquadramento, apresenta-se em seguida uma avaliação ambiental para os sistemas de retenção e tratamento, em função dos principais descritores ambientais. Procurou traduzir-se uma síntese avaliativa dos aspectos mais relevantes e dos impactes considerados mais importantes.

Com base em trabalhos de campo e na informação técnica recolhida no âmbito do projecto, efectua-se a caracterização dos potenciais impactes que podem resultar para os descritores ambientais considerados mais condicionantes, nomeadamente para a geomorfologia, recursos hídricos superficiais, uso do solo, ordenamento do território, património e paisagem.

A) Sistema de Tratamento – ST1

Localização – lado nascente da via e ao km 3+550 do Trecho 2

Geomorfologia – O sistema de tratamento ST1 insere-se no vale do rio Antuã e na sua margem esquerda. A implantação do sistema de tratamento neste local visa o aproveitamento de uma plataforma mais plana que existe junto da estrada de acesso ao campo de tiro de Milheiros de Poiães, pelo que não se prevê necessidade de realizar terraplenagens significativas para a sua implantação, não sendo assim de esperar impactes significativos na geomorfologia.

Recursos Hídricos – A implantação do sistema não induz alterações que se possam considerar significativas do ponto de vista hidráulico do rio Antuã, uma vez que não se verificam alterações no traçado e perfil da linha de água. Relativamente aos recursos hídricos subterrâneos, as características das formações litológicas levam a classificar esta zona, do ponto de vista da vulnerabilidade à poluição dos sistemas aquíferos, como apresentando uma vulnerabilidade média a baixa, o que permite afirmar que à partida, os impactes sobre os recursos hídricos subterrâneos não serão significativos.

Uso do Solo e Sócio – economia - Com a localização deste sistema prevê-se uma ocupação de uma área de implantação de aproximadamente 695 m². Este sistema encontra-se implantado numa área onde predominam as áreas de matos e incultos, existindo apenas uma pequena mancha florestal de pequenas dimensões, pelo que os impactes expectáveis também deverão ser pouco significativos. No que se refere à proximidade a estradas existentes, ou edifícios, considera-se que os potenciais impactes daqui resultantes, uma vez que os edifícios se referem ao estaleiro da junta de freguesia de Milheiros de Poiães e uma habitação, serão pouco significativos, tanto mais que está prevista a vedação desta área. No caso do vale associado ao rio Antuã, não se encontram presentes espécies características das galerias ripícolas.

Instrumentos de Gestão Territorial - De acordo com a Carta de Ordenamento do PDM de Santa Maria da Feira., apenas será interceptada uma classe de espaço, correspondente a “Áreas Agrícolas e Florestadas a Preservar”. No que se refere às principais condicionantes, nomeadamente solos da Reserva Agrícola Nacional (RAN) e áreas da Reserva Ecológica Nacional (REN), as mesmas são inexistentes na zona de implantação do sistema de tratamento ST1. Ao nível das outras condicionantes legais definidas pelo PDM as mesmas também estão ausentes.

Património - Com base nos trabalhos de prospecção arqueológica realizados, não se detectou a presença de qualquer valor patrimonial, no local de implantação do sistema de tratamento ST1.

Paisagem - O local em questão apresenta reduzida qualidade visual e média a alta capacidade de absorção visual, devido à existência de manchas de pinhal, que funcionam como barreiras visuais, e à ausência de observadores na proximidade imediata desta área, pelo que os potenciais impactes visuais deverão ser pouco significativos.

Conclusões: Considera-se que a implantação do sistema de tratamento ST1 neste local não irá originar impactes ambientais significativos, efectivamente, implanta-se numa zona sem condicionantes.

B) Sistema de Tratamento – ST2

Localização – lado poente da via e no final do Ramo A+B do Nó de Via Feira/Mansores

Geomorfologia – Analisando a área de implantação do sistema de tratamento ST2, verifica-se que a mesma apresenta um relevo plano, pelo que não se prevê a necessidade de realizar movimentações de terras significativas para implantação do sistema não sendo, assim, de esperar impactes significativos na geomorfologia. Desta forma a modelação do terreno para a implantação do sistema será mínima.

Recursos Hídricos – O sistema de tratamento não induz alterações que se possam considerar significativas do ponto de vista hidráulico da linha de água (afluente do rio Uíma), não se verificando alterações no traçado e perfil da linha de água.

Uso do Solo e Sócio – economia - Prevê-se a ocupação de uma área de, aproximadamente, 930 m², ocupada por matos e alguns pinheiros e eucaliptos, o que se traduz em impactes pouco significativos. O sistema encontra-se implantado numa área florestal, contrastando com áreas a jusante cultivadas, a poente da EM 513. Apesar de existirem habitações na sua proximidade (Gaiate e Gândara), as mesmas encontram-se inseridas em parcelas bem delimitadas e no caso da povoação de Gândara esta encontra-se ainda limitada pelo Ramo A+B do Nó da Via Feira/Mansores. No entanto devido à proximidade da EM 513, esta bacia será vedada, por questões de segurança.

Instrumentos de Gestão Territorial - De acordo com a Carta de Ordenamento do PDM de Santa Maria da Feira, apenas será interceptada uma classe de espaço, correspondente a “Áreas Agrícolas w Florestadas a Preservar”. No que se refere às principais condicionantes, nomeadamente solos da Reserva Agrícola Nacional (RAN) e áreas da Reserva Ecológica Nacional (REN), as mesmas são inexistentes na zona de implantação do sistema de tratamento ST2. Ao nível das outras condicionantes legais definidas pelo PDM as mesmas também estão ausentes.

Património - Com base nos trabalhos de prospecção arqueológica realizados, não se detectou a presença de qualquer valor patrimonial, no local de implantação do sistema de tratamento ST2.

Paisagem - O local em questão apesar de não se apresentar como um local de grande sensibilidade paisagística, apresenta capacidade de absorção visual média a baixa, devido à existência de potenciais observadores (utentes da estrada EM 513).

No entanto, os potenciais impactes visuais neste local devem-se sobretudo à presença do Nó de Via Feira/Mansores, sendo os impactes visuais originados pouco significativos.

C) Sistema de Tratamento – ST3

Localização – lado poente da via e ao km 5+950 do Trecho 2

Geomorfologia – verifica-se que este local, apresenta um relevo ondulado, mas que, no entanto, não deverá originar movimentações de terras significativas, pois tentou-se aproveitar uma plataforma do terreno mais plana. De qualquer modo, na envolvente imediata, verifica-se não existirem locais com condições geomorfológicas mais favoráveis, e sem condicionantes ambientais, os locais na envolvente apresentam-se com um relevo mais agressivo, facto comprovado pela área se encontrar incluída na REN, como áreas com risco de erosão, facto que não acontece com a área proposta para implantação do sistema.

Recursos Hídricos – O sistema de tratamento não induz alterações que se possam considerar significativas do ponto de vista hidráulico da linha de água (afluente do rio Uíma), não se verificando alterações no traçado e perfil da linha de água.

Uso do Solo e Sócio – economia - Prevê-se a ocupação de uma área de aproximadamente 689 m², para implantação deste sistema de tratamento. Considerando que neste local dominam as áreas florestais de pinheiro-bravo e eucalipto, os impactes expectáveis deverão ser pouco significativos. Do ponto de vista sócio-económico, refere-se que não existem povoações na envolvente imediata do sistema de tratamento ST3 ou estradas nas proximidades, localizando-se a habitação mais próxima a mais de 200 m para poente, os impactes a este nível também deverão ser pouco significativos. Importa, ainda, referir que no vale associado a esta pequena bacia, não se encontram presentes espécies características das galerias ripícolas das linhas de água.

Instrumentos de Gestão Territorial - De acordo com a Carta de Ordenamento do PDM de Santa Maria da Feira., apenas será interceptada uma classe de espaço, correspondente a “Áreas Agrícolas e Florestadas a Preservar”. No que se refere às principais condicionantes, nomeadamente solos da Reserva Agrícola Nacional (RAN) e áreas da Reserva Ecológica Nacional (REN), as mesmas são inexistentes na zona

de implantação do sistema de tratamento ST3. Ao nível das outras condicionantes legais definidas pelo PDM as mesmas também estão ausentes.

Património - Com base nos trabalhos de prospecção arqueológica realizados, não se detectou a presença de qualquer valor patrimonial, no local de implantação do sistema de tratamento ST3.

Paisagem - O local em questão apresenta reduzida amplitude visual, encontrando-se a mesma confinada às manchas florestais das encostas deste pequeno vale. Esta situação associada à ausência de potenciais observadores, faz com que os potenciais impactes na paisagem sejam pouco significativos. Mais uma vez, os principais impactes neste local devem-se à movimentação de terras (principalmente as escavações) para implantação da plena via da A32/IC2.

VI.3.6. Proposta de Integração Paisagística dos Sistemas de Tratamento

O presente capítulo tem por objectivo a integração paisagística dos sistemas de retenção e tratamento ST1, ST2 e ST3 projectados para a A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), respectivamente ao km 3+550, no final do Ramo A+B do Nó de Via Feira/Mansores e no km 5+950.

Apesar dos locais de implantação dos sistemas não apresentarem impactes visuais, dado que se inserem numa mancha florestal, localizando-se os potenciais observadores a distâncias significativas, considerou-se adequado a plantação de uma cortina arbórea na envolvente das mesmas de forma a permitir uma melhor ligação com a paisagem envolvente.

Na Figura VI.3.2, apresenta-se um esquema das plantações definidas para a integração dos sistemas de tratamento propostos.

Durante a fase de manutenção e conservação, os principais aspectos a ter em consideração são os seguintes:

- Manter a densidade da cobertura vegetal proposta
- Efectuar cortes, sempre que se revele necessário, com uma periodicidade mínima de uma vez ao ano.

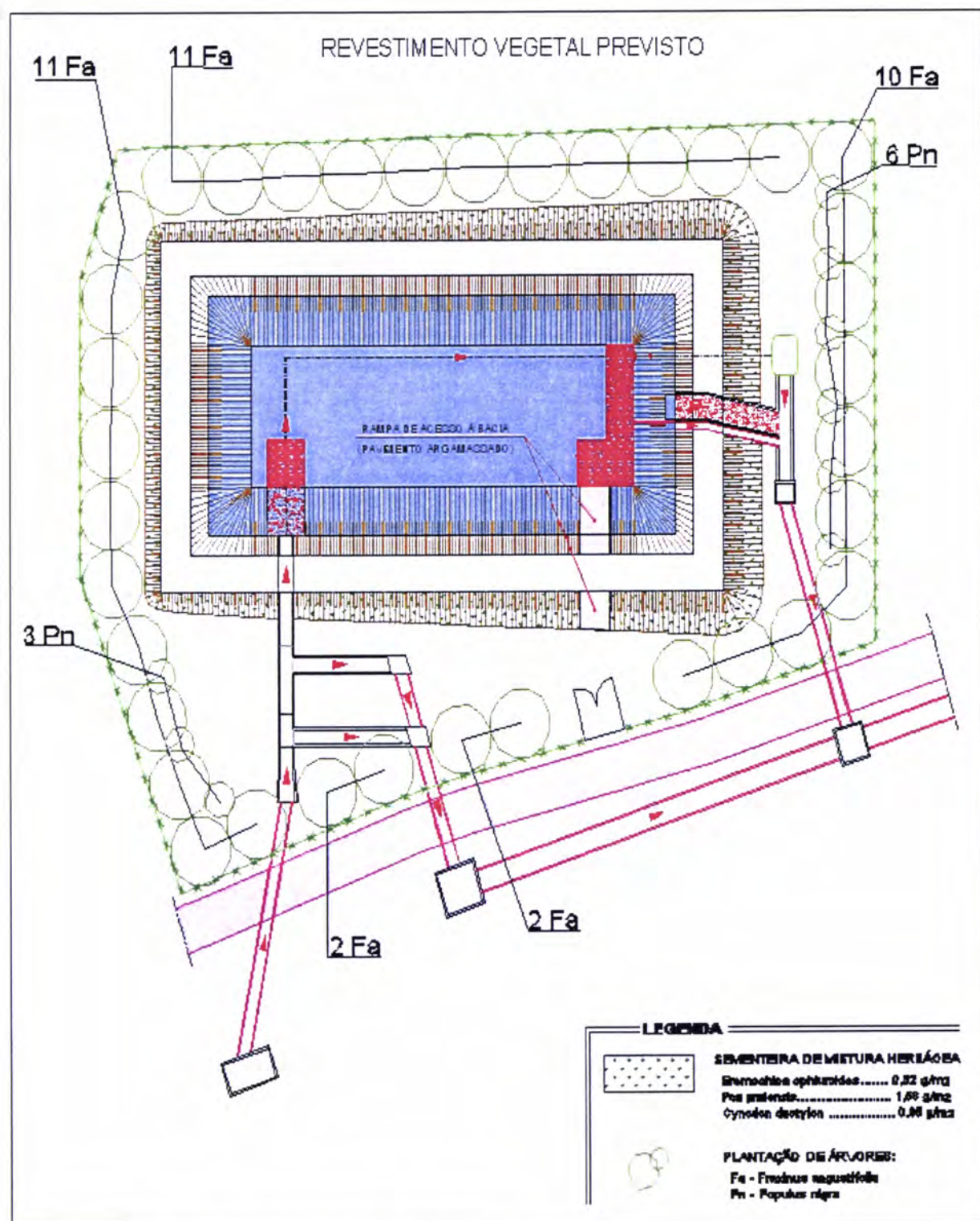


Figura VI.3.2 – Revestimento vegetal previsto para os sistemas ST1, ST2 e ST3

VI.3.7. Vedações e Portões

As vedações a colocar nos sistemas têm em vista delimitar fisicamente os órgãos de tratamento e dissuadir e impedir a entrada por pessoas estranhas, animais ou veículos.

A concepção da vedação atendeu aos seguintes princípios:

- Transparência, para que não constituam uma barreira visual.
- Resistência, para que a sua estrutura seja resistente a acções de vandalismo.
- Integração com as restantes construções existentes.

Deste modo, o complexo dos sistemas de tratamento encontra-se vedado com rede de malha variável, tipo caça, semelhante e coincidente com a do limite de expropriação da estrada.

No entanto por questões de segurança, foi prevista uma segunda vedação complementar, definida por uma rede de malha constante e postes de aço galvanizado espaçados de 2 m na bacia de decantação.

Assim, preconiza-se na área das bacias uma vedação com rede de malha elástica revestida a PVC verde, que terá uma altura de 2 m, e com postes de 2.50 m altura (2.00 m de vedação + 0.20 m de duas fiadas de arame farpado + 0.30 m de encastramento). A sua implantação encontra-se representada no Desenho n.ºA32/IC2.00.16.

Para permitir o acesso dos camiões para a remoção dos gradados, dos óleos depositados nos separadores de hidrocarbonetos, o acesso às instalações far-se-á através de um portão de material similar à vedação da bacia, com cerca de 4.0 m de largura. No Desenho n.ºA32/IC2.00.16 apresenta-se um exemplo do tipo de portão e da vedação tipo.

VI.3.8. Caminhos de Acesso

Foram previstos caminhos de acesso para veículos e pessoas, para assegurar a manutenção e monitorização.

O acesso às instalações, bem como toda a circulação interna, far-se-á em caminhos com pavimento betuminoso modelados às cotas do sistema de tratamento.

Os caminhos de acesso ficarão ligados a caminhos já existentes.

Os caminhos terão um perfil transversal tipo de 3.0 m de largura de faixa, com valetas laterais em terra em taludes de escavação, com 0.70 m de abertura. Em locais em que o camião terá que fazer manobras serão feitos alargamentos.

O traçado em planta acompanha a vedação e o perfil longitudinal será adaptado ao perfil do terreno natural de forma a minimizar o movimento de terras.

Os caminhos de acesso apresentarão a seguinte estrutura de camadas:

- Camada de base em agregado britado de granulometria extensa com 0.15 m de espessura;
- Camada de desgaste em betão betuminoso com 0,04 m de espessura.

No Desenho n.º A32/IC2.00.16 apresentam-se os pormenores dos caminhos de acesso.

VI.3.9. Plano de Manutenção

Para se garantir o bom funcionamento dos sistemas de retenção e tratamento deverá ser seguido o seguinte plano de manutenção, que inclui, as seguintes acções:

1. Manutenção do equipamento hidráulico e verificação da colmatação dos colectores e valas.
2. Remoção dos gradados (sólidos grosseiros) acumulados na gradagem, devendo ser analisados para detecção do seu eventual carácter tóxico, antes de se proceder à sua deposição em local licenciado – por exemplo, aterros sanitários. A caixa de gradagem deverá ser limpa com uma periodicidade mínima de duas vezes ao ano.
3. Com uma periodicidade anual deve ser removida a vegetação em excesso na bacia de decantação.

4. Verificação das condições de estabilidade dos taludes da bacia de decantação. Deverá proceder-se a inspecções periódicas de forma a identificar-se eventuais a existência de deslizamentos de taludes.
5. Remoção das lamas acumuladas na bacia de decantação, quando se verificar que os sólidos atingem a altura do volume morto da bacia. Sugere-se uma periodicidade de remoção das lamas de 2 em 2 anos. Se se verificar que não se justifica a periodicidade definida (por insuficiência de produção de lamas), então a periodicidade deverá ser redefinida para 5 em 5 anos.
6. Remoção dos óleos e gorduras acumulados no separador de hidrocarbonetos, que deverá ocorrer com uma periodicidade mínima de uma vez ao ano.
7. Antes de colocar o separador de hidrocarbonetos em serviço é necessário encher de água o aparelho até ao nível de saída.
8. Deve-se efectuar uma verificação da entrada do colector de ligação entre a bacia e o separador de hidrocarbonetos, no sentido de verificar se existe alguma obstrução.
9. Manter as adequadas condições de vazão das valas de by-pass ou colectores e de funcionamento das comportas e da válvula de fecho existente no coroamento da bacia.

Naturalmente que estas periodicidades são indicativas, podendo ser admitidas como intervalos máximos a respeitar.

Devem no entanto ser reavaliadas em função do estado de funcionamento das bacias e do separador de hidrocarbonetos, nomeadamente da quantidade de sólidos e hidrocarbonetos acumulados.

Assim, recomenda-se uma inspecção dos locais, que poderá ou não conduzir a operações de manutenção, com uma periodicidade máxima de 6 meses localizadas no tempo, preferencialmente no início e fim da época húmida.

As lamas removidas das valas devem ser analisadas para detecção do seu eventual teor tóxico antes de se proceder à sua deposição em local licenciado. Note-se que dados de França e dos EUA reportam que as lamas deste tipo analisadas naqueles países nunca foram classificadas como tóxicas ou perigosas.

VI.3.10. Plano de Emergência

Deve accionar-se o Plano de Emergência perante uma situação de poluição accidental, isto é, quando se verificar um acidente de derrame da plataforma de materiais/substâncias perigosas, com densidades aproximadas da água.

A detecção da ocorrência de um acidente poderá ser efectuada através do sistema de vigilância existente (CAM) gerida pelo Centro de Assistência e Manutenção da Concessionária.

Pode-se considerar que o volume a reter proveniente de um eventual derrame accidental, corresponde a uma capacidade de um camião cisterna com um volume máximo de 35 m³. Este armazenamento será possível garantir em condições normais nas bacias de retenção definidas para a A32/IC2, que apresentam uma grande capacidade de retenção, com 548,4 m³ (ST1), 911,5 m³ (ST1) e 564,4 m³ (ST1).

Assim, em situação de emergência o primeiro factor a ter em consideração é identificar qual dos sistemas de retenção e tratamento na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) está na área de influência do derrame. Assim, o plano de emergência será accionado se o acidente ocorrer para os seguintes trechos, a saber:

- Entre os km 2+250 a 3+550 do Trecho 2, para o sistema ST1;
- Entre os km 4+488 a 5+900, incluindo o Nó com a Via Feira/Mansores do Trecho 2, para o sistema ST2;
- Entre os km 5+950 a 7+000 do Trecho 2, para o sistema ST3.

Em funcionamento normal, sem derrame de poluentes, a comporta de aço inox instalada na vala rectangular, na face frontal da gradagem e antes do tanque da bacia, está sempre aberta. Encontrando-se apenas fechada a comporta de acesso à vala de derivação do by-pass localizada também antes da bacia e seguida da gradagem.

Em caso de ocorrer um derrame accidental refere-se que, a válvula com fecho monitorizado a instalar no colector de ligação ao separador de hidrocarbonetos, situada no coroamento da

bacia, entre a face frontal da bacia e o separador de hidrocarbonetos deverá ser fechada de imediato pela equipa de exploração e manutenção da A32/IC2, devendo esta informação ser transmitida via GSM ou outro sistema de comando à distância.

Esta operação permite evitar a passagem do poluente para o separador de hidrocarbonetos, permitindo a sua acumulação na bacia para a sua posterior remoção.

Deverá também ser encaminhada imediatamente uma equipa de manutenção da Concessionária para o respectivo sistema de retenção, que poderá manobrar as comportas a montante de acesso à bacia ou à vala de by-pass de acordo com a evolução real da situação encontrada, designadamente a eventual chegada do derrame com início e/ou duração diferente do esperado.

Antes de se iniciar a remoção do poluente deve-se esperar pela afluência total do derrame à bacia. Quando isto se verificar, deve-se então fechar a comporta de aço inox de acesso à bacia e abrir a comporta instalada na vala de derivação do *by-pass*. A bacia ficará assim isolada, contendo o derrame no seu interior, fazendo-se passar o caudal pela vala de derivação.

Deve-se então alertar as entidades responsáveis para deslocação imediata de uma equipa de emergência ao local da bacia de retenção/decantação para proceder ao esvaziamento do seu conteúdo, através de bombagem, e envio do mesmo a destino final adequado.

Em síntese, em caso de um derrame accidental de um poluente, deverão ser desenvolvidas as seguintes acções por parte da concessionária da via rodoviária:

1. Fechar a válvula monitorizada colocada à saída da bacia de decantação (antes do separador de hidrocarbonetos) a partir do coroamento da bacia;
2. Esperar a afluência de todo o volume do poluente ao sistema de tratamento (bacia de decantação) e fechar a comporta de entrada (colocada à entrada da bacia de decantação);
3. Retirar o poluente da bacia (efluente + terra) e encaminhá-lo para um operador devidamente licenciado e um destino ambientalmente adequado;
4. Depois de retirado o poluente e efectuada a limpeza adequada dos órgãos do sistema afectados, retoma-se o funcionamento normal do sistema;

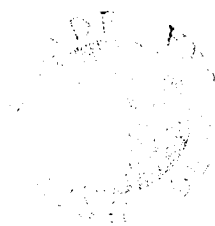
5. A bacia será novamente revestida com terra vegetal;
6. Abrir a comporta à entrada da bacia e a válvula na saída da bacia a partir do coroamento desta.

Relativamente à capacidade de resposta do sistema, após a execução das medidas de emergência acima referidas, esta irá depender do volume ocupado na bacia durante a ocorrência do acidente. Assim:

- No caso da bacia de retenção estar vazia no momento da ocorrência de um acidente, fora de um período de precipitação, a sua capacidade útil [548,4 m³ (ST1), 911,5 m³ (ST1) e 564,4 m³ (ST1)] é largamente superior ao volume de contaminantes que um camião cisterna pode transportar (aproximadamente 35 m³), pelo que os contaminantes ficarão retidos na bacia e não passarão para jusante.
- No caso da bacia estar cheia (nível equivalente ao descarregador de superfície), existe a jusante da bacia de decantação, no separador de hidrocarbonetos proposto, um mecanismo de segurança que permite que, em caso de acidentes, os produtos derramados sejam retidos no poço que existe no separador de hidrocarbonetos, pelo fecho automático do obturador;
- Numa situação extrema, com precipitação intensa a capacidade da bacia e do separador de hidrocarbonetos será suficiente para o armazenamento da totalidade do derrame em conjugação com a precipitação de dimensionamento dos tanques. De qualquer forma, poderá ser aberta a válvula monitorizada colocada no descarregador de fundo da bacia, para que esta diminua o volume até à chegada do poluente à bacia. Ainda assim, esta operação deverá ser acompanhada pela equipa de manutenção para que quando o poluente chegue à bacia, a válvula do colector do descarregador de fundo esteja fechada. Esta operação permite evitar a passagem do poluente para o separador de hidrocarbonetos.

VI.3.6. Análise de Custos

No Quadro VI.3.14 apresenta-se uma estimativa orçamental para a implantação dos três sistemas de tratamento considerados na A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço).



Quadro VI.3.14 – Estimativa orçamental dos sistemas de tratamento a implementar na A32/IC2

Sistema	Expropriações	Movimentação de Terras	Comportas e Condutas	Vedações	Trabalhos de Construção Civil	Separador de Hidrocarbonetos	Custo Unitário
Sistema de Tratamento – ST1	3 470,00 €	15 000,00 €	40 000,00 €	1 000,00 €	5 000,00 €	10 800,00 €	75 270,00 €
Sistema de Tratamento – ST2	4 645,00 €	21 000,00 €	45 000,00 €	1 500,00 €	6 500,00 €	16 500,00€	95 145,00 €
Sistema de Tratamento – ST3	3 440,00 €	15 000,00 €	40 000,00 €	1 000,00 €	5 000,00 €	10 800,00 €	75 240,00 €
Custo Total							245 655,00 €

Nota: valores sem IVA

Considerando a necessidade de implementação de 3 bacias de decantação/retenção, complementadas com 3 separadores de hidrocarbonetos a jusante, estima-se um valor que totaliza um investimento de 245 655,00 €.

**VII – DIRECTRIZES PARA A DEFINIÇÃO
DA MONITORIZAÇÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**

VII. DIRECTRIZES PARA A DEFINIÇÃO DA MONITORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

VII.1. Considerações Gerais

Neste capítulo pretende-se apresentar as principais directrizes de um plano de monitorização para as águas subterrâneas, tendo em vista a obtenção de informação representativa dos potenciais efeitos das águas de escorrência da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) sobre o meio hídrico circundante.

Entende-se por monitorização conforme a alínea I, do artº 2, do Decreto-lei n.º 69/2000 de 3 de Maio como *“o processo de observação e recolha sistemática de dados sobre o estado do ambiente ou sobre os efeitos ambientais de determinado projecto e descrição periódica desses efeitos por meio de relatórios da responsabilidade do proponente, com o objectivo de permitir a avaliação da eficácia das medidas previstas no procedimento de AIA para evitar, minimizar ou compensar os impactes ambientais significativos decorrentes da execução do respectivo projecto”*.

O presente plano de monitorização apresentado segue o Decreto-Lei nº 69/2000, de 3 de Maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 197/2005, de 8 de Novembro, bem como o disposto na Portaria nº 330/2001, de 2 de Abril, designadamente no ponto IV do respectivo Anexo IV, que se refere à monitorização e medidas de gestão ambiental dos impactes resultantes do projecto.

São analisados diversos aspectos que devem constar de um programa de monitorização da componente hídrica envolvente às estradas, incluindo os parâmetros a analisar, locais e frequência de monitorização, técnicas e métodos de monitorização, e equipamento necessário.

VII.2. Monitorização dos Recursos Hídricos Subterrâneos

VII.2.1. Objectivos da Monitorização

O principal objectivo do programa de monitorização, é controlar qualidade das águas subterrâneas da área circundante à Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), tendo assim como pressupostos:

- Diagnosticar a situação actual do local em termos da qualidade das águas subterrâneas e verificar o cumprimento da legislação versada sobre essa matéria;
- Acompanhar e avaliar as eventuais alterações na qualidade da água subterrânea, nomeadamente o seu grau e a sua extensão, associadas à exploração desta via rodoviário (conforme exposto na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que aprova a Lei da Água, como monitorização de vigilância e operacional).

Este programa pretende fornecer, assim, as linhas de orientação para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas da zona em estudo, avaliando os efeitos causados, pela exploração do eixo rodoviário em análise.

VII.2.2. Pontos de Amostragem

A rede dos pontos de monitorização das águas subterrâneas deve ser composta por pontos adequadamente localizados e em número suficiente para que, no seu conjunto, representem as condições hidrodinâmicas do aquífero e da sua qualidade, no tempo e no espaço. Contudo, na selecção dos locais de amostragem, devem ser, sempre que possível, seleccionadas, as captações já existentes, que se encontram o mais próximo possível da estrada.

A amostragem deve ser efectuada na área envolvente à estrada, dentro de uma distância à mesma que seja razoável, atendendo ao tempo de funcionamento da estrada. De facto um maior tempo de funcionamento da estrada permite a migração dos poluentes para distâncias maiores em relação à estrada, na medida em que a distância atingida é directamente proporcional à velocidade de propagação do poluente (que depende das características do meio) e do tempo.

Essa distância limite na selecção dos pontos de amostragem poderá ser definida através da velocidade do escoamento e do tempo de funcionamento da estrada.

Assim, de acordo com os critérios referidos atrás, referem-se em seguida no Quadro VII.2.1, os pontos para monitorização da qualidade das águas subterrâneas na envolvente da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço). Refere-se que estes pontos foram seleccionados tendo em atenção as situações mais representativas, maior sensibilidade e vulnerabilidade à poluição envolvente à Auto-estrada A32/IC2.

Quadro VII.2.1 – Locais para monitorização das águas subterrâneas na A32/IC2

Designação	Ponto de Água	Localização (km)
TRECHO 1		
T1.1	Captação Municipal de abastecimento público (n.º 4) *	km 0+000, a 500 m a sudoeste do traçado
T1.2	Fontanário público do Outeiro (n.º F1), utilizado para rega	km 3+650, a 700 m a Oeste do traçado
T1.3	Captação particular por furo (n.º 10), utilizada para fins domésticos	km 5+125, a 100 m a Oeste do traçado
T1.4	Poço particular, utilizada para fins domésticos e rega *	km 6+150, a 175 m a poente do traçado
T1.5	Poço particular, utilizada para fins domésticos e rega	km 6+350, a 100 m a poente do traçado
T1.6	Captação Municipal de abastecimento público (n.º 15) *	km 6+600, a 550 m a poente do traçado
TRECHO 2		
T2.1	Captação Municipal de abastecimento público (n.º 19) *	km 0+375, a 45 m a nascente do traçado
T2.2	Captação Municipal de abastecimento público (n.º 27) *	km 0+375, a 150 m a poente do traçado
T2.3	Poço particular, utilizada para fins domésticos e rega *	km 1+700, a 50 m a poente do traçado
T2.4	Mina M4, utilizada para fins domésticos	km 1+900, a 225 m a poente do traçado
T2.5	Mina M5, utilizada para rega	km 2+260, a 40 m a nascente do traçado
T2.6	Mina M5, utilizada para rega	km 2+525, a 40 m a poente do traçado
T2.7	Tanque associado à Mina M8, utilizada para rega	km 2+560, a 40 m a poente do traçado
T2.8	Poço particular, utilizada para fins domésticos e rega	km 2+500, a 50 m a poente do traçado
T2.9	Fontanário público do Rato (n.º F3), utilizado para consumo humano *	km 2+500, a 350 m a poente do traçado
T2.10	Fontanário público do Campo de Tiro (n.º F5), utilizado para consumo humano *	km 3+500, a 300 m a poente do traçado
T2.11	Fontanário público do Parque (n.º F6), utilizado para consumo humano *	km 4+200, a 250 m a poente do traçado
T2.12	Captação particular por furo (n.º 26), utilizada para fins domésticos	km 5+125, a 75 m a poente do Nó com a via Feira/Mansores
T2.13	Fontanário público de Bajouca (n.º F7), sem uso	km 5+600, a 150 m a poente do traçado
T2.14	Poço Comunitário (n.º P1), consumo doméstico e rega	km 6+800, a 50 m a poente do traçado
T2.15	Poço Comunitário (n.º P2), consumo doméstico e rega	km 7+300, a 300 m a poente do traçado
T2.16	Fontanário público do Parque (n.º F12), utilizado para consumo humano	km 7+450, a 300 m a poente do traçado
TRECHO 3		
T3.1	Fontanário público do Reguengo (n.º F14), utilizado para consumo humano	km 0+300, a 75 m a poente do traçado
T3.2	Poço particular, utilizada para fins domésticos e rega *	km 0+850, a 100 m a poente do traçado
T3.3	Fontanário público do Canedinho Norte (n.º F17), utilizado para consumo humano	km 3+400, a 150 m a poente do traçado
T3.4	Fontanário público do Canedo (n.º F18), utilizado para consumo humano	km 3+100, a 125 m a nascente do traçado
T3.5	Captação particular por furo (n.º 28), utilizada para rega	km 4+350, a 100 m a poente do traçado
T3.6	Fontanário público de Cedofeita (n.º F23), utilizado para consumo humano	km 4+900, a 50 m a poente do traçado
T3.7	Fontanário público de Lobel (n.º F25), utilizado para consumo humano	km 5+900, a 550 m a nascente do traçado
T3.8	Captação particular por furo (n.º 30), utilizada para fins domésticos	km 11+000, a 75 m a nascente do traçado

Designação	Ponto de Água	Localização (km)
T3.9	Captação particular por furo (n.º 34), utilizada para rega	km 14+650, a 75 m a norte do traçado
T3.10	Poço particular, utilizada para rega *	km 15+650, a 10 m a poente do traçado

Nota * Pontos de monitorização das águas subterrâneas correspondentes à monitorização realizada em 24 e 25 de Março de 2009 (ver capítulo IV.6).

Propõe-se ainda a amostragem dos pontos de descarga que estão associados ao sistema separativo das águas de escorrência da plataforma da A32/IC2, na saída do colector ou valeta, antes da descarga das águas para o meio hídrico. Propondo-se também neste plano, a monitorização a montante dos sistemas de tratamento (ST1, ST2 e ST3), e a jusante do efluente final, imediatamente antes da descarga no meio receptor.

VII.2.3. Frequência das Campanhas de Monitorização

Numa primeira fase propõe-se a monitorização da qualidade da água subterrânea da situação de referência (antes da fase de obra da estrada).

A monitorização nesta fase tem como objectivo obter dados que permitam comparar os resultados da situação actual, antes da fase de construção, com os resultados que vierem a ser obtidos para a fase de exploração, de modo a avaliar a influência dos trabalhos de construção e da exploração da Auto-Estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço). Desta forma, recomenda-se caso seja possível, a realização de duas campanhas antes do início das obras.

Na fase de exploração verifica-se que a determinação da frequência de monitorização depende de algumas especificidades do meio envolvente, como a velocidade de circulação, a natureza dos poluentes e suas interacções com o meio e a vulnerabilidade do aquífero.

As águas de escorrência infiltram-se no solo a velocidades muito baixas (em meios porosos e fracturados serão maioritariamente inferiores a 1 m/d, embora este valor possa variar várias ordens de magnitude em função da litologia, fracturação e alteração) sendo difícil determinar o tempo após o qual se verifica a chegada de um poluente a uma captação, além do seu percurso não ser linear, devido à dispersão no meio subterrâneo.

Assim, considerando estes pressupostos, sugere-se que as campanhas de amostragem nos dois primeiros anos de exploração se faça com uma periodicidade de duas a três vezes por ano, em diferentes períodos do ano hidrológico (período húmido e seco).

A periodicidade poderá ser alterada nestes dois primeiros anos, caso se considere necessário, em função dos resultados obtidos ou de eventuais reclamações que o justifiquem. Para os restantes anos de monitorização, a periodicidade deverá ser definida com base nos resultados deste período.

VII.2.4. Parâmetros a Monitorizar

Os parâmetros foram definidos de acordo com o Relatório Final – “*Recursos Hídricos e Solos relativos à Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais*” realizado pelo LNEC (2008) para a Estradas de Portugal (Barbosa, *et al.*, 2008b). Este estudo refere, para as áreas envolventes a estradas, os parâmetros que deverão ser sempre analisados.

Os parâmetros para a fase de pré-construção deverão ser os mesmos que os recomendados para a fase de exploração.

Os parâmetros a analisar no meio hídrico subterrâneo deverão ser os encontrados nas águas de escorrência, acrescidos de alguns parâmetros que auxiliem na compreensão da dinâmica da poluição no meio subterrâneo.

Propõe-se a análise, em cada campanha de monitorização, dos seguintes parâmetros:

a) Parâmetros medidos “*in situ*”, para as águas subterrâneas:

- pH (Escala de Sorensen);
- Temperatura (°C);
- Condutividade eléctrica (µS/cm);
- Oxigénio dissolvido (mg/l).

b) Parâmetros a analisar em laboratório, para as águas subterrâneas:

- Hidrocarbonetos Totais (mg/l);

- Óleos e gorduras (mg/l);
- Cobre (mg/l);
- Zinco (mg/l);
- Chumbo (mg/l);
- Cádmio (mg/l);
- Crómio (mg/l);
- Carbono Orgânico Total (mg/l);
- Nitratos (mg/l);
- Fósforo Total.;
- Aniões (Cloretos, bicarbonato, sulfato);
- Catiões (cálcio, magnésio, sódio, potássio)

De acordo com Barbosa *et al.* (2008b), refere-se que *“A proposta de medição dos aniões e catiões maiores acima referidos nas águas subterrâneas deve-se ao facto de estes nos permitirem determinar a especiação dos elementos presentes na água, como os metais, fornecendo informação acerca da propensão daqueles elementos para permanecer em solução ou na forma sólida (retidos no solo). Essa informação, de baixo custo, é extremamente importante para avaliar a facilidade de migração dos poluentes em determinadas condições físico-químicas.”*

Os Óleos e gorduras, Chumbo, Cobre, Zinco, pH e Condutividade eléctrica referem-se a parâmetros que deverão ser sempre analisados nas campanhas de monitorização a realizar. Os restantes referem-se a parâmetros que revelam algum interesse, podendo ser reequacionada a sua monitorização.

Deverá proceder-se também a uma descrição organoléptica da amostra de água: cor, cheiro e aparência.

A colheita de amostras de águas subterrâneas deverá ainda ser acompanhada da medição do respectivo nível hidroestático (NHE) da captação e registo do caudal de exploração quando se procede à recolha.

VII.2.5. Técnicas e Métodos de Análise ou Registo de Dados

Os métodos e as técnicas analíticas a considerar deverão ser compatíveis com os especificados no Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, utilizando para o efeito os métodos analíticos de referência indicados nos Anexos III (Métodos Analíticos de Referência para as Águas Superficiais) e XVII (Métodos Analíticos de Referência e Frequência Mínima de Amostragem das Águas Destinadas à Rega).

Deverá ser seleccionado um laboratório que demonstre capacidade técnica e analítica, devidamente acreditado, para analisar os parâmetros seleccionados e que siga os métodos analíticos adequados.

Relativamente aos procedimentos de amostragem e equipamentos de recolha a utilizar referem-se alguns requisitos que deverão ser tomados:

- A recolha das amostras deverá ser realizada por técnicos especializados e por métodos experimentais adequados;
- O volume de água a recolher deverá ser suficiente para a análise dos parâmetros definidos. O operador deve certificar-se que as amostras sejam recolhidas num frasco limpo e sem qualquer vestígio de contaminação;
- As amostras deverão ser recolhidas num frasco de vidro ou plástico, mantendo a amostra na obscuridade e a uma temperatura que deverá ser próxima de 4 °C;
- As amostras recolhidas devem ser objecto de determinações *in situ* (Temperatura, Condutividade, pH e Oxigénio Dissolvido). Estas medições poderão ser efectuadas com sondas multiparamétricas. Naturalmente, a sonda deverá encontrar-se sempre calibrada e deverão atender-se aos procedimentos de limpeza da mesma;
- No local de amostragem é fundamental proceder-se à medição do nível hidroestático (NHE) da água nas captações e ao registo do caudal de exploração;
- Após recolha das amostras nos respectivos pontos de amostragem, estas devem ser transportadas para um laboratório de análises devidamente acreditado, no mais curto de espaço de tempo (no próprio dia), procedendo-se de seguida à determinação dos parâmetros analíticos, utilizando para isso os métodos analíticos indicados na legislação em vigor.

A recolha de águas subterrâneas pode ser efectuada por amostragem manual, utilizando dispositivos simples como baldes ou garrafas atadas a uma corda.

Outro equipamento útil para a monitorização da qualidade são as sondas multiparamétricas, as quais permitem a realização de medições “*in situ*”.

Para efectuar uma amostragem representativa da água da captação, é necessário observar o seguinte procedimento: antes de se proceder à sua colheita para análise, deverá ser extraída continuamente água da captação, para se analisar, no local, a variação dos parâmetros *condutividade eléctrica, temperatura, pH e Oxigénio Dissolvido* da água. A água deverá ser extraída até que haja estabilização dos valores dos parâmetros referidos.

Durante a recolha das amostras, deverão ser efectuados registos de campo numa ficha tipo, onde se descreverão todos os dados e observações respeitantes ao local de recolha da amostra e à própria amostragem:

- Localização exacta do ponto de recolha de água, com indicação das coordenadas geográficas;
- Data e hora da recolha das amostras da água;
- Identificação da formação aquífera onde a água é captada;
- Tipo de captação (furo, poço, entre outras);
- Profundidade da captação;
- Medição do caudal, se possível;
- Uso da água;
- Nível Hidroestático (NHE);
- Descrição organoléptica da amostra de água: cor, aparência, cheiro, entre outros;
- Tipo e método de amostragem;
- Indicação dos parâmetros medidos “*in situ*” (p.e. temperatura, pH, condutividade e Oxigénio Dissolvido);
- Descrição dos trabalhos que estão a decorrer na envolvente do ponto de amostragem.

Os processos de conservação e manuseamento de amostras de água deve ter em atenção a informação referida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998), e que serve como guia, devendo sempre ser consultado o laboratório onde as análises irão ser efectuadas.

VII.2.6. Critérios de Avaliação dos Dados

A avaliação da qualidade da água dos locais monitorizados deverá ser efectuada com base nas normas de qualidade referidas nos Anexos I e XVI do Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto.

Deverá ainda realizar-se uma comparação dos resultados obtidos na monitorização com os estimados na previsão da concentração de poluentes para as águas de escorrência da A32/IC2 (ver capítulo V.3), a fim de validar as previsões efectuadas, e com os dados analíticos das estações de monitorização 154/3 e 143/N1-A31, existentes na envolvente do traçado.

VII.2.7. Critérios de Avaliação dos Dados

Caso os resultados obtidos indiquem uma contaminação efectiva da água, resultante da exploração da estrada, numa primeira fase, deverá ser definida uma reprogramação das campanhas, que poderá envolver uma maior frequência de amostragem ou a análise de outros pontos, para eventual despiste da situação verificada, sendo que, posteriormente, serão adoptadas medidas adequadas, caso se confirme a sua contaminação.

Entre as várias soluções que deverão ser equacionadas face à análise dos resultados obtidos, poderá ser eventualmente preconizado, se se vier a revelar necessário, o ajustamento dos pontos de descarga do sistema de drenagem longitudinal das águas de escorrência geradas na plataforma da via. Poderão ainda ser adoptadas outras medidas de gestão ambiental como a reavaliação dos sistemas de tratamento executados, devendo estas medidas ser ajustadas consoante a sua necessidade e em conformidade com os resultados das campanhas de amostragem realizadas.

VIII – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

VIII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A poluição gerada pelas estradas nos recursos hídricos é uma temática que tem sido objecto de vários estudos na Europa e Estados Unidos da América nas últimas décadas, e em Portugal desde a década de 90. Estes estudos vieram provar que estas fontes de poluição constituem importantes focos de poluição para as áreas envolventes à estrada. De facto, os efluentes gerados pelas estradas possuem características qualitativas e um modo de descarga no meio ambiente muito diferente do que se passa com os sistemas de drenagem urbana ou efluentes pontuais.

Deste modo, considera-se que as águas de escorrência geradas pelas estradas constituem uma importante fonte difusa de poluição da água, apresentando um carácter linear que as distingue das restantes fontes de poluição. Entre os poluentes mais comuns e preocupantes encontram-se os metais pesados (zinco, cobre, chumbo, cádmio, crómio), os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), os óleos e gorduras e os sólidos suspensos totais, e a matéria orgânica, que também pode revelar-se importante. A magnitude e o tipo de acumulação dos poluentes nas superfícies pavimentadas depende do próprio pavimento, do volume de tráfego, das actividades de manutenção, de variáveis sazonais e do uso do solo da área adjacente.

A caracterização da magnitude dos efeitos que as águas de drenagem das estradas poderão provocar sobre os recursos hídricos subterrâneos adjacentes requer que seja efectuada uma análise associada a dois factores: por um lado deve-se definir as características qualitativas e quantitativas das águas de escorrência da via e, por outro lado, importa definir as características do sistema hídrico subterrâneo susceptível de ser afectado.

Neste enquadramento, a previsão da qualidade das águas de escorrência de estradas é um processo fundamental para avaliar os efeitos que os poluentes rodoviários poderão causar no meio hídrico circundante ao foco de poluição. Todavia, é muito mais fácil prever o volume de águas de escorrência que a qualidade dessas águas.

Embora se saiba quais as variáveis que interferem com a emissão de poluentes rodoviários, com a sua acumulação e dispersão ou transporte no ambiente, é porém difícil estabelecer

relações entre todas estas variáveis. Como variáveis que interessa identificar, para uma dada estrada em análise, referem-se o Tráfego Médio Diário, a área pavimentada, a ocupação do solo envolvente, a precipitação média anual e as características dos eventos pluviométricos médios de ocorrência frequente. Convém salientar que as concentrações de poluentes não reflectem de forma alguma as variações no volume de tráfego numa estrada.

Face ao exposto, foram estimadas para o caso em estudo, a Auto-estrada A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), as concentrações médias por lugar e as cargas poluentes das escorrências associadas a esta via rodoviária, conhecendo-se contudo a incerteza associada à sua previsão.

Da análise geral aos valores obtidos, verifica-se, conforme foi aliás apontado por Barbosa (2003a), para os metais pesados, uma relação de grandeza entre os parâmetros: $Zn >> Cu > Pb$. Foi possível ainda constatar que as concentrações estimadas para os metais pesados (Zn, Cu e Pb) e SST são inferiores aos limites estabelecidos nos vários anexos considerados do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto.

Todavia, na avaliação do efeito negativo dos poluentes gerados pelas estradas sobre o meio hídrico receptor, é importante reter o conceito de definição de zonas hídricas sensíveis. Conforme é referido em INAG, 2006, *as zonas sensíveis são entendidas como áreas a proteger, para onde não se devem fazer descargas directas de águas de escorrência de estradas, que contribuam para agravar as condições de qualidade da água do meio receptor*, o que implica que o projecto da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) deve evitar a sua afectação.

A criação de um conceito de zonas hídricas sensíveis aos poluentes rodoviários insere-se no âmbito dos objectivos mais vastos traçados pela Lei da Água, Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro, isto é, garantir a protecção sustentável do recurso Água, designadamente através da redução de descargas ou emissões com efeitos potencialmente negativos para o Ambiente, tendo em conta o princípio da precaução.

Nas situações em que não é possível evitar tais descargas para essas zonas, deverá proceder-se ao desvio das águas de escorrência para zonas não sensíveis, ou, nesta impossibilidade, devem-se implementar sistemas de tratamento adequados, promovendo a

diminuição da poluição para níveis aceitáveis antes da descarga, de modo a garantir a protecção sustentável do recurso Água. O tratamento das águas de escorrência deve ser encarado como a última solução no combate à poluição difusa.

Face a estes pressupostos, e tendo em conta o segundo factor que foi enunciado anteriormente (definição das características do sistema hídrico subterrâneo susceptível de ser afectado), procedeu-se, para além da previsão da concentração e carga de poluentes efectuada para a A32/IC2, à caracterização das áreas classificadas como aquíferos, ou em outras formações hidrogeológicas, que, face à sua sensibilidade, estão sujeitas a protecção hídrica.

De acordo com Almeida *et al.* (2000b) em “*Sistemas Aquíferos de Portugal Continental*”, para a zona de implantação da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), não foi definido qualquer sistema aquífero com interesse regional.

De qualquer modo, do ponto de vista de comportamento hidrogeológico e de ocorrência de águas subterrâneas, podem agrupar-se os terrenos que surgem na área envolvente à Auto-estrada A32/IC2, em: aluviões, rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do ordovício, metassedimentos do complexo xisto-grauváquico (ante-ordovício) e rochas granitóides.

A zona em estudo é caracterizada pela grande extensão que ocupam os xistos, afectados por graus de metamorfismo variável, seguidos pelas rochas granitóides. Dispõe, em geral, de poucas zonas circuladas por água subterrânea, embora se assinalem algumas excepções, normalmente relacionadas com a presença dos afloramentos de quartzitos.

Todavia, tal enquadramento não significa necessariamente a inexistência de recursos hídricos subterrâneos disponíveis na zona em estudo, mas apenas que estes têm uma importância pequena, de carácter local, sobretudo quando comparados com os sistemas aquíferos com importância regional.

De facto, para a área em estudo, os recursos hídricos subterrâneos apresentam uma importância a nível local, tanto no abastecimento doméstico da população, como na agricultura. Neste caso, importa referir a presença de algumas captações públicas e particulares, vários fontanários e minas utilizadas pela população local para abastecimento

doméstico e rega, que se situam na envolvente do traçado, especificamente nos concelhos de Oliveira de Azeméis e Santa Maria da Feira, mas sobretudo ao longo do alinhamento topográfico definido pela crista quartzítica que se desenvolve entre Ossela e Guisande.

Genericamente, a circulação de água e as condições de armazenamento nos quartzitos encontra-se condicionada quase exclusivamente pela presença de descontinuidades (fracturas e planos de estratificação). Esta rede de descontinuidades mantém-se, por vezes, aberta até profundidades importantes. Deste modo, não é de estranhar que na área em estudo, nos contactos dos quartzitos com os micaxistos e gnaisses envolventes, sejam frequentes as nascentes, mas, geralmente, de fraco caudal, na ordem dos 0,5 a 1 l/s, conforme foi possível registar no reconhecimento de campo no âmbito do inventário dos pontos de água.

Assim, constatou-se que algumas destas nascentes deram origem a captações públicas e a minas associadas a fontanários públicos, destacando-se duas captações públicas em Macieira de Sarnes (desactivadas), uma em Nogueira do Cravo (desactivada) e alguns fontanários, Fonte do Campo de Tiro, Fonte da Palhaça, Fonte do Rato, Fonte do Parque, Fonte do de Cimo de Vila, Fonte do Viso, etc..

De qualquer modo, considera-se que as condições de armazenamento estão limitadas nestas formações, pois apesar do afloramento quartzítico se desenvolver numa grande extensão na área em estudo, entre Ossela e Guisande, é demasiado estreito. A impossibilidade de recarga ou contribuição a partir das rochas envolventes, que estão situadas em posições topográficas desfavoráveis condiciona negativamente os recursos hídricos subterrâneos neste aquífero.

Foi possível identificar como principais zonas hídricas sensíveis na área de influência do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), as seguintes áreas:

- Área estratégica de protecção e recarga de aquíferos (antiga Área de Máxima Infiltração definida no Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março);
- Área de influência na circulação das águas subterrâneas do recurso hidromineral das Termas das Caldas de S. Jorge.

Para além destas zonas hídricas sensíveis identificadas, importa também analisar as situações onde foram identificados usos hídricos sensíveis, para os quais deverá ser evitada a descarga de águas de escorrência na sua zona de influência. Esta identificação foi realizada com base num levantamento exaustivo de campo a todos os usos e utilizadores existentes.

Assim, de todos estes usos hídricos subterrâneos, destacam-se como os mais sensíveis os definidos pelas captações subterrâneas das Caldas de S. Jorge, de abastecimento público (desactivadas) e de consumo doméstico particular, onde se referem três captações municipais (n.º 15, 19 e 27) localizadas no concelho de Oliveira de Azeméis, fontanários públicos, poços comunitários e minas associadas, bem como várias captações subterrâneas particulares (poços, furos e minas).

Assim, face ao enquadramento efectuado, apesar dos resultados obtidos na previsão das concentrações dos poluentes das águas de escorrência do traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço) permitirem mostrar que não vai existir uma alteração significativa da qualidade actual da água no meio receptor, para os usos e utilizadores dos recursos hídricos subterrâneos identificados, considerou-se que as medidas preconizadas no presente estudo constituem um procedimento de segurança adicional justificável face à sensibilidade hídrica da zona e usos sensíveis hídricos que foram identificados.

Neste âmbito, tendo em atenção que o traçado da A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), ao longo da sua extensão atravessa *zonas hídricas sensíveis*, foram projectados sistemas de retenção de derrames e tratamento das águas de escorrência da plataforma, destinados a proteger as zonas e os usos sensíveis dos recursos hídricos subterrâneos identificados na área em estudo.

A escolha da tipologia de solução do sistema adoptada teve por base, por um lado, as características das escorrências (gamas de concentração previstas) e, por outro, a possibilidade de prevenir e conter eventuais derrames de poluentes que ocorram na plataforma da via. Não existem soluções padrão para este tipo de efluentes, pelo que a adequação do sistema ao meio envolvente em causa foi fundamental para se obterem bons resultados. Para o caso em estudo, considerou-se que uma bacia de decantação com separador de hidrocarbonetos será o sistema indicado.

Assim, foi previsto no presente estudo a implantação de um total de três sistemas, definidos por bacias de decantação, complementadas a jusante com separadores de hidrocarbonetos, designadamente:

- Sistema de Tratamento ST1 – localizado ao km 3+550 do Trecho 2;
- Sistema de Tratamento ST2 – localizado no final do Ramo A+B do Nó da Via Feira/Mansores do Trecho 2;
- Sistema de Tratamento ST3 – localizado ao km 5+950 do Trecho 2.

Nestes troços a drenagem das águas para os sistemas de retenção e tratamento é separativa, isto é, são conduzidas separadamente as águas provenientes dos taludes da estrada, que podem ser descarregadas naturalmente sem necessidade de tratamento, das águas provenientes da plataforma da via, eventualmente contaminadas pela circulação rodoviária e, por isso, com necessidade de tratamento antes da sua descarga no meio natural.

Esta opção permite limitar o volume das águas conduzidas para as bacias, para onde vão apenas as águas da plataforma e, conseqüentemente, a dimensão das próprias bacias.

Foram apresentadas as directrizes para a monitorização das águas subterrâneas envolventes à A32/IC2 – Oliveira de Azeméis/IP1 (S. Lourenço), que inclui a lista dos locais e dos parâmetros a analisar em águas subterrâneas, os procedimentos e equipamento de monitorização. Em relação à presença de poluentes no meio hídrico subterrâneo, há que ter em conta que o seu aparecimento nos pontos monitorizados depende da distância a que se encontram da origem e da dinâmica de escoamento e de transporte desse meio, ou seja, essa distância limite poderá ser definida através da velocidade do escoamento e do tempo de exploração de uma estrada.

Algumas medidas podem ser sugeridas neste estudo no sentido de minimizar os impactes das estradas nas águas subterrâneas da área circundante. Assim, no caso de novas estradas, salienta-se a importância de desenvolver nos Estudos de Impacte Ambiental ou Relatórios de Conformidade Ambiental dos Projectos de Execução (RECAPE's), que acompanham os projectos de execução das estradas, uma abordagem prévia dos aspectos hidrogeológicos presentes no local, nomeadamente em termos de vulnerabilidade dos

sistemas aquíferos, das áreas preferenciais de recarga e sentidos de circulação subterrânea existentes, caracterização dos usos hídricos presentes, mas também os aspectos relacionados com a construção de sistemas de drenagem e tratamento adequadamente impermeabilizados e monitorizados. Este tipo de infra-estruturas constitui actualmente, em Portugal, uma forma adequada de redução da carga poluente proveniente da estrada para as zonas hídricas mais sensíveis em termos de vulnerabilidade à poluição.

IX – REFERÊNCIAS

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida C., Mendonça J. L., Duarte R.S., Quina A.P. Neves J.R. (2000a). Glossário de termos hidrogeológicos. <http://snirh.inag.pt/hidrobibliotrca/site/biblionet.php>

Almeida, C., Mendonça, J. L., Jesus, M.R., Gomes, A.J., (2000b). Sistemas Aquíferos de Portugal Continental. Actualização do Inventário dos Sistemas Aquíferos de Portugal, Centro de Geologia do IGM, 2000, <http://www.snirh.pt/>

Antunes, M.T., Monteiro, J.H., Oliveira, J.T., Pereira, E., Ramalho, M.M. (1992). Carta Geológica de Portugal. Escala 1:500 000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Barbosa, A.E. (1999). Highway Runoff Pollution and Design of Infiltration Ponds for Pollutant Retention in Semi-Arid Climates, The Environmental Engineering Laboratory Ph. D. Dissertation Series, Aalborg University, Denmark

Barbosa, A. E. (2000). *O Projecto Rodoviário e a Protecção dos Recursos Hídricos. Projectar Bacias de Infiltração em Portugal – Um Novo Método*, 1º Congresso Rodoviário Português, 28- 30 Novembro, Lisboa, Centro Rodoviário Nacional, Vol. I, pp. 53-66.

Barbosa, A. E. (2002). *Gestão Ambiental das Escorrências Pluviais de Estradas em Portugal - Presente e Futuro*, 10º EnaSB e SILUBESA, 16-19 Setembro, Braga, APESB e APRH, 15 pp.

Barbosa, A.E. (2003a). *Características das Escorrências de estradas em Portugal*, pp. 75-91, in "Curso Sobre Características de Águas de Escorrência de Estradas em Portugal e Minimização dos seus Impactes", 13-15 de Outubro de 2003, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 176 pp..

Barbosa, A. E. (2003b). *Modelos para a Previsão da Qualidade das Águas de Escorrência de Estradas em Portugal*, pp. 93-108, in Curso Sobre Características de Águas de Escorrência de Estradas em Portugal e Minimização dos seus Impactes, 13-15 de Outubro de 2003, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 176 pp.

Barbosa, A. E. (2004). *Águas de Escorrência de Estradas. Sistemas para Minimização de Impactes*, 3º Relatório, Proc. 0605/1/14678, Novembro de 2004, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 44 pp.

Barbosa, A. E. e Antunes, P. B. (2004). *Águas de Escorrência de Estradas. Sistemas para Minimização de Impactes*, 2º Relatório, Proc. 0605/1/14678, Abril de 2004, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 74 pp.

Barbosa, A.E., Fernandes, J. (2008a). *Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais Implementadas em Portugal*. Sistemas de Tratamento de Águas de Escorrência. Relatório Final Sectorial, Proc. 0605/541/5517, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Maio de 2008, 89 pp.

Barbosa, A. E., Henriques, M.J., Fernandes, J.N. (2006). *Águas de Escorrência de Estradas. Sistemas para Minimização de Impactes*, 4º Relatório, Proc. 0605/1/14678, Novembro de 2006, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 27 pp.

Barbosa, A.E., Henriques, M. J., Leitão, T.E. (2008b). *Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais Implementadas em Portugal*. Recursos Hídricos e Solos. Relatório Final Sectorial, Proc. 0607/01/15892, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Maio de 2008, 98 pp.

Barbosa, A. E. e Hvitved-Jacobsen, T. (1996). *Impactes das Estradas nos Recursos Hídricos – Redução da Poluição através de Sistemas de Detenção. Um Caso de Estudo no Norte de Portugal*, 3º Congresso da Água, 25-29 Março, Lisboa, 15 pp.

Barbosa, A. E. e Hvitved-Jacobsen, T., (1999). *Infiltração de Águas de Escorrência de Estradas e Protecção dos Recursos Hídricos*, IV SILUSBA, 24-26 Maio, Coimbra, 15 pp.

Barbosa, A. E. e Hvitved-Jacobsen, T., (2000). *Projectar bacias de infiltração para a gestão de águas pluviais*, 5º Congresso da Água, 25-29 de Setembro, Lisboa, APRH, pp. 15; Recursos Hídricos, 21 (3), pp.125-132.

Barbosa, A. E., Leitão, T.E., Carvalho, C. R. (2003). *Águas de Escorrência de Estradas. Sistemas para Minimização de Impactes*, 1º Relatório, Proc. 0605/1/14678, Agosto de 2003, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 74 pp.

Barrett, M.E., Zuber, R.D., Collins, E.R., Malina, J.F. JR., Charbeneau, R.J. e Ward, G.H. (1995). "A Review na Evalaution of Literatue Pertaining to the Quality and Controlo f Pollution from Highway Runoff and Construction". Center for Research in Water Resources. Bureau of Engineering Research. The University of Texas at Austin. CRWR Online Report 95-5, end Edition. This document is available online via World Wide Web at <http://www.ce.utexas.edu/centers/crwr/reports/online.html>.

Brandão, C., Rodrigues, R. e Costa. J. P. (2001). *Análise de fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal Continental*. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, Instituto da Água, 57pp.

Cabral J. e Ribeiro A. (1988). *Carta Neotectónica de Portugal Continental*, escala 1/100000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Cabral, J. e Ribeiro, A. (1989). *Nota explicativa da carta neotectónica de Portugal Continental*, escala 1/100000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Carvalho, J.M. (1979). *Contribuição para a prospecção e pesquisa hidrogeológica no Maciço Hespérico Português*. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa.

Carvalho, J.M. (1991) *Sistemas de captação de água em rochas cristalinas*. 1º Congresso da Água. A.P.R.H.

Carvalho, J.M. (2001). *Perímetros de protecção a captações de águas subterrâneas para abastecimento público*. Tecnologia da Água. Elsevier, Barcelona. Ano XXI, 4 (2): 48-52.

Carvalho, J.M. (2002). *Captação de águas subterrâneas em rochas cristalinas. Tecnologia da Água*. Elsevier, Barcelona. Edição I.

Carvalho J.M. (2006). *Prospecção e pesquisa de recursos hídricos subterrâneos no Maciço Antigo Português: linhas metodológicas*. Universidade de Aveiro. 292 pp + carta hidrogeológica+anexos. (Tese de doutoramento).

Carvalho, J.M. & Chaminé, H.I. (2004). *O papel da fracturação e da alteração profunda em estudos de prospecção hidrogeológica: os casos das regiões de Oliveira de Azeméis e de Fafe (Maciço Ibérico, NW de Portugal)*. Geociências, Rev. Univ. Aveiro, 16 (in press).

Carvalho, J.M., Chaminé, H.I., Fonseca, P.E. (1999). *O Ramos Oeste do Carreamento de S. João-de-Ver: estudos de cartografia estrutural e de hidrogeologia no sector de Santiago de Riba-Ul-Oliveira de Azeméis (faixa metamórfica de Espinho-Albergaria-a-Velha, NW de Portugal)*. GEólogos N.º 5, Porto. 57-65 pp.

Carvalho, J.M., Chaminé H.I., Plasencia N. (2003). *Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos do maciço cristalino do Norte de Portugal*: in: Samper J., Leitão T., Fernández L. & Ribeiro L.. Jornadas Hispano-Lusas sobre 'Las águas subterrâneas en el Noroeste de la Península Ibérica'. Textos de las Jornadas, Mesa Redonda y Comunicaciones. A Coruña. AIH-Grupo Españõl & APRH. ITGE, Madrid.

Chaminé, H.I., (2000). *Estratigrafia e estrutura da faixa metamórfica de Espinho-Albergaria-a-Velha (Zona de Ossa-Morena): implicações geodinâmicas*. Universidade do Porto. 497 pp. (Tese de doutoramento).

Chaminé, H.I., Gama Pereira, L.C., Fonseca, P.E., Noronha, F & Lemos de Sousa, M.J. (2003). *Tectonoestratigrafia da faixa de cisalhamento de Porto-Albergaria-a-Velha-Coimbra-Tomar, entre as Zonas Centro-Ibérica e de Ossa –Morena (Maciço Ibérico, W de Portugal)*. Cadernos Lab. Xeol.Laxe, A Coruña, 28: 37-78.

Costa, J.C., Medeiros, C., Teixeira, C. (1957). *Carta Geológica de Portugal, escala 1:50 000. Folha 9-C (Porto)*. Serviços Geológicos de Portugal.

Daveau, S. [coord.] (1985). *Mapas climáticos de Portugal*. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos. Mem. Centr. Estud. Geogr., Lisboa.

Diamantino, C. (2002). *Poluição Causada pelo Tráfego Rodoviário nos Solos e nas Águas Subterrâneas. Um caso de estudo na EN 10 – Recta do Cabo*. Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em Geologia Económica Aplicada, publicada nas teses de Mestrado do LNEC, TM7, ISBN 972-49-1938-2, Lisboa, 2002, 227 pp.

Driscoll, E., Shelley, P.E. e Strecker, E.W. (1990). *Pollutant Loadings and Impacts from Highway Stormwater Runoff. Publicação da Federal Highway Administration n.º FHWA/RD-88-006-9*, Federal Highway Administration, Woodward-Clyde Consultants, Oakland, CA.

Driver, N. E. e Tasker, G. D. (1990). *Techniques for estimation of storm-runoff loads, volumes and selected constituent concentrations in urban watersheds in the United States*, U.S., Geological Survey water supply paper 2363.

Engivia (2008). Auto-Estrada A32/IC2-Oliveira de Azeméis/IC1 (S. Lourenço). Relatório Geológico e Geotécnico, Auto-Estradas Douro. Lisboa.

Engivia e Cobra (2008). Auto-Estrada A32/IC2-Oliveira de Azeméis/IC1 (S. Lourenço), *Projecto de Execução*, PE's - Geometria de Traçado, Geologia e Geotecnia e Drenagem. Auto-Estradas Douro Litoral. Lisboa

EPPNA (1998). Informação Cartográfica dos Planos de Bacia. Sistematização das Figuras a Imprimir em Papel. Equipa de Projecto do Plano Nacional da Água (EPPNA). Lisboa. INAG 1998.

Felix-Filho, J.A. (1994). Método Simples de Previsão de Impactes na Qualidade da Água Associados às Águas de Escorrência de Estradas. Seminário sobre a Avaliação do Impacte Ambiental de Projectos Rodoviários, Espinho.

FHWA, Federal Highway Administration (1987). Methodology for analysis of pollutant loadings from highway stormwater runoff. Publicação da Federal Highway Administration n.º FHWA/RD-87/086, U.S. Department of Transportation, Washington and Woodward-Clyde Consultants.

FHWA, Federal Highway Administration (1996a). *Evaluation and Management of Highway Runoff Water Quality*. Publicação da Federal Highway Administration n.º FHWA-PD-96-032, U.S. department of Transportation, Washington, 457 pp.

FHWA, Federal Highway Administration, (1996b). *Retention, detention and overland flow for pollutant removal from highway stormwater runoff. Volume II: Design Guidelines*. Publicação da Federal Highway Administration n.º FHWA-PD-96-096, U.S. Department of Transportation, Virginia, 216 pp.

Figueiredo, A.A. (1996). Contributo para o conhecimento das cristas quartzíticas a Leste de Oliveira de Azeméis. Universidade de Coimbra. 150 pp. (Tese de mestrado).

Hamilton, R.S., Harrison, R.M. (1991). Highway Pollution, Studies in Environmental Science, pp. 166-208.

INAG (2006). *Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas, Relatório Final*. Estudos e Documentos de Trabalho Nº.9. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Relatório realizado para o Instituto da Água pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Abril de 2005. Lisboa.

INGM (1991). "Normais Climatológicas da região de Entre Douro e Minho e Beira Litoral", correspondentes a 1951-1980". O Clima de Portugal. Fascículo XLIX, Volume 1 – 1ª Região. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

LCPC (1981). Laboratoire Central de Ponte et Chaussées. Études de l'Environnement et d'Impacte. Paris.

Leitão, T. (1997). "Metodologias para a Reabilitação de Aquíferos Poluídos". Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, publicada nas Teses e Programas de Investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, TPI 11, ISBN 972-49-1733-9, Lisboa, 493 pp.

Leitão, T. E., Barbosa, A. E., Henriques, M.J., Ikävalko, V. e Menezes, J. T. M., (2002b). *Impactes das Estradas nos Recursos Hídricos – Redução da Poluição através de Sistemas de Detenção. Um Caso de Estudo no Norte de Portugal*, 3º Congresso da Água, 25-29 Março, Lisboa, 15 pp.

Leitão, T. E., Barbosa, A. E., Ikävalko, V., Menezes, J. T. e Zakharova, T. V. (2002a). *Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas*, 2.º Relatório, Relatório 205/02 – GIAS, Agosto de 2002, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 61 pp.

Leitão, T.E. e Diamantino, C. (2003). *Impactes das Águas de Escorrência de Estradas no Solo e nas Águas Subterrâneas. Análise de Casos de Estudo na Europa*. Relatório 390/03 – NAS, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2003.

Leitão, T., Henriques, M. J., Barbosa, A.E., Fernandes, J., Antunes, S., Patrício, J., Ascensão, F. e Mira, A. (2007). *Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais Implementadas em Portugal*. 3º Relatório, Relatório 316/2007 – NAS, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Novembro de 2007, 182 pp.

Leitão, T.E. Lobo Ferreira, J. P. e Diamantino, C. (2000). *A Poluição Ambiental Cuasada por Estradas*. Comunicação apresentada ao 1º Congresso Rodoviário Português, 28 a 30 de Vovembro de 2000, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Lencastre, A. e Franco, F.M. (1984). *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. 451 pp.

Matos, J., Portela, M. e Mourato, S. (1999). *Reabilitação da Bacia de Decantação de Fátima, Parecer Técnico*, IST- BRISA, Lisboa, 58 pp.

Matos, R. e Silva, M. (1986). *Estudos de precipitação com aplicação no projecto de sistemas de drenagem pluvial. Curvas Intensidade-Duração-Frequência da Precipitação em Portugal*. ITH 24. LNEC. Lisboa.

Medeiros, C., Teixeira, C., (1962). *Carta Geológica de Portugal, escala 1:50 000. Folha 13-B (Castelo de Paiva)*. Serviços Geológicos de Portugal.

Novotny, V. (2002). *Water Quality. Diffuse Pollution and Watershed Management*, John Wiley & Sons, Inc., USA, Canada, 579 pp.

Oliveira, J.F.S., Mendes, B. (2004). *Qualidade da água para consumo humano*. Publicações Lidel. Lisboa.

Pedrosa, M. Y. (1998). *Carta Hidrogeológica de Portugal. Folha 1, escala 1/200 000*. Inst. Geol. Min., Lisboa.

Pereira, E., Gonçalves, L.S., Moreira, A., (1980). *Carta Geológica de Portugal, escala 1:50 000. Folha 13-D (Oliveira de Azeméis)*. Serviços Geológicos de Portugal.

Pereira, E., Ribeiro A., Carvalho, G.S., Noronha, R., Ferreira, N. & Monteiro, J.H. [coords.] (1989). *Carta Geológica de Portugal, escala 1/200 000. Folha 1*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

Quintela, A. C., (1998). *Hidráulica*, 6ª Edição , Fundação Colouste Gulbenkian, Lisboa, 539 pp.

Sansalone, J.J., Buchberger, S. G. e AL-Abed, S.R. (1996). Fractionation of Heavy Metals in Pavement Runoff. *The Science of the total Environment*, vol189/190, pp. 371-378.

SETRA (1987). *Routes et Pollution des Eaux*, SETRA/DLI, Bagneux. Ministère de l'Équipement des transports et du Logement. France

SETRA (1993). *L' eau & la route. La Gestion de la Route*. Volume 3. Ministère de l'Équipement des transports et du Logement. France.

SETRA (1997). *L' eau & la route. Dispositifs de traitement des eaux pluviales*. Volume 7 Ministère de l'Équipement des transports et du Logement. France

SETRA (1999). *L' eau & la route. La pollution accidentelle sur les grandes infrastructures*. Volume 6. Ministère de l'Équipement des transports et du Logement. France

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998). 20th ed., American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA.

Websites consultados

<http://www.inag.pt/>

<http://www.setra.equipement.gouv.fr/Pollution-d-origine-routiere.html>

<http://www.epa.gov>

Legislação Consultada:

Decreto-Lei n.º 86/90, de 16 de Março. Diário da República n.º 63 – I Série A. Ministério da Indústria e Energia. Lisboa

Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março. Diário da República n.º 63 – I Série A. Ministério da Indústria e Energia. Lisboa

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Diário da República n.º 176 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa

Decreto-Lei n.º 186/99, de 5 de Maio. Diário da República n.º 126 – I Série A. Ministério da Economia. Lisboa

Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro. Diário da República n.º 222 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa

Decreto-Lei n.º 69/2000, de 31 de Maio. Diário da República n.º 102 – I Série A. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa

Portaria n.º 330/2001, de 26 de Junho. Diário da República n.º 78 – I Série B. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa

Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho. Diário da República n.º 145 – I Série A. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Lisboa

Decreto-Lei n.º 172/2004, de 26 de Junho. Diário da República n.º 122 – I Série A. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa

Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. Diário da República n.º 249 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio. Diário da República n.º 105 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa

Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto. Diário da República n.º 164 – I Série A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa

Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro. Diário da República n.º 195 – I Série A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto. Diário da República n.º 162 – I Série A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa

ANEXOS

ANEXO A
FICHAS DE REGISTOS DO
INVENTÁRIO DOS PONTOS DE ÁGUA

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F1	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário do Outeiro	
Localização em relação ao traçado (m)		700 m a Oeste, do km 3+650 – Trecho 1	
Coordenadas	M	225 856	
	P	434 017	
Concelho		Oliveira de Azeméis	
Freguesia		Pindelo	
Povoação mais próxima		Fundo da Aldeia/Outeiro	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Ínsua	
Curso de Água		Afluente do rio Ínsua	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	Observações Fontanário público com lavadouro associado, usado pela população local para rega. Ainda segundo a população encontra-se associado a uma mina localizada a cerca de 50 m a montante na linha de talvegue. No entanto não foi possível detecta-la no reconhecimento de campo
Registo de campo			
Caudal (l/s)		-	
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina sem galeria, com ligação ao Fontanário (caudal controlado através de torneira)	
Uso de água		Lavadouro e rega	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F2	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário de Coelheira	
Localização em relação ao traçado (m)		200 m a Oeste, do km 6+350 – Trecho 1	
Coordenadas	M	226 408	
	P	436 135	
Concelho		Oliveira de Azeméis	
Freguesia		Nogueira do Cravo	
Povoação mais próxima		Vales/Coelheira	
Sub-Bacia Hidrográfica		Ribeira do Cercal	
Curso de Água		Afluente da ribeira do Cercal	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Influência de uma falha transversal preenchida com um filonete de quartzo	Observações Fontanário público com bica, usado pela população local para consumo. Segundo a população local encontra-se associado a uma mina localizada a cerca de 20 m a montante associada a um filonete de quartzo. No entanto não foi possível detecta-la no reconhecimento de campo
Registo de campo			
Caudal (l/s)		-	
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina sem galeria, com ligação ao Fontanário (caudal controlado através de torneira)	
Uso de água		Consumo doméstico	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		M1	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina da captação municipal de Macieira de Sarnes (n.º19)	
Localização em relação ao traçado (m)		55 m a Este, do km 0+375 – Trecho 2	
Coordenadas	M	226 160	
	P	437 491	
Concelho		Oliveira de Azeméis	
Freguesia		Macieira de Sarnes	
Povoação mais próxima		Devesa	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã	
Curso de Água		Ribeira do Pintor	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovício	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	Observações Mina de água associada a um poço de abastecimento municipal da câmara municipal de Oliveira de Azeméis. Esta captação municipal actualmente está desactivada (n.º 19). De acordo com informação dos técnicos da câmara esta mina apresenta um galeria com um desenvolvimento de aproximadamente 30m.
Registo de campo			
Caudal (l/s)		-	
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina com galeria e com ligação ao Fontanário (caudal controlado através de torneira)	
Uso de água		Abastecimento público (actualmente em reserva)	

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M2 e M3		
Tipo de Ponto de Água	Minas		
Designação	Mina de Particulares		
Localização em relação ao traçado (m)	250 m a Oeste, do km 1+800 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 297 - 227 323	
	P	438 639 - 438 710	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitoides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Influência das rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Duas minas de água com galerias subterrâneas associadas. De acordo com a junta de freguesia as galerias apresentam um desenvolvimento com cerca de 50 m., no sentido das rochas quartzíticas, aproximando-se do traçado.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Minas associadas a uma galeria com cerca de 50 m		REGISTO FOTOGRÁFICO
Uso de água	Rega e abastecimento doméstico		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	M4		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina da junta de Freguesia de Milheiros de Poiares		
Localização em relação ao traçado (m)	225 m a Oeste, do km 1+900 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 408	
	P	438 758	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitoides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Influência das rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,2		Mina de água com galeria da junta de freguesia de Milheiros de Poiares, utilizada para vários fins domésticos. De acordo com a junta de freguesia a galeria da mina apresenta um desenvolvimento com cerca de 150 m., no sentido das rochas quartzíticas., sendo interceptada em aterro pelo traçado. O caudal desta mina é o que foi registado no fontanário da Palhaça
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 150 m - Usos domésticos - Centro comercial de Milheiros, Cemitério, Fontanário da Palhaça (lavadouro) e Fontanário da Escola Primária		REGISTO FOTOGRÁFICO
Uso de água			
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	M5		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina particular		
Localização em relação ao traçado (m)	40 m a Este, do km 2+260 – Trecho 2		
Coordenadas	M	227129	
	P	439 016	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Contacto das Rochas Granitoides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Armadilha hidrogeológica suposta	Grupo de 4 nascentes associadas		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina de água associada a um grupo de pequenas emergências de água localizadas na linha de talvegue. No reconhecimento de campo efectuado verificou-se que estas nascentes não apresentavam caudal.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Grupo de nascentes		
Uso de água	Rega de particulares		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO	
Nº de Inventário		M6 e M7		
Tipo de Ponto de Água		Minas		
Designação		Minas de Particulares		
Localização em relação ao traçado (m)		35 m a Oeste, do km 2+450 - Trecho 2		
Coordenadas	M	226423 – 227 317		
	P	439 067 – 439 029		
Concelho		Santa Maria da Feira		
Freguesia		Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima		Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã		
Curso de Água		Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Registo de campo			Observações	
Caudal (l/s)		-	Minas de água associadas a nascentes da linha de talvegue. O caudal encontra-se canalizado através de vala	
Cota do terreno (m)		-		
Cota Piezométrica		-		
Condições de emergência da água		Grupo de nascentes associadas ao talvegue		
Uso de água		Rega de particulares		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO	
Nº de Inventário		M8		
Tipo de Ponto de Água		Mina		
Designação		Mina de particulares		
Localização em relação ao traçado (m)		90 m a Este, do km 2+450 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 220		
	P	739 156		
Concelho		Santa Maria da Feira		
Freguesia		Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima		Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã		
Curso de Água		Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
				
Registo de campo				Observações
Caudal (l/s)		0,66		A mina localizada a montante, apresenta uma galeria com um desenvolvimento com cerca de 10 m., no sentido das rochas quartzíticas e na linha de talvegue. Esta mina encontra-se associada a uma outra localizada a cerca de 20 m a jusante desta, também na linha de talvegue. Estas minas encontram-se associadas entre si por um tubo de PVC, encontrando-se canalizadas para um tanque de rega. Neste ponto de descarga procedeu-se à medição do caudal
Cota do terreno (m)		-		
Cota Piezométrica		-		
Condições de emergência da água		Mina associada a uma galeria com cerca de 10 m		
Uso de água		Rega		

Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário		M9	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina de Particular	
Localização em relação ao traçado (m)		45 m a Este, do km 2+325 - Trecho 2	
Coordenadas	M	227 192	
	P	439 083	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Milheirós de Poiares	
Povoação mais próxima		Milheirós	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã	
Curso de Água		Afluente do rio Antuã	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Mina que se encontra totalmente abandonada. Não apresentava caudal.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina associada a nascente da linha de talvegue	
Uso de água		Foi utilizada para rega (Abandonada)	
Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário		M10	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina de Particular	
Localização em relação ao traçado (m)		10 m a Este, do km 2+600 - Trecho 2	
Coordenadas	M	227 369	
	P	439 221	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Milheirós de Poiares	
Povoação mais próxima		Milheirós	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã	
Curso de Água		Afluente do rio Antuã	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Mina que se encontra totalmente abandonada. Não apresentava caudal.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina associada a nascente da linha de talvegue	
Uso de água		Foi utilizada para rega (Abandonada)	
Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário		M11	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina de Particular	
Localização em relação ao traçado (m)		20 m a Oeste, do km 2+700 - Trecho 2	
Coordenadas	M	227 518	
	P	439 233	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Milheirós de Poiares	
Povoação mais próxima		Milheirós	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã	
Curso de Água		Afluente do rio Antuã	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Mina que se encontra totalmente abandonada. Não apresentava caudal.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina associada a nascente da linha de talvegue	
Uso de água		Foi utilizada para rega (Abandonada)	

Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário	M12		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob o traçado, km 2+750 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 567	
	P	439 279	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina que se encontra totalmente abandonada. Não apresentava caudal.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a nascente da linha de talvegue		
Uso de água	Foi utilizada para rega (Abandonada)		Registo Fotográfico
Características e localização dos pontos de Água			
Nº de Inventário	M13		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob o traçado, km 2+840 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 609	
	P	439 323	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina que se encontra totalmente abandonada. Não apresentava caudal.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a nascente		
Uso de água	Foi utilizada para rega (Abandonada)		Registo Fotográfico
Características e localização dos pontos de Água			
Nº de Inventário	M14		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob o traçado, do km 3+000 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 509	
	P	439 314	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Esta mina encontra-se associada a uma galeria que apresenta um desenvolvimento com cerca de 10 m., no sentido das rochas quartzíticas e na linha de talvegue. Encontra-se associada à mina M15, também localizada na linha de talvegue. O caudal encontra-se canalizado.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 10 m		
Uso de água	Rega e abastecimento doméstico particular		

Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário	M15		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	20 m a Oeste, do km 2+850 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 675	
	P	439 616	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Esta mina encontra-se associada a uma galeria que apresenta um desenvolvimento com cerca de 10 m., no sentido das rochas quartzíticas e na linha de talvegue. Esta mina encontra-se associada à mina M14, também localizada na linha de talvegue.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 10 m de desenvolvimento		
Uso de água	Rega		
Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário	M16		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	10 m a Oeste, do km 2+850 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 573	
	P	439 374	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina utilizada para rega
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 10 m de desenvolvimento		
Uso de água	Rega		
Características e localização dos pontos de Água			Registo Fotográfico
Nº de Inventário	M17		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina da Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	75 m a Oeste, do km 3+200 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 944	
	P	439 355	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina de água com galeria da junta de freguesia de Milheiros de Poiares, utilizada para vários fins domésticos. De acordo com a junta de freguesia a galeria da mina apresenta um desenvolvimento com cerca de 50 m., no sentido das rochas quartzíticas. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 50 m		
Uso de água	- Usos domésticos - Centro comercial de Milheiros e Rega		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M18		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina da Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	70 m a Oeste, do km 3+210 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 988	
	P	439 408	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina de água com galeria da junta de freguesia de Milheirós de Poiares, utilizada para vários fins domésticos. De acordo com a junta de freguesia a galeria da mina apresenta um desenvolvimento com cerca de 50 m., no sentido das rochas quartzíticas. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 50 m - Usos domésticos - Centro comercial de Milheirós e Rega		
Uso de água	Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M19		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina da Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	80 m a Oeste, do km 3+225 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 019	
	P	439 469	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina de água com galeria da junta de freguesia de Milheirós de Poiares, utilizada para vários fins domésticos. De acordo com a junta de freguesia a galeria da mina apresenta um desenvolvimento com cerca de 50 m., no sentido das rochas quartzíticas. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 50 m - Usos domésticos - Centro comercial de Milheirós e Rega		
Uso de água	Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M20		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	50 m a Oeste, do km 3+375 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 880	
	P	439 637	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina associada a nascente da linha de água do talvegue
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina sem galeria, associada a nascente da linha de talvegue		
Uso de água	Rega e abastecimento doméstico		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M20a		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	70 m a Oeste, do km 3+375 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 947	
	P	439 679	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina associada a nascente da linha de água do talvegue
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina sem galeria, associada a nascente da linha de talvegue		
Uso de água	Rega e abastecimento doméstico		REGISTO FOTOGRÁFICO
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	F3		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário		
Designação	Fontanário do Rato		
Localização em relação ao traçado (m)	350 m a Oeste, do km 2+500 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 669	
	P	438 857	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,07		De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado com pouca frequência devido à sua localização ser pouco conhecida.
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Nascente da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo doméstico		REGISTO FOTOGRÁFICO
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	F4		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário		
Designação	Fontanário da Palhaça		
Localização em relação ao traçado (m)	350 m a Oeste, do km 2+850 - Trecho 2		
Coordenadas	M	227 961	
	P	439 140	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,2		De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado como lavadouro
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Associadas à mina M4		
Uso de água	Lavadouro e rega		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
F5			
Nº de Inventário	Fontanário		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário do Campo de Tiro		
Designação			
Localização em relação ao traçado (m)	300 m a Oeste, do km 3+500 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 128	
	P	439 917	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Milheirós		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	1,2		De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado com muita frequência pelos habitantes locais e freguesias adjacentes
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Associadas a nascente da linha de talvegue que emerge na proximidade do estaleiro da junta de freguesia		
Uso de água	Consumo doméstico		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
F6			
Nº de Inventário	Fontanário		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário do Parque		
Designação			
Localização em relação ao traçado (m)	250 m a Oeste, do km 4+200 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 252	
	P	440 047	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Gaiate		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,8		De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado com frequência
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Associadas à mina M21 que apresenta uma galeria com cerca de 100 m de desenvolvimento		
Uso de água	Consumo doméstico		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
M21			
Nº de Inventário	Mina		
Tipo de Ponto de Água	Mina da Junta de Freguesia		
Designação			
Localização em relação ao traçado (m)	35 m a Oeste, do km 4+175 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 142	
	P	440 417	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Milheirós de Poiares		
Povoação mais próxima	Gaiate		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Antuã		
Curso de Água	Afluente do rio Antuã		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Gravauquico		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Mina de água com galeria da junta de freguesia de Milheirós de Poiares, utilizada para consumo doméstico. De acordo com a junta de freguesia a galeria da mina apresenta um desenvolvimento com cerca de 100 m., no sentido das rochas quartzíticas. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina associada a uma galeria com cerca de 100 m		
Uso de água	Consumo doméstico (Fontanário Público n.º F6)		

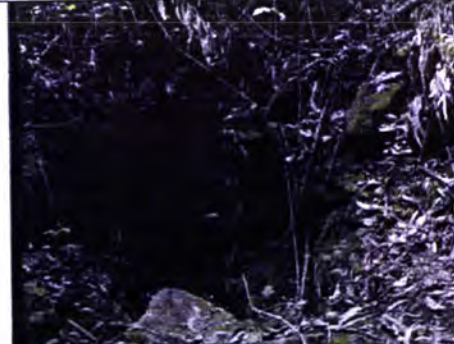
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		M22	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Minas de Particulares	
Localização em relação ao traçado (m)		sob o traçado entre os km 4+450 a 4+550 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 433	
	P	441 235	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Milheirós de Poiares	
Povoação mais próxima		Gaiate	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Quartzíticas	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com informação da junta de freguesia este conjunto de minas conflui num único ponto, localizada a cerca de 20 m a Oeste do traçado (km 4+500 do Trecho 2), sendo a partir deste ponto a água canalizada para um tanque em Gaiate
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		3 minas com galerias	
Uso de água		Rega e Usos Domésticos – Fontanário com lavadouro em Gaiate, Autogaiate (Oficina)	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F7	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário de Bajouca	
Localização em relação ao traçado (m)		150 m a Oeste, do km 5+600 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 882	
	P	441 722	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Pigeiros	
Povoação mais próxima		Bajouca	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com informação da população local era um fontanário público que tinha um lavadouro associado e que era utilizado com frequência, mas actualmente encontra-se totalmente ao abandono
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Associadas a uma mina	
Uso de água		Sem uso	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F8	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário de Tresuma	
Localização em relação ao traçado (m)		475 m a Oeste, do km 5+750 - Trecho 2	
Coordenadas	M	229 318	
	P	341 774	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Pigeiros	
Povoação mais próxima		Bajouca	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com a população local este fontanário continua a ser usado para o consumo doméstico junta de freguesia a galeria da mina apresenta. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Associadas a uma mina	
Uso de água		Consumo doméstico	

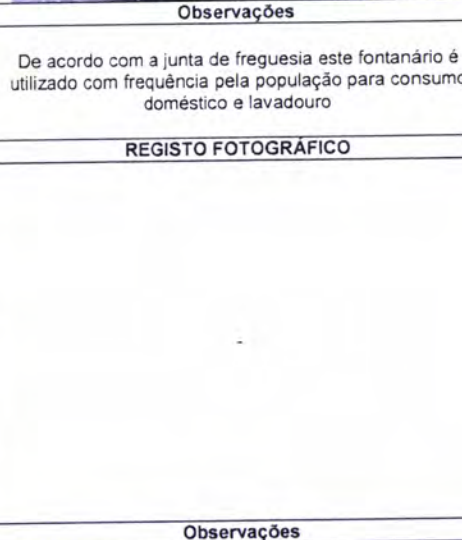
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M23		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob o Nó com a Via Feira/Mansores (Trecho 2)		
Coordenadas	M	228 762	
	P	441 567	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Pigeiros		
Povoação mais próxima	Gandara		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a população local esta mina de água utilizada para rega. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal pois não foi possível detectá-la no campo
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina		
Uso de água	Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M24		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob traçado, km 5+500 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 680	
	P	441 667	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Pigeiros		
Povoação mais próxima	Gandara		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a população local esta mina de água utilizada para rega. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal.
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina		
Uso de água	Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M25		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	80 m a Este do km 5+750 – Trecho 2		
Coordenadas	M	228 674	
	P	441 978	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Pigeiros		
Povoação mais próxima	Bajouca		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Quartzíticas		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a população local esta mina de água utilizada para rega. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal pois não foi possível detectá-la no campo
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina localizada na linha de talvegue		
Uso de água	Rega		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M26		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob traçado, km 5+950 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 819	
	P	442 167	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Pigeiros		
Povoação mais próxima	Aldeia		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Quartzíticas		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)			De acordo com a população local esta mina de água utilizada para rega. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica			
Condições de emergência da água	Mina		
Uso de água	Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M27		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob o traçado, km 6+250 - Trecho 2		
Coordenadas	M		
	P		
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Pigeiros		
Povoação mais próxima	Sobreiro		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Quartzíticas		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)			De acordo com a população local esta mina de água utilizada para rega. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica			
Condições de emergência da água	Mina		
Uso de água	Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M28		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	Sob o traçado, km 5+750 – Trecho 2		
Coordenadas	M	228 864	
	P	442 584	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Pigeiros		
Povoação mais próxima	Sobreiro		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Quartzíticas		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)			De acordo com a população local esta mina de água utilizada para rega. No entanto não foi possível proceder à medição do caudal.
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica			
Condições de emergência da água	Mina localizada na linha de talvegue		
Uso de água	Rega		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F9	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário de Pigeiro/Cavadas	
Localização em relação ao traçado (m)		25 m a Oeste, do km 6+850 – Trecho 2	
Coordenadas	M	228 938	
	P	443 006	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Romariz	
Povoação mais próxima		Cavadas	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Quartzíticas	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto dos metassedimentos com as rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Fontanário público com lavadouro associado, usado pela população local para rega. Ainda segundo a população encontra-se associado a um poço (P1).
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina sem galeria, com ligação ao Fontanário (caudal controlado através de torneira)	
Uso de água		Lavadouro, rega e consumo doméstico	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F10	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário das Duas Igrejas	
Localização em relação ao traçado (m)		200 m a Oeste, da área de serviço e 350 m do km 7+200 – Trecho 2	
Coordenadas	M	228 407	
	P	443 300	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Romariz	
Povoação mais próxima		Vales/Coelheira	
Sub-Bacia Hidrográfica		Ribeira do Cercal	
Curso de Água		Afluente da ribeira do Cercal	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Fontanário público com bica, usado pela população local para consumo. Segundo a população local encontra-se associado a uma mina localizada a cerca de 20 m a montante associada a um filonete de quartzo. No entanto não foi possível detecta-la no reconhecimento de campo
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina sem galeria, com ligação ao Fontanário (caudal controlado através de torneira)	
Uso de água		Consumo doméstico	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		P1	
Tipo de Ponto de Água		Poço	
Designação		Poço Comunitário de Cavadas	
Localização em relação ao traçado (m)		15 m a Oeste, do km 6+800 – Trecho 2	
Coordenadas	M	228 830	
	P	443 001	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Romariz	
Povoação mais próxima		Cavadas	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Segundo a população local este poço encontra-se associado ao fontanário F9.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Poço com drenos	
Uso de água		Rega e uso doméstico	

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	P2		
Tipo de Ponto de Água	Poço		
Designação	Poço Comunitário de Estoze		
Localização em relação ao traçado (m)	300 m a Oeste, do km 7+300 – Trecho 2		
Coordenadas	M	228 971	
	P	443 655	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Guisande		
Povoação mais próxima	Estoze		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Segundo a junta de freguesia de Guisande este poço encontra-se ligado a uma bica localizada no centr de Estoze
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Poço com drenos		REGISTO FOTOGRÁFICO
Uso de água	Consumo doméstico		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	F11		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário		
Designação	Fontanário de Estoze		
Localização em relação ao traçado (m)	600 m a Oeste, do km 7+300 – Trecho 2		
Coordenadas	M	229 234	
	P	443 712	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Guisande		
Povoação mais próxima	Estoze		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a junta de freguesia a água deste fontanário devido à sua qualidade é utilizada apenas no lavadouro e rega
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Mina adjacente ao fontanário		REGISTO FOTOGRÁFICO
Uso de água	Lavadouro e Rega		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	M29		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina de Particular		
Localização em relação ao traçado (m)	80 m a Oeste, do km 7+600 - Trecho 2		
Coordenadas	M	228 602	
	P	143 987	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Guisande		
Povoação mais próxima	-		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Rochas Granitóides		
Armadilha hidrogeológica suposta	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		Trata-se de duas minas que apresentam as mesmas características. De acordo com a junta de freguesia a água destas minas é utilizada apenas na rega e no período de estiagem não apresentam caudal
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	Associadas a nascente da linha de talvegue		
Uso de água	Rega		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		M30	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina do Viso (Nascente) – Junta de Freguesia	
Localização em relação ao traçado (m)		750 m a Este, do km 7+800 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 119	
	P	443 974	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Cimo da Aldeia	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com os metassedimentos do Complexo Xisto-Garvâquico	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público da N.ª Sra da Fortuna (F13). A medição de caudal corresponde ao valor registado no fontanário
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		nascente associada da linha de talvegue	
Uso de água		Consumo doméstico (Fontanário Público F13)	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		M31	
Tipo de Ponto de Água		Mina/Poço	
Designação		Mina Particular	
Localização em relação ao traçado (m)		50 m a Este, do km 8+100 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 158	
	P	444 156	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Cimo da Aldeia	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com os metassedimentos do Complexo Xisto-Garvâquico	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		0,4	De acordo com o proprietário o poço apresenta uma profundidade com cerca de 20 m encontrando-se o nível de água a cerca de 19 m. Actualmente a água desta captação é utilizada para consumo doméstico particular. Não foi possível proceder à medição de caudal.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Poço com drenos	
Uso de água		Usos domésticos de 4 casas particulares (famílias)	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		M32	
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina do Cimo da Vila – Junta de Freguesia	
Localização em relação ao traçado (m)		Sob o traçado, km 8+450 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 260	
	P	444 386	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Cimo da Aldeia	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com os metassedimentos do Complexo Xisto-Garvâquico	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Cimo da Vila (F12). A medição de caudal corresponde ao valor registado no fontanário
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		nascente associada da linha de talvegue	
Uso de água		Consumo Doméstico (Fontanário Público F12)	

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F12	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público de Cimo da Vila	
Localização em relação ao traçado (m)		300 m a Oeste, do km 7+450 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 471	
	P	445 578	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Cimo da Aldeia	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadiça hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com os metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		0.66	De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico e lavadouro
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Associadas à mina M32	
Uso de água		Consumo doméstico	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F13	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público do Viso (N.ª Sra da Fortuna N.ª Sra da Fortuna)	
Localização em relação ao traçado (m)		500 m a Oeste, do km 8+650 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 589	
	P	444 801	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Cimo da Aldeia	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadiça hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com os metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		0,4	De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Associadas à mina M30	
Uso de água		Consumo doméstico	

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F14	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público da Reguenga	
Localização em relação ao traçado (m)		90 m a Oeste, do km 0+300 - Trecho 3	
Coordenadas	M	228 260	
	P	445 755	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Cruz de Ferro	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadilha hidrogeológica suposta		Nascente associada à linha de talvegue	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		0,76	De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico e lavadouro
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Associadas à mina M32	
Uso de água		Consumo doméstico	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F15	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público de Gião	
Localização em relação ao traçado (m)		450 m a Oeste, do km 0+850 - Trecho 3	
Coordenadas	M	228 360	
	P	446 507	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Gião	
Povoação mais próxima		Fundo da Aldeia	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		0,1	De acordo com a população local este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Poço com drenos adjacente ao fontanário	
Uso de água		Consumo doméstico e Lavadouro	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F16	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público de Canedinho Sul	
Localização em relação ao traçado (m)		200 m a Oeste, do km 3+100 - Trecho 3	
Coordenadas	M	228 128	
	P	447 997	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Gião	
Povoação mais próxima		Canedinho	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		0,34	De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico e rega
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina associada da linha de talvegue	
Uso de água		Consumo Doméstico e Rega	

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	F17		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário		
Designação	Fontanário Público de Canedinho Norte		
Localização em relação ao traçado (m)	150 m a Oeste, do km 3+400 - Trecho 3		
Coordenadas	M	228 323	
	P	448 148	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Gião		
Povoação mais próxima	Canedinho		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta	Nascente associada à linha de talvegue		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,2		De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico e lavadouro
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica			
Condições de emergência da água	Duas mina associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo Doméstico		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	F18		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário		
Designação	Fontanário Público de Canedo		
Localização em relação ao traçado (m)	125 m a Este, do km 3+100 - Trecho 3		
Coordenadas	M	227 894	
	P	448 347	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Canedo		
Povoação mais próxima	Canedinho		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta			
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,21		De acordo com a população local este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico.
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica			
Condições de emergência da água	Duas mina associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo doméstico e Lavadouro		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			
Nº de Inventário	F19		
Tipo de Ponto de Água	Fontanário		
Designação	Fontanário Público da Rua da Fonte Fria		
Localização em relação ao traçado (m)	300 m a Oeste, do km 4+450 - Trecho 3		
Coordenadas	229 281		
	448 878		
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Vila Maior		
Povoação mais próxima	Vila Maior		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta			
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	0,33		De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico e lavadouro, no entanto actualmente a qualidade da água não está a ser controlada
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica			
Condições de emergência da água	Mina associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo Doméstico e rega		
Uso de água	Sem uso		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F20	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público de Cedofeita	
Localização em relação ao traçado (m)		150 m a Oeste, do km 4+900 - Trecho 3	
Coordenadas	M	229 078	
	P	449 435	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Vila Maior	
Povoação mais próxima		Cedofeita	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	Observações De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico, no entanto actualmente a qualidade da água não está a ser controlada
Registo de campo			
Caudal (l/s)		0,04	
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina associada da linha de talvegue	
Uso de água		Consumo Doméstico e Rega	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F21	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público da Corredoura	
Localização em relação ao traçado (m)		500 m a Oeste, do km 6+000 - Trecho 3	
Coordenadas	M	229 582	
	P	450 482	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Vila Maior	
Povoação mais próxima		Lobel	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	Observações De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico, no entanto actualmente a qualidade da água não está a ser controlada
Registo de campo			
Caudal (l/s)		0,07	
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Mina/nascente	
Uso de água		Consumo doméstico e Lavadouro	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F22	
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário Público de Lobel	
Localização em relação ao traçado (m)		550 m a Este, do km 5+900 - Trecho 3	
Coordenadas	M	229 582	
	P	450 482	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Vila Maior	
Povoação mais próxima		Estrada	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Uíma	
Curso de Água		Afluente do rio Uíma	
Aquífero/Unidade geológica		Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático	
Armadilha hidrogeológica suposta		-	Observações De acordo com a junta de freguesia este fontanário é utilizado com frequência pela população para consumo doméstico, no entanto actualmente a qualidade da água não está a ser controlada
Registo de campo			
Caudal (l/s)		0,25	
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		mina associada da linha de talvegue	
Uso de água		Consumo doméstico e Lavadouro	

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M33		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Canedinho Sul
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina (Nascente) – Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	100 m a Oeste, do km 3+250 - Trecho 3		
Coordenadas	M	228 156	
	P	148 087	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Gião		
Povoação mais próxima	Canedinho		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta	-		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Canedinho Sul
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	nascente associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo doméstico (Fontanário Público F16)		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M34		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Canedinho Norte
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Duas Minas (Nascente) – Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	50 m a Oeste, do km 3+350 - Trecho 3		
Coordenadas	M	228 319	
	P	148 171	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Gião		
Povoação mais próxima	Canedinho		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Inha		
Curso de Água	Afluente da ribeira da Mota		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta	-		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Canedinho Norte
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	nascente associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo doméstico (Fontanário Público F17)		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M35		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Canedinho Norte
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Duas Minas Particulares		
Localização em relação ao traçado (m)	50 m a Oeste, do km 4+500 - Trecho 3		
Coordenadas	M	229 101	
	P	449 072	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Vila Maior		
Povoação mais próxima	Vila Maior		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta	-		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público do Canedinho Norte
Cota do terreno (m)	-		
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	nascente associada da linha de talvegue		
Uso de água	Rega - Particular		

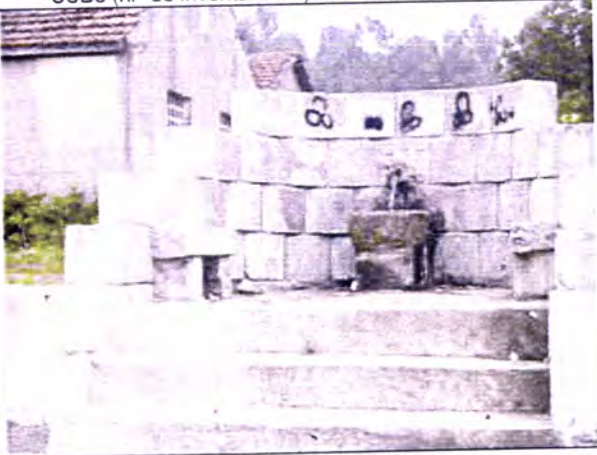
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M36		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina – Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	50 m a Este, do km 4+900 - Trecho 3		
Coordenadas		228 862	
		449 310	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Vila Maior		
Povoação mais próxima	Cadofeita		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta	-		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público de Cedofeita
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	nascente associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo doméstico (Fontanário Público F23)		
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário	M37		
Tipo de Ponto de Água	Mina		
Designação	Mina – Junta de Freguesia		
Localização em relação ao traçado (m)	150 m a Oeste, do km 5+750 - Trecho 3		
Coordenadas	M	229 239	
	P	450 303	
Concelho	Santa Maria da Feira		
Freguesia	Vila Maior		
Povoação mais próxima	Lobel		
Sub-Bacia Hidrográfica	Rio Uíma		
Curso de Água	Afluente do rio Uíma		
Aquífero/Unidade geológica	Metassedimentos do Complexo Xisto-Garvático		
Armadilha hidrogeológica suposta	-		
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)	-		De acordo com a junta de freguesia esta nascente encontra-se ligada ao fontanário público de Lobel
Cota do terreno (m)			
Cota Piezométrica	-		
Condições de emergência da água	nascente associada da linha de talvegue		
Uso de água	Consumo doméstico (Fontanário Público F25)		

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		M1a	--
Tipo de Ponto de Água		Mina	
Designação		Mina da captação municipal de Nogueira do Cravo (n.º15)	
Localização em relação ao traçado (m)		550 m a W do km 6+600 – Trecho 1	
Coordenadas	M	226 678 – 226 701	
	P	336 615 – 436 448	
Concelho		Oliveira de Azeméis	
Freguesia		Nogueira do Cravo	
Povoação mais próxima		Terças	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã	
Curso de Água		Ribeira do Pintor	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovício	
Armadiilha hidrogeológica suposta		-	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	Minas de água associada a um poço de abastecimento municipal da câmara municipal de Oliveira de Azeméis. Esta captação municipal actualmente está desactivada (n.º 15). De acordo com informação dos técnicos da câmara estas mina apresenta um galeria com um desenvolvimento de aproximadamente 20m.
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Minas com galena associadas à captação municipal n.º 15	
Uso de água		Abastecimento público (actualmente em reserva)	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F6a	--
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário de Gaiate	
Localização em relação ao traçado (m)		425 m a Oeste, do km 4+200 - Trecho 2	
Coordenadas	M	228 477	
	P	440 322	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Milheirós de Poiares	
Povoação mais próxima		Gaiate	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Antuã	
Curso de Água		Afluente do rio Antuã	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadiilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com a junta de freguesia a água deste fontanário devido à sua qualidade é utilizada apenas no lavadouro e rega
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		-	
Uso de água		Lavadouro e rega	
CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE ÁGUA			REGISTO FOTOGRÁFICO
Nº de Inventário		F11a	--
Tipo de Ponto de Água		Fontanário	
Designação		Fontanário do Outeiro	
Localização em relação ao traçado (m)		630 m a Oeste, do km 8+000 – Trecho 2	
Coordenadas	M	228 970	
	P	444 346	
Concelho		Santa Maria da Feira	
Freguesia		Guisande	
Povoação mais próxima		Estoze	
Sub-Bacia Hidrográfica		Rio Inha	
Curso de Água		Afluente da ribeira da Mota	
Aquífero/Unidade geológica		Rochas Granitóides	
Armadiilha hidrogeológica suposta		Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício	
Registo de campo			Observações
Caudal (l/s)		-	De acordo com a junta de freguesia a água deste fontanário é utilizada com frequência pela população para consumo doméstico
Cota do terreno (m)		-	
Cota Piezométrica		-	
Condições de emergência da água		Associadas a nascente da linha de talvegue	
Uso de água		Consumo Doméstico	

ANEXO B
FICHAS DE REGISTO DA
MONITORIZAÇÃO DAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS

SUB 1 (300 m a poente do km 3+500 – Trecho 2)		
Designação do Ponto		SUB1 (n.º de Inventário F5) – Fontanário do Campo de Tiro
Registo fotográfico		
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		12 h 00 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Santa Maria da Feira
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Afluente do rio Antuã
	Aquífero	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício
	Povoação mais próxima	Milheiros de Poiares
	Coordenadas	M= 228 128 P= 439 917
Medições Realizadas “in situ”	Acesso	EM1628
	Temperatura da água (°C)	12.0
	pH	6.0
	Condutividade uS/cm	105
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.5
	Volume extraído (m³/dia)	-
	Caudal (l/s)	1.2
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	230
	NHE à referência (m)	-
	Altura de referência ao terreno (m)	-
	Profundidade da Captação (m)	-
	Nível Hidroestático (m)	-
	Cota Piezométrica (m)	-
Modo de colheita da amostra de água	Local	Directa da bica
Observações visuais	Tipo de Captação	Fontanário
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Florestal
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
	Cheiro	Inodoro
Uso da Água	De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado com frequência	

SUB 2 (350 m a poente do km 2+500 – Trecho 2)		
Designação do Ponto		SUB2 (n.º de Inventário F3) – Fontanário do Rato
Registo fotográfico		
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		12 h 50 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Santa Maria da Feira
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Afluente do rio Antuã
	Aquífero	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício
	Povoação mais próxima	Milheiros de Poiares
	Coordenadas	M= 227 669 P= 438 857
Medições Realizadas "in situ"	Acesso	EN 255
	Temperatura da água (°C)	11.9
	pH	5.83
	Condutividade uS/cm	108
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.3
	Volume extraído (m³/dia)	-
	Caudal (l/s)	0.07
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	255
	NHE à referência (m)	-
	Altura de referência ao terreno (m)	-
	Profundidade da Captação (m)	-
	Nível Hidroestático (m)	-
	Cota Piezométrica (m)	-
Modo de colheita da amostra de água	Local	Directa da bica
Observações visuais	Tipo de Captação	Fontanário
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Florestal e algumas habitações a jusante
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
	Cheiro	Inodoro
Uso da Água	De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado com pouca frequência	

SUB 3 (250 m a ponte do km 4+200 – Trecho 2)		
Designação do Ponto Registo fotográfico		SUB3 (n.º de Inventário F6) – Fontanário do Parque 
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		13 h 05 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Santa Maria da Feira
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Afluente do rio Antuã
	Aquífero	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovício
	Povoação mais próxima	Milheiros de Poiares
	Coordenadas	M= 228 252 P= 440 047
	Acesso	EM 513
Medições Realizadas “in situ”	Temperatura da água (°C)	13.1
	pH	5.95
	Condutividade uS/cm	69
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.8
	Volume extraído (m³/dia)	-
	Caudal (l/s)	0.8
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	230
	NHE à referência (m)	-
	Altura de referência ao terreno (m)	-
	Profundidade da Captação (m)	-
	Nível Hidroestático (m)	-
	Cota Piezométrica (m)	-
Modo de colheita da amostra de água	Local	Directa da bica
	Tipo de Captação	Fontanário
Observações visuais	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Habitacões
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
	Cheiro	Inodoro
Uso da Água	De acordo com informação da junta de freguesia e da população local é um fontanário público que é utilizado com frequência	

* Valor extrapolado através de informação do proprietário, da CCDR-Norte e dados do INSAAR, 2009

SUB 4 (500 m a sudoeste do km 0+000 – Trecho 1)		
Designação do Ponto		SUB4 (n.º 4 de Inventário da captação municipal) – Captação Municipal de Fuseiras
Registo fotográfico		
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		10 h 10 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Oliveira de Azeméis
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Ínsua
	Curso de água	Rio Antuã
	Aquífero	Aluviões
	Povoação mais próxima	Oliveira de Azeméis
	Coordenadas	M= 227 627 P= 430 634
Medições Realizadas “in situ”	Acesso	EN 224
	Temperatura da água (°C)	12.4
	pH	5.91
	Condutividade uS/cm	180
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.3
	Volume extraído * (m³/dia)	2125
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	130
	NHE à referência (m)	2.70
	Altura de referência ao terreno (m)	0.40
	Profundidade da Captação (m)	12.60
	Nível Hidroestático (m)	2.30
	Cota Piezométrica (m)	127.7
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (com recurso a um balde)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área florestal
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Fuseiras (Poço com drenos desactivado)	

* Valor extrapolado através de informação da base de dados do INSAAR, 2009

SUB 5 (45 m a nascente do km 0+375 – Trecho 2)		
Designação do Ponto		SUB5 (n.º 19 de Inventário da captação municipal) – Bica afecta à Captação Municipal de Macieira de Sarnes 1
Registo fotográfico		
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		11 h 00 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Oliveira de Azeméis
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Afluente da ribeira do Pintor
	Aquífero	Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovício
	Povoação mais próxima	Macieira de Sarnes
	Coordenadas	M= 226 231 P= 437 384
Medições Realizadas "in situ"	Acesso	EM 513
	Temperatura da água (°C)	12.2
	pH	5.1
	Condutividade uS/cm	48
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.9
	Volume extraído * (m³/dia)	244
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	310
	NHE à referência (m)	1.60
	Altura de referência ao terreno (m)	0.60
	Profundidade da Captação (m)	12.00
	Nível Hidroestático (m)	1.00
	Cota Piezométrica (m)	309
Modo de colheita da amostra de água	Local	Bica
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço com mina associada
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área florestal
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Macieira de Sarnes 1 (Mina desactivada)	

* Valor extrapolado através de informação da base de dados do INSAAR, 2009

SUB 6 (175 m a poente do km 6+150 – Trecho 2)		
Designação do Ponto Registo fotográfico		SUB6 – Captação Particular 
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		11 h 50 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Oliveira de Azeméis
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Afluente da ribeira do Cercal ou Verde
	Aquífero	Contacto das Rochas Granitóides com rochas quartzíticas e xistos-quartzíticos do Ordovícico
	Povoação mais próxima	Nogueira do Cravo
	Coordenadas	M= 226 352 P= 436 096
Medições Realizadas "in situ"	Acesso	EM 513
	Temperatura da água (°C)	14.9
	pH	5.04
	Condutividade uS/cm	44
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.3
	Volume extraído * (m³/dia)	5
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	292
	NHE à referência (m)	11.5
	Altura de referência ao terreno (m)	0.50
	Profundidade da Captação (m)	13
	Nível Hidroestático (m)	11.0
	Cota Piezométrica (m)	281
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (Directa - Torneira)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Social
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Abastecimento doméstico particular e Rega	

* Valor extrapolado através de informação do proprietário

SUB 7 (50 m a poente do km 1+700 – Trecho 2)		
Designação do Ponto Registo fotográfico		SUB7 – Captação Particular
		
Data da Colheita		24 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		12 h 50 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Oliveira de Azeméis
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Ribeira do Pintor
	Aquífero	Contacto das Rochas Granitóides com os Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico
	Povoação mais próxima	Macieira de Sarnes
	Coordenadas	M= 226 858 P= 438 462
	Acesso	EN 327
Medições Realizadas "in situ"	Temperatura da água (°C)	13.5
	pH	6.06
	Condutividade uS/cm	181
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.4
	Volume extraído * (m³/dia)	10
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	274
	NHE à referência (m)	3.10
	Altura de referência ao terreno (m)	0.30
	Profundidade da Captação (m)	7.80
	Nível Hidroestático (m)	2.80
	Cota Piezométrica (m)	271.2
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (Directa - Torneira)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área agrícola
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Abastecimento doméstico particular e Rega	

* Valor extrapolado através de informação do proprietário

SUB 8 (150 m a poente do km 0+375 – Trecho 2)		
Designação do Ponto	SUB 8 (n.º 27 de Inventário da captação municipal) – Captação Municipal de Macieira de Sarnes 2	
Registo fotográfico		
Data da Colheita	24 de Março de 2009	
Tempo de duração da colheita	15 min	
Hora da colheita	14 h 30 min	
Estado do Tempo	Céu limpo e Vento Fraco	
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Oliveira de Azeméis
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Ribeira do Pintor
	Aquífero	Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovícico
	Povoação mais próxima	Macieira de Sarnes
	Coordenadas	M= 226 547 P= 437 212
Medições Realizadas "in situ"	Acesso	EM 513
	Temperatura da água (°C)	13.8
	pH	5.2
	Condutividade uS/cm	58
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	13.2
	Volume extraído * (m³/dia)	122
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	274
	NHE à referência (m)	1.50
	Altura de referência ao terreno (m)	0.20
	Profundidade da Captação (m)	8.30
	Nível Hidroestático (m)	1.30
	Cota Piezométrica (m)	272.7
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (com recurso a um balde)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Florestal
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Macieira de Sarnes 2 (Poço com drenos desactivado)	

* Valor extrapolado através de informação da base de dados do INSAAR, 2009

SUB 9 (550 m a poente do km 6+600 – Trecho 2)		
Designação do Ponto		SUB 9 (n.º 15 de Inventário da captação municipal) – Captação Municipal de Lagos
Registo fotográfico		
Data da Colheita		25 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		15 h 00 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Oliveira de Azeméis
	Bacia	Rio Vouga
	Sub-Bacia	Rio Antuã
	Curso de água	Ribeira do Pintor
	Aquífero	Rochas Quartzíticas e Xistos-Quartzíticos do Ordovício
	Povoação mais próxima	Macieira de Sarnes
	Coordenadas	M= 226 897 P= 436 515
	Acesso	EM 513
Medições Realizadas "in situ"	Temperatura da água (°C)	14.8
	pH	5.4
	Condutividade uS/cm	78
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	10.8
	Volume extraído * (m³/dia)	97.2
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	265
	NHE à referência (m)	2.00
	Altura de referência ao terreno (m)	1.00
	Profundidade da Captação (m)	8.00
	Nível Hidroestático (m)	1.00
	Cota Piezométrica (m)	264
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (com recurso a um balde)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Florestal
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
	Cheiro	Inodoro
Uso da Água	Produção de Água para Consumo Humano – Captação Municipal de Lagos (Poço e galeria de mina - desactivado)	

* Valor extrapolado através de informação da base de dados do INSAAR, 2009

SUB 10 (50 m a poente do km 7+800 – Trecho 2)		
Designação do Ponto		SUB 10 – Captação Particular
Registo fotográfico		
Data da Colheita		25 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		16 h 00 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Santa Maria da Feira
	Bacia	Rio Douro
	Sub-Bacia	Rio Inha
	Curso de água	Afluente da ribeira da Mota
	Aquífero	Contacto das Rochas Granitóides com os Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico
	Povoação mais próxima	Guisande
	Coordenadas	M= 228 512 P= 444 018
	Acesso	CM 1069-1
Medições Realizadas "in situ"	Temperatura da água (°C)	12.9
	pH	5.8
	Condutividade uS/cm	154
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.6
	Volume extraído * (m³/dia)	5
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	275
	NHE à referência (m)	13.10
	Altura de referência ao terreno (m)	0.40
	Profundidade da Captação (m)	14.60
	Nível Hidroestático (m)	12.70
	Cota Piezométrica (m)	262.3
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (Directa - Torneira)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Social e Agrícola
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
	Cheiro	Inodoro
Uso da Água	Abastecimento doméstico particular e Rega	

* Valor extrapolado através de informação do proprietário

SUB 12 (100 m a poente do km 0+850 – Trecho 3)		
Designação do Ponto		SUB 12 – Captação Particular
Registo fotográfico		
Data da Colheita		25 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		17 h 00 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Santa Maria da Feira
	Bacia	Rio Douro
	Sub-Bacia	Rio Inha
	Curso de água	Afluente da ribeira da Mota
	Aquífero	Metassedimentos do Complexo Xisto-Gravváquico
	Povoação mais próxima	Gião (Fundo da Aldeia)
	Coordenadas	M= 228 133 P= 446 316
	Acesso	EN 326
Medições Realizadas "in situ"	Temperatura da água (°C)	14.0
	pH	5.4
	Condutividade uS/cm	202
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.1
	Volume extraído * (m³/dia)	10
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	170
	NHE à referência (m)	7.20
	Altura de referência ao terreno (m)	0.70
	Profundidade da Captação (m)	11.60
	Nível Hidroestático (m)	6.5
	Cota Piezométrica (m)	163.5
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (com recurso a um balde)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Social e Agrícola
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Abastecimento doméstico particular e Rega	

* Valor extrapolado através de informação do proprietário

SUB 13 (75 m a poente do km 3+950 – Trecho 3)		
Designação do Ponto Registo fotográfico		SUB 13 – Captação Particular 
Data da Colheita		25 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		17 h 20 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Aveiro
	Concelho	Santa Maria da Feira
	Bacia	Rio Douro
	Sub-Bacia	Rio Uíma
	Curso de água	Afluente do rio Uíma
	Aquífero	Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico
	Povoação mais próxima	Vila Maior (Boavista)
	Coordenadas	M= 228 828 P= 448 450
Medições Realizadas "in situ"	Acesso	EN 222
	Temperatura da água (°C)	14.7
	pH	5.1
	Condutividade uS/cm	425
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	10.8
	Volume extraído * (m³/dia)	5
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	240
	NHE à referência (m)	-
	Altura de referência ao terreno (m)	-
	Profundidade da Captação (m)	-
	Nível Hidroestático (m)	-
	Cota Piezométrica (m)	-
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (Directa - Torneira)
	Tipo de Captação	Poço
Observações visuais	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Social e Agrícola
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
	Cheiro	Inodoro
Uso da Água		Abastecimento doméstico particular e Rega

* Valor extrapolado através de informação do proprietário



SUB 15 (400 m a nascente do km 14+750 – Trecho 3)		
Designação do Ponto		SUB 15 – Captação Particular
Registo fotográfico		
Data da Colheita		25 de Março de 2009
Tempo de duração da colheita		15 min
Hora da colheita		18 h 55 min
Estado do Tempo		Céu limpo e Vento Fraco
Localização	Distrito	Porto
	Concelho	Vila Nova de Gaia
	Bacia	Rio Douro
	Sub-Bacia	Rio Febros
	Curso de água	Afluentes do rio Febros
	Aquífero	Metassedimentos do Complexo Xisto-Grauváquico
	Povoação mais próxima	Alheira de Aquem
	Coordenadas	M= 234 243 P= 457 042
Medições Realizadas "in situ"	Acesso	EM 631
	Temperatura da água (°C)	14.4
	pH	5.0
	Condutividade uS/cm	222
	Oxigénio Dissolvido (mg/l)	11.1
	Volume extraído * (m³/dia)	5
	Caudal (l/s)	-
	Ponto de Referência (PR)	Cota do Terreno
	Cota do terreno (m)	80
	NHE à referência (m)	-
	Altura de referência ao terreno (m)	-
	Profundidade da Captação (m)	-
	Nível Hidroestático (m)	-
	Cota Piezométrica (m)	-
Modo de colheita da amostra de água	Local	Extracção manual (Directa - Tomeira)
Observações visuais	Tipo de Captação	Poço
	Captação	Isolada
	Área envolvente da captação	Área Social e Agrícola
	Cor	Incolor
	Aparência	Boa
Uso da Água	Cheiro	Inodoro
	Abastecimento doméstico particular e Rega	

* Valor extrapolado através de informação do proprietário