

EN222
A32/IC2 (NÓ DE CANEDO) / SERRINHA



PROJETO DE EXECUÇÃO

P16 – ESTUDOS AMBIENTAIS

**P16.2 – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL
DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)**

P16.2.3 – ESTUDOS COMPLEMENTARES

P16.2.3.5 – MODELO PREQUALE

JULHO 2023



coba
Portugal

IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.

EN 222 - A32/IC2 (NÓ DE CANEDO) / SERRINHA

PROJETO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE GERAL

VOLUMES QUE CONSTITUEM O ESTUDO:

P00 – PROJETO GERAL

- P0.1 – MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
- P0.2 – MEDIÇÕES
- P0.3 – ESTIMATIVA ORÇAMENTAL
- P0.4 – CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

P01 – TERRAPLENAGENS

- P1.1 – TRAÇADO
 - P1.1.1 – TRAÇADO GERAL
 - P1.1.2 – ROTUNDAS E LIGAÇÕES
 - P1.1.3 – RESTABELECIMENTOS
- P1.2 – GEOLOGIA E GEOTECNIA
- P1.3 – TERRAPLENAGENS GERAIS

P02 – DRENAGEM

P03 – PAVIMENTAÇÃO

P04 – OBRAS ACESSÓRIAS

- P4.1 – VEDAÇÕES E CAMINHOS PARALELOS
- P4.2 – OBRAS DE CONTENÇÃO
- P4.3 – SERVIÇOS AFETADOS
 - P4.3.1 – IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS AFETADOS
 - P4.3.2 – REPOSIÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DAS ÁGUAS DO DOURO E PAIVA
 - P4.3.3 – REPOSIÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DA INDAQUA FEIRA
 - P4.3.4 – REPOSIÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE TELECOMUNICAÇÕES
 - P4.3.5 – REPOSIÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS
 - P4.3.6 – REPOSIÇÃO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA
- P4.4 – CANAL TÉCNICO RODOVIÁRIO
- P4.5 – ILUMINAÇÃO
- P4.8 – OUTROS PROJETOS COMPLEMENTARES
 - P4.8.1 – PASSAGEM PARA A FAUNA PH 0-1
 - P4.8.2 – PASSAGEM PARA A FAUNA PH 1-3
 - P4.8.3 – PASSAGEM PARA A FAUNA PH 3-2

P05 – SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES

- P6.1 – PASSAGEM SUPERIOR PS1
- P6.2 – PASSAGEM SUPERIOR PS2

P08 – OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

- P8.1 – VIADUTO DE VALE COVA
- P8.2 – PONTE SOBRE O RIO INHA
- P8.3 – VIADUTO DE LABERCOS

P8.4 – PONTE SOBRE O RIBEIRO DO PORTAL

P8.5 – VIADUTO DA SERRINHA

P11 – EXPROPRIAÇÕES

P12 – PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE E COMPILAÇÃO TÉCNICA

P12.1 – PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS)

P12.2 – COMPILAÇÃO TÉCNICA (CT)

P14 – TRABALHOS AUXILIARES

P14.1 – CARTOGRAFIA

P14.2 – TOPOGRAFIA

P14.2.1 – APOIO TOPOGRÁFICO

P14.2.2 – TOPOGRAFIA

P14.3 – PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA ESPECIAL

P16 – ESTUDOS AMBIENTAIS

P16.2 – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

P16.3 – INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

P21 – PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (PPGRCD)

IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.

EN222 – A32/IC2 (NÓ DE CANEDO) / SERRINHA. PROJETO DE EXECUÇÃO

P16 – ESTUDOS AMBIENTAIS

**P16.2 - RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL COM O PROJETO DE EXECUÇÃO
(RECAPE)**

P16.2.3 – ESTUDOS COMPLEMENTARES

P16.2.3.5 – MODELO PREQUALE

Documento nº	40449-PE-1602-0302-MDJ-00	Data:	28.JUL. 2023
---------------------	---------------------------	--------------	--------------

	Nome	Função	Assinatura
Elaborado	Joana Magalhães	Hidráulica	JSMK
Verificado	Madalena Briz	Coordenação de Ambiente	Madalena Briz
Aprovado	José Prates Cravidão	Coordenação do projeto	JPC

Revisão	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado	Descrição
00	28.07.2023	JSM	MB	JPC	Primeira Emissão

IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.

EN222 – A32/IC2 (NÓ DE CANEDO) / SERRINHA. PROJETO DE EXECUÇÃO

P16 – ESTUDOS AMBIENTAIS

**P16.2 - RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL COM O PROJETO DE EXECUÇÃO
(RECAPE)**

P16.2.3 – ESTUDOS COMPLEMENTARES

P16.2.3.5 – MODELO PREQUALE

ÍNDICE

1	NOTA INTRODUTÓRIA	1
2	AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DE ESCORRÊNCIAS RODOVIÁRIAS.....	1
2.1	ENQUADRAMENTO.....	1
2.1.1	Modelo PREQUALE 1.1	3
2.2	APLICAÇÃO DO MODELO PREQUALE 1.1	4
2.2.1	Área de drenagem.....	5
2.2.2	Área impermeável	5
2.2.3	Chuvada de duração idêntica ao tempo de concentração.....	6
2.2.4	Precipitação média anual	7
2.3	RESULTADOS.....	9
2.3.1	Análise crítica de resultados.....	15
2.4	CONCLUSÕES.....	16
2.5	RECOMENDAÇÕES FINAIS	17
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Parâmetros relevantes para a caracterização da qualidade de escoamentos de estradas.....	2
Quadro 2.2 – Coeficientes de regressão	4
Quadro 2.3 – Intervalos de validade do PREQUALE 1.1	4
Quadro 2.4 – Coeficientes a e b da curva IDF para um período de retorno de 2 anos	7
Quadro 2.5 – Localização e Características das Estações Climatológicas	8
Quadro 2.6 – Média da quantidade de precipitação total por Estação Climatológica.....	8
Quadro 2.7 – Estimativa da precipitação total anual em função da altitude da rodovia para análise de escoamentos.....	8
Quadro 2.8 – Decreto-Lei n.º 236/98 de 01 de Agosto – Valores Limite	9
Quadro 2.9 – Projeto de Execução - Estimativa da concentração do poluente no ponto de descarga e Classificação de impactes.....	11

1 NOTA INTRODUTÓRIA

O presente documento constitui o **P16.2.3.5 – Estudos Complementares: Modelo Prequale** do **P16.2 - Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE)**, relativo ao Projeto de Execução do **EN222 – A32/IC2 (Nó de Canedo)/Serrinha**, contratado pela **IP – Infraestruturas de Portugal**, à **COBA**.

O projeto em análise tem como objetivo criar uma variante à atual EN222 entre o Nó de Canedo da A32/IC2 e a Zona Industrial de Serrinha, complementando uma variante já existente entre Serrinha e Castelo de Paiva e garantindo assim continuidade hierárquica à ligação rodoviária entre a sede de concelho e a A32.

O projeto irá ainda oferecer condições de circulação adequadas na EN222 entre Canedo e Serrinha, quer em termos de velocidade de circulação e nível de serviço (incluindo redução da distância a percorrer), quer em termos de segurança da circulação naquele percurso, que funciona como o principal acesso à A32 a partir de todas as localidades servidas pelo corredor viário da EN222.

O **P16.2 - RECAPE** é constituído pelos seguintes documentos, sendo que o presente integra o P16.2.3:

P16.2.1 – Resumo não Técnico (RNT)

P16.2.2 – Relatório Base (RB)

P16.2.3 – Estudos Complementares

P16.2.4 – Plano Geral de Monitorização (PGM)

P16.2.5 – Plano de Acompanhamento Ambiental da Obra (PAAO)

P16.2.6 – Peças Desenhadas

P.16.2.7 - Anexos

2 AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DE ESCORRÊNCIAS RODOVIÁRIAS

2.1 ENQUADRAMENTO

Os impactes sobre o meio hídrico podem acontecer em ambas fases de construção e de exploração de uma estrada.

Durante a **construção** o principal impacte deriva da movimentação de terras que origina um aumento dos sólidos em suspensão e da turvação da água na sua envolvente.

Já em fase de **exploração** numa estrada podem-se considerar como potenciais fontes de impactes, a poluição crónica (passagem dos veículos e processos ocorrentes nos materiais e mobiliário rodoviário), as atividades de manutenção (incluindo obras de reabilitação) e, ainda, as ocorrências resultantes de acidentes na rodovia, como por exemplo os derrames de substâncias indesejáveis. Os dois últimos casos constituem, respetivamente, poluição sazonal ou acidental.

Entre 2002 e 2006 o LNEC efetuou um estudo para a Estradas de Portugal, S.A. do qual resultou um método expedito para estimar concentrações de poluentes nas escorrências de estradas em Portugal. A partir daí foi desenvolvido o **PREQUALE**

(PREvisão da QUALidade das águas de Escorrência) baseado num conjunto de resultados e atualização de monitorizações entre 2008 e 2011 efetuadas em estradas nacionais no âmbito do projeto G-Terra, “Diretrizes para a gestão Integrada das Escorrências de Estradas em Portugal”, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Por forma a avaliar os impactes resultantes do aumento da concentração de poluentes com origem na circulação rodoviária nos principais pontos de descarga previstos no projeto de drenagem do Projeto de Execução, e, subsequentemente, nas linhas de água do meio recetor, de acordo com as DIRETRIZES PARA A GESTÃO INTEGRADA DAS ESCORRÊNCIAS DE ESTRADAS EM PORTUGAL [1] e fundamentando a produção do presente Anexo, utiliza-se o modelo PREQUALE 1.1.

A aplicação da modelação PREQUALE 1.1 exhibe resultados que incluem premissas como a Poluição crónica com origem na circulação de viaturas, a Poluição temporal resultante da manutenção da rodovia, a Poluição resultante de derrames acidentais e identifica os seguintes (Quadro 2.1) Poluentes-chave para caracterização das escorrências rodoviárias e controlo da poluição rodoviária.

Quadro 2.1 - Parâmetros relevantes para a caracterização da qualidade de escorrências de estradas

Grupo	Parâmetros
Parâmetros físico-químicos	pH; condutividade; turvação
Indicador da especiação dos metais pesados	Dureza total
Sólidos	SST
Metais pesados	Zn; Cu; Pb; Cd
Matéria orgânica agregada	CQO; CBO ₅ ; COT; Hidrocarbonetos totais
Nutrientes	N total; Nitratos; Fósforo Total

Ref. [1]

Estes parâmetros físico-químicos permitem, de um modo expedito, avaliar a variabilidade entre amostras e a variação qualitativa do potencial poluidor das águas de escorrência rodoviária:

- O pH da água fornece indicações sobre as características dos solos/rochas locais, sendo mais básico quando estes apresentam calcários. O pH permite ainda, através de diagramas próprios¹ ter uma ideia da forma química que um dado metal adquire;
- A condutividade permite avaliar grosseiramente a concentração iónica, nomeadamente a presença de metais pesados;
- A turvação está usualmente correlacionada com a concentração de SST;
- Os Sólidos Suspensos Totais, SST, além de, por si só, poderem causar impactes, muitos dos poluentes associam-se a estes e, por este motivo, os sistemas de tratamento de escorrências de estradas têm operações destinadas à sua remoção.
- A caracterização analítica diferenciada entre o parâmetro dissolvido e o parâmetro total dos metais pesados é relevante, nomeadamente para o Zn e o Cu que são poluentes muito significativos nas escorrências de estradas.

¹ Diagramas de Pourbaix.

Em Portugal, nos últimos anos, o Pb tem diminuído significativamente a sua concentração (por ter reduzido o consumo da gasolina com chumbo), e outros metais, como o Cd, o Cr e o Ni surgem muitas vezes em concentrações baixas, inferiores ao limite de quantificação analítica.

- A quantificação da matéria orgânica através do parâmetro indicador CQO também deve ser realizada.

A CBO₅, pela sua concentração reduzida, muitas vezes abaixo do limite de quantificação analítica, além de ter a limitação temporal da sua determinação após recolha da amostra, não é facilmente integrada em estudos de monitorização de escorrências de estradas. Parâmetros, como o COT e os hidrocarbonetos totais, também não são tão usuais considerando a sua complexa análise e elevados custos, no caso dos hidrocarbonetos.

Em Portugal, os resultados do projeto **G-Terra** indicaram que os poluentes rodoviários presentes de forma mais significativa e constante – por apresentarem concentrações mensuráveis e/ou superiores aos valores limites de emissão estipulados no Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º236/98 – são os seguintes: Zn, Cu, Fe, SST e CQO e encontram-se entre os principais parâmetros caracterizadores de escorrências de estradas em diferentes contextos de clima e tipo de estrada.

2.1.1 Modelo PREQUALE 1.1

O PREQUALE permite estimar as concentrações médias dos poluentes em causa, em mg/l, em águas de escorrência de estradas (AEE), no ponto de descarga da drenagem da estrada, i.e. antes de qualquer diluição ou tratamento, representando resultados o mais conservativo possível.

O modelo, calibrado com dados de monitorização de cargas poluentes (Concentração Média do Lugar, CML) em águas de escorrência de estradas em Portugal, baseia-se numa equação multiparamétrica em que as variáveis são a área de drenagem, a percentagem de impermeabilização desta, o volume médio anual da chuvada com duração igual ao período de concentração da bacia e a precipitação média anual.

A equação do PREQUALE toma a seguinte forma:

$$C_p = a_i (A^{\beta_1} \times I^{\beta_2} \times P^{\beta_3} \times P_{\text{anual}}^{\beta_4})$$

Ref. [1]

Onde

- C_p (mg/L) - CML (concentração média do lugar) estimada para o poluente em causa
- a_i , β_1 , β_2 , β_3 e β_4 - coeficientes de regressão (Quadro 2.2)
- A (km²) – área da bacia de drenagem
- I (%) - percentagem de impermeabilização da área da drenagem
- P (mm) - volume médio anual da chuvada com duração idêntica ao tempo de concentração da bacia
- P_{anual} - precipitação média anual.

Quadro 2.2 – Coeficientes de regressão

Carga poluente CML	ai	β_1	β_2	β_3	β_4	Coef.Corr.	
SST	(mg/l)	1.22E+44	0.257	-5.085	-28.797	-2.945	0.9696
CQO	(mg/l)	1.91E+25	0.1644	-3.165	-16.914	-1.064	1
Fe	(mg/l)	9.20E+44	-0.1491	-6.546	-28.229	-3.371	1
Zn	(mg/l)	1.15E+05	-0.135	-1.08	-0.323	-1.296	0.8843
Cu	(mg/l)	3.08E+01	0.036	-0.705	0.396	-0.702	0.9989

Ref. [1]

O PREQUALE 1.1 encontra-se validado para situações em que os parâmetros estejam dentro dos limites referidos no Quadro 2.3. Para valores não incluídos nesses intervalos deverá haver uma análise crítica adicional na interpretação dos resultados.

Quadro 2.3 – Intervalos de validade do PREQUALE 1.1

Parâmetro	(unidades)	Limite inferior	Limite superior
P	(mm)	6	7.5
A	(Km ²)	0.00025	0.065
I	(%)	40	100
P _{anual}	(mm)	560	1200

Ref. [1]

Ainda nas DIRECTRIZES PARA A GESTÃO INTEGRADA DAS ESCORRÊNCIAS DE ESTRADAS EM PORTUGAL se refere que a análise das curvas geradas pelo PREQUALE 1.1 demonstra que:

- Áreas (A) maiores, com menor percentagem de impermeabilização (I), induzem a maiores concentrações de SST, para uma mesma intensidade de P e valor de P_{anual}.
- Os SST mostram um marcado aumento de concentração em locais com P_{anual} inferior a 600 mm, demonstrando o peso do fator diluição.
- O Fe e, de forma mais atenuada, a CQO apresentam um comportamento semelhante aos SST. Uma explicação provável será que estes poluentes e, particularmente o Fe, estejam essencialmente associados aos sólidos.
- O Cu é o poluente cujas concentrações são mais independentes da área da bacia.
- O Zn apresenta concentrações mais baixas para áreas maiores, observação que corrobora o facto da sua origem principal serem as guardas de segurança rodoviária.

2.2 APLICAÇÃO DO MODELO PREQUALE 1.1

Considera-se que a água de escorrência da plataforma será encaminhada ao longo das suas bermas até à passagem hidráulica ou viaduto mais próximo, definido sob a plena via e para estes pontos identifica-se a concentração de poluentes que aflui ao meio recetor, antes de efeitos de diluição, através da modelação matemática que tem por base o modelo PREQUALE 1.1, ajustado à realidade portuguesa.

2.2.1 Área de drenagem

A área de drenagem (A , km^2) que converge num ponto de descarga do sistema de drenagem da estrada no meio circundante – quer seja o meio hídrico, o solo ou um sistema de tratamento - corresponde à área de cada sub-bacia hidrográfica do Projeto de Drenagem.

Esta primeira variável A em km^2 na aplicação válida do PREQUALE 1.1 tem de estar compreendida entre 0.00025 km^2 e 0.065 km^2 .

Verifica-se que todas as sub-bacias modeladas apresentam áreas de drenagem superiores ao limite mínimo, sendo que em 16 casos são superiores ao limite máximo do modelo. Em princípio poder-se-ia limitar o valor de A a 0.065 km^2 , i.e. considerando menor capacidade de diluição das cargas poluentes que a real nestes casos. No entanto, dado que esta limitação representa uma redução significativa dos poluentes SST, CQO e Fe, preferiu-se adotar no cálculo paramétrico o valor real de área de bacia drenada por ponto de descarga.

2.2.2 Área impermeável

À área de drenagem de cada sub-bacia, a montante de cada ponto de descarga, associa-se uma variável que representa a percentagem de área impermeável (I) a qual inclui a área do pavimento da estrada, áreas de taludes (de escavação e/ou aterro) e áreas impermeáveis de terrenos envolventes. A sua determinação, considerando o comprimento da via associado a cada sub-bacia, o Perfil Transversal Tipo mais desfavorável da rodovia aplicável (com maior largura de implantação e impermeabilização), o Uso do Solo na vertente de território artificializado para a solução em análise, e ainda um acréscimo de 10% de área impermeável de taludes (de escavação e/ou aterro) resulta, ainda assim, em muitos casos, em valores inferiores ao mínimo para aplicação válida do PREQUALE 1.1 (ver Quadro 2.7). Daí que nesses casos se adote um mínimo de área impermeável de 40%, estando-se também do lado da segurança. A áreas impermeáveis de 100% correspondem situações de pontes ou viadutos, as quais neste projeto, são em 4 casos.

2.2.2.1 Características da Rodovia

O lanço rodoviário da EN222 em avaliação terá o seu início na A32/IC2 no Nó de Canedo e terminará na Serrinha.

A solução em análise representa o Projeto de Execução corresponde à Solução Base + Alternativa 3 da fase anterior. Este traçado apresenta um comprimento total de via de 9,96 km de desenvolvimento.

O perfil transversal tipo em secção corrente, apresenta uma largura total de 10.00 m e a constituição do perfil transversal tipo é a seguinte:

- a) Uma faixa de rodagem com 7.00 m de largura, com uma via de 3.50 m em cada sentido;
- b) Duas bermas direitas com 1.50 m de largura, também pavimentadas, com a mesma inclinação transversal da faixa de rodagem.
- c) Nas zonas em aterro, prevê-se colocar numa faixa de 0.75 m de largura uma guarda de segurança quando a altura do aterro foi superior a 3.00 m, e ainda uma transição adjacente com 0.60 m de largura e uma inclinação de 10% para o exterior, constituindo a concordância entre a berma e o talude.
- d) Nas zonas em escavação está prevista a construção de uma valeta reduzida de betão triangular assimétrica com largura de 1.2 m e profundidade mínima de 0.20 m abaixo da fundação do pavimento.

O perfil transversal tipo com via de lentos à esquerda ou à direita do eixo, além do descrito no PTT1, inclui também uma via de lentos com 3.5 m de largura, à direita ou à esquerda do eixo, perfazendo uma largura total máxima da via de cerca de 13.50 m, acrescida de valeta de betão de um dos lados e de camadas de base e sub-base que se impermeabilizam além da guarda de segurança.

A largura assim assumida na avaliação PREQUALE 1.1, válida para todo o percurso de estrada projetada, corresponde ao caso mais desfavorável, com 16.05 m de largura impermeável. Esta simplificação representa uma situação mais desfavorável do que a que será realmente construída, associando-se assim a resultados mais conservativos.

A gama de altitudes no traçado final varia de 87.0 m a 220.5 m, sendo 156 m a altitude predominante.

A inclinação máxima dos trainéis é de (+/-) 9.2% e mínima de (+/-) 0.5%, porém a maioria tem inclinação de (+/-) 4.6%.

2.2.3 Chuvada de duração idêntica ao tempo de concentração

A variável chuvada de duração idêntica ao tempo de concentração (P , mm), à qual está associado o potencial para lavar os poluentes acumulados e que será representativa da região em causa, é dada pela precipitação média para um período de retorno de 2 anos. O seu cálculo inclui vários passos:

- Determinar o tempo de concentração (t_c) da área de drenagem considerada, face às características fisiográficas das áreas a drenar.

O documento [1] de referência recomenda a utilização da fórmula de *Kirpich*. No entanto, embora a sua aplicabilidade a bacias hidrográficas rurais e com canais bem definidos seja correta, os seus limites de aplicação estão restritos a bacias com declives entre 3 e 10%. Tal premissa não é verificada nas sub-bacias em estudo pois a mediana dos declives das bacias é de 24% e trata-se maioritariamente de bacias rurais e montanhosas.

Assim, preferiu-se a utilização da fórmula de *Temez*, de maior espectro de aplicação e também adotada e coerente com o Projeto de Drenagem das Passagens Hidráulicas. Considerou-se um valor mínimo de t_c de 10 minutos. A expressão de cálculo é a seguinte:

$$t_c = 0.3 \times \left[\frac{L}{J^{0.25}} \right]^{0.76}$$

Ref. [2]

Onde

- t_c - Tempo de concentração da bacia hidrográfica (h);
- L - Comprimento da linha de água principal (km);
- J - Declive médio da linha de água principal (m/m).

Para os elementos de drenagem da plataforma admitiu-se um tempo de concentração de 5 minutos.

- Calcular o volume correspondente à chuvada com a duração calculada, utilizando, para o efeito, os parâmetros das curvas IDF publicadas em Brandão *et al.* (2001), com um período de retorno de 2 anos e duração equivalente ao t_c , relacionando a intensidade de precipitação com a duração da chuvada de acordo com a seguinte fórmula:

$$Int = at^b$$

Onde

- Int – intensidade de precipitação (mm/h);
- a, b – parâmetros resultantes do ajustamento entre as intensidades de precipitação e a duração da precipitação, para um dado período de retorno, pelo método dos mínimos quadrados;
- t – duração da chuvada (minutos).

Por vezes essa proximidade é relativa, pois as IDF não abarcam todo o território nacional. Também a altitude da localização do posto de referência, que condiciona a intensidade da precipitação, deve ser tida em conta na seleção do local de referência em Brandão *et al.* (2001).

A estação udométrica de Aveiro (Universidade) 10F/01, adotada no Projeto de Drenagem, mantém-se aqui como referência por coerência e por ter caracterizados os parâmetros das curvas IDF para vários períodos de retorno e duração de chuvada. Outras duas estações utilizadas na caracterização da situação atual, a estação de Serra do Pilar 07F/01 (foz do rio Douro, a cerca de 19 km da área de estudo), e a estação de Luzim (junto ao rio Tâmega, a cerca de 20 km da área de estudo), embora tenham altitudes mais próximas do projeto da rodovia, carecem de informação necessária à caracterização das IDF.

Deste modo, na estação de Aveiro (Universidade) 10F/01, os coeficientes a e b para o período de retorno de 2 anos e várias durações, dadas as áreas das sub-bacias e seus tempos de concentração, são os indicados no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 – Coeficientes a e b da curva IDF para um período de retorno de 2 anos

Estação		coeficientes (T=2anos)	t_c (5 a 30 min)	t_c (30min a 6h)	t_c (6 a 48 h)
10F/01	Aveiro (Universidade)	a	168.74	253.7	278.52
		b	-0.529	-0.654	-0.669

Ref. [4]

Para cada sub-bacia, calcula-se a variável chuvada de duração idêntica ao tempo de concentração (P , mm), relacionando a Int – intensidade de precipitação (mm/h) pelo tempo de concentração (h) correspondente.

De notar que os limites de validade da aplicação do PREQUALE 1.1 (Quadro 2.7) para a variável P (mm) são bastante restritivos, com um limite mínimo e máximo de 6 e 7.5 mm. Se em pequenas sub-bacias facilmente se adota o limite mínimo de $P = 6$ mm por se tratar de pequenos volumes de precipitação, o mesmo não acontece para as grandes sub-bacias, que apresentam valores superiores a $P = 7.5$ mm. Nestes, onde o potencial de lavagem dos poluentes acumulados será superior ao resultado do modelo válido, pode-se truncar P no limite máximo válido, sem prejuízo da modelação, que se mantém assim do lado da segurança.

2.2.4 Precipitação média anual

A variável precipitação média anual (P_{anual} , mm), costumando ser um dado que consta no capítulo da caracterização climatológica do Estudo de Impacte Ambiental, pode ser reavaliada para melhor ajuste ao local e altitude de implantação do traçado viário em análise.

Assim, tendo por base que a altitude predominante do traçado viário é da ordem dos 156 m, e que as Estações Climatológicas apresentadas no **Quadro 2.5** são as mais relevantes, com as médias da quantidade de precipitação total apresentadas no **Quadro 2.6**, estima-se que a precipitação média anual aplicável (**Quadro 2.7**).

Quadro 2.5 – Localização e Características das Estações Climatológicas

Estação	Latitude (N)	Longitude (W)	Período	Altitude (m)
Aveiro (Universidade)	40° 38'	08° 40'	1971 -2000	5
Porto / Serra do Pilar	41° 08'	08° 36'	1971 -2000	93
Luzim	41° 09'	08° 15'	1971 -2000	250

Fonte: Normais Climatológicas, 1971 - 2000; IPMA (2020)

Ref. [5]

Quadro 2.6 – Média da quantidade de precipitação total por Estação Climatológica

Estação	Porto / Serra do Pilar	Luzim	Aveiro (Universidade)
Meses	Precipitação Média (mm)	Precipitação Média (mm)	Precipitação Média (mm)
Janeiro	157.6	194.4	111.2
Fevereiro	139.7	126.8	85.5
Março	89.9	70	46.4
Abril	115.6	154.1	89.6
Maio	97.6	109.8	89.3
Junho	46	45.3	27.6
Julho	18.3	20.4	11.8
Agosto	26.7	27	17.8
Setembro	71	74.2	56.1
Outubro	138	152	110.3
Novembro	158.4	198	129.2
Dezembro	194.7	237.7	131.9
ANUAL	1253.5	1409.7	906.7

Fonte: Normais Climatológicas, 1971 - 2000; IPMA (2020)

Ref. [5]

Quadro 2.7 – Estimativa da precipitação total anual em função da altitude da rodovia para análise de escorrências

Estação	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude da Estação (m)	Precipitação Média Anual na Estação (mm)	Altitude predominante da rodovia (m)	P _{anual} Precipitação Média Anual na rodovia (mm)
						(*) $y = 1.929x + 966.2$
Aveiro (Universidade)	40° 38'	08° 40'	5	906.7	156	1270
Porto / Serra do Pilar	41° 08'	08° 36'	93	1253.5		
Luzim	41° 09'	08° 15'	250	1409.7		

Fonte: Normais Climatológicas, 1971 - 2000; IPMA (2020)

(*) – regressão dos valores médios da Precipitação nas estações de referência em função da altitude, e sua aplicação à altitude média do Projeto.

Estima-se que a precipitação média anual resultante seja de 1270 mm (Quadro 2.7).

A verificação dos limites para aplicação do PREQUALE 1.1 (Quadro 2.7) mostra que este valor de P_{anual} de 1270 mm obtido é ligeiramente superior ao máximo. Assim, adota-se o valor de P_{anual} de 1200 mm em todos os cálculos, sem que haja prejuízo da modelação, uma vez que truncar aquele valor mantém a modelação do lado da segurança, pois uma menor quantidade de precipitação representa menor capacidade de diluição dos poluentes, agravando um resultado que na realidade será menos grave.

2.3 RESULTADOS

Para suportar a avaliação e análise comparativa dos resultados obtidos por modelação matemática considera-se o Decreto-Lei n.º 236/98 de 01 de Agosto [6], o qual estabelece as normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Do referido diploma serão tidos em consideração os Anexos X, XVI, XVIII e XXI:

- o Anexo X refere-se à qualidade das águas doces para fins aquícolas – águas piscícolas;
- o Anexo XVI estabelece os parâmetros de qualidade das águas destinadas à rega;
- o Anexo XXI estabelece os objetivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais;
- o Anexo XVIII estabelece os valores limites de emissão (VLE) na descarga de águas residuais.

Os valores apresentados nos referidos anexos de referência, e que serviram de apoio à análise, são resumidos no Quadro 2.8.

Quadro 2.8 – Decreto-Lei n.º 236/98 de 01 de Agosto – Valores Limite

	Parâmetro	(mg/l)	SST	CQO	Fe	Zn Total	Cu Total
Anexo X	Águas de Salmonídeos	VMR	25			-	0,4*
		VMA	-			0,3	-
	Águas de Ciprinídeos	VMR	25			-	0,04*
		VMA	-			1,0	-
Anexo XVI - Rega	VMR	60			5,0	2,0	0,2
	VMA	-				10,0	5,0
Anexo XXI – Qualidade Mínima	VMA	-				0,5	0,1
Anexo XVIII – Descarga Águas Residuais	VLE	60		150	2,0	-	1,0

* O valor de Cobre referente ao Anexo X quer para Águas de Salmonídeos quer para Águas de Ciprinídeos é referente a Cobre solúvel pois este anexo não apresenta valor para Cobre total

Da aplicação do PREQUALE 1.1 a todas as bacias de drenagem da rodovia (na identificação das Passagens Hidráulicas, PH's, onde se lê “_1” ou “_2” no final do nome, refere-se a um troço da respetiva PH com caixas de queda, caixas de mudança de direção, etc.), e após validação de cada parâmetro que influencia a caracterização da qualidade da água de escoamentos de estradas em cada ponto de descarga, obtiveram-se os resultados do Quadro 2.9.

Os resultados expressos em concentração de carga poluente (mg/L) permitem a sua comparação direta com a legislação. Apresenta-se também a respetiva classificação de impactes. Na avaliação dos impactes sobre a qualidade da água considera-se o seguinte:

- resultados acima do VMA/VLE como sendo de **elevada magnitude** nos pontos de descarga,
- resultados acima do VMR como sendo de **média magnitude** nos pontos de descarga,
- resultados nos pontos de descarga com todos os parâmetros abaixo do VMR consideram-se como de **magnitude reduzida**.

Quadro 2.9 – Projeto de Execução - Estimativa da concentração do poluente no ponto de descarga e Classificação de impactos

#	Ponto de Descarga (ID da PH)	km	Bacia	validação de A (km ²)	validação de I (%)	validação de P (mm)	validação de P _{anual} (mm)	Concentração de poluentes (mg/l)					Classificação de Impactes
								SST (mg/l)	CQO (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	
PROJETO DE DRENAGEM EM PROJETO DE EXECUÇÃO				Variáveis validadas				Resultados					
1	0-1 E	0+163	B 0-1 E	1.0762	40	7.5	1200	47.95	137.63	0.25	0.11	0.04	Negativo, de Média Magnitude
2	0-2	0+280	B 0-2	0.0537	40	7.5	1200	22.19	84.08	0.38	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
3	L1.1-1	0+059	B L1.1-1	0.0594	40	7.5	1200	22.77	85.48	0.38	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
4	0-3	0+449	B 0-3	0.1043	40	7.5	1200	26.32	93.77	0.35	0.15	0.03	Negativo, de Média Magnitude
5	0-4_1	0+614	B 0-4_1	0.0204	40	7.5	1200	17.30	71.71	0.44	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
6	0-4_2	0+614	B 0-4_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0-5_1	0+065	B 0-5_1	0.0421	40	7.5	1200	20.84	80.78	0.40	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
8	0-5_2	0+762	B 0-5_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0-6	0+884	B 0-6	0.0677	40	7.5	1200	23.55	87.34	0.37	0.16	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
10	1-1	1+063	B 1-1	0.0522	40	7.5	1200	22.03	83.69	0.39	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
11	CP 1.1-1	0+018	B CP 1.1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1-2	1+277	B 1-2	0.0538	40	7.5	1200	22.20	84.10	0.38	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
13	CP 1.7-1	0+120	B CP 1.7-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1-3	1+705	B 1-3	1.0105	40	7.5	1200	47.18	136.21	0.25	0.11	0.04	Negativo, de Média Magnitude
15	CP 1.7-2	0+261	B CP 1.7-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	2-1	2+350	B 2-1	0.0180	68	7.5	1200	1.17	13.38	0.01	0.11	0.02	Negativo, de Reduzida Magnitude
17	2-2	2+426	B 2-2	0.1498	40	7.5	1200	28.88	99.53	0.33	0.15	0.03	Negativo, de Média Magnitude
18	L2.1-1	0+117	B L2.1-1	0.1854	40	7.5	1200	30.51	103.08	0.32	0.14	0.03	Negativo, de Média Magnitude
19	3-1	3+024	B 3-1	0.0423	40	7.5	1200	20.87	80.84	0.40	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
20	CP 2.3-1	0+147	B CP 2.3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	3-2	3+348	B 3-2	0.1751	40	7.5	1200	30.07	102.11	0.32	0.14	0.03	Negativo, de Média Magnitude
22	CP 3.1-1	0+066	B CP 3.1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	CP 3.1-2	0+280	B CP 3.1-2	0.0249	40	7.5	1200	18.21	74.10	0.43	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude

#	Ponto de Descarga (ID da PH)	km	Bacia	validação de A (km ²)	validação de I (%)	validação de P (mm)	validação de P _{anual} (mm)	Concentração de poluentes (mg/l)					Classificação de Impactes
								SST (mg/l)	CQO (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	
PROJETO DE DRENAGEM EM PROJETO DE EXECUÇÃO				Variáveis validadas				Resultados					
24	3-3	3+490	B 3-3	0.0249	40	7.5	1200	18.21	74.10	0.43	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
25	3-4_1	3+839	B 3-4_1	0.0556	40	7.5	1200	22.39	84.56	0.38	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
26	3-4_2	3+839	B 3-4_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	CP 3.5-1	0+081	B CP 3.5-1	0.0338	40	7.5	1200	19.70	77.92	0.41	0.18	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
28	3-5_1	3+990	B 3-5_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3-5_2	3+990	B 3-5_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	CP 3.5-2	0+152	B CP 3.5-2	0.0172	40	7.5	1200	16.56	69.73	0.45	0.20	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
31	4-1_1	4+055	B 4-1_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	4-1_2	4+055	B 4-1_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	CP 4.1-1	0+070	B CP 4.1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	CP 3.5-3	0+310	B CP 3.5-3	0.0188	40	7.5	1200	16.94	70.75	0.45	0.20	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
35	4-2_1	4+195	B 4-2_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	4-2_2	4+195	B 4-2_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	CP 4.1-2_1	0+195	B CP 4.1-2_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	CP 4.1-2_2	0+195	B CP 4.1-2_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	CP 3.5-4_1	0+421	B CP 3.5-4_1	0.0169	40	7.5	1200	16.49	69.53	0.46	0.20	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
40	CP 3.5-4_2	0+421	B CP 3.5-4_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	CP 3.5-4_3	0+421	B CP 3.5-4_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	4-3_1	4+312	B 4-3_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	4-3_2	4+312	B 4-3_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	L3.1-1	0+077	B L3.1-1	0.0152	40	7.5	1200	16.04	68.32	0.46	0.20	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
45	L3.1-2_1	0+197	B L3.1-2_1	0.0178	40	7.5	1200	16.71	70.12	0.45	0.20	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
46	L3.1-2_2	0+197	B L3.1-2_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	4-4	4+486	B 4-4	0.0289	100	7.5	1200	0.18	4.18	0.00	0.07	0.02	Negativo, de Reduzida Magnitude
48	5-2	5+396	B 5-2	0.0037	100	7.5	1200	0.11	2.98	0.00	0.09	0.01	Negativo, de Reduzida Magnitude

#	Ponto de Descarga (ID da PH)	km	Bacia	validação de A (km ²)	validação de I (%)	validação de P (mm)	validação de P anual (mm)	Concentração de poluentes (mg/l)					Classificação de Impactes
								SST (mg/l)	CQO (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	
PROJETO DE DRENAGEM EM PROJETO DE EXECUÇÃO				Variáveis validadas				Resultados					
49	CP 5.2-1	0+017	B CP 5.2-1	0.0037	40	7.5	1200	11.16	54.16	0.57	0.24	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
50	5-3	5+466	B 5-3	0.0099	40	7.5	1200	14.37	63.67	0.49	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
51	CP 5.2-2	0+093	B CP 5.2-2	0.0099	40	7.5	1200	14.37	63.67	0.49	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
52	5-4	5+573	B 5-4	0.0094	40	7.5	1200	14.18	63.13	0.50	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
53	6-1	6+207	B 6-1	0.0720	40	7.5	1200	23.93	88.23	0.37	0.16	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
54	CP 6.5-1	0+046	B CP 6.5-1	0.0089	40	7.5	1200	13.98	62.57	0.50	0.22	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
55	6-2	6+283	B 6-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	CP 6.3-1	0+049	B CP 6.3-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	6-3	6+359	B 6-3	0.0069	40	7.5	1200	13.10	60.00	0.52	0.22	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
58	CP 6.4-1	0+088	B CP 6.4-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	6-4	6+450	B 6-4	0.0201	40	7.5	1200	17.24	71.54	0.44	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
60	6-5_1	6+630	B 6-5_1	0.0191	40	7.5	1200	17.01	70.94	0.45	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
61	6-5_2	6+630	B 6-5_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	6-5_3	6+630	B 6-5_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	6-6	6+755	B 6-6	0.0101	40	7.5	1200	14.44	63.88	0.49	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
64	CP 6.6-1	0+117	B CP 6.6-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	6-7_1	6+847	B 6-7_1	0.0124	40	7.5	1200	15.23	66.07	0.48	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
66	6-7_2	6+847	B 6-7_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	6-8_1	6+920	B 6-8_1	0.0192	40	7.5	1200	17.04	71.00	0.45	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
68	6-8_2	6+920	B 6-8_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	7-1_1	7+029	B 7-1_1	0.0992	40	7.5	1200	25.98	93.00	0.35	0.16	0.03	Negativo, de Média Magnitude
70	7-1_2	7+029	B 7-1_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	7-1_3	7+029	B 7-1_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	7-1_4	7+029	B 7-1_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	7-2	7+171	B 7-2	0.0126	40	7.5	1200	15.29	66.25	0.48	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude

#	Ponto de Descarga (ID da PH)	km	Bacia	validação de A (km ²)	validação de I (%)	validação de P (mm)	validação de P anual (mm)	Concentração de poluentes (mg/l)					Classificação de Impactes
								SST (mg/l)	CQO (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)	Cu (mg/l)	
PROJETO DE DRENAGEM EM PROJETO DE EXECUÇÃO				Variáveis validadas				Resultados					
74	7-3	7+244	B 7-3	0.0196	40	7.5	1200	17.13	71.24	0.45	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
75	7-4_1	7+575	B 7-4_1	0.0390	40	7.5	1200	20.44	79.77	0.40	0.18	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
76	7-4_2	7+575	B 7-4_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	7-5	7+790	B 7-5	0.0305	40	7.5	1200	19.19	76.61	0.42	0.18	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
78	7-6	7+942	B 7-6	0.0274	40	7.5	1200	18.67	75.27	0.42	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
79	CP 8.3-1	0+153	B CP 8.3-1	0.1030	40	7.5	1200	26.23	93.58	0.35	0.16	0.03	Negativo, de Média Magnitude
80	8-1	8+275	B 8-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81	8-2_1	8+540	B 8-2_1	0.0492	40	7.5	1200	21.70	82.88	0.39	0.17	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
82	8-2_2	8+540	B 8-2_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	8-2_3	8+540	B 8-2_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84	8-2_4	8+540	B 8-2_4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	8-3	8+750	B 8-3	0.0837	40	7.5	1200	24.87	90.44	0.36	0.16	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
86	9-1_1	9+105	B 9-1_1	0.0210	40	7.5	1200	17.43	72.05	0.44	0.19	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
87	9-1_2	9+105	B 9-1_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	9-2	9+158	B 9-2	0.0915	40	7.5	1200	25.45	91.78	0.35	0.16	0.03	Negativo, de Média Magnitude
89	9-3_1	9+357	B 9-3_1	0.0176	40	7.5	1200	16.66	69.99	0.45	0.20	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
90	9-3_2	9+357	B 9-3_2	0.0176	100	7.5	1200	0.16	3.85	0.00	0.07	0.02	Negativo, de Reduzida Magnitude
91	9-3_3	9+357	B 9-3_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	9-5_1	9+700	B 9-5_1	0.0087	73	7.5	1200	0.64	9.17	0.01	0.11	0.02	Negativo, de Reduzida Magnitude
93	9-5_2	9+700	B 9-5_2	0.0087	40	7.5	1200	13.90	62.34	0.50	0.22	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
94	9-5_3	9+700	B 9-5_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	CP 9.2-1	0+035	B CP 9.2-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	9-6	9+768	B 9-6	0.0125	40	7.5	1200	15.26	66.16	0.48	0.21	0.03	Negativo, de Reduzida Magnitude
97	CP 9.2-2	0+079	B CP 9.2-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	9-7 E	9+933	B 9-7 E	0.2273	40	7.5	1200	32.15	106.59	0.31	0.14	0.03	Negativo, de Média Magnitude

2.3.1 Análise crítica de resultados

Considerando os valores obtidos e apresentados acima, verifica-se o seguinte:

Sólidos Suspensos Totais (SST)

- Em relação aos **Sólidos Suspensos Totais (SST)**, verifica-se que em alguns **casos** a concentração no ponto de descarga é ligeiramente superior ao VMR estabelecido para águas de Salmonídeos e Ciprinídeos (25 mg/l) (Anexo X do DL 236/98), sendo que o valor máximo obtido foi de 47,95 mg/l, mas nunca superior ao VLE. Atendendo ao facto destes valores corresponderem à concentração do poluente no ponto de descarga e não no meio recetor, os mesmos deverão, à partida, ser sujeitos a uma diluição, principalmente nos casos das linhas de água com maior expressão, pelo que não se prevê impactes relevantes associados ao potencial acréscimo deste poluente.
- Relativamente aos restantes Anexos do DL 236/98, com valores limite estipulados para este parâmetro, verifica-se que os valores se encontram, em todos os casos, abaixo do VMR de 60 mg/l (Anexo XVI – Rega) e do VLE de 60 mg/l (Anexo XVIII – Descarga de Águas Residuais).

Carência Química de Oxigénio (CQO)

- Em relação à **CQO**, verifica-se que apenas existe valor limite para o Anexo XVIII (valor limite de emissão (VLE) para a descarga de águas residuais), sendo que este valor é de 150 mg/l. Através dos quadros acima, constata-se que os valores se encontram, em todos os pontos de descarga, abaixo deste VLE, sendo que o valor máximo obtido foi de 137,63 mg/l.

Ferro (Fe)

- Quanto ao **Ferro (Fe)**, a concentração obtida para este poluente, foi, em todos os pontos de descarga, inferior a 0,50 mg/l. Atendendo aos valores limite estipulados no DL 236/98, nomeadamente ao VMR de 5,0 mg/l, no caso do Anexo XVI (Rega) e ao VLE de 2,0 mg/l, para o Anexo XVIII (Descarga de Águas Residuais), não se prevê qualquer alteração relevante na qualidade da água do meio recetor devido ao aumento da concentração deste poluente.

Zinco

- Em relação ao **Zinco (Zn)**, o valor máximo obtido foi de 0,22 mg/l, abaixo de qualquer valor limite estabelecido nos Anexos do DL 236/98 (VMA de 0,3 mg/l para o Anexo X, Salmonídeos; VMA de 1,0 mg/l para o Anexo X, Ciprinídeos; VMR de 2,0 mg/l e VMA de 10 mg/l para o Anexo XVI, Rega; VMA de 0,5 mg/l para o Anexo XXI, Qualidade Mínima); não se prevê assim qualquer alteração relevante na qualidade da água do meio recetor devido ao aumento da concentração deste poluente.

Cobre

- Em relação ao **Cobre (Cu)**, o valor variou entre 0,02 e 0,04 mg/l, situando-se abaixo de qualquer valor limite estabelecido no DL 236/98 (VMR de 0,2 mg/l e VMA de 5,0 mg/l para o Anexo XVI, Rega; VMA de 0,1 mg/l para o Anexo XXI, Qualidade Mínima; VLE de 1,0 mg/l para o Anexo XVIII, Descarga de Águas Residuais), pelo que não se prevê qualquer alteração relevante na qualidade da água do meio recetor devido ao aumento da concentração deste poluente.

Em suma, os valores de concentração dos poluentes analisados (SST, CQO, Ferro, Zinco e Cobre) nos pontos de descarga das águas de escorrência da estrada em projeto, encontram-se, na sua maioria abaixo dos valores limite estabelecidos para os usos analisados no DL 236/98, nomeadamente no Anexo X relativo à qualidade das águas doces para fins aquícolas –

águas piscícolas, Anexo XVI relativo à qualidade de das águas para rega, Anexo XXI que respeita à qualidade mínima para as águas superficiais e ainda o Anexo XVIII, no qual se estabelecem os valores limites de emissão (VLE) na descarga de águas residuais.

A única exceção foram os **Sólidos Suspensos Totais (SST)**, verificando-se que em alguns casos a concentração no ponto de descarga é ligeiramente superior ao VMR estabelecido para águas de Salmonídeos e Ciprinídeos, e por isso classificados de “*Negativo, de Média Magnitude*”. Contudo, é de salientar que estes valores correspondem à concentração do poluente no ponto de descarga e não no meio recetor, pelo que os mesmos deverão ainda ser sujeitos a uma diluição, principalmente nos casos das linhas de água com maior expressão.

Assim, e face ao exposto, conclui-se que durante a fase exploração da estrada prevêem-se **impactes negativos, mas previsivelmente de reduzida a média magnitude e significância**, pois o potencial acréscimo dos poluentes no meio recetor entende-se como pouco relevante.

Refere-se ainda que se efetuou a simulação para a concentração de poluentes no ponto de descarga e não no meio de água recetor, sendo assim efetuada uma avaliação do ponto de vista mais conservativo, uma vez que não se entra com a avaliação de fatores de diluição até e no meio recetor.

2.4 CONCLUSÕES

Em suma, e de acordo com a avaliação de quantidade de poluentes nas escorrências rodoviárias, identificam-se apenas impactes negativos e de reduzida magnitude para os 5 tipos de poluentes analisados em específico: SST (mg/l), CQO (mg/l), Fe (mg/l), Zn (mg/l), Cu (mg/l).

Na aplicação do modelo matemático multiparamétrico PREQUALE 1.1, relativamente às variáveis específicas para cada sub-bacia hidrográfica do traçado e sistemas de drenagem da rodovia analisadas, verifica-se que:

- A variável A (km²) área da sub-bacia válida é na maioria dos casos equivalente à real área, mesmo em casos onde é superior ao valor máximo válido de 0.65 km²;
- A variável I (%) correspondente à área impermeável de cada sub-bacia é na maioria dos casos limitada ao valor mínimo válido de 40%;
- A variável P (mm) da quantidade de precipitação é em todos os casos truncada pelo valor máximo válido de 7.50 mm, e reflete que a equação multiparamétrica é muito sensível à determinação do tempo de concentração t_c (min ou hr), nomeadamente com influência muito forte na determinação dos parâmetros SST e CQO;
- Também a variável precipitação média anual (P_{anual} , mm) fica, para a região em estudo, truncada pelo valor máximo válido de 1200 mm.

Assim, a aplicação do modelo de cálculo matemático calibrado para as estradas portuguesas, limitada aos seus máximos (com exceção da área da sub-bacia) e mínimos válidos, faz da modelação PREQUALE 1.1 uma metodologia conservativa, bastante restritiva na sua aplicação, representando do lado da segurança a situação que virá a ocorrer realmente, onde a diluição de cada poluente oriundo das escorrências das estradas será decerto superior à obtida nos cálculos.

É possível concluir que, nas condições analisadas, as águas de escorrência da estrada em projeto estão em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos na legislação nacional versada na matéria, pelo que, durante a fase exploração

da estrada prevêem-se impactes negativos, mas previsivelmente de reduzida magnitude e significância, pois o potencial acréscimo dos poluentes no meio recetor assume-se como pouco relevante.

Refere-se ainda que se efetuou a simulação para a concentração de poluentes no ponto de descarga e não no meio de água recetor, sendo assim efetuada uma avaliação do ponto de vista mais conservativo, uma vez que não se entra com a avaliação de fatores de diluição até e no meio recetor.

Acrescenta-se ainda que parte significativa do tráfego que irá circular nesta via resultará de transferência de outras vias existentes na mesma região, descentralizando os poluentes.

2.5 RECOMENDAÇÕES FINAIS

Embora a modelação PREQUALE 1.1 seja maioritariamente conservativa na sua análise, mantendo os resultados das cargas de poluentes oriundas de águas de escorrências das estradas do lado da segurança e abaixo dos VML para o caso do Anexo XVIII – Descarga Águas Residuais do Decreto-Lei n.º 236/98 de 01 de Agosto, o facto de estar parametricamente validada para áreas de sub-bacias hidrográficas relativamente reduzidas, faz com que haja menor fiabilidade nos valores dos resultados dos Sólidos Suspensos Totais, os quais aumentam diretamente com o aumento das áreas das bacias de drenagem contribuintes.

No caso de existirem zonas hídricas consideradas sensíveis que recebam diretamente o ponto de descarga das Águas de Escorrência da Estrada, recomenda-se, se coincidirem com as sub-bacias **assinaladas**, a condução das águas de escorrências rodoviárias e respetiva descarga para fora das zonas hídricas consideradas sensíveis.

Por fim, recomenda-se a implementação do programa de monitorização dos recursos hídricos superficiais, proposto neste RECAPE (P16.2.4) que tem como objetivo averiguar e quantificar, de forma mais precisa, os impactes associados a este empreendimento nos recursos hídricos superficiais, tanto na fase de construção como na fase de exploração.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] LNEC, Directrizes para a gestão integrada de escorrências de estradas em Portugal, Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2011.
- [2] F. Martins and e. al., "Passagens Hidráulicas. Dimensionamento hidrológico e hidráulico e estimativa de custos assistidos por computador," *Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. Revista científica "Recursos Hídricos, Vol. 25, nº 3"*, Outubro 2003.
- [3] J. Hipólito and A. Vaz, *Hidrologia e Recurso Hídricos*, Lisboa, Portugal: IST Press, 2012.
- [4] C. Brandão, R. Rodrigues and J. Costa, *Análise de fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal Continental*, Lisboa: Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, Instituto da Água, 2001.
- [5] IPMA, *Normais Climatológicas 1971-2000*, Instituto de Meteorologia, 2020.
- [6] M. d. Ambiente, Decreto-Lei n.º236/98, Diário da República, n.º 176/1998, Série I-A de 1998-08-01.