



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Tecnologia

Caracterização das vulnerabilidades e riscos na bacia partilhada do rio Águeda



Mestrado em Infraestruturas de Construção Civil

Sandrina Fidalgo de Oliveira

Orientadores

Professora adjunta Doutora Maria Teresa Durães Albuquerque

Professora adjunta Doutora Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes

Abril de 2014



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Tecnologia

Caracterização das vulnerabilidades e riscos na bacia partilhada do rio Águeda

Sandrina Fidalgo de Oliveira

Orientadores

Professora adjunta Maria Teresa Durães Albuquerque

Professora adjunta Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Infraestruturas de Construção Civil, realizada sob a orientação científica da professora adjunta Doutora Maria Teresa Durães Albuquerque e coorientação da professora adjunta Doutora Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Abril de 2014

Composição do júri

Presidente do júri

Mestre Francisco José Freire Lucas

Professor Coordenador da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Doutor Maria Teresa Durães Albuquerque

Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Doutor Roberto Martinez-Alegria

Professor Associado da Universidade Europeia Miguel de Cervantes, Valladolid-Espanha

À mon Papa

Agradecimentos

Quero deixar aqui os meus mais sinceros agradecimentos e reconhecer com a mais profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a elaboração deste trabalho e em particular:

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Teresa Durães Albuquerque, sem o seu apoio, incentivo, amizade, disponibilidade e orientação este trabalho não teria sido possível de concretizar.

À minha co-orientadora Professora Doutora Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes, por toda a ajuda, amizade e incentivo.

Ao grupo de trabalho do projeto POCTEP Águeda, pela partilha de conhecimento e intercâmbio de ideias.

Às Professoras Ana Maria dos Santos Ferreira e Cristina dos Santos Calmeiro, por todo o apoio e incentivo.

Ao corpo docente do curso de mestrado, pelos saberes transmitidos.

À minha mãe, ao meu pai e irmão que sempre me apoiaram e incentivaram na minha formação contínua apesar de ser sinónimo de estar com eles menos vezes do que desejaria.

Aos amigos do curso de Mestrado, Ana, Norberto, Marco, Miguel, Cristina, Maria, Sónia, Pedro e Nuno, pela amizade e companheirismo.

Este trabalho foi realizado ao abrigo do Programa Operacional de Cooperação Transfronteiriça Portugal-Espanha: POCTEP Águeda: Caracterización ambiental y análisis de riesgos en cuencas transfronterizas: proyecto piloto en el río Águeda (ref. Proyecto 0410 Águeda 3E).



P R O G R A M A
COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA
ESPAÑA ~ PORTUGAL
COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
2 0 0 7 ~ 2 0 1 3

União Europeia
FEDER
Investimos no seu futuro



PROJETO
ÁGUEDA



“Enquanto o poço não seca, não sabemos dar valor à água”

Thomas Fuller

Resumo

Este trabalho surge no âmbito do projeto POCTEP - Águeda “Caracterización ambiental y análisis de riesgos en cuencas transfronterizas: proyecto piloto en el río Águeda”, com o objetivo de caracterizar e simular diferentes cenários de previsão da qualidade da água no rio Águeda. O trabalho aborda por um lado as águas superficiais tendo-se simulado a qualidade da água ao longo do rio e por outro as águas subterrâneas com avaliação da sua vulnerabilidade.

De modo a visualizar o potencial autodepurativo das águas superficiais procedeu-se a modelação da qualidade da água no rio Águeda, tendo sido usado o modelo QUAL2Kw. A amostragem de água ocorreu durante o mês de maio de 2012 e os locais de amostragem situam-se ao longo do rio Águeda e dos seus principais afluentes. As análises à água revelaram bom estado de qualidade para os parâmetros biológicos, contudo verificou-se, em alguns pontos elevada concentração de metais, segundo o estipulado no Decreto-Lei 236/98. Segundo a classificação do INAG algumas águas recolhidas foram classificadas como poluídas e extremamente poluídos.

Depois do modelo calibrado foram construídos cenários de previsão, pretendendo avaliar, por um lado, a influência de descargas acidentais de poluentes, na avaliação da qualidade da água do rio e, por outro lado, a influência de valores mínimos de caudal, representado um ano extremamente seco. Os dois cenários previstos revelaram que a capacidade autodepuradora, no mês de maio, é mais afetada na presença de caudais mínimos do que por descargas acidentais tóxicas, ainda que de grandes dimensões, verificando-se um grande potencial de autodepuração ao longo do rio.

Relativamente às águas subterrâneas, a avaliação da vulnerabilidade permitiu a definição de áreas mais ou menos suscetíveis a contaminação por fontes antropogénicas. Essa delimitação é uma ferramenta de apoio importante para a gestão de recursos hídricos e planeamento territorial. No caso em estudo foram implementadas as metodologias DRASTIC, DRASTIC pesticida (vulnerabilidade intrínseca) e Índice de Suscetibilidade (vulnerabilidade extrínseca) de modo a obter mapas de vulnerabilidade para a bacia hidrográfica do rio Águeda. Os resultados obtidos nas duas primeiras representações: DRASTIC, DRASTIC pesticida, é semelhante relativamente à definição de áreas de vulnerabilidade, sendo perceptível a existência de 3 zonas distintas na bacia em estudo: Alto Águeda, planície de Ciudad Rodrigo e as arribas do Águeda. A diferença que se observa entre os dois mapas é a variação da classificação da vulnerabilidade. Enquanto no DRASTIC a zona do alto Águeda e das arribas tem uma classificação baixa e a planície de Ciudad Rodrigo intermédio, no DRASTIC pesticida a classificação da vulnerabilidade passa para intermédia no alto Águeda e arribas e elevada na planície de Ciudad Rodrigo. No mapa relativo ao índice de suscetibilidade as classificações da vulnerabilidade diferem das obtidas no DRASTIC e DRASTIC pesticida, estando diretamente ligadas ao tipo de ocupação do solo existente. Essa classificação é de extremamente baixa a baixa no alto Águeda e nas arribas, sendo moderada a alta na planície de Cidade Rodrigo. Neste mapa a classificação elevada restringe-se principalmente a área urbana de cidade rodrigo.

Palavras chave

Bacia do rio Águeda; águas subterrâneas; águas superficiais; vulnerabilidade; QUAL2KW.

Abstract

This study comes as part of POCTEP project – Águeda " Caracterización ambiental y análisis de riesgos en cuencas transfronterizas: proyecto piloto en el río Águeda", aiming to characterize and simulate different scenarios forecasting the water quality in the Águeda river. This study approaches firstly surface water study by simulating water quality along the river and also underground water with vulnerability assessment analysis.

In order to observe the self-depuration potential of surface water, a model of water quality in the Águeda river was made, having been used QUAL2Kw model. The water sampling occurred during May 2012 and the sampling locations are along the Águeda River and its main tributaries. The analysis revealed good water quality for biological parameters, however, there was, in some points high metal concentration, taking into account the limit values established by Decreto-Lei 236/98. According to the classification of the National Institute of Water (INAG), some collected waters were classified from pollute to extremely pollute.

After the model calibration prediction scenarios were built, intending to assess, first, the influence of accidental discharges pollutants in point source, in the evaluation of water quality of the river and on the other hand, considering the influence of minimum flow values representing an extremely dry year. The two scenarios provided revealed that self-depuration capacity, in May, is more affected in the presence of minimum flows than by topical accidental discharges, attesting a large potential for self-depuration along the river.

Regarding groundwater vulnerability, assessment has enabled the definition of more or less susceptible areas to contamination by anthropogenic sources. This delimitation is an important support tool for water management and spatial planning. In this work, the study of intrinsic vulnerability was made by implementing the DRASTIC, DRASTIC pesticide and Susceptibility Index methodologies, to obtain vulnerability maps for the Águeda river watershed. The results obtained in the first two representations: DRASTIC, DRASTIC pesticide is relatively similar to the definition of areas of vulnerability, with the visible presence of three distinct areas in the watershed under study: upper Águeda, Ciudad Rodrigo's plain and Águeda's cliffs. The difference observed between the two maps is in the classification of vulnerability. While in DRASTIC the areas of upper Águeda and Águeda's cliffs have a low classification and Ciudad Rodrigo's plain an intermediate one, in DRASTIC pesticide vulnerability classes changes to intermediate in the upper Águeda and Águeda's cliffs and high on Ciudad Rodrigo's plain. On the susceptibility index map, the classification of vulnerability differs from DRASTIC and DRASTIC Pesticide, being directly linked to the soil occupation. This classification is extremely low and low in upper Águeda and Águeda cliffs, being moderate to high in Ciudad Rodrigo's plain. In this map the high classification is mainly restricted to the urban area of the city of Ciudad Rodrigo.

Keywords

Águeda's river watershed; surface water; underground water; vulnerability; Qual2Kw.

Índice geral

1.	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivos	2
2.	Estado da Arte.....	3
2.1	Modelos de qualidade da água	3
2.1.1	QUAL2KW	5
2.2	Vulnerabilidade de águas subterrâneas.....	8
2.2.1	Metodologia DRASTIC.....	9
2.2.2	Metodologia DRASTIC pesticida.....	14
2.2.3	Metodologia Índice de Suscetibilidade (IS).....	15
3.	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA.....	17
3.1	Caracterização geográfica	17
3.2	Caracterização geomorfológica.....	17
3.3	Caracterização geológica e hidrogeológica	19
3.4	Caracterização hidrológica	20
3.5	Caracterização da ocupação do solo	23
4.	Qualidade das águas superficiais	25
4.1	Monitorização da qualidade da água	25
4.1.1	Amostragem	25
4.2	Resultados das análises efetuadas.....	26
5.	Modelação da qualidade das águas superficiais.....	31
5.1	Descrição do sistema sujeito a modelação	31
5.2	Elementos de entrada	32
5.2.1	Dados Gerais (QUAL2K)	32
5.2.2	Características geométricas e hidráulicas dos troços considerados no cálculo.....	33
5.2.3	Características climatéricas	34
5.2.4	Pontos de entrada/Tributários (Source Points)	36
5.2.5	Fontes difusas (Difuse sources)	37
5.2.6	Dados Observados (Temperature Data, WQ Data).....	37
5.3	Calibração do modelo	38
5.4	Resultados	39
5.4.1	Caudal	40
5.4.2	Temperatura	40
5.4.3	Condutividade elétrica.....	41

5.4.4	Oxigênio Dissolvido	41
5.4.5	Nitratos e Nitritos	42
5.4.6	pH	43
5.4.7	Carência Bioquímica de Oxigênio	43
5.5	Classificação da qualidade da água.....	44
5.6	Modelos de Previsão.....	45
6.	Modelos de vulnerabilidade das águas subterrâneas a poluição.....	47
6.1	Método DRASTIC e DRASTIC pesticida.....	47
6.1.1	Profundidade do nível da água – D	47
6.1.2	Recarga do aquífero – R	47
6.1.3	Material do aquífero – A	48
6.1.4	Tipo de solo – S.....	49
6.1.5	Topografia – T.....	49
6.1.6	Influência da zona vadosa – I.....	50
6.1.7	Condutividade hidráulica do aquífero – C	50
6.1.8	Índice DRASTIC e DRASTIC PESTICIDA	52
6.2	Método Índice de suscetibilidade.....	53
6.2.1	Ocupação do solo – OS.....	53
6.2.2	Índice de suscetibilidade (IS)	53
7.	Conclusões e Considerações Gerais	55
8.	Referências bibliográficas.....	57
	Anexo II. Qualidade da Água	65
	Anexo II. Mapas de caracterização da bacia	61
	Anexo III. Mapas de Vulnerabilidade.....	65
	Anexo IV. Dados hidrológicos e climatéricos	67

Índice de figuras

Figura 1.1 -Distribuição da água no planeta (Antunes 2013)	1
Figura 2.1 - Esquema de segmentação do rio com respetivas entradas e saídas. (Pelletier e Chapra, 2005) ..	5
Figura 2.2 – Interface gráfica do modelo Qual2Kw	6
Figura 2.3 - Esquemática dos parâmetros DRASTIC (adaptado LNEC 2002)	10
Figura 3.1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Águeda	17
Figura 3.2 - Carta Hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Águeda.....	18
Figura 3.3 - Paisagens características da morfologia da bacia hidrográfica do rio Águeda	18
Figura 3.4 - Curva Hipsométrica do rio Águeda.	19
Figura 3.5 - Carta Geológica (Sánchez et al., 2013)	20
Figura 3.6 – Rede hidrográfica e perfil longitudinal do rio Águeda.....	21
Figura 3.7 - Esquema da rede hidrográfica da bacia do rio Águeda.....	22
Figura 3.8 - Box-Plot referentes ao escoamento mensal no rio Águeda na sua foz (1940/41; 2005/2006) ...	22
Figura 3.9 - Uso do Solo (European Environment Agency 2012)	23
Figura 3.10 - Uso de solo característicos na bacia do rio Águeda	24
Figura 4.1 - Localização dos pontos de recolha de águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Águeda - maio de 2012	25
Figura 4.2 - Procedimento de recolha de amostra de água superficial.....	26
Figura 4.3 - Determinação de parâmetros “in situ”	26
Figura 4.4 - Classificação de qualidade da água dos pontos de amostragem de acordo com a classificação do INAG	30
Figura 5.1 - Esquema de segmentação do rio Águeda, com entradas tópicas e pontos de monitorização (a vermelho).....	31
Figura 5.2 - Mapa representativo dos troços do modelo.....	34
Figura 5.3 - Raster- temperatura media mês de maio (2000-2010).....	35
Figura 5.4 - Massas de água correspondentes aos tributários em estudo (CHD).	37
Figura 5.5 – Resultado da calibração do caudal – Maio de 2012	40
Figura 5.6 – Resultado da calibração da temperatura – Maio de 2012	40
Figura 5.7 – Resultado da calibração da condutividade elétrica – Maio de 2012	41
Figura 5.8 - Resultado da calibração do oxigénio dissolvido – Maio de 2012	41
Figura 5.9 – Localização do ponto de amostragem A13 e A20 no ortofotomapa.....	42
Figura 5.10 - Resultado da calibração dos nitratos e nitritos – Maio de 2012	42
Figura 5.11 - Resultado da calibração do pH – Maio de 2012.....	43
Figura 5.12 - Resultados da calibração do CBOultima – Maio de 2012.....	43
Figura 5.13 - Classificação INAG de qualidade da água ao longo do curso de água por parâmetro	44
Figura 5.14 – Classificação INAG global de qualidade da água ao longo do curso de água	45
Figura 5.15 a 5.21 - Resultados das simulações para os parâmetros temperatura, condutividade elétrica, oxigénio dissolvido pH, CBO _{rápida} e CBO _{ultima}	46
Figura 6.1 – Caracterização do parâmetro D – profundidade do nível da água.....	47
Figura 6.2 - Caracterização do parâmetro R – recarga	48
Figura 6.3 - Caracterização do parâmetro A – material do aquífero.....	48
Figura 6.4 - Caracterização do parâmetro S – tipo de solo	49
Figura 6.5 - Caracterização do parâmetro T - topografia	49
Figura 6.6 - Caracterização do parâmetro I – influência da zona vadosa.....	50
Figura 6.7 - Ábaco que relaciona a condutividade hidráulica com a litologia (adaptado de Freeze and Cherry, 1979)	51
Figura 6.8 - Caracterização do parâmetro C – condutividade hidráulica	51
Figura 6.9 – Índice DRASTIC	52

Figura 6.10- Índice DRASTIC pesticidas	52
Figura 6.11 – Caracterização do parâmetro OS.....	53
Figura 6.12 - Índice de Suscetibilidade.....	54

Lista de tabelas

Tabela 2.1 - Comparação dos constituintes modelados pelos vários modelos de qualidade da água (Sharma e Kansal, 2012)	4
Tabela 2.2 - Principais métodos utilizados no cálculo da vulnerabilidade (Maia e Cruz, 2011).....	8
Tabela 2.3 - Classes e índices da profundidade do topo do nível da água (adaptado de Aller et al. 1987)	11
Tabela 2.4 - Classes e índices da recarga do aquífero (adaptado de Aller et al., 1987)	11
Tabela 2.5 - Classes e índices do material do aquífero (adaptado de Aller et al., 1987)	12
Tabela 2.6 - Classes e índices do tipo de solo (adaptado de Aller et al., 1987).....	12
Tabela 2.7 - Classes e índices da topografia (adaptado de Aller et al., 1987)	13
Tabela 2.8 - Classes e índices da topografia (adaptado de Aller et al., 1987)	13
Tabela 2.9 - Classes e índices da condutividade hidráulica (adaptado de Aller et al., 1987)	14
Tabela 2.10 - Classes de Vulnerabilidade DRASTIC (cores adotadas de Aller et al., 1987)	14
Tabela 2.11 - Classes e índices da ocupação do solo (Stigter et al., 2002).....	15
Tabela 2.12 - Classes de Vulnerabilidade e Índice de Suscetibilidade (IS) (Ribeiro e Mendes 2010).....	16
Tabela 4.1 - Parâmetros determinados “in situ” e classificação INAG da qualidade da água por cor	27
Tabela 4.2 - Parâmetros determinados em laboratório e classificação INAG da qualidade da água por cor .	28
Tabela 4.3 - Catiões determinados em laboratório e classificação INAG da qualidade da água por cor	29
Tabela 4.4 - Classificação de qualidade da água para usos múltiplos (INAG, 2013)	29
Tabela 5.1 - Listagem das Folhas de entradas de dados	32
Tabela 5.2 – Dados Gerais (QUAL2Kw)	33
Tabela 5.3 - Parâmetros de iluminação e transferência de calor adotados no modelo	36
Tabela 5.4 - Critério de calibração adotados PIKAIA.....	39
Tabela 5.5 - Pesos atribuídos aos parâmetros para ponderação no cálculo do ajuste efetuado	39

1. Introdução

1.1 Enquadramento

A água doce é um recurso finito e vulnerável (Figura 1.1), essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o ambiente. No entanto é um dos recursos mais afetados na sua qualidade. Durante décadas substâncias usadas na agricultura, indústria, etc., foram descarregadas no meio ambiente, não havendo qualquer preocupação sobre o impacto que iriam ter no mesmo (Prasad et al., 2011). Segundo Hipólito e Vaz (2011) a partir da década de 60 surgiu a necessidade de uma gestão da água e dos recursos hídricos como consequências de uma procura crescente da disponibilidade da água associada ao crescimento populacional e ao desenvolvimento económico, e ao aumento dos efluentes domésticos e industriais, frequentemente com pouco ou nenhum tratamento. Torna-se assim necessário uma gestão dos recursos hídricos ligando o desenvolvimento económico e social com a proteção dos ecossistemas naturais e ligando a utilização da água e do solo ao nível da bacia hidrográfica.

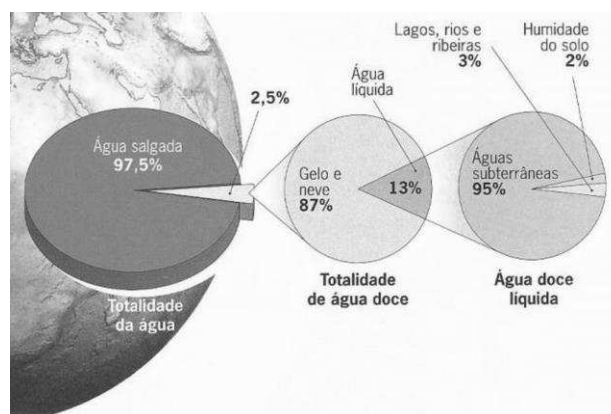


Figura 1.1 -Distribuição da água no planeta (Antunes, 2013)

Medidas legislativas têm sido adotadas para evitar a poluição da água. A Diretiva Quadro da Água – DQA (Diretiva 2000/60/CE) é o principal instrumento da política da União Europeia relativa à água, estabelecendo um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. Foi transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. 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 encontram-se estabelecidos no Decreto-Lei nº236/98. Em Outubro de 1998 os estados português e espanhol assinaram a Convenção de Albufeira (Resolução da Assembleia da República nº66/99), sendo vista como um importante instrumento para a resolução de situações conflituais relativas ao aproveitamento das águas partilhadas pelos dois países, visando também a prevenção em comum dos riscos que podem afetar as águas das bacias

hidrográficas luso-espanholas e a coordenação dos esforços para um melhor conhecimento e gestão das águas transfronteiriças.

Sendo a área em estudo uma sub-bacia do rio Douro, destaca-se o facto de no Decreto-Lei nº198/2008, a bacia hidrográfica da albufeira da barragem do Pocinho (rio Douro) ter sido delimitada como zona sensível com risco de eutrofização, abrangendo o rio Águeda.

Os planos hidrológicos do rio Douro foram revistos e aprovados em 2013 em Portugal (Despacho n.º 2228/2013) e em Espanha (Real Decreto 478/2013), sendo a sua gestão da responsabilidade da Agência Portuguesa do Ambiente, ex-INAG, (Portugal) e Confederação Hidrográfica do Douro-CHD (Espanha).

1.2 Objetivos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto de cooperação transfronteiriça Espanha-Portugal POCTEP - Águeda “Caracterización ambiental y análisis de riesgos en cuencas transfronterizas: Proyecto piloto en el río Águeda” visando a caracterização dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas) da bacia hidrográfica do rio Águeda, avaliando a qualidade das águas e caracterizando os riscos e vulnerabilidades.

O presente trabalho está organizado e estruturado em sete capítulos.

No presente capítulo, foi feito um pequeno enquadramento relativo a temática da gestão de recursos hídricos e apresentada a estruturação do trabalho.

No Capítulo 2 é feita uma revisão bibliográfica onde são analisados e discutidos os princípios metodológicos a adotar no presente trabalho.

No Capítulo 3 é caracterizada a bacia hidrográfica do rio Águeda, do ponto de vista geomorfológico, geológico, ocupação do solo e recursos hídricos.

No Capítulo 4 é apresentado o estudo da qualidade da água superficial na bacia, adotando a classificação do INAG (instituto nacional da água).

No Capítulo 5 é apresentada a modelação matemática (modelo QUAL2Kw) e respetiva calibração do modelo adotado, bem como, a apresentação de dois modelos de previsão. O primeiro baseado na avaliação da influência de descargas tóxicas, nos principais afluentes do rio Águeda, na sua autodepuração longitudinal e o segundo na avaliação da influência do caudal.

No Capítulo 6 é apresentada a avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas tendo-se implementado o método DRASTIC, DRASTIC pesticida, para a caracterização da vulnerabilidade intrínseca e Índice de Suscetibilidade (IS), para a caracterização da vulnerabilidade extrínseca.

No Capítulo 7 são apresentadas as conclusões do estudo, nomeadamente as limitações detetadas as recomendações para futuros trabalhos de investigação e prolongamento.

2. Estado da Arte

2.1 Modelos de qualidade da água

A poluição dos rios tem vindo a aumentar devido à extração da água e descargas de águas residuais excessivas. Em alguns estados já foram iniciados projetos de reabilitação da qualidade da água. A planificação desses projetos e a otimização da afetação dos recursos requer a aplicação de modelos de qualidade da água em linhas de água (Sharma e Kansal, 2012).

As cargas poluentes ao atingirem os corpos de água, sofrem a ação de diversos mecanismos físicos, químicos e biológicos existentes no meio ambiente, alterando assim o seu comportamento e as suas respetivas concentrações. Uma linha de água poluída, por descargas de matéria orgânica biodegradável sofre um processo natural de recuperação, a que se chama autodepuração (Sharma e Kansal, 2012). Esta realiza-se através de processos físicos (diluição e sedimentação), químicos (oxidação) e biológicos (decomposição da matéria orgânica através de mecanismos heterotróficos). Os compostos orgânicos bio resistentes e os compostos inorgânicos (incluindo metais pesados) não são afetados pelo mecanismo de autodepuração. Segundo Von Sperling (1995), a autodepuração pode ser entendida como um fenómeno de sucessão ecológica, onde o restabelecimento do equilíbrio num curso de água é feito essencialmente por mecanismos naturais. A capacidade de autodepuração varia de um corpo hídrico para outro, tornando-se necessários estudos específicos desenvolvidos com o intuito de conhecer a quantidade de descargas, tóxicas e difusas, que um rio é capaz de receber e depurar naturalmente.

Essa necessidade de prever os impactos dos poluentes ao longo de um rio levou ao desenvolvimento de modelos de previsão da qualidade da água. Desde algumas décadas para cá, esses modelos têm vindo a ser desenvolvidos, com um grau de sofisticação crescente. Os avanços nas metodologias computacionais têm levado ao desenvolvimento de modelos cada vez mais complexos, tornando-se também cada vez mais “user-friendly”, permitindo simular a qualidade da água em 1D, 2D e 3D. Dos vários modelos desenvolvidos, podemos destacar os seguintes: AQUATOX, BLTM (Branched Lagrangian Transport Model), EPD-RIV1 (One Dimensional Riverine Hydrodynamic and Water Quality Model), QUAL2kw, WASP 7 (Water Quality Analysis Simulation Program 7) e WQRRS (Water Quality for River-Reservoir Systems) (Sharma e Kansal, 2012).

Segundo Sharma e Kansal (2012) a maioria dos modelos estudados é incapaz de simular elementos metálicos, exceto EPD-Riv1 que pode simular ferro e manganês. WASP é o único modelo que pode prever sílica, pesticidas e compostos orgânicos sintéticos (Tabela 2.1). Comparando a descrição do processo, formulações matemáticas, parâmetros de qualidade analisados e requisitos de entrada, verifica-se que os modelos BLTM e WQRRS são modelos simples, com baixos níveis de complexidade, o QUAL2kw e WASP são de fácil acesso e de

fácil utilização e tem nível intermediário de complexidade. No entanto, AQUAtox e EPD-Riv1 são muito abrangentes tendo níveis mais altos de complexidade.

Segundo Sharma e Kansal (2012) pode concluir-se que o QUAL2kw e o WASP 7 são as ferramentas mais eficazes para a modelação da qualidade da água do rio apresentando um nível intermédio de complexidade.

Tabela 2.1 - Comparação dos constituintes modelados pelos vários modelos de qualidade da água (Sharma e Kansal, 2012)

State variables and processes	AQUATOX	BLTM (Sub-routine QUAL2E)	EPD RIV1	QUAL2Kw	WASP	WQRRS
Hydraulics			✓	✓	✓	✓
Conductivity				✓		
pH	✓			✓		
Alkalinity				✓		✓
Total carbon						✓
Total inorganic carbon, Light extinction				✓		
Heat budget				✓	✓	
Temperature		✓	✓	✓	✓	
Nutrients	✓			✓	✓	✓
NH ₄ toxicity	✓					
Nitrogen		✓	✓	✓	✓	✓
Ammonia, nitrate			✓	✓	✓	✓
Nitrite						✓
Phosphorus		✓	✓	✓	✓	✓
Orthophosphate				✓	✓	
Sediment diagenesis	✓			✓		
Sand/silt/clay, stratified sediments	✓				✓	
Sediment effects	✓			✓		
Organic toxicants in sediments	✓				✓	✓
Cohesive sediments, non-cohesive sediments, Inorganic solids					✓	
Inorganic suspended solids				✓		
Total dissolved solids						✓
Detritus	✓			✓	✓	✓
Algae		✓	✓	✓	✓	
Bottom algae				✓		✓
Phytoplankton	✓			✓		✓
Periphyton	✓				✓	
Macrophytes	✓		✓			
Zooplankton, zoobenthos, fish	✓					✓
Bird etc.	✓					
Bacteria (coliform)		✓	✓	✓	✓	✓
Pathogens				✓		
DO	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DO effects on biota	✓					
Anoxia				✓		
BOD		✓	✓	✓	✓	
NBOD			✓	✓		
CBOD (slow and fast)			✓	✓	✓	
COD		✓	✓	✓		
SOD				✓		
Brines						
Salinity, organic toxicant fate	✓				✓	
Ecotoxicity	✓					
Linked segments	✓					
User defined constituent		✓	✓	✓	✓	
Silica, conservative tracer, pesticides, synthetic organics					✓	
Hyporheic metabolism				✓		
Iron, manganese			✓			

2.1.1 QUAL2KW

2.1.1.1 Descrição do modelo

Como já referenciado, o modelo matemático escolhido foi a versão 5.1 do modelo QUAL2Kw. Este modelo foi desenvolvido por Steve Chapra, Greg Pelletier e Hua Tao, no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Tufts (EUA) e é distribuído gratuitamente pelo EPA - United States Environmental Protection Agency (<http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/models.html>). É um modelo de qualidade da água de cargas poluentes pontuais e difusas, aplicado a rios e afluentes (Pelletier e Chapra, 2005). O QUAL2Kw é um modelo estacionário, unidimensional, baseado em equações diferenciais ordinárias, utilizado para simular o comportamento de diversos parâmetros de qualidade da água ao longo de um rio em regime permanente. O modelo é de O programa é suportado pela linguagem de programação Visual Basic, no entanto utiliza o Microsoft Excel como programa de interface gráfica. Deste modo permite a fácil compreensão e manuseamento do programa por parte do utilizador.

O modelo consegue simular inúmeros parâmetros tais como a temperatura, pH, carência bioquímica de oxigénio, oxigénio dissolvido, coliformes fecais, entre muitos outros. Pelletier e Chapra (2006) publicaram a teoria e a documentação do modelo QUAL2Kw, no qual são abordados todos os parâmetros, balanços, características, coeficientes e equações do modelo. O curso de água é dividido em segmentos (Figura 2.1), que têm na sua extensão características constantes (inclinação do talude, largura do fundo, rugosidade do canal, etc.), e numerados por ordem crescente, em que o primeiro começa no ponto mais alto do rio. Os tributários são representados como entradas (inputs).

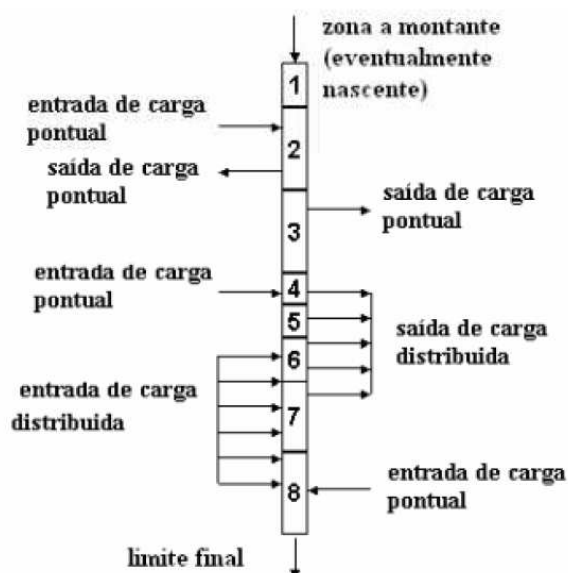


Figura 2.1 - Esquema de segmentação do rio com respetivas entradas e saídas. (Pelletier e Chapra, 2005)

2.1.1.2 Funcionamento

O QUAL2Kw considera o rio como um sistema unidimensional, admitindo que a emissão de um poluente fica instantaneamente misturada ao longo da secção transversal do rio. Em termos de qualidade de água, o resultado é que a previsão de concentrações médias de poluentes no rio nos dá um cenário atenuado, relativamente às coletadas nos pontos de descarga dos efluentes.

Na recolha de dados, um impedimento básico para uma modelação bem-sucedida da qualidade da água é a falta de dados, recolhidos de forma contínua (de hora a hora, por exemplo). Tornando, desta forma a calibração e a validação mais difícil. É muito importante utilizar conjuntos de dados que representem condições diferentes. Esta necessidade de dados independentes deverá o investigador a conduzir campanhas de recolha e medição que, no mínimo garantam a abrangência das variações extremas, do ponto de vista de caudal e condições climáticas.

As campanhas de campo encontram sempre limitações do ponto de vista financeiro e humano. Tais levantamentos requerem periodicidade na colheita e rapidez nas análises, requerendo uma equipa destinada a este trabalho. O código de computador usado nos cálculos do modelo QUAL2K é escrito em Visual Basic, ou Fortran, servindo o Excel como interface do operador.

Os parâmetros requeridos apresentam-se em folhas de trabalho ao longo do programa (Figura 2.2). O programa encontra-se dividido em várias folhas de cálculo, onde o utilizador deverá escolher as opções pretendidas e introduzir todos os dados que possui relativamente ao caso em estudo – a calibração do modelo obter-se-á num processo de tentativa erro, em que várias alternativas são testadas até se alcançar o resultado ótimo.

QUAL2Kw (version 5.1)	
Stream Water Quality Model	
Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao	
Department of Ecology and Tufts University	
<input type="button" value="Open File"/> <input type="button" value="Run VBA"/> <input type="button" value="Run Fortran"/>	
System ID:	
River name	ÁGUEDA
Saved file name	agueda_2012_05
Directory where the input/output files are saved	
Month	5
Day	1
Year	2012
Local standard time zone relative to UTC	1 hours
Daylight savings time	Yes
Simulation and output options:	
Calculation step	11.25 minutes
Number of days	2 days
Solution method (integration)	Euler
Solution method (pH)	Bisection
Simulate hyporheic exchange and pore water quality	No
Display dynamic diel output	No
State variables for simulation	All
Simulate sediment diagenesis	No
Simulate alkalinity change due to nutrient change	No
Write dynamic output of water quality	No
Program determined calc step	11.25 minutes
Time elapsed during last model run	0.19 minutes
Time of sunrise	6:37 AM
Time of solar noon	1:36 PM
Time of sunset	8:36 PM
Photoperiod	13.99 hours

Figura 2.2 – Interface gráfica do modelo Qual2Kw

O modelo origina como outputs gráficos do perfil do sistema fluvial relativamente aos parâmetros para o qual foi calibrado (tempo de passagem, caudal, velocidade, profundidade, rearejamento, temperatura, condutividade elétrica, sólidos suspensos totais, oxigénio dissolvido (OD), CBO_{fast} , CBO_{slow} , azoto total, azoto orgânico, azoto amoniacal, nitrato, fósforo orgânico e inorgânico e total, fitoplâncton, cobertura do fundo por algas, patogénicos, alcalinidade, pH, $CBO_{ultimate}$, carência de oxigénio nos sedimentos, e as trocas de metano, amoníaco e fósforo inorgânico entre a água e os sedimentos na zona hiporreica).

Após se atingir a calibração ótima, é possível construir modelos de previsão, fazendo variar alguns dos seus parâmetros da qualidade da água e/ou do sistema fluvial e criar cenários simulados da evolução da sua qualidade ao longo do seu percurso longitudinal. Este modelo torna-se assim uma ferramenta de apoio à gestão, podendo ser tomadas medidas corretivas, a curto ou longo prazo, para melhorar a qualidade das águas do sistema em estudo de forma a atingir um equilíbrio saudável do ecossistema, com base na avaliação dos cenários simulados (Pelletier et al., 2006 e Vieira et al., 2013).

2.1.1.3 Aplicação

A pesquisa bibliográfica sobre a aplicação do modelo em bacias hidrográficas revelou que, nos últimos anos, vários estudos foram realizados sobre modelação hidráulica e qualidade da água de sistemas fluviais. Internacionalmente destaca-se a simulação da qualidade da água no rio Bagmati, Nepal (Kannel et al., 2007). Em Portugal podemos destacar a implementação do modelo QUAL2Kw no rio Lis (Vieira, 2012) e Lima (Restivo, 2012). Também à semelhança do nosso caso de estudo, este método foi implementado num rio transfronteiriço, o rio Minho (Lima, 2012). No interior centro de referenciar os trabalhos realizados com o apoio das Águas do centro, SA no âmbito da caracterização do impacte das descargas da ETAR's na ribeira da Pracana (Oliveira, 2011) e no rio Ocreza (Almeida, 2011 e Carvalho, 2012).

2.1.1.4 Limitações do Modelo

No modelo QUAL2Kw existem limitações na aplicação, na formulação matemática, na calibração e na recolha de dados. Estas constituem as maiores fontes de erro entre as curvas calculadas e observadas, acarretando os principais problemas no que respeita à calibração.

Na formulação matemática e como todos os modelos, o QUAL2Kw incorpora certas simplificações e aproximações. Estas podem originar limitações específicas para certas aplicações podendo reduzir a robustez do modelo (Lima, 2012).

2.2 Vulnerabilidade de águas subterrâneas

A vulnerabilidade das águas subterrâneas corresponde à sua suscetibilidade à contaminação, ou seja, à capacidade que o terreno tem de atenuar a contaminação à passagem de poluentes. O risco é causado não apenas pelas características do aquífero, mas também pela existência de atividades antropogénicas poluentes. É importante frisar que os conceitos de vulnerabilidade e risco correspondem a realidades distintas. Risco poder-se-á definir como a maior ou menor probabilidade de um acidente ocorrer. Ainda que os modelos aqui apresentados não tenham uma abordagem estocástica, a interceção entre os modelos de vulnerabilidade (intrínseca e extrínseca) e o conhecimento das atividades desenvolvidas na região, permitiram construir mapas de risco, sintetizadores das áreas onde o perigo de ocorrência de um acidente é superior. Na prática, pode considerar-se zonas de grande vulnerabilidade e de baixo risco, caso não haja carga poluente, ou verificarem-se potenciais situações de risco em áreas de baixa vulnerabilidade (Antunes et al., 2013).

Uma das metodologias correntes de avaliação da vulnerabilidade de um aquífero à poluição baseia-se na aplicação de índices que, permitam quantificar a referida vulnerabilidade. São vários os índices de avaliação da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas, vulnerabilidade intrínseca e vulnerabilidade extrínseca. Para além dos métodos utilizados neste trabalho (DRASTIC, DRASTIC pesticidas e Índice de Suscetibilidade) convém referir que existem outros como por exemplo os índices AVI, GOD, EKV, SINTACS e EPIK (e. g. Maia e Cruz, 2011). O que diferencia estes métodos são os parâmetros utilizados e o método de cálculo, que pretendem, no caso DRASTIC, a caracterização da vulnerabilidade hidrogeológica e a influência da atividade antropogénica, como no índice de suscetibilidade. A Tabela 2.2 representa os principais índices existentes e os parâmetros utilizados.

Tabela 2.2 - Principais métodos utilizados no cálculo da vulnerabilidade (Maia e Cruz, 2011)

EKV	Índice = E.Kv;
	E - Profundidade da água Kv - Permeabilidade vertical
GOD	Índice = G.O.D.
	G - Tipo de aquífero O - Litologia da cobertura D - Profundidade da água
DRASTIC	Índice = D.Dw + R.Rw + A.Aw + S.Sw + T.Tw + I.Iw + C.Cw
	D - Profundidade da água R - Recarga A - Aquífero S - Tipo de Solo T - Topografia I - Impacto da zona não saturada

	C - condutividade hidráulica
SINTACS	Índice = S.Sw + I.Iw + N.Nw + T.Tw + A.Aw + C.Cw + S.Sw
	S - Profundidade da água
	I - Infiltração
	N - Zona não saturada
	T - Tipo de solo
	A - Características do aquífero
	C - Condutividade hidráulica
	S - Declividade topográfica.
EPIK	Índice = $\alpha.E + \beta.P + \gamma.I + \delta.K$
	E - Intensidade de carsificação
	P - Espessura da cobertura
	I - Infiltração
	K - Rede cársica
AVI	Índice = $\sum(d_i / K_i)$
	d _i - Espessura de cada camada sedimentar acima da zona saturada
	K _i - Condutividade hidráulica estimada de cada uma destas camadas.

2.2.1 Metodologia DRASTIC

O método DRASTIC foi desenvolvido em 1987 (Aller et al., 1987) com o apoio da agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA). A principal finalidade deste método é estimar a vulnerabilidade intrínseca da água subterrânea. O índice de vulnerabilidade é obtido pelo somatório ponderado de 7 parâmetros hidrogeológicos de uma determinada área. Cada um dos 7 parâmetros DRASTIC é dividido numa escala de 1 a 10 (sendo 1 menos vulnerável e 10 mais vulnerável) referente aos diferentes tipos de meios significativos que condicionam o potencial de poluição. Os parâmetros do método DRASTIC foram determinados de modo a que, ao serem utilizados em conjunto, sejam representativos da vulnerabilidade à contaminação por poluentes de aquíferos.

Esta vulnerabilidade considera os fatores geológicos e hidrológicos que afetam e controlam o movimento da água subterrânea para o interior, através e para o exterior de determinada área (Figura 2.3). O método define assim áreas com semelhantes características hidrogeológicas, e conseqüentemente, vulnerabilidade comum na contaminação por poluentes. A partir destes fatores é possível fazer uma generalização sobre a disponibilidade da água subterrânea e a vulnerabilidade à contaminação por poluentes desta.

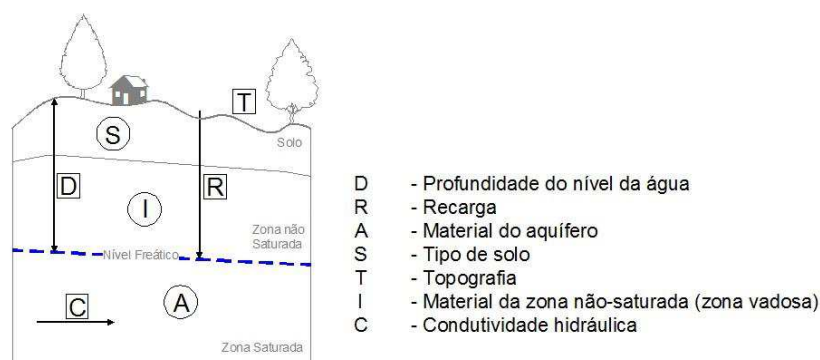


Figura 2.3 - Esquemática dos parâmetros DRASTIC (adaptado LNEC, 2002)

A aplicação deste método implica alguns pressupostos (Aller et al., 1987): A contaminação tem origem na superfície; os contaminantes propagam-se pelo subsolo através da precipitação e o tipo de contaminante não influencia o grau de vulnerabilidade. Este método encontra-se muito difundido, sendo um dos primeiros a ser utilizado para se classificar a vulnerabilidade intrínseca. Contudo, embora utilize uma maior quantidade de parâmetros (7), este fato pode tornar-se um inconveniente quando não se dispõe dos valores para alguns deles. Nomeadamente em maciços rochosos fraturados em que os sistemas de águas subterrâneas são maioritariamente controlados pela fracturação (Mendes, 2006). A subjetividade dos parâmetros recarga (R) e condutividade hidráulica (C), ambos relacionados com o processo de recarga e a redundância de outros parâmetros como material do aquífero (A), tipo de solo (S) e matéria da zona não saturada (I). Segundo Fortin (1998) os fatores de ponderação também podem levar a algum erro, tendo em consideração que estes foram desenvolvidos para o caso dos Estados Unidos da América.

2.2.1.1 Parâmetro D - Profundidade do nível da água

A profundidade do topo do aquífero é importante principalmente porque determina a espessura de material que um contaminante deverá atravessar até atingir o aquífero. Assim existe uma maior probabilidade de atenuação com o aumento da profundidade porque quanto mais profundo estiver o nível freático, mais tempo demorará um contaminante a atingi-lo (Aller et al., 1987). Contudo, distingue-se a diferença de altitudes, conforme o tipo de aquífero observado (livre, confinado, semi-confinado). Num aquífero livre, a profundidade é a distância ao nível da água subterrânea. Em aquíferos confinados, esta reproduz a profundidade do topo do aquífero. Caso o aquífero seja semi-confinado, opta-se entre a distância ao nível da água subterrânea ou ao topo do aquífero (Paralta et al., 2003). Na Tabela 2.3 estão representados os índices afetos à profundidade do nível da água

Tabela 2.3 - Classes e índices da profundidade do topo do nível da água (adaptado de Aller et al. 1987)

Profundidade (m)	Índice
<1,5	10
1,5-4,6	9
4,6-9,1	7
9,1-15,2	5
15,2-22,9	3
22,9-30,5	2
>30,5	1

2.2.1.2 Parâmetro R - Recarga

A principal fonte de água subterrânea é a precipitação que se infiltra através do solo e percola até ao aquífero. A recarga representa a altura de água por unidade de superfície que penetra o solo e atinge o aquífero. Essa recarga de água permite o transporte de um contaminante verticalmente até ao aquífero e horizontalmente dentro do mesmo. Este parâmetro controla também a quantidade de água disponível para a dispersão e diluição na zona vadosa e zona saturada.

Em áreas onde o aquífero é livre, a recarga deste ocorre, normalmente, mais facilmente e a vulnerabilidade à poluição é geralmente mais elevada do que em zonas de aquífero confinado. Os aquíferos confinados estão parcialmente protegidos dos contaminantes introduzidos na superfície por camadas de baixa permeabilidade que atrasam a circulação da água até o aquífero confinado. A água de recarga é assim o principal veículo para a lixiviação e transporte de contaminantes sólidos e líquidos até ao nível freático. Assim, quanto maior a recarga, maior a vulnerabilidade à poluição (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Classes e índices da recarga do aquífero (adaptado de Aller et al., 1987)

Recarga (mm/ano)	Índice
<51	1
51-102	3
102-178	6
178-254	8
>254	9

2.2.1.3 Parâmetro A - Material do aquífero

Este parâmetro representa a capacidade de atenuação do aquífero em função do material litológico que o constitui (Paralta et al., 2001), estando diretamente relacionado com as suas características geotécnicas (porosidade, tamanho dos poros, linearidade do fluxo, entre outros). A envolvente geológica, influencia o escoamento da água no interior da zona saturada, determinando as diversas possíveis direções de migração dos contaminantes e o tempo considerado necessário para ocorrerem os processos de

atenuação. De um modo geral, as formações litológicas mais permeáveis apresentam índices de vulnerabilidade mais elevados (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Classes e índices do material do aquífero (adaptado de Aller et al., 1987)

Natureza do aquífero	Índice	Índice típico
Xisto argiloso, argilito	1-3	2
Rocha metamórfica e ígnea	2-5	3
Rocha metamórfica e ígnea alterada / fraturada	3-5	4
Arenito, calcário e argilito estratificado	5-9	6
Arenito maciço	4-9	6
Calcário maciço	4-9	6
Areia e balastro	4-9	8
Basalto	2-10	9
Calcário carsificado	9-10	10

2.2.1.4 Parâmetro S - Tipo de solo

O tipo de solo refere-se ao material da zona alterada da superfície terrestre, com uma espessura normalmente inferior a 2 m. O tipo de solo tem um significativo impacto na quantidade de recarga, mas é sobretudo pelo seu potencial atenuador da poluição que é considerado no índice DRASTIC (Tabela 2.6). São as seguintes propriedades de um solo que condicionam o potencial de poluição: espessura do solo; textura do solo; expansibilidade/contractilidade do solo; teor em matéria orgânica do solo (LNEC, 2002).

Tabela 2.6 - Classes e índices do tipo de solo (adaptado de Aller et al., 1987)

Solo	Índice
fino ou ausente	10
balastro	10
Areia	9
Turfa	8
Argila agregada e/ou expansível	7
franco arenoso	6
franco	5
franco siltoso	4
franco argiloso	3
Lodo	2
Argila não agregada e não expansível	1

2.2.1.5 Parâmetro T - Topografia

Este parâmetro refere-se à variação do declive do terreno (Tabela 2.7), condicionando a velocidade e a direção do escoamento superficial do poluente e do gradiente hidráulico. As áreas de menor declive tendem a reter água durante um maior intervalo de tempo, permitindo uma maior infiltração da água e um maior potencial de migração de contaminantes, aumentando a vulnerabilidade das águas subterrâneas. A variação do declive, por sua vez, pode influenciar o desenvolvimento da camada de espessura do solo,

tendo efeito na atenuação dos contaminantes e diminuindo o seu índice de vulnerabilidade.

Tabela 2.7 - Classes e índices da topografia (adaptado de Aller et al., 1987)

Declive (%)	Índice
<2	10
2-6	9
6-12	5
12-18	3
>18	1

2.2.1.6 Parâmetro I - Influência da zona vadosa

A zona vadosa definida como a zona acima do aquífero, a zona não saturada. O tipo de material que se encontra nesta zona influencia o tempo de percurso do poluente, possibilitando a ocorrência de diversos processos de atenuação: biodegradação, neutralização, filtração mecânica, reação química, volatilização e dispersão. A fracturação nesta zona é particularmente importante pois facilita a percolação vertical do poluente até ao aquífero (Tabela 2.8).

Tabela 2.8 - Classes e índices da topografia (adaptado de Aller et al., 1987)

Zona não saturada	Índice	Índice típico
Camada confinante	1	1
Argila/Silte	2-6	3
Xisto argiloso, argilito	2-5	3
Calcário	2-7	6
Arenito	4-8	6
Arenito, calcário e argilito estratificados	4-8	6
Areia e balastro com percentagem significativa de silte e argila	4-8	6
Rocha metamórfica/Ígnea	4-8	4
Areia e balastro	4-8	8
Basalto	2-10	9
Calcário carsificado	8-10	10

2.2.1.7 Parâmetro C - Condutividade Hidráulica

A condutividade hidráulica refere-se à capacidade que o aquífero tem em facilitar a circulação da água. A condutividade hidráulica é controlada pela quantidade e pela interligação de espaços vazios dentro do aquífero que pode ocorrer como consequência de fatores tais como a porosidade e fratura. Nos aquíferos com elevada condutividade hidráulica, o índice de vulnerabilidade é mais elevado, estando mais exposto à contaminação, comparativamente com materiais de menor condutividade hidráulica (Tabela 2.9).

Tabela 2.9 - Classes e índices da condutividade hidráulica (adaptado de Aller et al., 1987)

Condutividade hidráulica (m/d)	Índice
<4,1	1
4,1-12,2	2
12,2-28,5	4
28,5-40,7	6
40,7-81,5	8
>81,5	10

2.2.1.8 Índices e Classes de vulnerabilidade

Para determinar o índice de vulnerabilidade DRASTIC procede-se ao somatório ponderado dos índices obtidos nos 7 parâmetros avaliados, através da seguinte expressão:

$$\text{DRASTIC} = D_p \times D_i + R_p \times R_i + A_p \times A_i + S_p \times S_i + T_p \times T_i + I_p \times I_i + C_p \times C_i$$

Onde i é o índice atribuído a cada parâmetro e p a sua ponderação. A ponderação de cada parâmetro reflete a sua importância relativa. A ponderação varia de 1 a 5 da seguinte forma:

Parâmetro	D	R	A	S	T	I	C
Ponderação	5	4	3	2	1	5	3

O valor mínimo do índice DRASTIC é 23 e o valor máximo 226, existe 4 classes de vulnerabilidade variando de baixa a muito elevada (Tabela 2.10).

Tabela 2.10 - Classes de Vulnerabilidade DRASTIC (cores adotadas de Aller et al., 1987)

Vulnerabilidade	Índice DRASTIC	Cor
Baixa	<79	Violeta
	80-99	Indigo
	100-119	Azul
Intermédia	120-139	Verde Escuro
	140-159	Verde claro
Elevada	160-179	Amarelo
	180-199	Laranja
Muito Elevada	>200	Vermelho

2.2.2 Metodologia DRASTIC pesticida

A metodologia DRASTIC pesticida é semelhante à metodologia DRASTIC, utilizando os mesmos parâmetros e índices e tem como principal objetivo a caracterização da vulnerabilidade intrínseca dos sistemas de águas subterrâneas, ainda que ponderando mais os parâmetros dependentes de atividades antropogénicas (Aller et al., 1987). Neste método os fatores de ponderação dos parâmetros foram modificados tendo em conta os processos de atenuação dos pesticidas nos solos e na zona vadosa:

Parâmetro	D	R	A	S	T	I	C
Ponderação	5	4	3	5	3	4	2

2.2.3 Metodologia Índice de Suscetibilidade (IS)

O índice de suscetibilidade (IS) foi desenvolvido por Francés et al. (2001), no âmbito do Estudo dos recursos hídricos subterrâneos do Alentejo (ERHSA), para avaliar a vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação de natureza agrícola. O índice foi construído através de uma modificação do método DRASTIC desenvolvido por ALLER et al. (1987) para a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA). O novo método simplifica o sistema hidrogeológico, em termos do número de variáveis importantes para a determinação da vulnerabilidade, e introduz um parâmetro relacionado com a ocupação do solo, que pretende ponderar o impacto ambiental do uso do solo na contaminação das águas subterrâneas (Stigter et al., 2002).

Assim, o IS é calculado a partir da soma ponderada de cinco parâmetros: profundidade da zona não saturada (D), recarga do aquífero (R), geologia do aquífero (A), declive do terreno (T). Estes quatro primeiros parâmetros são comuns ao método DRASTIC. O último parâmetro deste método é a ocupação do solo (OS). Este método tem fatores de ponderação que diferem da metodologia DRASTIC (Tabela 2.11).

Tabela 2.11 - Classes e índices da ocupação do solo (Stigter et al., 2002)

Ocupação do Solo	Índice
Descargas industriais, zonas de espalhamento de lixos	100
Perímetros regados, arrozais	90
Pedreiras, zonas de extração de areia, mina a céu aberto, estaleiros	80
Aeroportos, zonas portuárias, infraestruturas da rede de autoestradas e da rede ferroviária	75
Espaços de atividades industriais, comerciais e de equipamentos gerais	75
Espaços verdes urbanos	75
Zonas com equipamentos desportivos e de ocupação de tempos livres	75
Tecido urbano contínuo	75
Tecido urbano descontínuo	70
Culturas permanentes (vinhas, pomares, oliveiras, etc.)	70
Culturas anuais associadas às culturas permanentes	50
Pastagens	50
Sistemas culturais e parcelares complexos	50
Terras ocupadas principalmente por agricultura com espaços naturais importantes	50
Territórios agroflorestais	50
Meios aquáticos (sapais, salinas, etc.)	50
Florestas e meios seminaturais, superfícies com água	0

Para determinar o índice de suscetibilidade procede-se ao somatório ponderado dos índices obtidos nos 5 parâmetros avaliados, através da seguinte expressão:

$$IS = D_p \times D_i + R_p \times R_i + A_p \times A_i + T_p \times T_i + OSp \times OSi$$

Onde i é o índice atribuído a cada parâmetro e p a sua ponderação. A ponderação de cada parâmetro reflete a sua importância relativa. Os valores correspondentes às classes e as amplitudes dos intervalos dos quatro primeiros parâmetros foram mantidos, sendo apenas reajustados para percentagem. Assim, o valor final do Índice de Suscetibilidade varia entre 0 e 100 % (Paralta et al., 2001). A ponderação dos parâmetros é a seguinte (Stigter et al., 2002):

Parâmetro	D	R	A	T	OS
Ponderação	0.186	0.212	0.259	0.121	0.222

O índice IS possui 8 classes de vulnerabilidade variando de extremamente baixa a extremamente vulnerável (Tabela 2.12).

Tabela 2.12 - Classes de Vulnerabilidade e Índice de Suscetibilidade (IS) (Ribeiro e Mendes 2010)

Vulnerabilidade	Índice IS	Cor
Extremamente baixa	<30	Violeta
Muito baixa	30-40	Indigo
Baixa	40-50	Azul
Moderada a baixa	50-60	Verde Escuro
Moderada a alta	60-70	Verde claro
Elevada	70-80	Amarelo
Muito elevada	80-90	Laranja
Extremamente vulnerável	>90	Vermelho

3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

3.1 Caracterização geográfica

O rio Águeda é um rio luso-espanhol que nasce em Espanha na Serra das Mesas, perto de Navasfrías, tem uma extensão de cerca de 140 km e desagua no rio Douro junto a Barca d'Alva no concelho de Figueira de Castelo Rodrigo. No seu percurso passa pela cidade espanhola de Ciudad Rodrigo. O rio serve de fronteira natural entre Portugal e Espanha perto de Almofala até à sua foz (Figura 3.1).

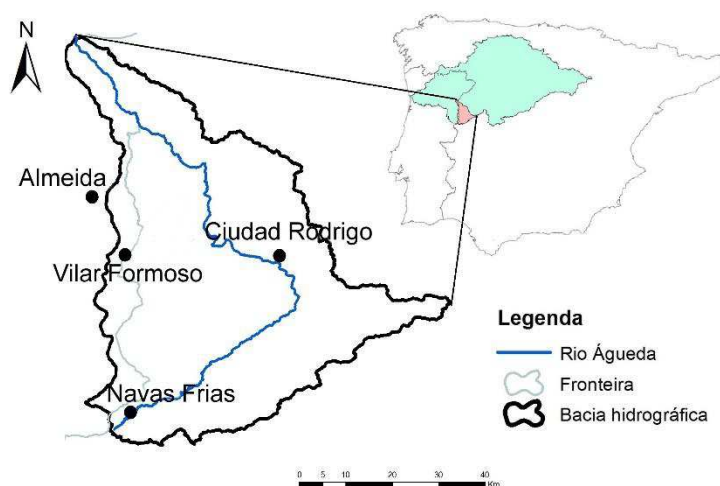


Figura 3.1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Águeda

A bacia hidrográfica do rio Águeda tem uma área cerca de 2600km², sendo 16% dessa área em território português (distrito da Guarda), abrangendo os municípios Portugueses de Almeida (freguesias de Malpartida, Vale de Coelha, Vale da Mula, S. Pedro do Rio Seco, Vilar Formoso, Freineda, Malhada Sorda, Nave de Haver), Sabugal (freguesias da Aldeia da Ribeira, Aldeia da Ponte, Lajeosa, Aldeia do Bispo) e Figueira de Castelo Rodrigo (freguesias de Escalhão, Mata de Lobos, Almofala, Escarigo). No território espanhol ficam abrangidas a zona norte da província de Carceres (Extremadura) e a zona sul da província de Salamanca (Castela e Leão).

3.2 Caracterização geomorfológica

A área da bacia apresenta uma forma alongada, com altitudes compreendidas entres 1700m e 120m (Figura 3.2 e Anexo I), nas quais se diferenciam três unidades geomorfológicas:

1) A zona de declive mais acentuado, coincidente com as cotas topográficas mais elevadas, situa-se na área a montante do rio, designada por Alto Águeda. Nesta zona

ocorrem rochas graníticas, onde estão localizadas as nascentes dos principais afluentes do rio Águeda (Figura 3.3 a));

2) A zona de planície intermédia, caracterizada pela presença de materiais de origem sedimentar e ocupada por atividades de agropecuária; conhecida como planície de Ciudad Rodrigo (Figura 3.3 b));

3) A zona localizada a jusante da bacia hidrográfica, designada por Arribas do Águeda, onde predominam as rochas metamórficas, com o rio Águeda percorrendo vales encaixados de declive acentuado até à sua foz (Figura 3.3 c)).

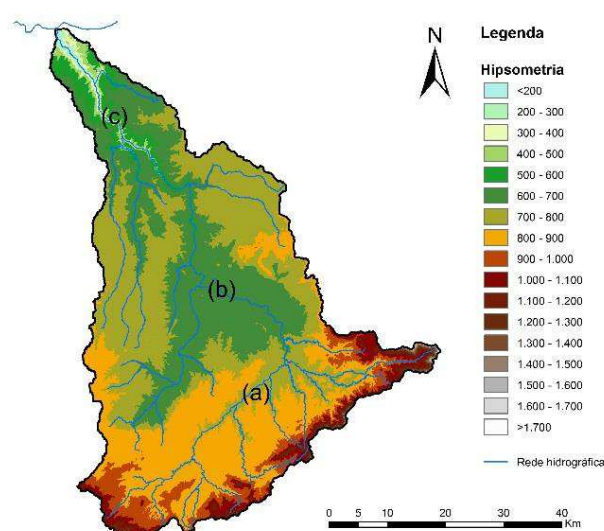


Figura 3.2 - Carta Hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Águeda



Figura 3.3 - Paisagens características da morfologia da bacia hidrográfica do rio Águeda

A Figura 3.4 representa a curva hipsométrica do rio Águeda obtida através do modelo digital do terreno. A curva hipsométrica é a representação gráfica do relevo que mostra a percentagem da área de drenagem que existe acima ou abaixo das várias elevações. A altitude média da bacia é de 766m. Na curva é perceptível as três zona descritas anteriormente.

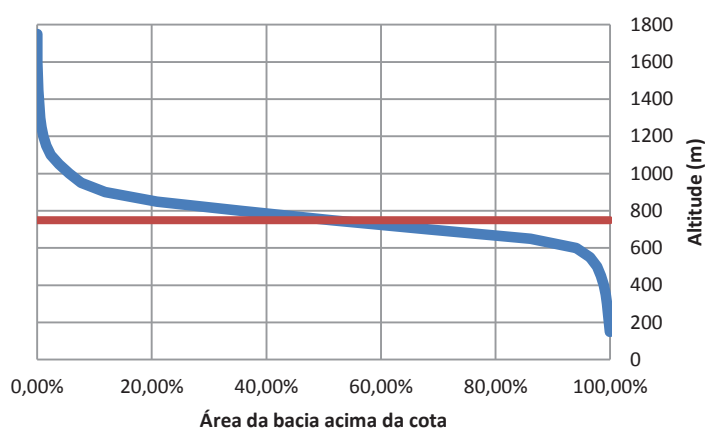


Figura 3.4 - Curva Hipsométrica do rio Águeda.

3.3 Caracterização geológica e hidrogeológica

Geologicamente pode distinguir-se duas unidades principais (Figura 3.5 e Anexo I): a) a planície de Ciudad Rodrigo formada por material detrítico Terciário, com um grande aquífero que, conjuntamente com as infraestruturas hidráulicas existentes, abastece o setor da agricultura e pecuária na área de estudo; b) uma superfície formada por material Paleozóico composto por rochas metamórficas e plutónicas ricas em minérios.

Do ponto de vista das águas subterrâneas na bacia do rio Águeda, diferencia-se duas grandes extensões: a) a zona central, que constitui um aquífero intergranular de relevante importância económica, e b) Os materiais rochosos a norte e sul, com baixas permeabilidades, associadas aos sistemas de fracturação. Assim, a hidrologia subterrânea reduz-se aos fluxos existentes dentro da massa subterrânea de Ciudad Rodrigo (denominada DU-400063), também designada por Unidade Hidrogeológica de Ciudad Rodrigo (Lobón et al., 2013).

No que respeita esta unidade, a mesma é constituída por aquíferos com parâmetros hidrogeológicos anisótropos e geologicamente diferentes: conglomerados de quartzitos, cascalhos e areias; arcoses; conglomerados siliciosos, arenitos, e siltes. Nas restantes zonas ocorrem rochas graníticas a oeste na zona sul e norte, xistos e ardósia a sul e manchas de calcários carsificados, a norte.

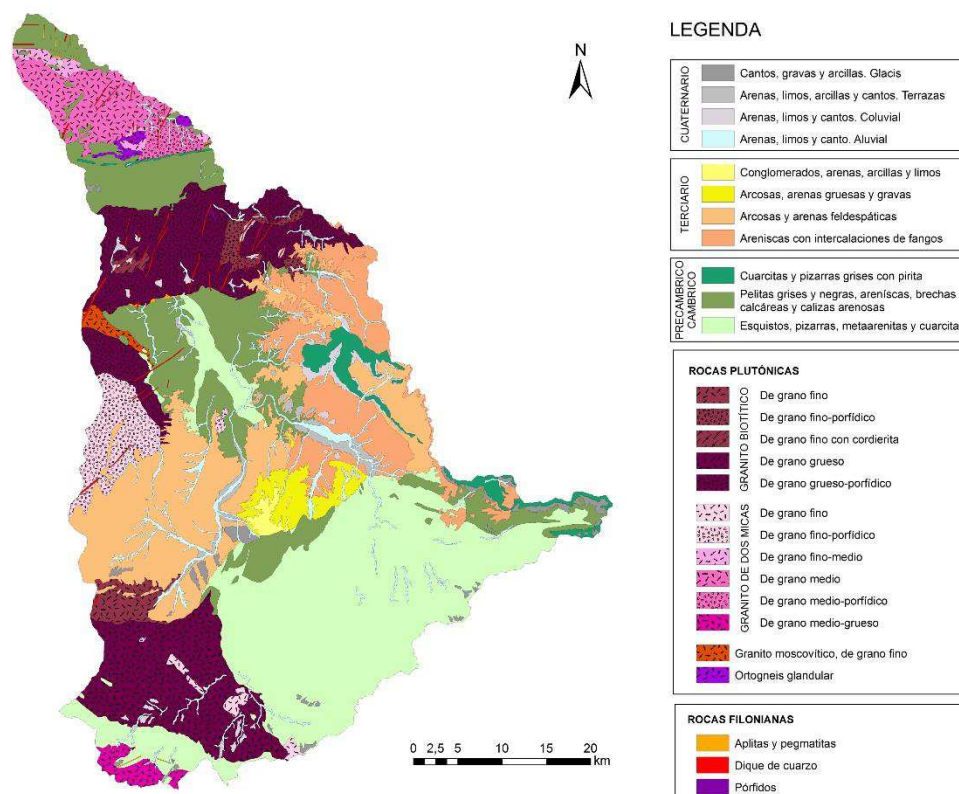


Figura 3.5 - Carta Geológica (Sánchez-González et al., 2013)

3.4 Caracterização hidrológica

A bacia do rio Águeda é uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Douro (Figura 3.1). O rio é fronteira natural entre Espanha e Portugal desde a confluência com a ribeira de Turões (Almofala) até a sua foz em Barca d'Alva, nascendo em Navasfrías. Ao longo do seu percurso (144km) o rio apresenta um forte desnível (0,52% em média) (Figura 3.6 e Anexo I). O rio desenvolve-se de sul para norte apresentando uma trajetória aproximada de SW para NE, desde a nascente até Ciudad Rodrigo e infletindo de SSE para NNW até atingir o rio Douro, com uma direção geral de escorrência de sul para norte (Figura 3.6). Neste trajeto adquire formas muito diferentes: ribeiros estreitos e sinuosos com águas turbulentas nos troços mais a nascente, perfis mais largos com águas tranquilas a meio do trajeto e na foz e profundas gargantas em diversas zonas do seu trajeto.

Os principais tributários do rio Águeda são o rio Agadón e o rio Frío. Para além da rede fluvial encontram-se massas de água de reduzidas dimensões (charcas) que secam nos meses de verão. A rede hidrográfica é bastante densa com diversos afluentes e uma complexa hierarquia de linhas de água cuja esquematização encontra-se na Figura 3.7. Relativamente às infraestruturas hidráulicas existentes, consideram-se duas grandes: Iruña (de 110 hm³) e Águeda (de 22 hm³), assim como muitos pequenos açudes existentes ao longo do curso de água.

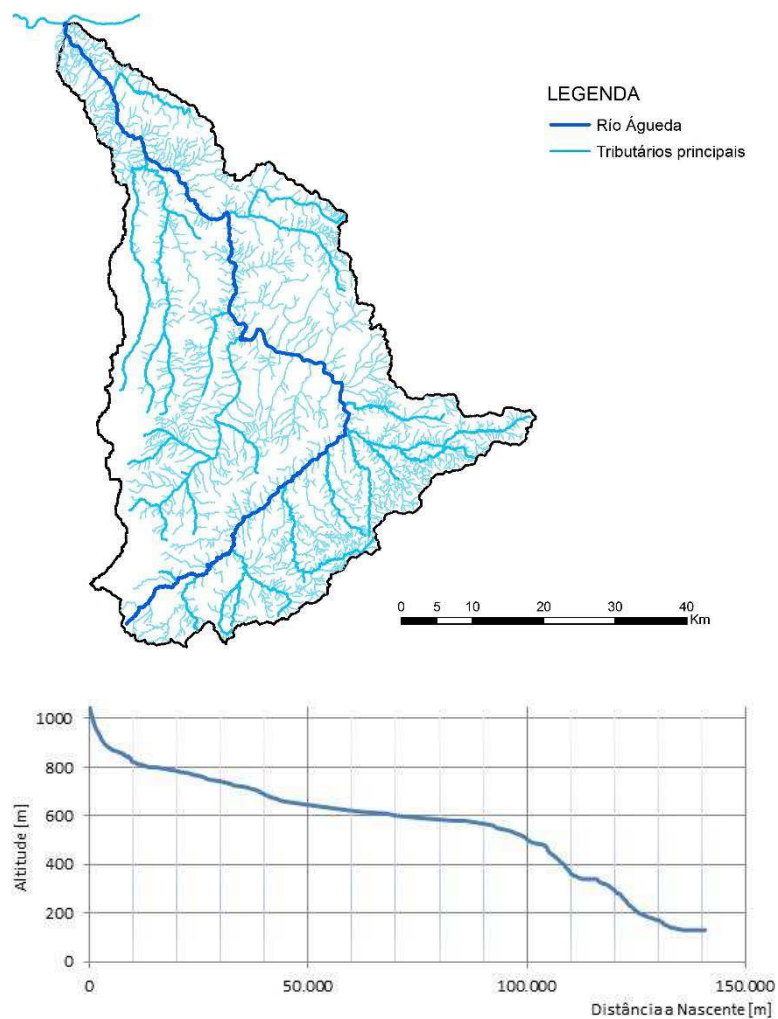


Figura 3.6 – Rede hidrográfica e perfil longitudinal do rio Águeda

Na Figura 3.8 apresenta-se o escoamento mensal no rio Águeda, na sua foz em Barca d'Alva. Para a série de valores de escoamento registados em cada mês (CHD) representam-se por traços horizontais o mínimo, o primeiro quartil, a mediana, o terceiro quartil e o máximo, e por um ponto a média. Também encontram-se representados os anómalos.

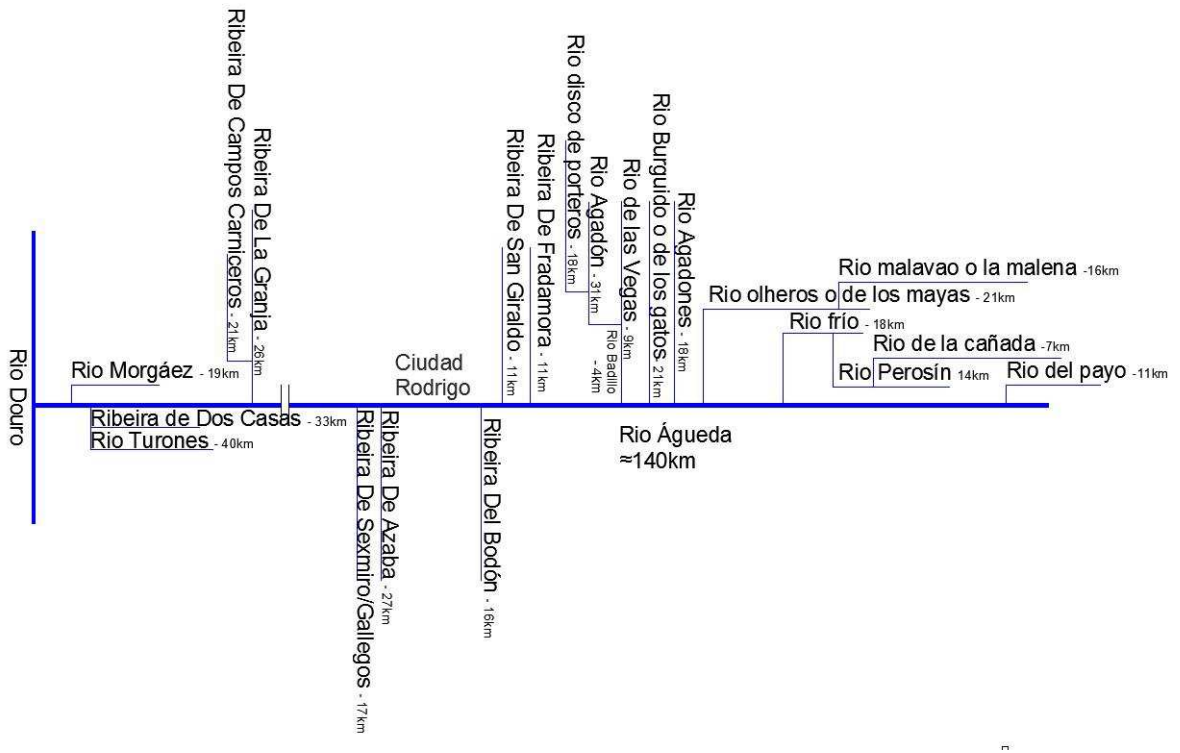


Figura 3.7 - Esquema da rede hidrográfica da bacia do rio Águeda

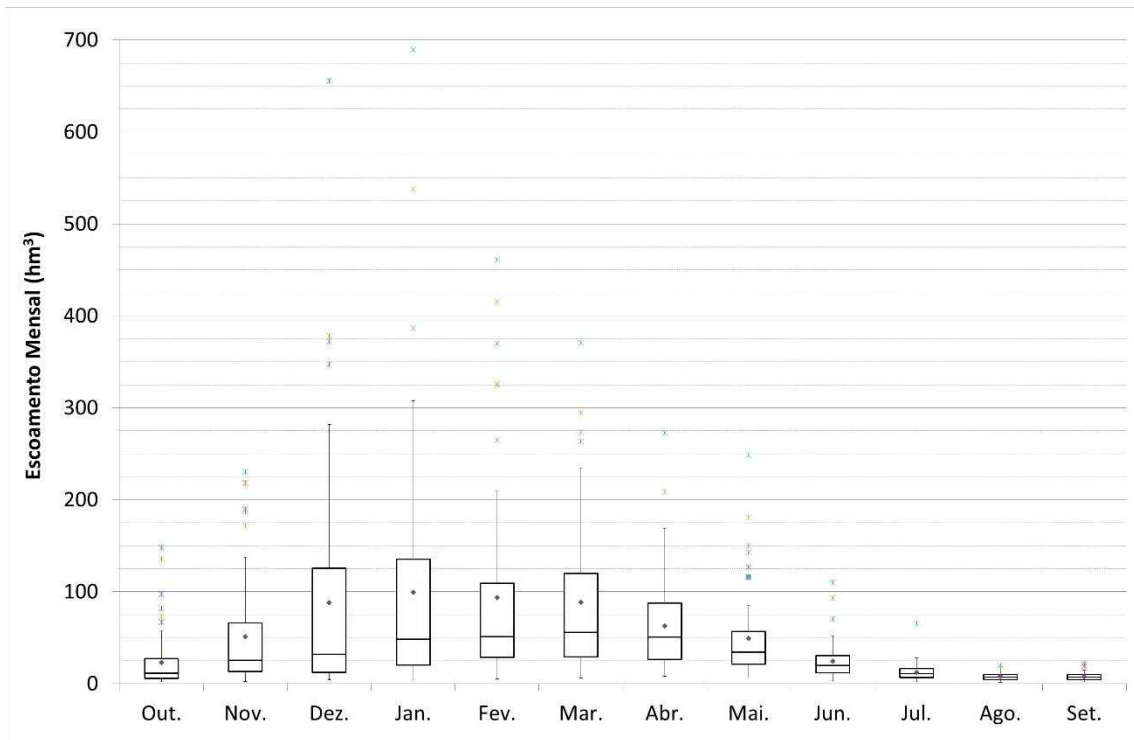


Figura 3.8 - Box-Plot referentes ao escoamento mensal no rio Águeda na sua foz (1940/41; 2005/2006)

3.5 Caracterização da ocupação do solo

O uso do solo na bacia do rio Águeda é predominantemente agrícola e florestal. Existem pequenos aglomerados urbanos, que no entanto se encontram muito dispersos, sendo os maiores núcleos urbanos: Vilar Formoso e Ciudad Rodrigo (Figura 3.9 e Anexo I). A pecuária e a agricultura são responsáveis por modificações na qualidade da água, tanto através da adição de adubos e compostos fitossanitários como através da descarga de águas residuais resultantes destas atividades. As explorações agrícolas (Figura 3.10 a)) e pecuárias (Figura 3.10 b)) localizadas na planície de Ciudad Rodrigo são bastante representativas da bacia hidrográfica do rio Águeda, constituindo as atividades dominantes do sector primário. Estas atividades têm um forte interesse económico e de desenvolvimento social para a região em estudo.

De salientar a presença de vestígios mineiros, destacando-se a exploração dos seguintes metais: estanho (Sn), volfrâmio (W), chumbo (Pb) e urânio (U). A exploração destes metais teve o seu auge na primeira metade do século XX, sendo que atualmente a maioria das explorações mineiras estão abandonadas, podendo ser identificadas pelas suas escombrelas, pois foram encerradas sem a aplicação de processos de recuperação e remediação ambiental (Figura. 3.10 c) – zona do alto Águeda). Das minas ainda em atividade destacam-se a minas de Nave de Haver (Portugal) que explora principalmente estanho e titânio e Saelices el Chico (Espanha) que explora urânio.

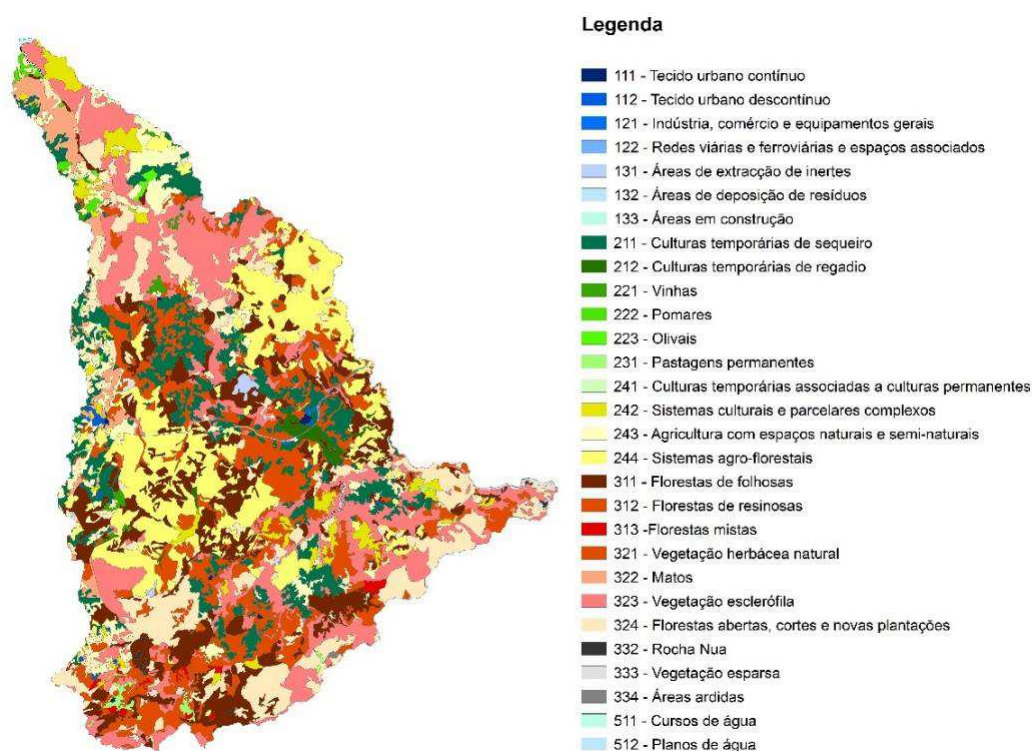


Figura 3.9 - Uso do Solo (European Environment Agency, 2012)

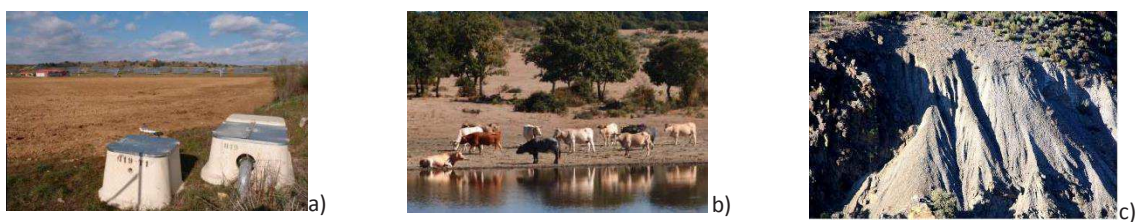


Figura 3.10 - Uso de solo característicos na bacia do rio Águeda

Albuquerque et al. (2013) estudaram a variação do uso do solo nos últimos cinquenta anos através da classificação Corine Land Cover de 1990, 2000 e 2006, e a partir de fotografias aérea de 1959. Concluíram que apesar de não existir diferenças significativas, verifica-se a concentração e extensão da agricultura no centro da bacia em detrimento de outras zonas a norte principalmente.

4. Qualidade das águas superficiais

4.1 Monitorização da qualidade da água

4.1.1 Amostragem

A amostragem de águas superficiais na Bacia Hidrográfica do Águeda foi realizada em pontos previamente selecionados. Os resultados foram obtidos numa campanha de amostragem realizada em Maio de 2012 (Figura 4.1). Para além do Rio Águeda foram selecionados para monitorização da qualidade da água principais tributários.

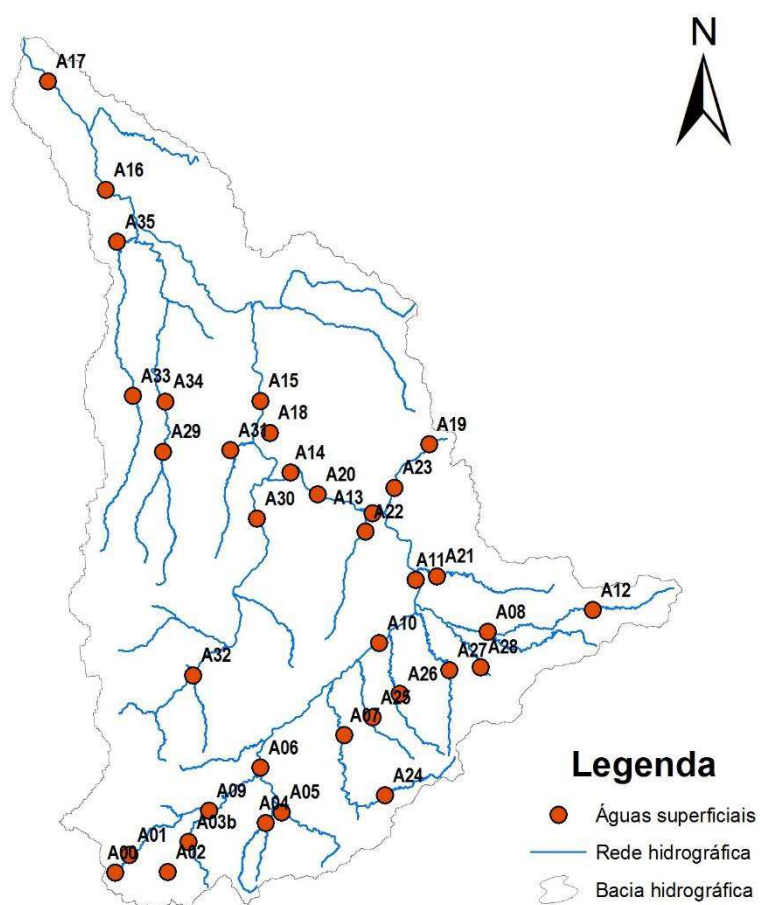


Figura 4.1 - Localização dos pontos de recolha de águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Águeda - maio de 2012

Nas amostras de água superficial procedeu-se à determinação de parâmetros “in situ”, temperatura, pH, oxigénio dissolvido (OD), condutividade elétrica, potencial de oxidação-redução (ORP), Sólidos totais dissolvidos (STD) tendo sido, posteriormente, devidamente acondicionadas e transportadas para o Laboratório do Instituto de Recursos Naturais e Agro-biologia (IRNASA; Salamanca) (Figura 4.2 e 4.3). As análises laboratoriais incluíram os principais elementos químicos associados às atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica

em estudo nomeadamente: Cloretos, nitritos, nitratos, Fosfatos inorgânicos, Sulfatos, carência bioquímica de oxigénio a 5 dias (CBO₅), Carência química de oxigénio (CQO), As, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Zn e U.



Figura 4.2 - Procedimento de recolha de amostra de água superficial



Figura 4.3 - Determinação de parâmetros “in situ”

4.2 Resultados das análises efetuadas

Os resultados apresentados a seguir (Tabela 4.1 a 4.3) são referentes às análises de águas superficiais realizadas em laboratório e determinadas “in situ”.

Para alguns dos parâmetros apresenta-se a classificação da sua qualidade (Tabela 4.4), segundo a classificação do INAG (Anexo II).

Tabela 4.1 - Parâmetros determinados “in situ” e classificação INAG da qualidade da água por cor

Ponto	pH	Temp	Conductividade	NaCl	ORP	OD	OD	STD
nº		ºC	µs/cm	mg/L	mV	%	mg/L	mg/L
A00	7,38	17,00	11,01	-	210,00	74,90	7,42	7,04
A01	6,85	13,50	12,37	-	229,00	67,40	7,16	7,93
A02	7,48	17,50	9,22	-	163,30	105,30	10,10	6,00
A03b	7,76	20,10	25,00	-	200,00	95,70	8,70	15,17
A04	8,08	18,40	20,00	9,28	201,00	91,50	8,50	12,85
A05	7,60	20,80	24,20	12,26	129,20	103,40	8,60	15,33
A06	7,70	21,00	27,00	12,50	187,00	87,50	7,66	17,32
A07	8,01	24,90	14,94	6,88	170,60	102,20	8,26	9,54
A08	7,10	18,50	21,20	9,66	-156,30	98,20	9,00	13,59
A09	8,40	21,70	25,80	11,63	180,60	100,10	8,61	16,25
A10	6,85	16,30	24,10	10,58	-149,10	103,50	9,98	14,62
A11	6,97	16,40	30,80	14,22	-150,50	103,10	9,70	19,90
A12	6,82	15,70	13,31	6,11	0,60	93,30	9,57	8,55
A13	6,69	17,90	25,70	11,81	-9,30	110,70	10,92	16,49
A14	6,83	15,40	45,00	21,20	24,00	114,00	11,34	29,10
A15	7	28,50	100,60	47,30	197,60	97,20	7,35	64,20
A16	7,82	22,00	70,80	33,30	185,30	106,60	9,17	45,60
A17	7,97	20,50	64,90	30,40	186,80	93,10	8,36	41,60
A18	7,00	17,20	262,00	124,70	-6,40	70,00	6,64	167,90
A19	7,18	28,50	198,00	93,80	-18,80	70,20	5,34	127,00
A20	6,73	18,20	427,00	205,00	5,10	13,20	1,35	274,00
A21	8,68	22,80	165,00	77,90	-258,00	112,30	9,43	105,60
A22	7,07	17,60	68,40	32,00	-156,40	91,40	8,36	43,70
A23	7,58	20,80	471,00	228,00	-184,50	78,20	6,74	305,00
A24	7,30	12,90	14,03	6,46	-150,40	94,10	10,09	8,95
A25	6,52	14,30	30,30	14,05	-130,80	94,00	9,44	19,33
A26	7,69	19,60	42,50	19,70	-201,00	114,20	10,11	27,20
A27	6,83	18,40	27,60	12,97	-142,30	103,40	9,63	17,89
A28	6,93	17,80	15,74	7,12	-150,80	100,00	9,43	10,06
A29	7,42	20,20	192,50	91,00	-175,30	89,40	8,01	122,60
A30	7,13	16,20	143,90	215,00	205,00	87,40	8,48	91,70
A31	7,32	18,20	543,00	264,00	198,50	75,20	7,25	350,00
A32	6,85	17,60	72,20	34,20	230,00	72,40	6,97	46,50
A33	7,51	16,20	191,00	90,20	177,50	89,30	8,52	121,00
A34	7,35	25,90	234,00	110,90	197,20	100,50	8,16	149,90
A35	8,43	26,30	163,40	77,30	132,50	142,90	11,53	104,80

(-) Abaixo do limite de deteção

Tabela 4.2 - Parâmetros determinados em laboratório e classificação INAG da qualidade da água por cor

Ponto	Cloretos	Nitritos	Nitratos	Fosfatos_inorg	Sulfatos	CBO ₅	CQO
nº	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
A00	1,63	-	1,18	-	0,24	73,00	-
A01	1,43	-	0,60	-	0,69	70,00	-
A02	1,31	-	0,41	-	0,35	72,00	-
A03b	1,32	-	0,45	-	0,74	53,00	-
A04	2,18	-	2,53	-	0,81	57,00	-
A05	1,37	-	0,46	-	0,43	56,00	-
A06	2,41	-	0,72	-	0,85	74,00	-
A07	1,56	-	0,40	-	0,65	54,00	29,20
A08	1,49	-	0,39	-	2,22	5,00	-
A09	2,61	-	1,40	-	1,33	59,00	-
A10	2,17	0,004	0,99	-	1,76	17,00	-
A11	2,11	0,005	0,94	-	1,85	51,00	-
A12	1,26	-	0,52	-	1,13	44,00	-
A13	2,52	0,004	1,43	-	2,39	48,00	733,00
A14	2,55	0,003	0,70	-	12,08	47,00	1016,00
A15	6,34	-	0,26	-	21,31	78,00	-
A16	3,72	0,004	0,94	0,02	18,22	38,00	-
A17	3,47	-	0,54	0,02	14,74	41,00	-
A18	20,35	-	0,07	0,22	26,26	59,00	18,90
A19	22,84	0,160	1,22	0,03	7,52	48,00	-
A20	26,54	-	0,46	-	9,57	49,00	47,90
A21	3,88	0,012	0,18	-	11,76	37,00	-
A22	4,31	0,008	2,66	0,06	4,10	33,00	-
A23	55,47	0,046	0,56	0,30	14,35	31,00	17,80
A24	1,28	-	0,11	-	0,82	39,00	-
A25	2,32	0,009	2,22	-	2,35	28,00	-
A26	3,08	0,003	1,10	-	3,27	45,00	-
A27	1,77	-	0,78	-	2,22	35,00	-
A28	0,87	-	0,16	-	1,68	39,00	-
A29	24,07	-	0,13	0,53	8,96	41,00	21,70
A30	12,07	-	0,23	0,11	12,36	10,00	-
A31	50,06	-	0,13	2,13	29,13	10,00	-
A32	6,92	0,010	1,74	0,27	1,77	8,00	-
A33	21,57	-	0,80	2,33	1,84	12,00	22,80
A34	23,77	-	0,57	0,19	8,49	14,00	-
A35	19,48	-	0,51	0,44	1,99	17,00	-

(-) Abaixo do limite de deteção

Tabela 4.3 - Catiões determinados em laboratório e classificação INAG da qualidade da água por cor

Ponto	As	B	Ba	Ca	Fe	K	Li	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Sr	Zn	U
nº	µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L
A00	8,92	0,041	0,002	0,471	0,024	0,300	-	0,174	0,003	2,097	-	-	0,003	-	-
A01	3,62	0,020	-	0,644	0,005	0,240	-	0,297	0,002	1,535	-	-	0,004	-	-
A02	6,41	0,018	-	0,431	0,005	0,206	-	0,158	0,007	1,626	-	-	0,002	-	-
A03b	4,01	0,015	-	0,730	0,035	0,250	-	0,477	0,002	1,671	-	-	0,004	0,007	-
A04	4,90	0,012	-	1,139	0,127	0,791	-	0,389	0,004	2,568	-	-	0,007	0,007	-
A05	6,15	0,019	-	0,618	0,060	0,321	-	0,375	0,004	1,748	-	-	0,004	0,012	-
A06	9,90	0,018	0,001	1,232	0,185	0,885	-	0,602	0,003	2,883	-	-	0,007	0,006	-
A07	6,15	0,013	-	0,649	0,102	0,491	-	0,488	0,002	2,151	-	-	0,004	0,008	-
A08	5,56	0,011	-	1,073	0,019	0,148	-	0,764	-	1,919	-	-	0,005	-	-
A09	9,06	0,016	-	1,785	0,197	0,883	-	0,597	-	2,863	-	-	0,011	0,008	-
A10	6,78	0,013	0,005	4,445	0,012	0,702	-	2,062	-	3,793	-	-	0,025	-	0,2
A11	7,56	0,013	-	1,276	0,016	0,409	-	0,672	-	2,091	-	-	0,008	-	-
A12	6,90	-	-	0,532	0,008	0,108	-	0,308	-	1,169	-	-	0,002	-	-
A13	8,32	-	-	1,898	0,070	0,450	-	0,965	-	2,188	-	-	0,010	-	-
A14	7,87	0,022	0,001	2,978	0,028	0,439	-	1,854	0,003	2,359	0,006	-	0,018	0,007	1,8
A15	9,15	-	0,006	8,315	0,057	1,449	-	2,910	0,018	4,712	-	-	0,040	0,006	2,7
A16	8,53	0,013	0,001	6,232	0,030	0,621	-	1,839	-	2,921	-	-	0,032	0,009	0,7
A17	7,76	-	-	4,982	0,042	0,553	-	1,622	0,011	2,694	-	-	0,026	-	0,7
A18	9,72	0,026	0,022	18,260	0,006	1,878	-	8,456	-	11,408	-	-	0,101	0,007	0,9
A19	16,03	0,012	0,021	13,623	0,279	2,877	0,009	7,299	0,069	6,367	-	-	0,081	-	0,7
A20	13,92	0,031	0,060	33,048	0,158	8,170	-	14,305	-	11,281	-	-	0,177	-	2,1
A21	8,21	0,016	0,001	3,761	0,054	0,506	-	2,787	-	3,198	-	-	0,019	-	-
A22	10,54	0,016	0,001	3,140	0,033	0,715	-	1,524	-	2,611	-	-	0,015	0,008	-
A23	15,36	0,018	0,055	29,655	0,022	5,016	0,007	12,479	-	15,328	-	-	0,161	0,009	5,2
A24	7,23	-	-	0,465	0,006	<0,1	-	0,320	-	1,329	-	-	0,002	0,008	-
A25	6,93	-	0,003	1,222	0,010	0,123	-	0,972	0,004	2,166	-	-	0,009	0,008	-
A26	8,17	0,017	-	1,832	0,118	0,253	-	1,478	-	2,869	-	-	0,013	0,007	-
A27	7,32	-	-	0,990	0,036	0,101	-	0,751	-	1,963	-	-	0,007	0,008	-
A28	6,81	-	-	0,518	0,012	-	-	0,355	-	1,293	-	0,056	0,003	0,007	-
A29	18,67	0,034	0,002	12,003	0,056	2,769	-	3,349	-	9,501	-	-	0,058	0,011	0,8
A30	12,09	0,016	0,004	7,750	0,100	0,963	-	3,108	-	5,795	-	-	0,040	0,009	0,2
A31	26,94	0,041	0,015	26,873	0,022	7,568	-	8,796	0,024	27,382	-	0,058	0,128	0,009	10,3
A32	13,44	0,012	-	4,248	0,163	0,907	-	1,213	0,002	5,124	-	-	0,021	0,007	0,2
A33	25,09	0,012	-	8,306	0,134	2,249	0,005	1,959	-	12,214	-	-	0,039	0,014	0,2
A34	11,52	0,012	0,008	12,981	0,048	2,384	-	4,027	-	10,431	-	-	0,068	0,009	0,3
A35	18,71	0,028	-	5,641	0,278	2,034	-	1,795	-	11,570	-	-	0,031	0,009	0,4

(-) Abaixo do limite de deteção

Nota: Para além destes metais foram analisados Al; Cd; Co; Cr; Cu; Ti. Para estes metais as concentrações obtidas em todos os pontos são inferiores aos valores limites detetáveis pelo que não foram representados na tabela.

Tabela 4.4 - Classificação de qualidade da água para usos múltiplos (INAG, 2013)

Classe A Sem Poluição	Águas consideradas como isentas de poluição, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
Classe B Fracamente Poluído	Águas com qualidade ligeiramente inferior a classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações.
Classe C Poluído	Águas com qualidade "aceitável", suficiente para irrigação, para usos Industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes) mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto direto.
Classe D Muito Poluído	Águas com qualidade "mediocre", apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
Classe E Extremamente Poluído	Águas ultrapassando o valor máximo da Classe D para um ou mais parâmetros. São consideradas como inadequadas para a maioria dos usos e podem ser uma ameaça para a saúde pública e ambiental.

A Figura 4.4 representa a classificação global da qualidade da água nos pontos do curso de água, de acordo com as suas características de qualidade, para usos múltiplos, segundo a classificação do INAG (2013) (Anexo II).

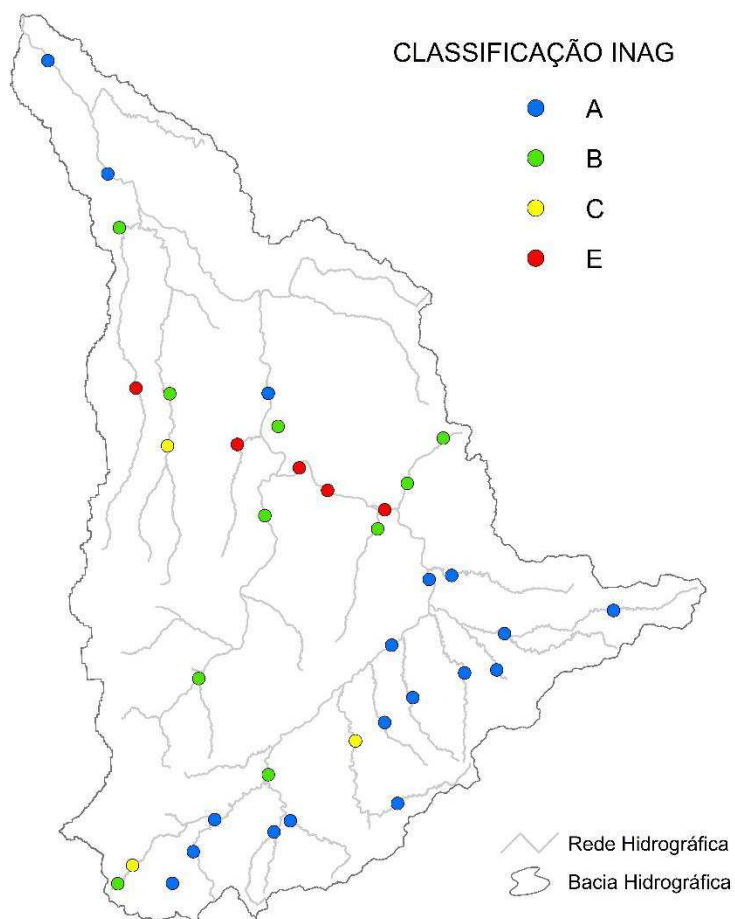


Figura 4.4 - Classificação de qualidade da água dos pontos de amostragem de acordo com a classificação do INAG

5. Modelação da qualidade das águas superficiais

5.1 Descrição do sistema sujeito a modelação

O rio Águeda foi modelado em todo o seu percurso (cerca de 140km), da nascente até a foz. O rio foi dividido em 55 segmentos (trechos), com um comprimento de cerca de 2,5km (Figura 5.1). A segmentação deve, preferencialmente ser feita respeitando as características geométricas e topográficas do rio. No presente caso e tendo em conta a extensão do mesmo, de modo a simplificar optou-se por um valor constante dos trechos (2,5km).

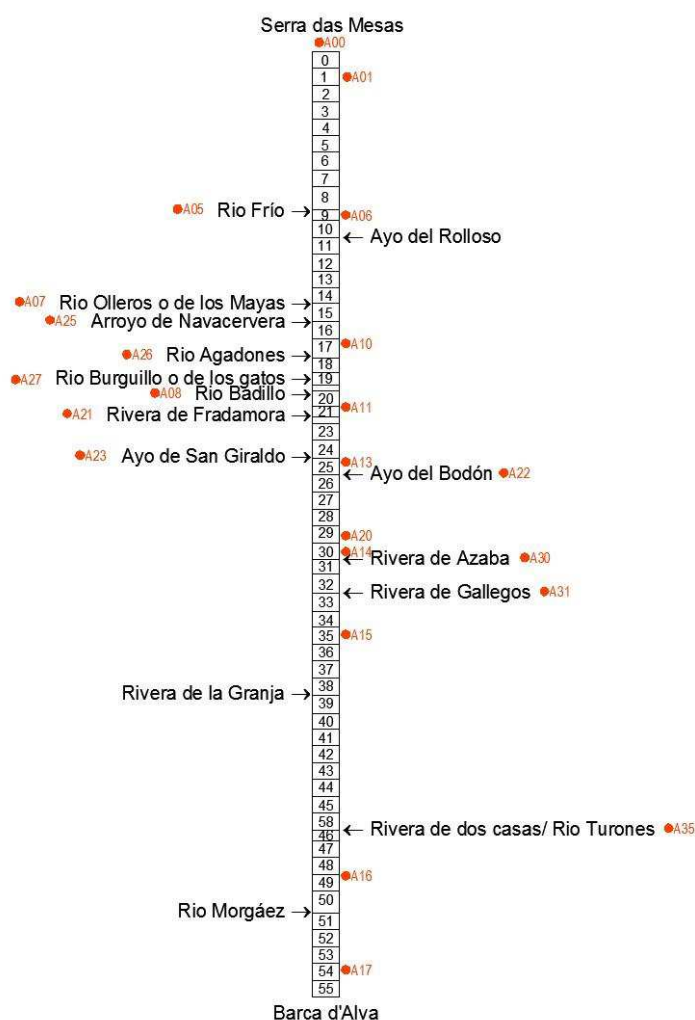


Figura 5.1 - Esquema de segmentação do rio Águeda, com entradas tópicas e pontos de monitorização (a vermelho).

5.2 Elementos de entrada

Conforme visto anteriormente, o modelo corre dentro de um ficheiro Excel, composto por várias folhas, diferenciadas por várias cores, sendo a cor azul correspondente aos atributos de entrada. O utilizador escolhe as melhores opções, para o caso em estudo, introduzindo todos os dados que possui. A Tabela 5.1 apresenta a listagem das folhas de entradas de dados. De uma forma sintética temos os dados gerais (QUAL2KW), as características geométricas e hidráulicas dos troços (Reach), condições atmosféricas (Air Temperature, Dew Point Temperature, Wind Speed, Cloud Cover, Shade, Light and Heat), pontos de entrada/tributários (Point Sources), fontes difusas (Diffuse Sources), calibração (Rates, Fitness) e dados observados (Temperature Data, WD Data).

Tabela 5.1 - Listagem das Folhas de entradas de dados

Designação da folha
QUAL2K
Head water
Reach
Reach Rates (opcional)
Initial Conditions (opcional)
Air Temperature
Dew Point Temperature
Wind Speed
Cloud Cover
Shade
Solar (opcional)
Light and Heat
Point Sources
Diffuse Sources
Rates
Fitness
Temperature Data
WD Data

5.2.1 Dados Gerais (QUAL2K)

A Tabela 5.2 apresenta os parâmetros de carácter gerais adotados. Estes foram definidos tendo em consideração valores recomendados no manual do utilizador e o manual teórico de Pelletier e Chapra (2008). Relativamente ao número de dias (Number of Days) o valor apresentado é referente ao dobro do tempo de concentração. Para a determinação do tempo de concentração foi aplicada a fórmula de Giandotti, tendo em conta a sua simplicidade e os bons resultados obtidos, sendo definida pela expressão (1).

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A_b} + 1,5L_b}{0,80 \cdot \sqrt{H}} \quad (1)$$

Em que:

t_c – tempo de concentração (h);

A_b – área da bacia (km²);

L_b – comprimento da linha de água principal da bacia (Km);

H – altura média da bacia (m).

Tabela 5.2 – Dados Gerais (QUAL2Kw)

System ID:		
River name	ÁGUEDA	
Saved file name	agueda_2012_05	
Directory where the input/output files are saved		
Month	5	
Day	1	
Year	2012	
Local standard time zone relative to UTC	1	hours
Daylight savings time	Yes	
Simulation and output options:		
Calculation step	11,25	minutes
Number of days	2	days
Solution method (integration)	Euler	
Solution method (pH)	Bisection	
Simulate hyporheic exchange and pore water quality	No	
Display dynamic diel output	No	
State variables for simulation	All	
Simulate sediment diagenesis	No	
Simulate alkalinity change due to nutrient change	No	
Write dynamic output of water quality	No	
Program determined calc step	11,25	minutes
Time elapsed during last model run	0,19	minutes
Time of sunrise	6:37 AM	
Time of solar noon	1:36 PM	
Time of sunset	8:36 PM	
Photoperiod	13,99	hours

5.2.2 Características geométricas e hidráulicas dos troços considerados no cálculo

Foram inseridas as coordenadas geométricas, bem como todos os dados relativos à caracterização física dos segmentos, tais como, largura e declive dos troços. Estes atributos foram medidos com o auxílio do software Arcmap 9.3 (Figura 5.2) tendo por base os ortofotomapas da área em estudo. O coeficiente de rugosidade de Manning adotado foi de 0,045 para um rio com meandros, bancos e poços limpos de condição regular (Chow et al., 1988)



Figura 5.2 - Mapa representativo dos troços do modelo

5.2.3 Características climatéricas

5.2.3.1 Temperatura do ar

A temperatura do ar foi calculada tendo por base uma série mensal relativa ao mês de maio para os anos de 2000 a 2010. Os dados foram obtidos através do site do Ministério de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente espanhol onde se procedeu a descarga da informação sob formato raster (<http://servicios2.magrama.es/sia/visualizacion/descargas/capas.jsp>). Com a ferramenta spatial analyst do Arcmap 9.3 gerou-se um raster médio da temperatura mensal para o mês de maio (serie 2000-2010), tendo-se extraído ulteriormente a temperatura no ponto médio de cada segmento (troço), considerado no modelo (Figura 5.3).

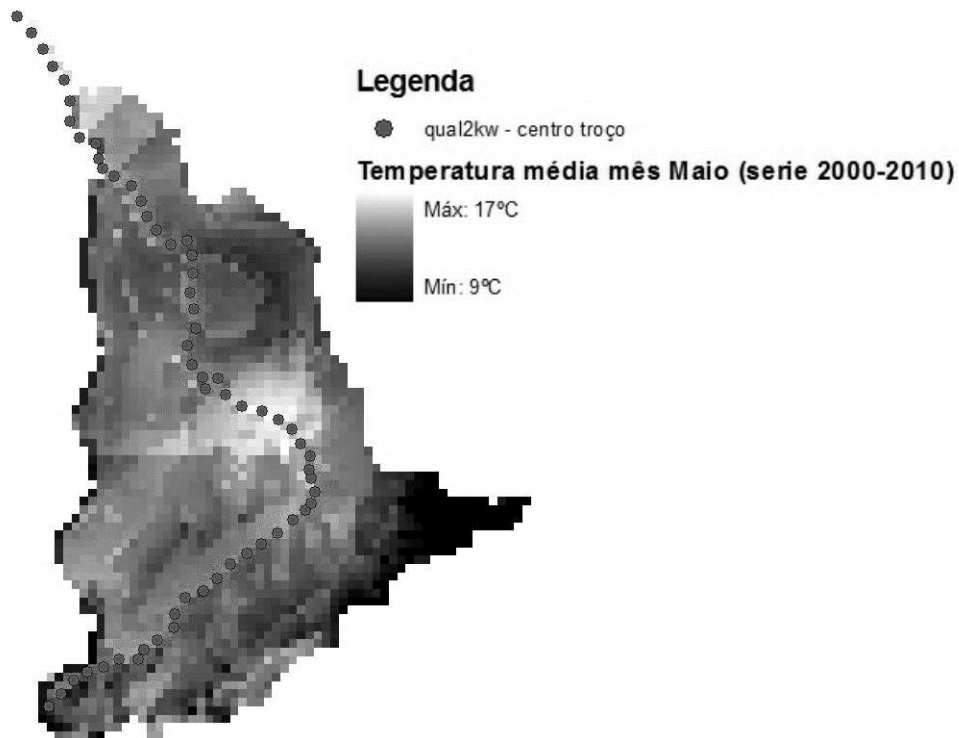


Figura 5.3 - Raster- temperatura media mês de maio (2000-2010)

5.2.3.2 Temperatura do ponto de orvalho

A temperatura de ponto de orvalho (R) é dependente da Temperatura do ar (T) e da humidade relativa (H). Pode ser obtida através da fórmula (2).

$$R = \sqrt[8]{\frac{H}{100}} * [112 + (0,9 * T)] + (0,1 * T) - 112 \quad (2)$$

O valor referente a temperatura foi obtido anteriormente. A humidade relativa foi determinada através da consulta do site meteorologia espanhola (Anexo III), usando o valor médio do mês de Maio 2012 na estação de Salamanca.

5.2.3.3 Velocidade do vento

O valor adotado 2,2m/s foi obtido através da consulta do site meteorológico espanhol (Anexo III), usando o valor médio do mês de Maio 2012 na estação de Salamanca (Espanha).

5.2.3.4 Cobertura por nuvens, Sombreamento e Luz e calor

Os valores adotados são os recomendados em Chapra et al. (2008), sendo os seguintes:

- Percentagem de céu coberto por nuvens: 50%
- Percentagem de radiação solar bloqueada pelo sombreamento originado pela topografia e vegetação: 30%.
- Os parâmetros de iluminação e transferência de calor adotados foram os recomendados na bibliografia (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 - Parâmetros de iluminação e transferência de calor adotados no modelo

Parameter	Value	Unit	
Photosynthetically Available Radiation	0,47		
Background light extinction	0,2	/m	keb
Linear chlorophyll light extinction	0,0088	1/m-($\mu\text{gA/L}$)	ap
Nonlinear chlorophyll light extinction	0,054	1/m-($\mu\text{gA/L}$) ^{2/3}	apn
ISS light extinction	0,052	1/m-(mgD/L)	ai
Detritus light extinction	0,174	1/m-(mgD/L)	ao
Macrophyte light extinction	0,015	1/m-(gD/m^3)	amac
Solar shortwave radiation			
Atmospheric attenuation model for solar	Bras		
Bras solar parameter (used if Bras solar model is selected)			
atmospheric turbidity coefficient (2=clear, 5=smoggy, default=2)	5		nfac
Ryan-Stolzenbach solar parameter (used if Ryan-Stolzenbach solar model is selected)			
atmospheric transmission coefficient (0.70-0.91, default 0.8)	0,8		atc
Downwelling atmospheric longwave IR radiation			
atmospheric longwave emissivity model	Brutsaert		
Brutsaert longwave emissivity parameter (used if Brutsaert longwave model is selected)			
parameter for emissivity using the Brutsaert equation	1,24		kbrut
Evaporation and air convection/conduction			
	Brady-Graves-		
wind speed function for evaporation and air convection/conduction	Geyer		
Parameter for attenuation of solar radiation by cloud cover			
parameter for attenuation of solar radiation by cloud cover	0,65		KCL1
Parameter for cloud cover adjustment of sky emissivity of longwave radiation			
parameter for cloud cover adjustment of sky emissivity	0,17		KCL2

5.2.4 Pontos de entrada/Tributários (Source Points)

No caso em estudo os pontos de entrada (Inputs) representam os tributários do rio Águeda (Figura 5.1). Para cada um desses pontos foi introduzido o caudal de entrada. Não tendo sido possível determinar os caudais “in situ”, estes foram estimados tendo por base os dados de escoamento relativos às diferentes massas de água disponibilizados pela confederación hidrográfica del Duero (CHD).

Na Figura 5.4 estão distribuídas as massas de água pelos tributários considerados no modelo. O caudal foi estimativo para cada tributário através da média mensal para o mês de maio numa série compreendida entre 1941-2006 tendo-se retirado os anos anómalos, de forma a obter um cenário alisado dos resultados. (anexo III).



Figura 5.4 - Massas de água correspondentes aos tributários em estudo (CHD).

5.2.5 Fontes difusas (Difuse sources)

Tendo sido inseridos no modelo os caudais provenientes dos tributários (contributos tópicos) foi também necessário contabilizar os escoamentos correspondentes aos caudais das massas de água do rio Águeda (representadas a rosa claro na Figura 5.4). Assim esses caudais foram considerados como fontes difusas no modelo.

5.2.6 Dados Observados (Temperature Data, WQ Data)

Os parâmetros introduzidos são relativos aos pontos analisados ao longo do rio Águeda, nomeadamente os pontos A01, A06, A10, A11, A13, A20, A14, A15, A16 e A17 (Figura 4.1). Os parâmetros analisados foram relativos a temperatura, condutividade hidráulica, oxigênio dissolvido, CBO_5 , nitratos e pH.

Relativamente aos dados da carência bioquímica de oxigênio (CBO_5), o modelo simula a carência bioquímica de oxigênio carbonácea de reação lenta (CBO_{slow}), de reação rápida (CBO_{fast}) e última ($CBO_{ultimate}$). Diz-se que a Carência Bioquímica de Oxigênio é lenta quando esta aumenta devido à dissolução de detritos e diminui por via da hidrólise. Esta designa-se como rápida quando aumenta por via da hidrólise e diminui por via da oxidação e desnitrificação. Em Pelletier e Chapra (2005) são apresentadas duas opções para a determinação da CBO_{slow} e CBO_{fast} . No caso em estudo considerou-se as seguintes relações:

$$CBO_{\text{slow}} = 0$$

$$CBO_{\text{fast}} = CBO_{\text{ultimate}}$$

$$CBO_{\text{fast}} = 1,46 * CBO_5$$

5.3 Calibração do modelo

A calibração do modelo é uma das etapas mais importantes no processo de modelação. É esta que garante a consistência entre as simulações e a realidade, permitindo que a modelação possa ser usada como ferramenta de gestão e de simulação de futuros cenários de previsão.

O Qual2kw utiliza como processo de otimização da calibração o algoritmo PIKAIA desenvolvido por Chabonneau (1995). De um modo sintético, o algoritmo consiste em gerar uma “população” de valores simulados do modelo, a partir da escolha de valores aleatórios, para todos os parâmetros do modelo, dentro de um intervalo específico e segundo uma distribuição uniforme de valores possíveis. A qualidade do ajuste de cada simulação do modelo é avaliada em comparação com a população atual, isto é, através da distância média entre os valores medidos e os valores modelados determinou-se a raiz do erro quadrático médio (RMSE) definido pela expressão (3).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{\text{obs},i} - X_{\text{modelo},i})^2}{n}} \quad (3)$$

Em que:

$X_{\text{obs},i}$ – valores observados no local i

$X_{\text{modelo},i}$ – valor calculado pelo modelo no local i

As simulações são efetuadas n vezes até atingir a população definida, mantendo-se a solução com a menor RMSE. Na Tabela 5.4 encontram-se os parâmetros do PIKAIA adotados no exemplo em estudo. No presente caso definiu-se um tamanho da população (n_p) de 100 e um número de gerações (n_{gen}) de 200, o que resultou num total de 20000 ciclos. Estes são valores por defeito apresentados por Pelletier e Chapra (2005).

Tabela 5.4 - Critério de calibração adotados PIKAIA

<i>Auto-calibration genetic algorithm control:</i>		
Random number seed	123456	seed
Model runs in a population (<=512)	100	np
Generations in the evolution	200	ngen
Digits to encode genotype (<=6)	5	nd
Crossover mode (1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7)	5	icross
Crossover probability (0-1):	0,85	pcross
Mutation mode (1, 2, 3, 4, 5, or 6)	2	imut
Initial mutation rate (0-1):	0,005	pmut
Minimum mutation rate (0-1):	0,0005	pmutmn
Maximum mutation rate (0-1):	0,25	pmutmx
Relative fitness differential (0-1):	1	fdif
Reproduction plan (1, 2, or 3):	1	irep
Elitism (0 or 1):	1	ielite
Restart from previous evolution (0 or 1):	0	irestart

Para obter um melhor ajustamento, é atribuído um peso aos vários parâmetros. Os valores adotados para cada um deles (Tabela 5.5) foram obtidos através da realização de simulações efetuadas com várias combinações de ponderações de forma a minimizar os erros entre os valores observados e os valores simulados.

Tabela 5.5 - Pesos atribuídos aos parâmetros para ponderação no cálculo do ajuste efetuado

Parâmetro	Peso para ponderação
Temperatura	100
Condutividade hidráulica	100
Oxigênio dissolvido	50
CBOlenta	50
CBOrápida	100
Nitratos	100
pH	50

5.4 Resultados

Observando os resultados obtidos (Figura 5.5 à Figura 5.11), constata-se que o processo de calibração para os vários parâmetros é aceitável. A variabilidade verificada, em alguns parâmetros é provocada principalmente pela presença de extremos (outliers) obtidos em alguns dos parâmetros analisados.

5.4.1 Caudal

Este parâmetro aqui apresentado (Figura 5.5) foi simulado sem a existência de valores observados que possam validar a calibração alcançada.

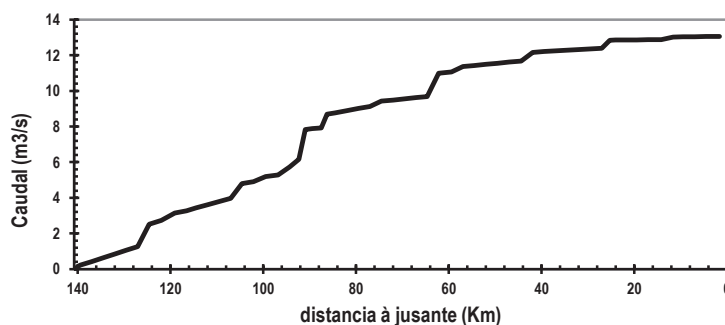


Figura 5.5 – Resultado da calibração do caudal – Maio de 2012

5.4.2 Temperatura

Observando os gráficos produzidos pelo QUAL2Kw (Figura 5.6), relativos à calibração para a temperatura da água, constata-se que se aproxima de uma forma razoável aos valores medidos no local. De referir, que as temperaturas foram medidas em alguns pontos em dias diferentes podendo influenciar o sentido de progressão do modelo de calibração. Contudo o ponto A15 que apresenta um valor elevado devendo ser objeto de algum acompanhamento visto que este se encontra a jusante da mina de urânio de Saelices el Chico.

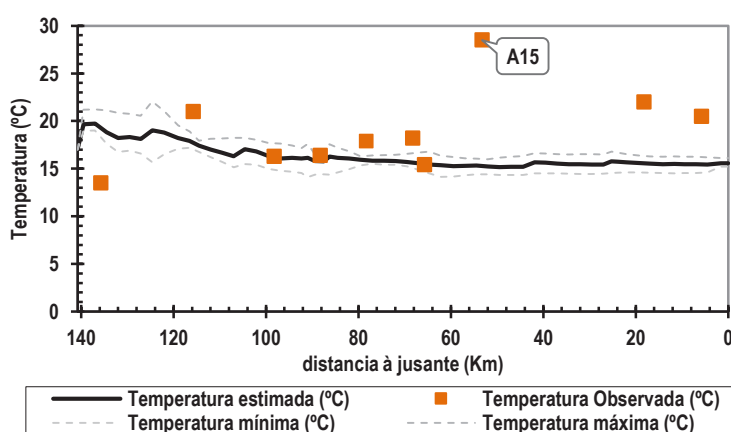


Figura 5.6 – Resultado da calibração da temperatura – Maio de 2012

5.4.3 Condutividade elétrica

Os resultados da calibração representados na Tabela 5.7 ajustam-se aos valores observados com a exceção do valor observado no ponto A20. Este ponto encontra-se a jusante de duas estações de tratamento de água: a ETAR de Ciudad Rodrigo e de Ivanrey.

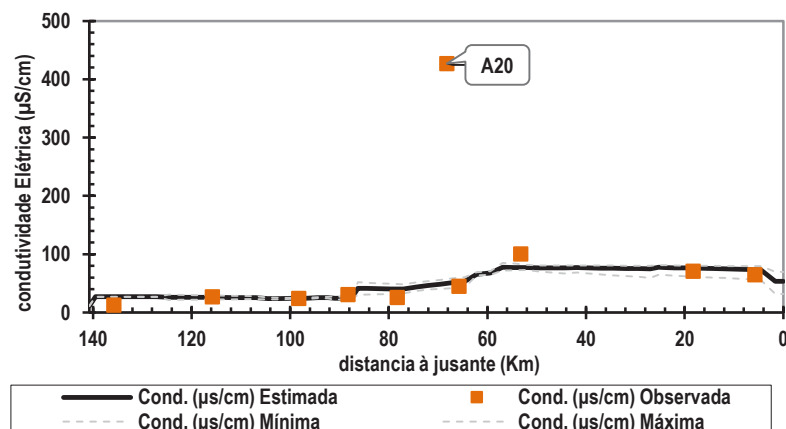


Figura 5.7 – Resultado da calibração da condutividade elétrica – Maio de 2012

5.4.4 Oxigénio Dissolvido

O OD é um parâmetro que intervém na maioria das reações que ocorrem nos corpos de água, sendo assim essencial uma boa calibração. A tendência dos resultados apresentados pelo modelo é satisfatória (Figura 5.8). A quantidade de oxigénio dissolvido dá uma informação relativa à capacidade de autodepuração. Os valores observados de OD indicam uma água altamente arejada, tendo-se obtido concentrações de oxigénio ligeiramente inferiores às da saturação. Aqui também, verifica-se um valor anormalmente baixo que é relativo ao ponto A20 (Figura 5.9).

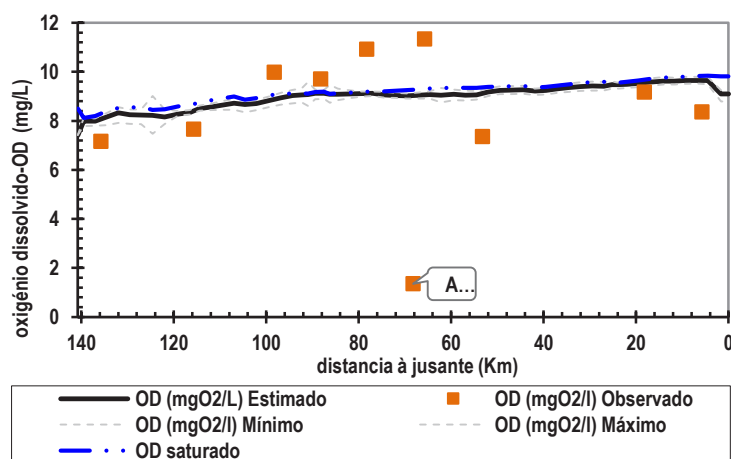


Figura 5.8 - Resultado da calibração do oxigénio dissolvido – Maio de 2012

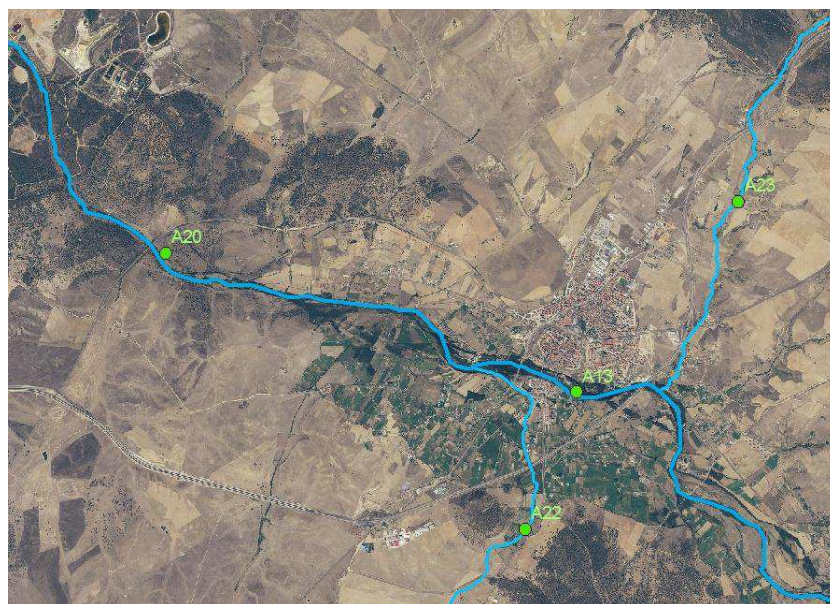


Figura 5.9 – Localização do ponto de amostragem A13 e A20 no ortofotomapa

5.4.5 Nitratos e Nitritos

A curva de resultados estimados para os nitratos e nitritos (Tabela 5.10) não se encontra ajustada aos valores observados. Tal situação deve-se ao facto de se verificar uma grande oscilação destes últimos. O valor observado mais elevado localiza-se no ponto A13 (a entrada de Ciudad Rodrigo) sendo que o uso do solo a montante dessa zona é predominantemente agrícola, destinado a culturas de sequeiro e regadio.

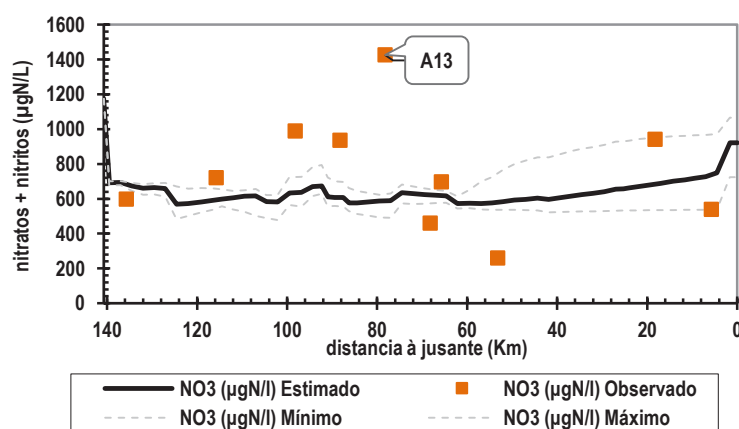


Figura 5.10 - Resultado da calibração dos nitratos e nitritos – Maio de 2012

5.4.6 pH

Os resultados da calibração representados na Tabela 5.11 ajustam-se aos valores observados. De referir que a tendência de valores de pH é relativamente constante ao longo do rio.

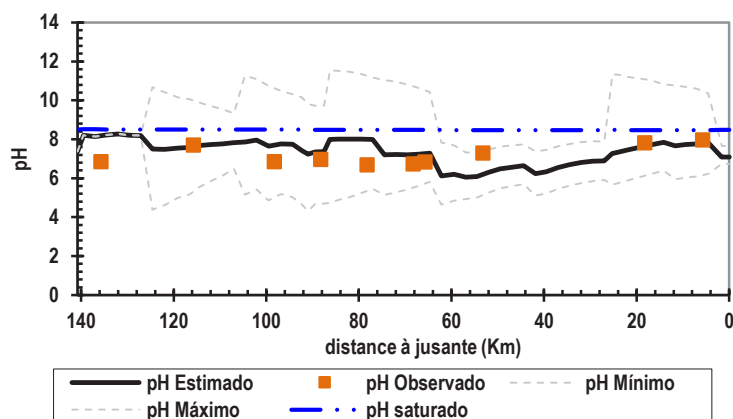


Figura 5.11 - Resultado da calibração do pH – Maio de 2012

5.4.7 Carência Bioquímica de Oxigénio

Em relação à $CBO_{ultimate}$ (CBO_u), a curva estimada acompanha os valores observados (Figura 5.12) com exceção de dois valores (A10 e A15) refletindo assim a tendência da evolução ao longo do rio, notando-se uma ligeira melhoria da qualidade da água de montante para jusante. Contudo verifica-se que os valores obtidos ultrapassam o valor máximo admissível (VMA) estabelecido no Anexo XXI do Decreto-Lei nº 236/98 (Diário da República, 1998) relativo aos objetivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais (Anexo II).

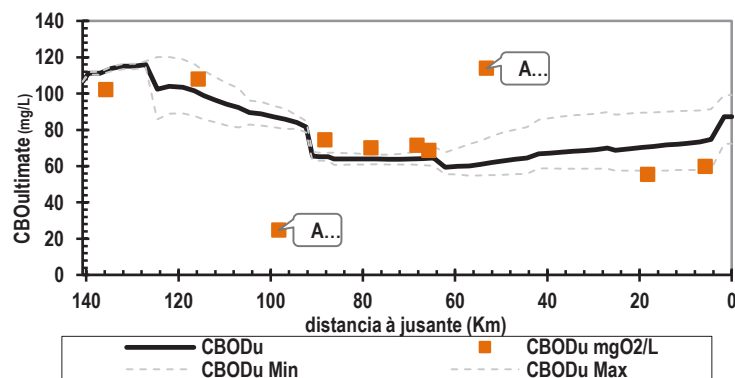


Figura 5.12 - Resultados da calibração do $CBO_{ultimate}$ – Maio de 2012

5.5 Classificação da qualidade da água

Na Figura 5.13 e 5.14 é representada a classificação de qualidade da água ao longo do curso de água de acordo com a classificação do INAG (2013) (Tabela 4.1). Podemos afirmar que o rio Águeda não manifesta poluição acentuada, para os parâmetros analisados, com exceção de algumas zonas centrais, correspondendo a zonas na proximidade de Ciudad Rodrigo e da mina de urânio de Saelices el Chico. Na Figura 5.15 não se teve em consideração o parâmetro do CBO₅.

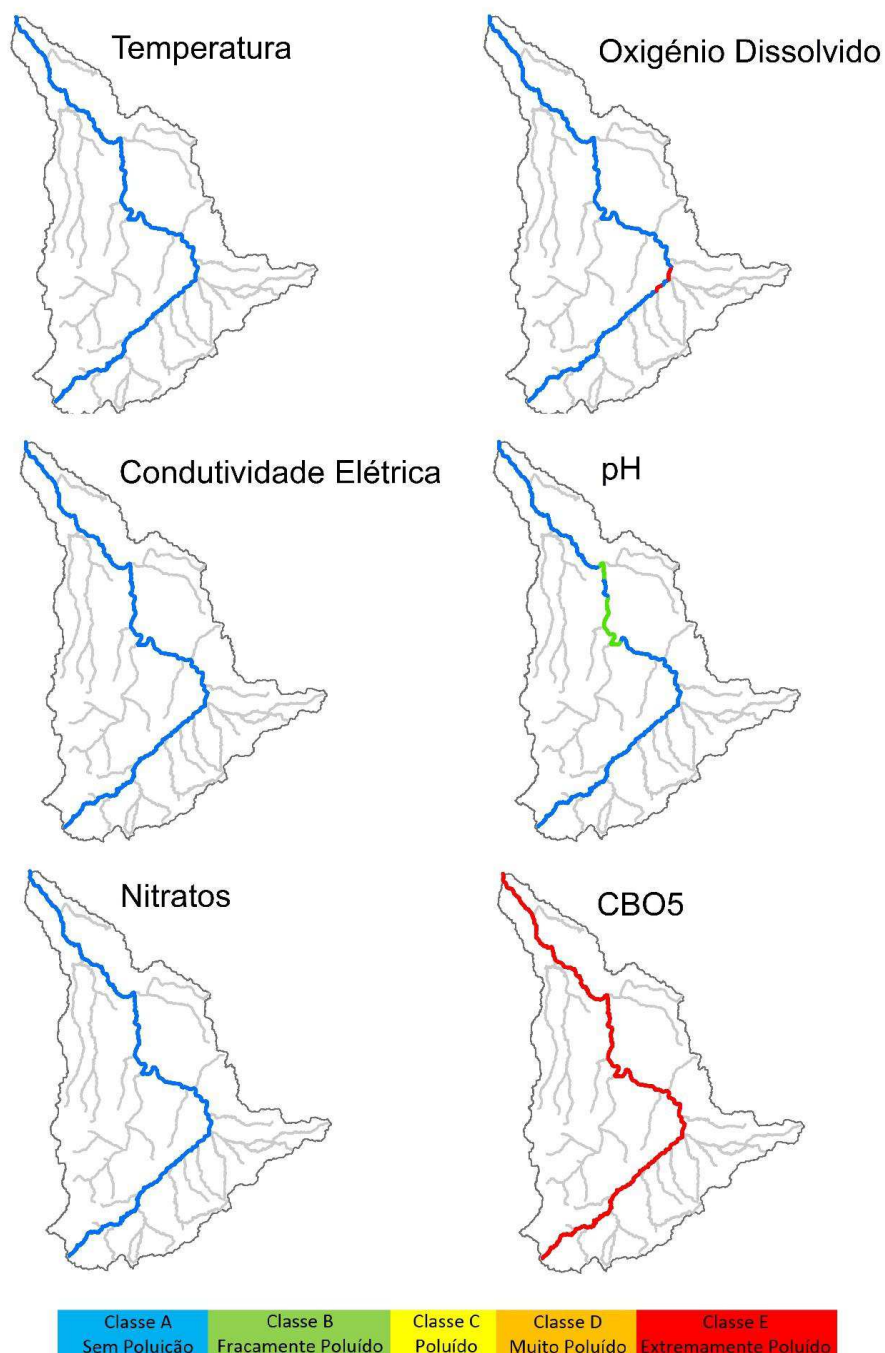


Figura 5.13 - Classificação INAG de qualidade da água ao longo do curso de água por parâmetro

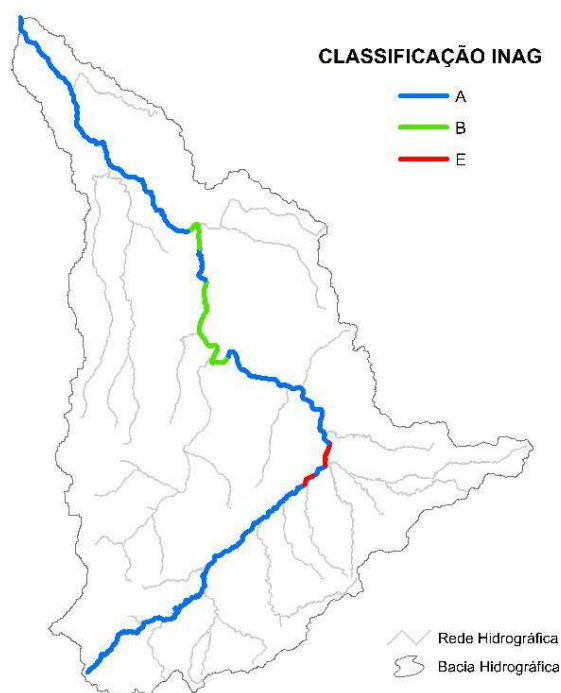


Figura 5.14 – Classificação INAG global de qualidade da água ao longo do curso de água

5.6 Modelos de Previsão

Após a calibração do modelo para o rio Águeda foram criados cenários de situações, que podem ou não ocorrer, de modo a estudar o comportamento do rio face a estas alterações.

Foram assim ponderados dois cenários diferentes. Considerou-se como primeira hipótese o impacto de uma descarga accidental de efluentes tóxicos, na qualidade da água (cenário 1) e numa segunda situação as implicações decorrentes da diminuição drástica do caudal, na qualidade da água (cenário 2).

No cenário 1 pretendeu-se analisar o comportamento do rio face a uma descarga na área de Ciudad Rodrigo (zona de maior vulnerabilidade) de modo a verificar o impacte que essa descarga teria na qualidade da água a jusante (Barca d’Alva). A simulação consistiu no registo no ponto A22 (Figura 4.1) de concentrações para os seguintes parâmetros, classificando a água como extremamente poluída segundo INAG (2013) (anexo II): condutividade elétrica-3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; oxigénio dissolvido-0,8 mgO_2/L ; CBOfast e CBOultimate -200 mg/L .

Nas figuras 5.15 a 5.21 embora seja visível uma alteração do comportamento a cerca de 84km a jusante da fonte de descarga, mais perceptível no caso da condutividade elétrica, essas alterações não têm um impacto significativo na qualidade da água do rio a jusante.

No cenário 2 foram adotados nos pontos de entrada o caudal mínimo observado em cada massa de água (anexo III). Nesta situação, verifica-se que existe alguma influência sobre a qualidade da água. Contudo o impacte sobre a mesma não é muito significativo.

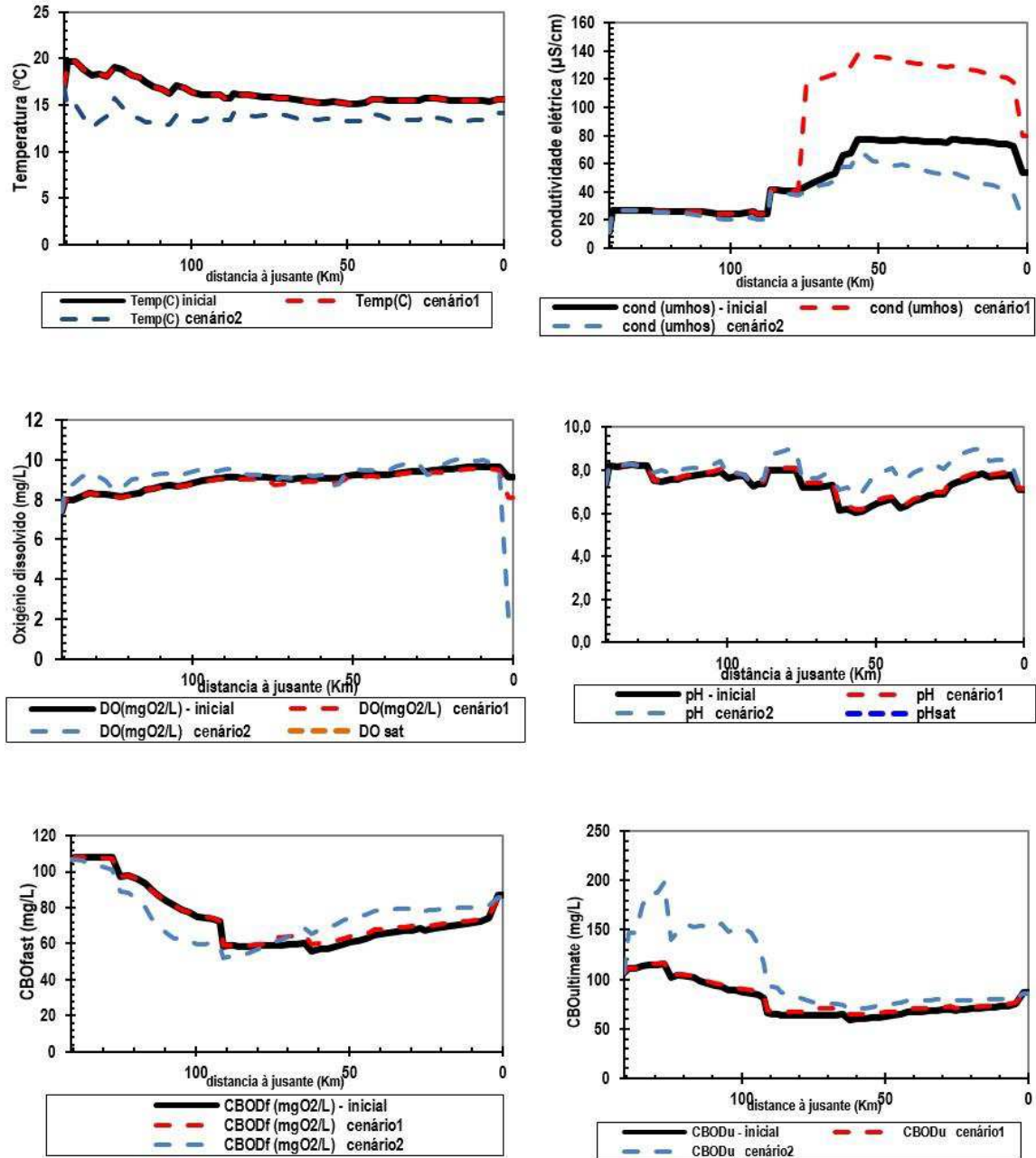


Figura 5.15 a 5.21 - Resultados das simulações para os parâmetros temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido pH, CBO_{fast} e $CBO_{ultimate}$

6. Modelos de vulnerabilidade das águas subterrâneas a poluição

Toda a análise foi realizada em formato raster, utilizando a extensão Spatial Analyst do ArcMap9.3. A superfície correspondente a cada um dos parâmetros foi realizada numa malha de resolução predefinida (neste caso de estudo 50 metros) e reclassificada para obter as superfícies de índices. Segue-se a descrição da metodologia aplicada para cada um dos parâmetros.

6.1 Método DRASTIC e DRASTIC pesticida

6.1.1 Profundidade do nível da água - D

A profundidade do topo do aquífero (D) foi obtida através da determinação da profundidade do nível freático, medida em poços, no decurso dos trabalhos de campo realizados em maio de 2012 (Figura 6.1). As profundidades observadas variam de 1,5 a 4,5m caracterizando toda a área com o índice D = 9 (Tabela 2.3).

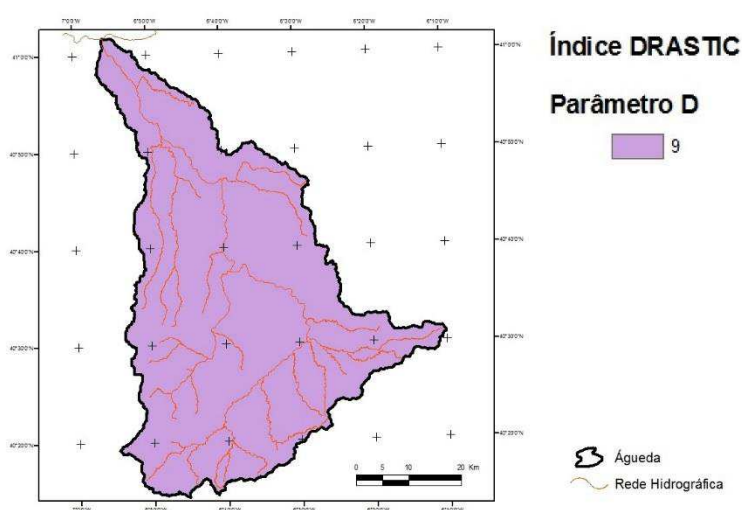


Figura 6.1 – Caracterização do parâmetro D – profundidade do nível da água

6.1.2 Recarga do aquífero - R

A caracterização da recarga das águas subterrâneas (R) (Figura 6.2) teve como base elementos do Libro blanco del agua (MIMAM, 2000), onde se refere a recarga por unidades hidrogeológica. Na zona do aquífero livre, a recarga está compreendida entre 51 e 102 mm/ano (Índice R = 3), na restante área da bacia a recarga é inferior a 51 mm/ano (Índice R = 3).

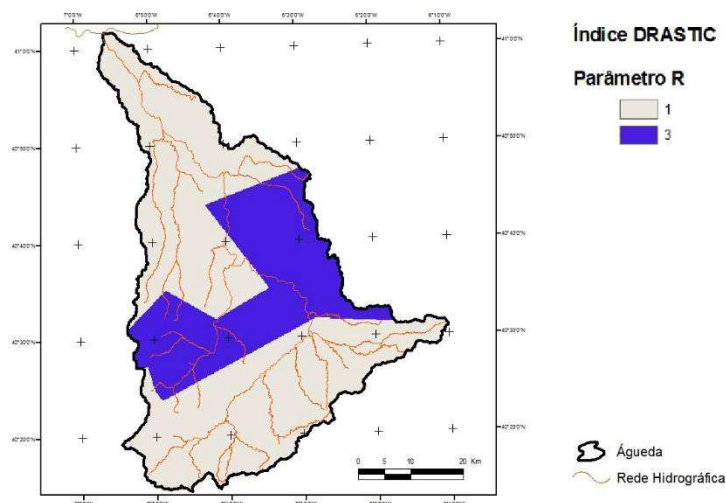


Figura 6.2 - Caracterização do parâmetro R – recarga

6.1.3 Material do aquífero - A

A determinação da litologia do aquífero (A) teve por base a carta geológica (Instituto Geológico y Minero de España, 2012). Da atribuição dos diferentes índices às várias litologias existentes (Figura 6.3), é possível constatar a prevalência na área de estudo do índice 3 correspondente ao predomínio de rochas metamórficas e ígneas, nomeadamente granitos e xistos, e do índice 6 e 8 correspondente a rochas sedimentares localizada na zona central da bacia. O maior índice de vulnerabilidade (Índice A = 10) encontra-se numa pequena mancha a norte da bacia correspondente a calcários carsificados.

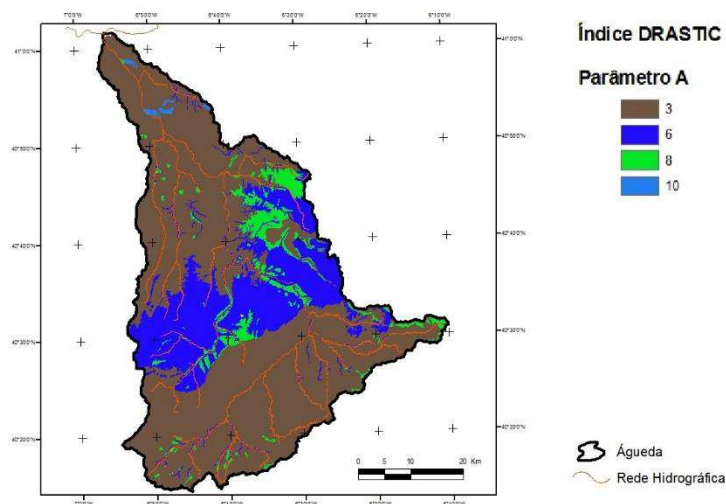


Figura 6.3 - Caracterização do parâmetro A – material do aquífero

6.1.4 Tipo de solo - S

O mapa do tipo de solo (S) (Figura 6.4), foi produzido tendo em consideração as observações realizadas durante os trabalhos de campo. Foi definido um índice S = 10 na totalidade da área pois o solo é superficial ou ausente.

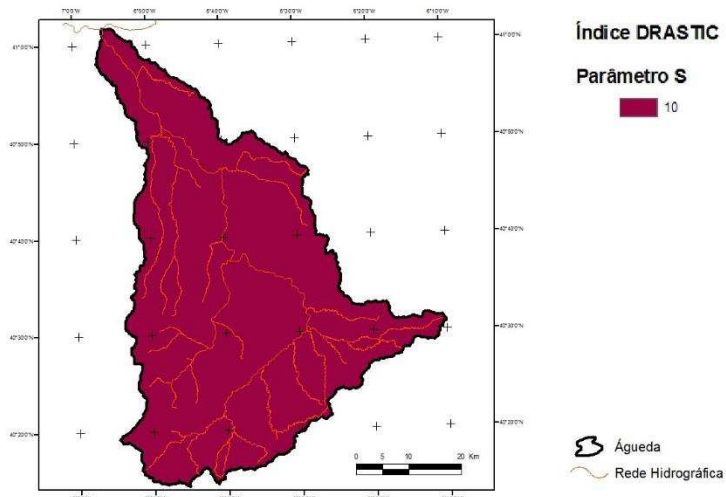


Figura 6.4 - Caracterização do parâmetro S – tipo de solo

6.1.5 Topografia - T

O mapa do parâmetro topografia (T) foi desenvolvido utilizando como informação de base o modelo digital do terreno. Com base nesse modelo foi estabelecido um mapa de declives, que se apresentam classificados de acordo com o parâmetro T do método DRASTIC (Figura 6.5).

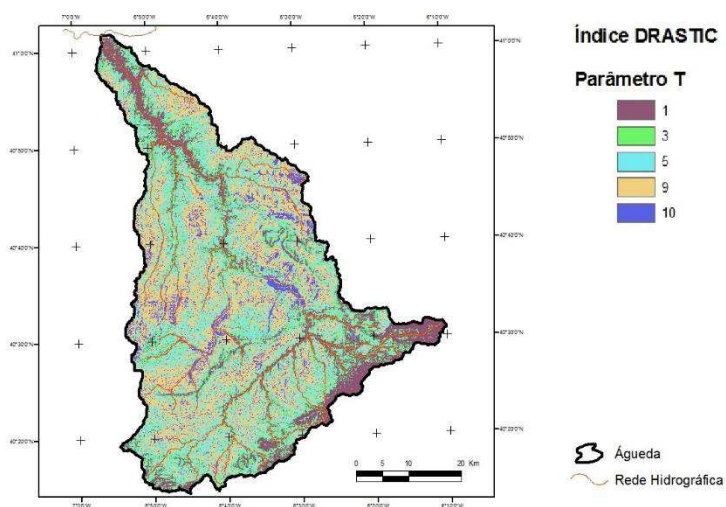


Figura 6.5 - Caracterização do parâmetro T - topografia

6.1.6 Influência da zona vadosa - I

Este parâmetro (I) considera os mesmos dados de base utilizados para o material do aquífero, pelo que devido às características litológicas desta região, os resultados são semelhantes (Figura 6.6).

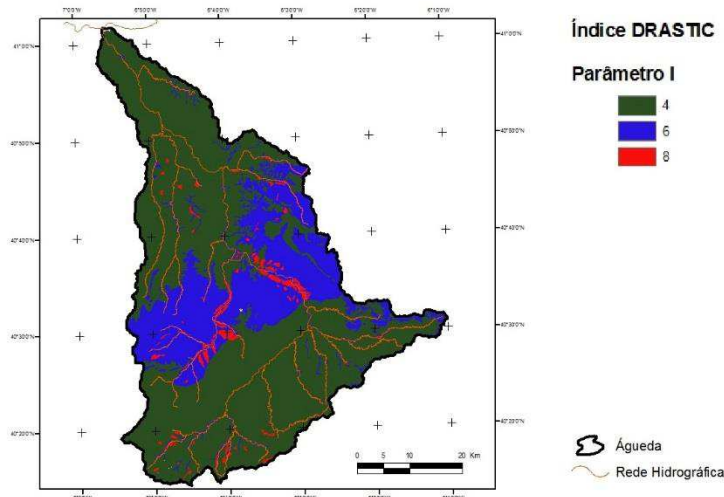


Figura 6.6 - Caracterização do parâmetro I – influência da zona vadosa

6.1.7 Condutividade hidráulica do aquífero - C

De acordo com Aller et al. (1987), para os casos em que não há informação publicada, deve-se utilizar tabelas ou ábacos que relacionam a condutividade hidráulica com a litologia na caracterização do parâmetro C. Neste caso utiliza-se o ábaco apresentado em Freeze e Cherry (1979) (Figura 6.7). Tendo em consideração a geologia da área de estudo, é possível verificar a predominância de formações graníticas, onde se assume em média uma condutividade hidráulica de $3,2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ e formações metamórficas, com uma condutividade hidráulica de $1,6 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Estes valores sendo inferiores a 5 metros por dia, correspondem à classe 1 (Figura 6.8).

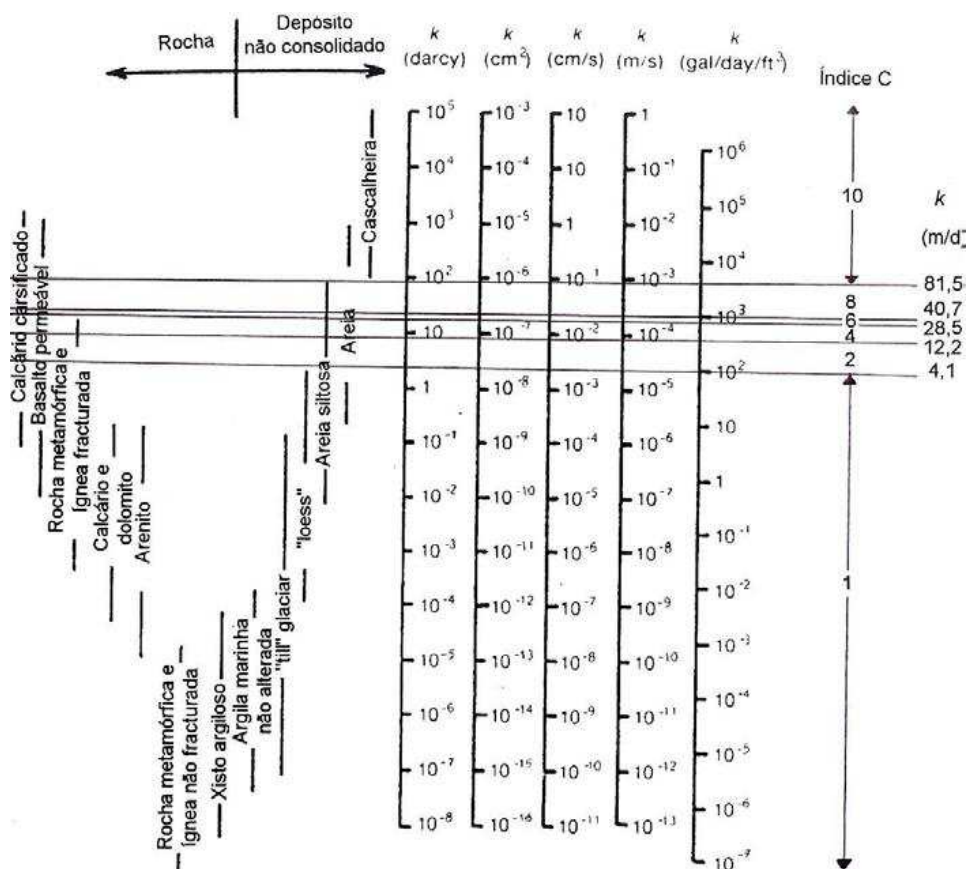


Figura 6.7 - Abaco que relaciona a condutividade hidráulica com a litologia (adaptado de Freeze and Cherry, 1979)

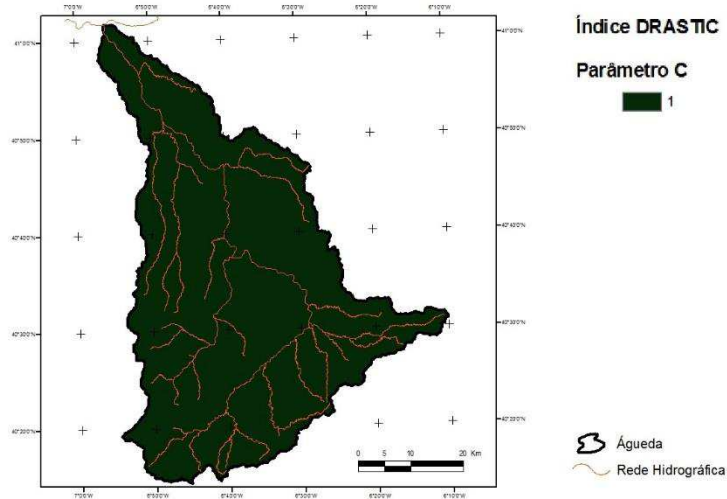


Figura 6.8 - Caracterização do parâmetro C – condutividade hidráulica

6.1.8 Índice DRASTIC e DRASTIC PESTICIDA

O índice DRASTIC mostra a predominância de baixa vulnerabilidade (70% da área da bacia), sendo a restante área (cerca de 30%) de vulnerabilidade intermédia (Figura 6.9 e Anexo IV). A zona de vulnerabilidade intermédia mais elevada representa apenas cerca de 3% da bacia e ocorre na sua parte central, correspondendo às zonas mais urbanizadas e onde ocorrem os impactes mais importantes.

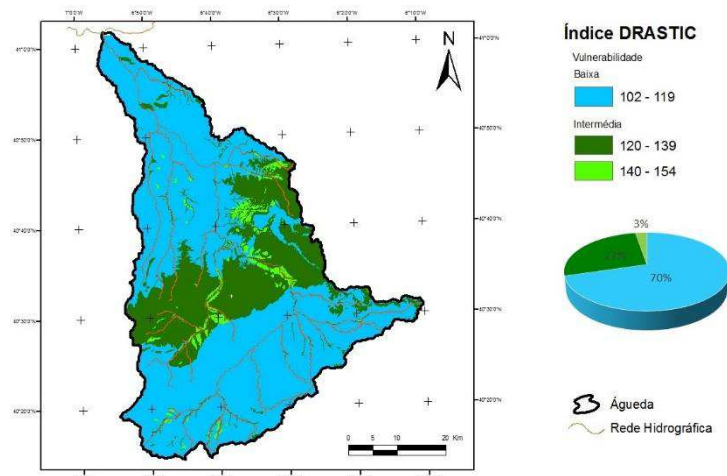


Figura 6.9 – Índice DRASTIC

O mapa de vulnerabilidade resultante da aplicação do DRASTIC pesticida (Figura 6.10 e Anexo IV) revela a presença de zonas de vulnerabilidade intermédia (74% da área) a elevada (26%). O índice DRASTIC pesticida, revela que as zonas inicialmente classificadas como de baixa vulnerabilidade, pela aplicação do índice DRASTIC, passam a assumir uma classificação de vulnerabilidade intermédia e as zonas de classificação intermédia passam a elevada (Figura 6.9 e 6.10).

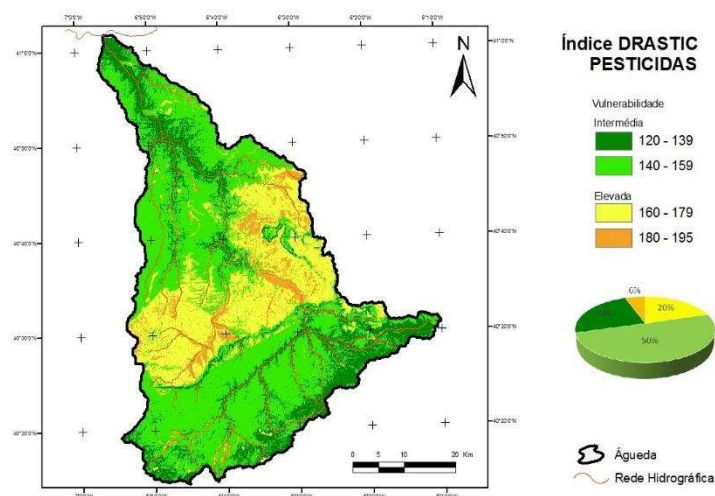


Figura 6.10- Índice DRASTIC pesticidas

6.2 Método Índice de suscetibilidade

Conforme visto anteriormente o índice de suscetibilidade tem quatro parâmetros comuns ao método DRASTIC: a profundidade do nível da água – D; a recarga – R; o material do aquífero – A e a topografia – T. O último parâmetro deste método é a ocupação do solo (OS) permitindo a representação da caracterização extrínseca da região.

6.2.1 Ocupação do solo - OS

O mapa do parâmetro OS foi obtido utilizando como informação de base o mapa de ocupação do solo Corine Land Cover (2006). A informação do mapa foi reclassificada de acordo com o parâmetro OS (Tabela 2.11 e Figura 6.11).

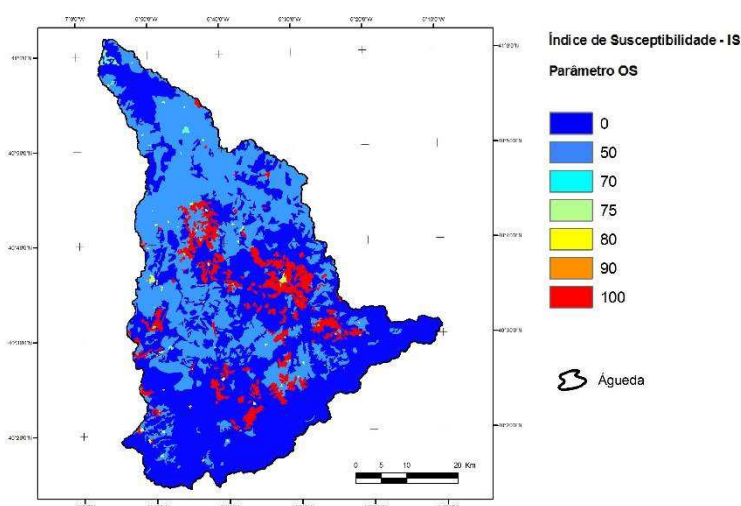


Figura 6.11 – Caracterização do parâmetro OS

6.2.2 Índice de suscetibilidade (IS)

O mapa de vulnerabilidade IS representa áreas de vulnerabilidade predominantemente classificada de extremamente baixa a muito baixa (73% da área em estudo). Nestas áreas a ocupação do solo é reduzida e as atividades afetas são pouco impactantes. Na parte central da bacia, coincidindo com a área de Ciudad Rodrigo, o IS assume uma classificação de moderada a elevada e elevada (Figura 6.12 e Anexo IV). De assinalar, que em contraste com a homogeneidade verificada nas representações da suscetibilidade intrínseca, representada pelo DRASTIC e pelo DRASTIC Pesticida, o IS apresenta clusters de alta e baixa vulnerabilidade na zona central da bacia, e coincidente com a zona de Ciudad Rodrigo. Este fato poderá estar relacionado com diferentes atividades, agrícolas e industriais, desenvolvidas na região, coincidente com o grande aquífero confinado de Ciudad Rodrigo.

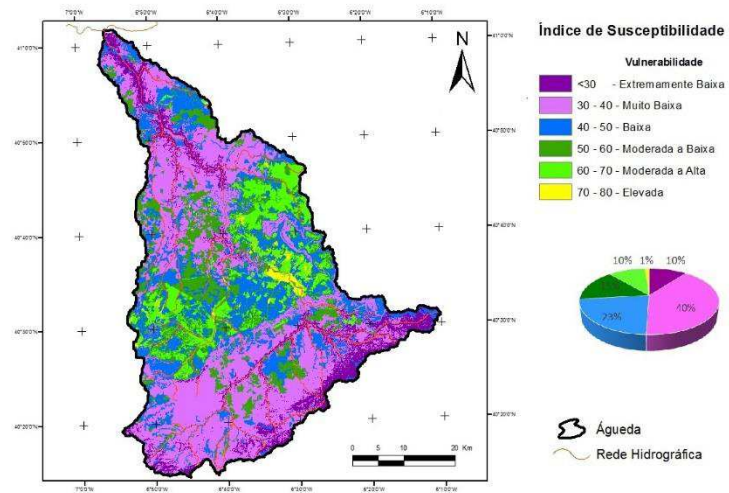


Figura 6.12 - Índice de Suscetibilidade

7. Conclusões e Considerações Gerais

Após a análise da vulnerabilidade à poluição da água subterrânea e caracterização da qualidade da água superficial do rio Águeda, verifica-se uma convergência relativamente à definição de uma zona mais vulnerável localizada na zona central da bacia (planície de Ciudad Rodrigo). É nessa zona que se verifica um maior poluição das águas superficiais (figura 4.4 e 5.15), sendo que esta apresenta também uma maior vulnerabilidade a poluição das águas subterrâneas (Figura 6.12). Estas ocorrências poderão ser indicativas de uma poluição de origem difusa da água superficial, bem como de uma contribuição mútua entre os dois sistemas estudados, águas superficiais e sub-superficiais

Os resultados obtidos relativamente à vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas permitem delimitar zonas mais vulneráveis, permitindo assim uma concentração de meios nessas zonas em detrimento de zonas onde a vulnerabilidade é pouco elevada. É também importante utilizar os resultados obtidos para o desenho das próximas campanhas de recolha de amostras, dedicando particular atenção aquelas onde a incerteza espacial e local que mostrou mais relevante (e.g. zona do alto Águeda)

O modelo QUAL2Kw, devidamente calibrado pode ser uma ferramenta importante para a gestão da qualidade dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. Demonstrou ser uma ferramenta adequada não só para a construção de um modelo de difusão de poluentes em águas superficiais, como, depois de calibrado e validado um excelente exercício para a construção de modelos de previsão capazes de caracterizar a resposta hidrológica de todo o sistema, para uma ano hidrológico, e desta forma, simular a capacidade autodepuradora tanto no espaço como no tempo.

Das metodologias utilizadas no estudo, salientam-se as seguintes situações a ter em consideração para trabalho futuro:

- Relativamente a metodologia DRASTIC, poderá ser melhorada a definição de alguns parâmetros nomeadamente a recarga e condutividade elétrica, definidas através de dados bibliográficos, podendo vir a ser calculada a recarga através do balanço hidrológico e medida a condutividade hidráulica através de ensaios “in-situ”;

- Segundo Rupert (2001), os mapas obtidos pela metodologia DRASTIC nem sempre correspondem ao nível de contaminação medido em campo, tornando-se assim necessária a calibração do modelo DRASTIC utilizando as concentrações de nitratos medidos “in-situ” como indicador de contaminação;

- Os pontos de amostragem ao longo do rio deverão ser em maior número e melhorada a localização destes, de forma a atingir um melhor conhecimento do comportamento qualitativo e quantitativo da água do rio Águeda e dos seus principais afluentes, obtendo assim mais dados que permitirão uma validação mais robusta das simulações obtidas com o QUAL2Kw;

- Também seria conveniente fazer uma simulação num época seca de modo a observar o comportamento auto-depurativo do rio Águeda numa situação de caudal mais escasso.

- Fazer o levantamento de todos os consumidores de água na bacia hidrográfica do rio Águeda, bem como o seu uso, de forma a obter um conjunto de informações mais completa próximo das características reais da bacia, permitindo, desta forma a avaliação de contribuições difusas que pudessem ser introduzidas no sistema de qualidade global;

- Introduzir os valores da velocidade da água, caudais e profundidade do curso de água, medidos em campo, como parâmetros na calibração do modelo;

Referências bibliográficas

- Albuquerque, M. T. D., Sanz, G., Oliveira, S. F., Martínez-Alegría, R., e Antunes, I. M. H. R. (2013). Spatio-Temporal Groundwater Vulnerability Assessment-A Coupled Remote Sensing and GIS Approach for Historical Land Cover Reconstruction. *Water Resources Management* 27(13): 4509-4526.
- Aller, L., Lehr, J. H., Petty, R., e Bennett, T. (1987). Drastic—a standardized system to evaluate groundwater pollution potential using hydrogeologic settings, United States Environmental Protection Agency. EPA/600/2-85/018.
- Almeida, P. D. N. (2011). Caracterização do impacte das descargas da ETAR de Póvoa de Rio de Moinhos e Caféde no rio Ocreza. Tese Mestrado em Infra-Estruturas de Construção Civil, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- Antunes, I. (2013). Apontamentos disciplina de hidrogeologia - Mestrado em Gestão de Recursos Hídricos.
- Antunes, I. M. H. R., Albuquerque, M. T. D., Jayo, A. H., de Oliveira, S. F., Roque, N. M., Seco, M. D. F. M., e Alonso, L. (2013). Risco e vulnerabilidades na bacia do Rio Águeda. In *Cuenca del río Águeda: un territorio para dos países* (pp. 65-92). Servicio de Publicaciones.
- Carvalho, N. C. (2012). Avaliação da contribuição das descargas das ETARs de Castelo Branco no rio Ocreza—Distrito de Castelo Branco. Tese Mestrado em Infra-Estruturas de Construção Civil, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.
- Charbonneau, P. (1995). Genetic algorithms in astronomy and astrophysics. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 101, 309.
- Confederación hidrográfica del Duero (CHD). Series de Aportaciones por masa. Acedido em 13 de março 2012 em: <http://www.chduero.es/Inicio/Planificación/Planhidrológico2009/PropuestaPlanHidrológico/Anejo2Intrechídricos/Anejo2SeriespormasaFicherosexcel/tabid/516/Default.aspx>
- Chow, V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. 1988. *Applied Hydrology*. New York, McGraw-Hill, 592 pp.
- Decreto-Lei nº236/98 de 1 de Agosto. Diário da República nº176/98 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa.
- Decreto-Lei nº198/2008 de 8 de Outubro. Diário da República nº195/2008 – I Série A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.
- Despacho n.º 2228/2013 de 7 de Fevereiro. Diário da República nº27/2013 – II Série. Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.
- Directiva 2000/60/CE de 23 de Outubro. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. L327,72pp.
- European Environment Agency (2012) Corine Land Cover: 2006. Acedido em 25 de junho 2012, em: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data#c11=&c17=&c5=all&c0=5&b_start=0 .
- Fortin, M. (1998). Analyse de la propagation des erreurs spatiales induites par l'intégration de données multisources dans le modèle de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine DRASTIC. Mémoire pour obtention do grade de maitre ès Sciences. Faculté de foresterie et géomatique - Université Laval, Québec.127pp.
- Francés, A., Paralta, E., & Costa, A. (2003). Sistema de informação geográfica aplicado à caracterização hidrogeológica do bloco de rega de Canhestros, Alentejo, Portugal.

Francés, A., E. Paralta, L. Ribeiro. (2001). Development and application in the Alentejo region of a method to assess the vulnerability of groundwater to diffuse agricultural pollution: the susceptibility index. 3rd International Conference on Future Groundwater Resources at Risk, CVRM/IST, Lisboa, pp. 35-44.

Freeze, R. A., e Cherry, J. A. (1979). Groundwater, 604 pp.

Hipólito, J. R. e A. C. Vaz (2011). Hidrologia e recursos hídricos. Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia, IST Press, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

INAG. (2013). Classificação dos cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos. Acedido em 31 de Janeiro 2013, em http://snirh.pt/snirh/_dadossintese/qualidadeanuario/boletim/tabela_classes.php.

Instituto Geológico y Minero de España (2012). Mapa Geológico de España. Acedido em 12 de dezembro 2012, em: <http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/geologico1000.asp>

Kannel, P. R., Lee, S., Lee, Y. S., Kanel, S. R., & Pelletier, G. J. (2007). Application of automated QUAL2Kw for water quality modeling and management in the Bagmati River, Nepal. Ecological modelling 202(3): 503-517.

Lei nº58/2005 de 29 de Dezembro. Diário da República nº249/2005 – I Série A. Assembleia da república. Lisboa.

Lima, J. M. d. S. L. (2012). Modelação matemática da qualidade da água do rio Minho Internacional. Tese de mestrado integrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

LNEC (2002). Cartografia da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas do concelho de Montemor-o-Novo utilizando o método drastic. Lisboa.

Lobón, G. S., López, R. M. A., Villanueva, T. V., Martín, I. M., e Sánchez-Bordona, F. C. (2013). La cuenca hidrográfica del río Águeda. In Cuenca del río Águeda: un territorio para dos países (pp. 7-34). Servicio de Publicaciones.

Mendes, E (2006). Perímetros de Protecção de Captações de água Subterrânea para consumo humano em zonas de Montanha. Caso de Estudo da Cidade da Covilhã. Tese de Mestrado em Geotecnia Ambiental, universidade da Beira Interior, Covilhã, 122p.+ Anexos 127p.

Maia, P. H. P. e M. J. M. Cruz (2011). Um novo método para avaliar a vulnerabilidade de aquíferos. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology 15(2): 29-40.

MIMAM, E. (2000). Libro Blanco del Agua en España, Madrid.

Oliveira, N. P. (2011). Caracterização do impacte das descargas da ETAR de Proença-a-Nova na ribeira da Pracana. Tese Mestrado em Infra-Estruturas de Construção Civil, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco.

Paralta, E., Oliveira, M. M., Batista, S., Francés, A., Ribeiro, L. F., e Cerejeira, M. J. (2001). Aplicação de SIG na avaliação da vulnerabilidade aquífera e cartografia da contaminação agrícola por pesticidas e nitratos na região do Ribatejo.

Pelletier, G. e C. Chapra (2008). QUAL2Kw—a modeling framework for simulating river and stream water quality: theory and documentation (version 5.1). Department of Ecology, Olympia, Washington.

Pelletier, G. J. e C. S. Chapra (2005). QUAL2Kw, Theory and Documentation (version 5.1), A Modelling Framework for Simulating River and Stream Water Quality. Acedido em Agosto de 2012, em: <http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/models/>.

Pelletier, G. J., Chapra, S. C., e Tao, H.. (2006). QUAL2Kw–A framework for modeling water quality in streams and rivers using a genetic algorithm for calibration. *Environmental Modelling & Software* 21(3): 419-425.

Prasad, R. K., Singh, V. S., Krishnamacharyulu, S. K. G., & Banerjee, P. (2011). Application of drastic model and GIS: for assessing vulnerability in hard rock granitic aquifer. *Environmental Monitoring and Assessment* 176(1-4): 143-155.

Real Decreto 478/2013 de 21 de junio. Boletín Oficial del Estado nº149. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Resolução da Assembleia da República nº66/99 de 17 de Agosto. Diário da República nº191/99 – I Série A. Assembleia da república. Lisboa.

Restivo, J. M. d. O. (2009). Modelação e avaliação do impacto das descargas de efluente tratado nas ETAR da Bacia do Rio Lima. Tese de mestrado integrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Ribeiro, L. e M. P. Mendes (2010). Definições e critérios de delimitação para as várias tipologias de área integradas em REN — Recursos Hídricos Subterrâneos. Lisboa, IST.

Sánchez, A. G., Cruz, M. S. R., Martín, M. J. S., Rodríguez, I. S. R., e González, S. S. (2013). Caracterización e impactos ambientales en la cuenca del río Águeda. In *Cuenca del río Águeda: un territorio para dos países* (pp. 35-64). Servicio de Publicaciones.

Sharma, D. e A. Kansal (2012). Assessment of river quality models: a review. *Reviews in Environmental Science e Bio/Technology*: 1-27.

Vieira, J. d. S. (2012). Transformações biogeoquímicas na bacia hidrográfica do Rio Lis. Tese de doutoramento em ciências da engenharia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Rupert M.G. (2001). Calibration of the DRASTIC groundwater vulnerability mapping method. *Groundwater*, Vol.39, No.4, pp. 625-630.

Vieira, J., Fonseca, A., Vilar, V. J., Boaventura, R. A., e Botelho, C. M.. (2013). Water quality modelling of Lis River, Portugal. *Environmental Science and Pollution Research* 20.1: 508-524.

Von Sperling, M. (1995). Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v.01. Minas Gerais: ABES, 1995.

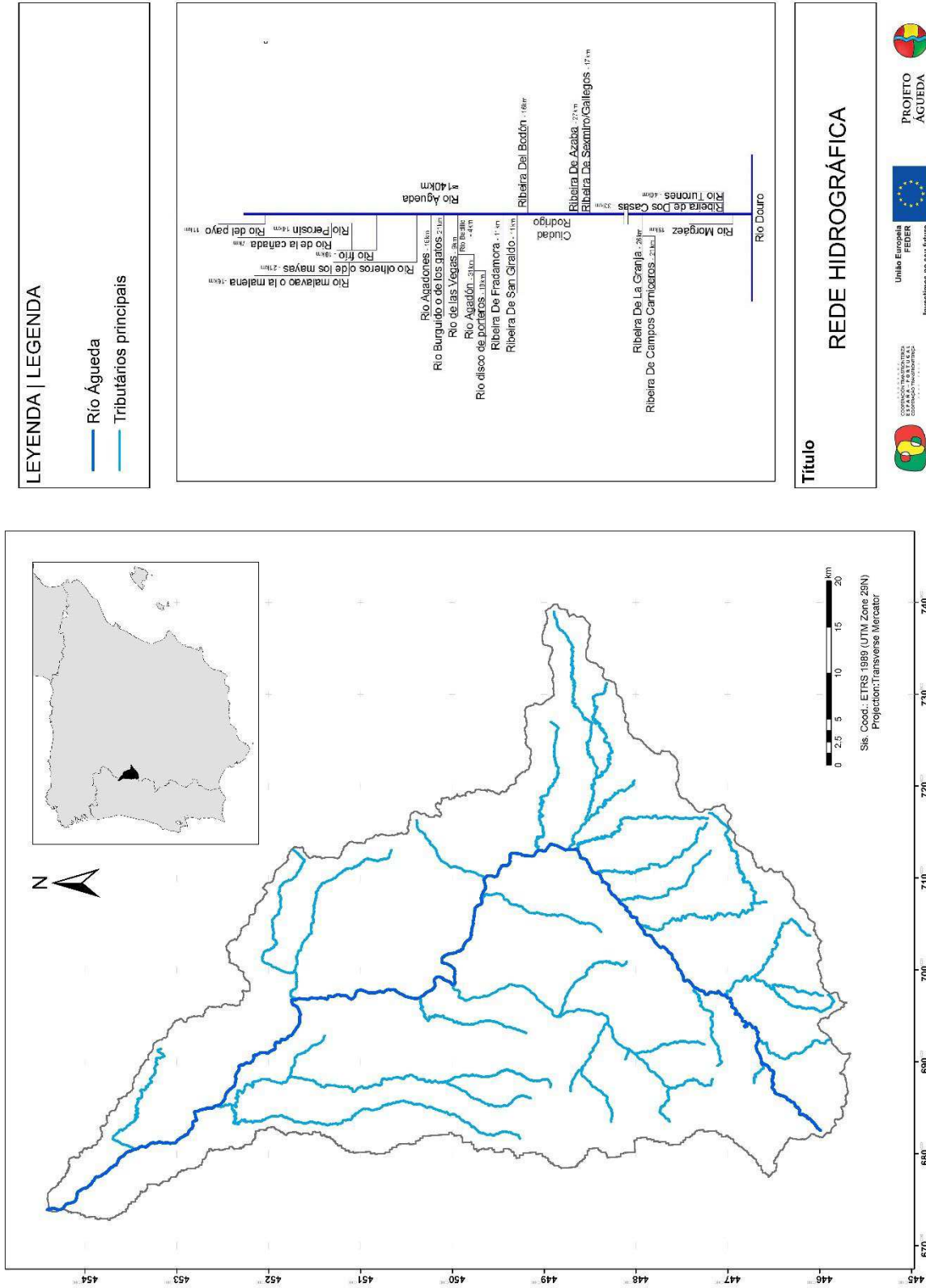
Anexo I. Mapas de caracterização da bacia

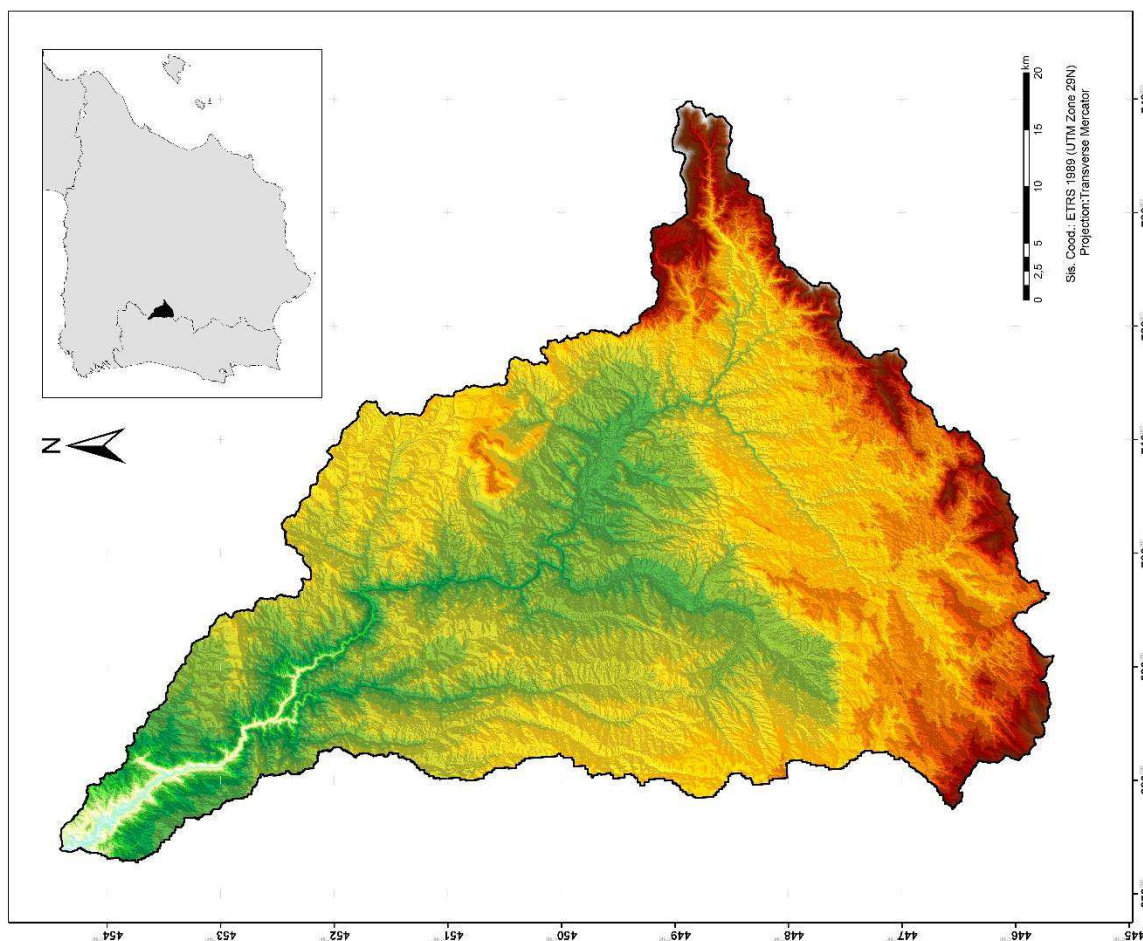
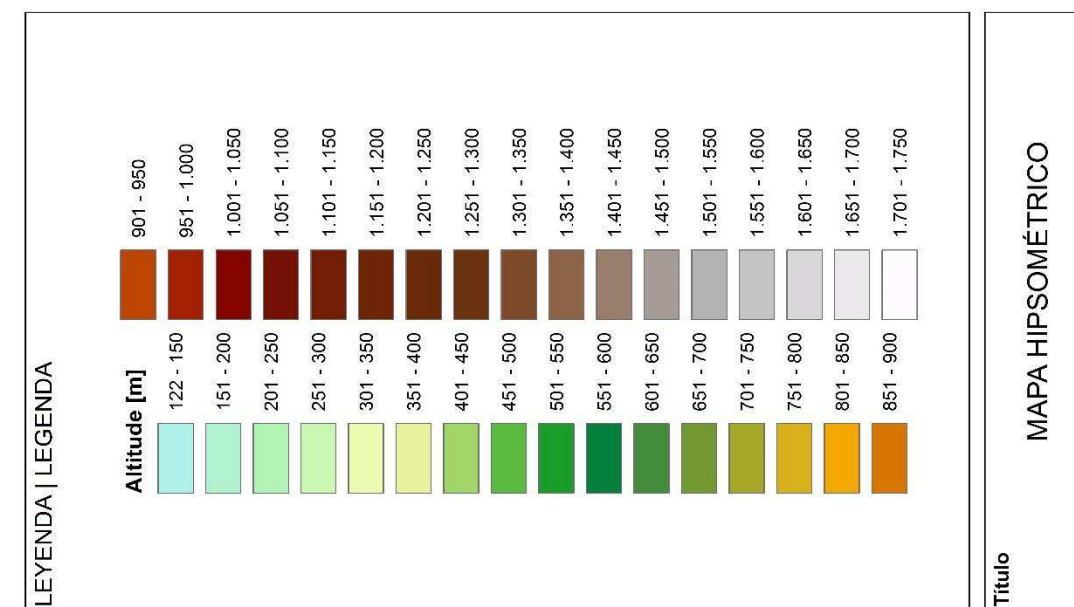
REDE HIDROGRAFICA

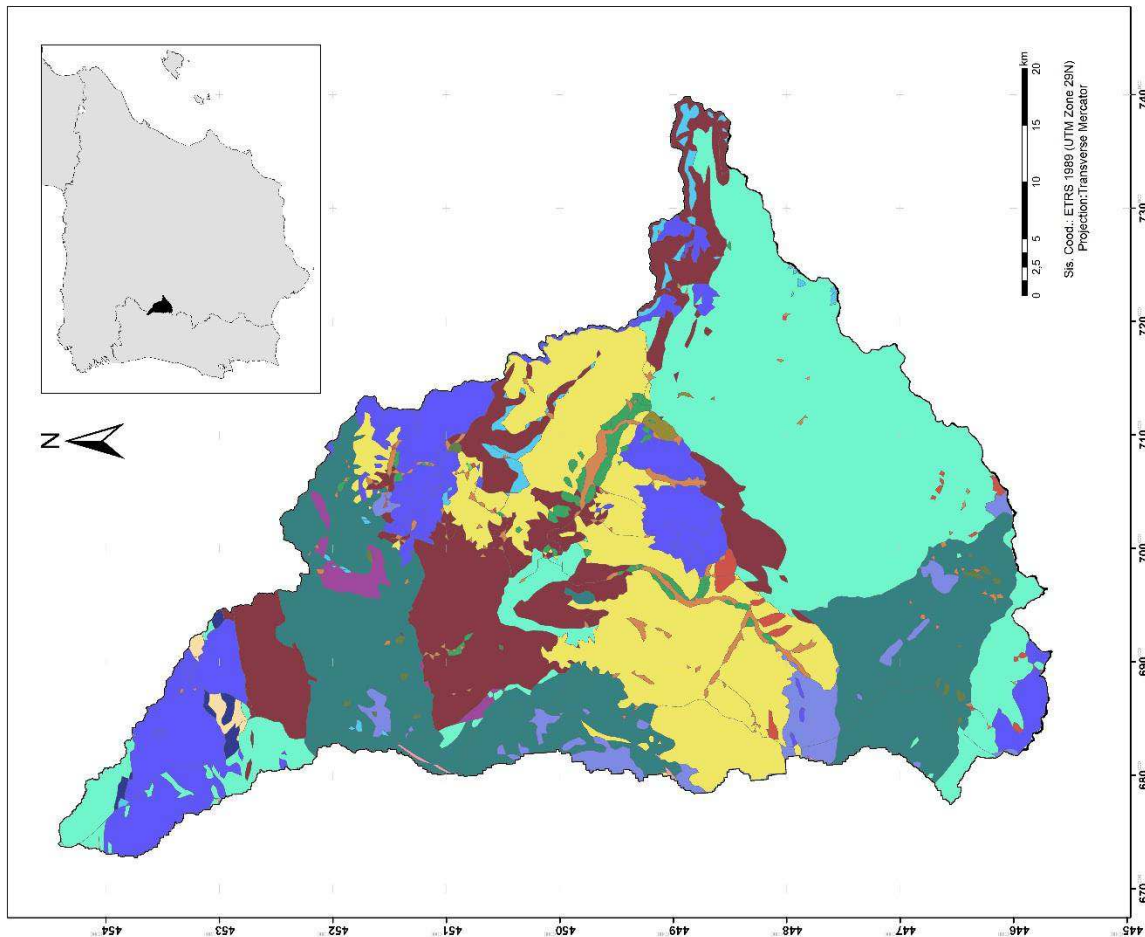
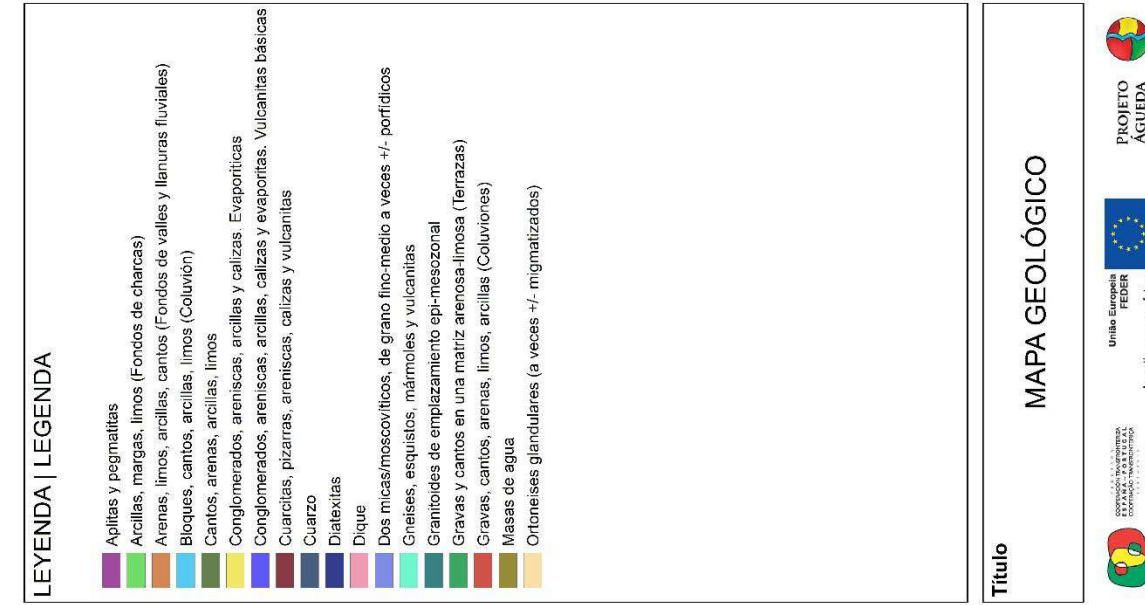
CARTA HIPSOMÉTRICA

GEOLOGIA

OCUPAÇÃO SOLOS







Anexo II. Qualidade da Água

Classificação das águas por parâmetro de acordo com as suas características para fins múltiplos (INAG)

Parâmetro	Unidades	A	B	C	D	E
		Sem poluição	Fracamente Poluída	Poluída	Muito Poluída	Extremamente Poluída
Arsénio	mg/l As	≤ 0.01	0.011 - 0.05	-	0.051 - 0.1	>0.1
Azoto amoniacal	mg/l NH4	≤ 0.5	0.51 - 1.50	1.51 - 2.50	2.51 - 4	>4
CBO5	mg/l O2	≤ 3.0	3.1 - 5.0	5.1 - 8.0	8.1 - 20	>20
CQO	mg/l O2	≤ 10.0	10.1 - 20.0	20.1 - 40.0	40.1 - 80	>80
Chumbo	mg/l Pb	≤ 0.050	-	0.051 - 0.1	-	>0.1
Cianetos	mg/l CN	≤ 0.05	-	0.051 - 0.08	-	>0.08
Cobre	mg/l Cu	≤ 0.05	0.051 - 0.2	0.21 - 0.5	0.51 - 1	>1
Coliformes fecais	/100 ml	≤ 20	21 - 2000	2001 - 20000	>20000	
Coliformes totais	/100 ml	≤ 50	51 - 5000	5001 - 50000	>50000	
Condutividade	µS/cm, 20°C	≤ 750	751 - 1000	1001 - 1500	1501 - 3000	>3000
Crómio	mg/l Cr	≤ 0.05	-	0.051 - 0.08	-	>0.08
Cádmio	mg/l Cd	≤ 0.001	0.0011-0.005	0.0011-0.005	>0.005	
Estreptococos fecais	/100 ml	≤ 20	21-2000	2001-20000	>20000	
Fenois	mg/l C6H5OH	≤ 0.001	0.0011-0.005	0.0051-0.01	0.011-0.1	>0.1
Ferro	mg/l Fe	≤ 0.5	0.51-1	1.01-1.5	1.51-2	>2
Fosfatos P2O5	mg/l P2O5	≤ 0.4	0.41-0.54	0.55-0.94	0.95-1	>1
Fósforo P	mg/l P	≤ 0.2	0.21-0.25	0.26-0.40	0.41-0.5	>0.5
Manganês	mg/l Mn	≤ 0.10	0.11-0.25	0.26-0.5	0.51-1	>1
Mercúrio	mg/l Hg	≤ 0.0005	-	0.00051-0.001	-	>0.001
Nitratos	mg/l NO3	≤ 5	5.1-25	25.1-50	50.1-80	>80
Oxidabilidade	mg/l	≤ 3	3.1-5	5.1-10	10.1-25	>25
Saturação OD	% sat. de O2	≥ 90	89-70	69-50	49-30	<30
Selénio	mg/l Se	≤ 0.01	-	0.011-0.05	-	>0.05
SST	mg/l	≤ 25	25.1-30	30.1-40	40.1-80	>80
Zinco	mg/l Zn	≤ 0.3	0.31-1	1.01-3.00	3.01-5.00	>5
pH	Escala Sorensen	6.5 -8.5 *	5.5-9	5-10	4.5-11	>11

* O pH, sendo um parâmetro muito dependente de características geomorfológicas, pode apresentar valores fora deste intervalo, sem contudo significar alterações de qualidade devidas à poluição.

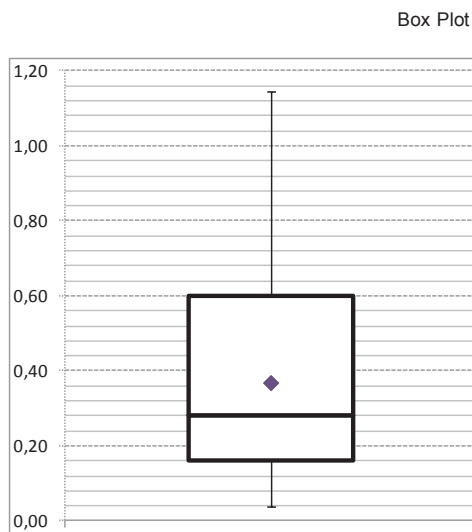
Objetivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais

(Anexo XXI – Decreto Lei nº236/98)

Parâmetros	Expressão dos resultados	VMA
<i>pH</i>	Escala de Sorensen	5,0-9,0
Temperatura	°C	30
Varição da temperatura	°C	3
Oxigénio dissolvido	% de saturação	50
CBO ₅	O ₂ mg/l	5
Azoto amoniacal	N mg/l	1
Fósforo total	P mg/l	1
Cloretos	Cl mg/l	250
Sulfatos	SO ₄ mg/l	250
Clorofénóis	µg/l, por composto	100
Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares	µg/l	100
Substâncias tensoactivas aniónicas	mg/l	0,5
Pesticidas:		
Total	µg/l	2,5
Por substância individualizada	µg/l	0,5
Bifenilopoliclorados (PCB)	µg/l	20
Azoto Kjeldhal	N mg/l	2
Cianetos totais	CN mg/l	0,05
Arsénio total	As mg/l	0,1
Cádmio total	Cd mg/l	0,01
Chumbo total	Pb mg/l	0,05
Crómio total	Cr mg/l	0,05
Cobre total	Cu mg/l	0,1
Mercurio total	Hg mg/l	0,001
Niquel total	Ni mg/l	0,05
Zinco total	Zn mg/l	0,5

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 521 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID Massa	Bacias Acumuladas	Ano	Mês	Caudal Sub-Bacia [hm3/mês]	Caudal [m3/s]
521	16	1941	5	1,82	0,68
521	16	1942	5	1,28	0,48
521	16	1943	5	2,12	0,79
521	16	1944	5	0,54	0,20
521	16	1945	5	0,12	0,04
521	16	1946	5	2,91	1,09
521	16	1947	5	1,04	0,39
521	16	1948	5	0,53	0,20
521	16	1949	5	0,11	0,04
521	16	1950	5	0,32	0,12
521	16	1951	5	0,83	0,31
521	16	1952	5	1,68	0,63
521	16	1953	5	0,44	0,16
521	16	1954	5	0,50	0,19
521	16	1955	5	0,80	0,30
521	16	1956	5	3,06	1,14
521	16	1957	5	0,18	0,07
521	16	1958	5	0,58	0,21
521	16	1959	5	1,19	0,44
521	16	1960	5	1,63	0,61
521	16	1961	5	1,84	0,69
521	16	1962	5	1,54	0,57
521	16	1963	5	1,48	0,55
521	16	1964	5	1,68	0,63
521	16	1965	5	0,26	0,10
521	16	1966	5	1,97	0,74
521	16	1967	5	0,50	0,19
521	16	1968	5	0,69	0,26
521	16	1969	5	1,80	0,67
521	16	1970	5	0,55	0,20
521	16	1971	5	2,17	0,81
521	16	1972	5	0,83	0,31
521	16	1973	5	0,61	0,23
521	16	1974	5	0,92	0,34
521	16	1975	5	0,44	0,17
521	16	1976	5	0,27	0,10
521	16	1977	5	0,83	0,31
521	16	1978	5	1,94	0,73
521	16	1979	5	2,36	0,88
521	16	1980	5	0,33	0,12
521	16	1981	5	0,14	0,05
521	16	1982	5	0,32	0,12
521	16	1983	5	0,51	0,19
521	16	1984	5	1,79	0,67
521	16	1985	5	1,25	0,46
521	16	1986	5	0,58	0,22
521	16	1987	5	0,78	0,29
521	16	1988	5	0,88	0,33
521	16	1989	5	0,72	0,27
521	16	1990	5	0,59	0,22
521	16	1991	5	0,78	0,29
521	16	1992	5	0,10	0,04
521	16	1993	5	0,43	0,16
521	16	1994	5	1,65	0,62
521	16	1995	5	0,13	0,05
521	16	1996	5	2,77	1,03
521	16	1997	5	0,62	0,23
521	16	1998	5	1,28	0,48
521	16	1999	5	0,14	0,05
521	16	2000	5	0,48	0,18
521	16	2001	5	1,63	0,61
521	16	2002	5	0,22	0,08
521	16	2003	5	1,28	0,48
521	16	2004	5	0,33	0,12
521	16	2005	5	0,11	0,04
521	16	2006	5	0,41	0,15

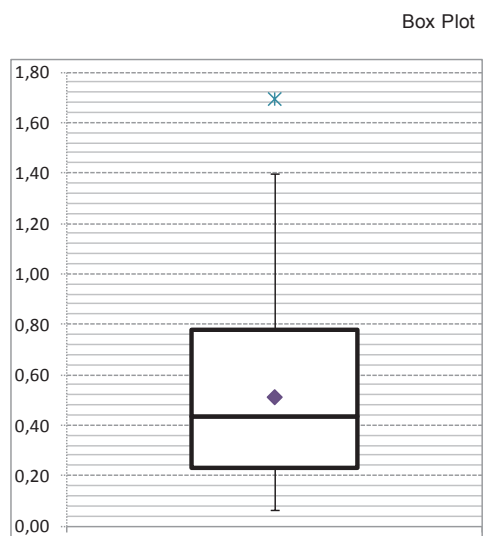


DADOS ESTATÍSTICOS

n° de observações	66,00
Mínimo	0,04
Q1	0,16
Mediana	0,28
Q3	0,60
Máximo	1,14
Média	0,37
Lim Inf	-0,50
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,44
Lim Sup	1,26
Min NO (não outlier)	0,04
Q1	0,16
Q1-Min NO	0,12
Mediana	0,28
Mediana-Q1	0,12
Q3	0,60
Q3-Mediana	0,32
Máx NO (Não Outlier)	1,14
Máx NO-Q3	0,54
Outliers inferiores	
n° de outliers	0,00
Outliers superiores	
n° de outliers	0,00

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 522 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID Massa	Bacias Acumuladas	Ano	Mês	Caudal Sub-Bacia [hm ³ /mês]	Caudal [m ³ /s]
522	21	1941	5	2,44	0,91
522	21	1942	5	2,12	0,79
522	21	1943	5	3,37	1,26
522	21	1944	5	0,71	0,26
522	21	1945	5	0,17	0,06
522	21	1946	5	2,81	1,05
522	21	1947	5	1,56	0,58
522	21	1948	5	0,84	0,31
522	21	1949	5	0,22	0,08
522	21	1950	5	0,50	0,19
522	21	1951	5	1,20	0,45
522	21	1952	5	1,33	0,50
522	21	1953	5	0,64	0,24
522	21	1954	5	0,71	0,27
522	21	1955	5	1,16	0,43
522	21	1956	5	4,54	1,69
522	21	1957	5	0,34	0,13
522	21	1958	5	0,85	0,32
522	21	1959	5	1,65	0,61
522	21	1960	5	2,36	0,88
522	21	1961	5	2,84	1,06
522	21	1962	5	2,46	0,92
522	21	1963	5	2,31	0,86
522	21	1964	5	2,68	1,00
522	21	1965	5	0,46	0,17
522	21	1966	5	3,10	1,16
522	21	1967	5	0,86	0,32
522	21	1968	5	1,03	0,38
522	21	1969	5	2,50	0,93
522	21	1970	5	0,90	0,34
522	21	1971	5	2,42	0,90
522	21	1972	5	1,25	0,47
522	21	1973	5	0,72	0,27
522	21	1974	5	1,36	0,51
522	21	1975	5	0,70	0,26
522	21	1976	5	0,37	0,14
522	21	1977	5	1,27	0,47
522	21	1978	5	2,67	1,00
522	21	1979	5	3,56	1,33
522	21	1980	5	0,56	0,21
522	21	1981	5	0,23	0,09
522	21	1982	5	0,42	0,16
522	21	1983	5	0,73	0,27
522	21	1984	5	1,46	0,55
522	21	1985	5	1,46	0,54
522	21	1986	5	0,91	0,34
522	21	1987	5	1,15	0,43
522	21	1988	5	1,34	0,50
522	21	1989	5	0,68	0,25
522	21	1990	5	0,91	0,34
522	21	1991	5	1,17	0,44
522	21	1992	5	0,17	0,06
522	21	1993	5	0,63	0,23
522	21	1994	5	1,48	0,55
522	21	1995	5	0,24	0,09
522	21	1996	5	3,74	1,40
522	21	1997	5	1,17	0,44
522	21	1998	5	1,51	0,56
522	21	1999	5	0,25	0,09
522	21	2000	5	0,62	0,23
522	21	2001	5	2,47	0,92
522	21	2002	5	0,35	0,13
522	21	2003	5	1,98	0,74
522	21	2004	5	0,52	0,20
522	21	2005	5	0,20	0,07
522	21	2006	5	0,55	0,21

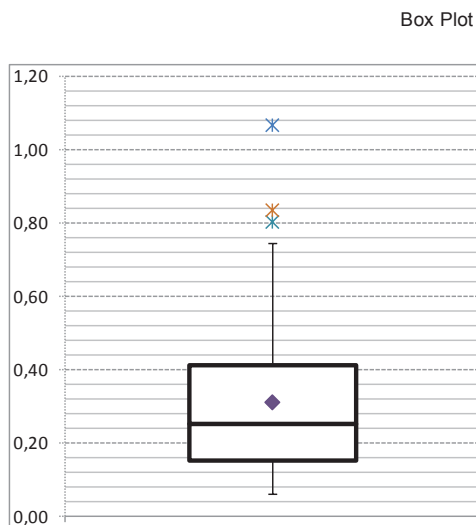


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,06
Q1	0,23
Mediana	0,43
Q3	0,78
Máximo	1,69
Média	0,51
Lim Inf	-0,58
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,54
Lim Sup	1,59
Min NO (não outlier)	0,06
Q1	0,23
Q1-Min NO	0,17
Mediana	0,43
Mediana-Q1	0,20
Q3	0,78
Q3-Mediana	0,35
Máx NO (Não Outlier)	1,40
Máx NO-Q3	0,62
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	1,00
1	1,69

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 524 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
524	25	1941	5	1,98	0,74
524	25	1942	5	0,82	0,30
524	25	1943	5	0,62	0,23
524	25	1944	5	0,30	0,11
524	25	1945	5	0,17	0,06
524	25	1946	5	2,86	1,07
524	25	1947	5	0,77	0,29
524	25	1948	5	1,10	0,41
524	25	1949	5	0,33	0,12
524	25	1950	5	0,69	0,26
524	25	1951	5	0,78	0,29
524	25	1952	5	1,16	0,43
524	25	1953	5	0,34	0,13
524	25	1954	5	0,30	0,11
524	25	1955	5	1,15	0,43
524	25	1956	5	2,16	0,80
524	25	1957	5	0,49	0,18
524	25	1958	5	0,42	0,16
524	25	1959	5	0,84	0,31
524	25	1960	5	1,86	0,69
524	25	1961	5	1,30	0,48
524	25	1962	5	1,00	0,37
524	25	1963	5	0,93	0,35
524	25	1964	5	1,10	0,41
524	25	1965	5	0,44	0,16
524	25	1966	5	1,19	0,44
524	25	1967	5	0,80	0,30
524	25	1968	5	0,58	0,22
524	25	1969	5	0,95	0,35
524	25	1970	5	0,73	0,27
524	25	1971	5	1,06	0,40
524	25	1972	5	0,46	0,17
524	25	1973	5	0,48	0,18
524	25	1974	5	0,62	0,23
524	25	1975	5	0,40	0,15
524	25	1976	5	0,16	0,06
524	25	1977	5	0,67	0,25
524	25	1978	5	1,05	0,39
524	25	1979	5	1,30	0,49
524	25	1980	5	0,67	0,25
524	25	1981	5	0,25	0,09
524	25	1982	5	0,22	0,08
524	25	1983	5	0,32	0,12
524	25	1984	5	1,31	0,49
524	25	1985	5	1,40	0,52
524	25	1986	5	0,71	0,27
524	25	1987	5	0,56	0,21
524	25	1988	5	0,48	0,18
524	25	1989	5	0,35	0,13
524	25	1990	5	0,60	0,22
524	25	1991	5	0,51	0,19
524	25	1992	5	0,20	0,07
524	25	1993	5	2,24	0,84
524	25	1994	5	1,98	0,74
524	25	1995	5	0,34	0,13
524	25	1996	5	1,99	0,74
524	25	1997	5	1,02	0,38
524	25	1998	5	1,14	0,42
524	25	1999	5	0,34	0,13
524	25	2000	5	0,41	0,15
524	25	2001	5	1,22	0,46
524	25	2002	5	0,39	0,15
524	25	2003	5	0,97	0,36
524	25	2004	5	0,55	0,20
524	25	2005	5	0,23	0,09
524	25	2006	5	0,39	0,15

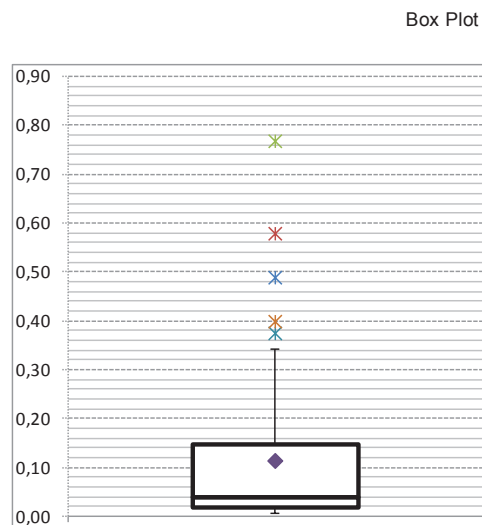


DADOS ESTATÍSTICOS

n° de observações	66,00
Mínimo	0,06
Q1	0,15
Mediana	0,25
Q3	0,41
Máximo	1,07
Média	0,31
Lim Inf	-0,24
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,26
Lim Sup	0,80
Mín NO (não outlier)	0,06
Q1	0,15
Q1-Mín NO	0,09
Mediana	0,25
Mediana-Q1	0,10
Q3	0,41
Q3-Mediana	0,16
Máx NO (Não Outlier)	0,74
Máx NO-Q3	0,33
Outliers inferiores	
n° de outliers	0,00
Outliers superiores	
n° de outliers	3,00
	1 0,80
	2 0,84
	3 1,07
	4
	5
	6
	7
	8
	Maio
Média (sem valores anómalos)	0,284

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 525 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia [hm3/mês]	[m3/s]
525	34	1941	5	1,07	0,40
525	34	1942	5	0,09	0,03
525	34	1943	5	0,06	0,02
525	34	1944	5	0,04	0,01
525	34	1945	5	0,05	0,02
525	34	1946	5	2,06	0,77
525	34	1947	5	0,10	0,04
525	34	1948	5	0,76	0,28
525	34	1949	5	0,05	0,02
525	34	1950	5	0,59	0,22
525	34	1951	5	0,47	0,18
525	34	1952	5	0,91	0,34
525	34	1953	5	0,04	0,01
525	34	1954	5	0,04	0,01
525	34	1955	5	1,00	0,37
525	34	1956	5	1,55	0,58
525	34	1957	5	0,05	0,02
525	34	1958	5	0,18	0,07
525	34	1959	5	1,31	0,49
525	34	1960	5	0,64	0,24
525	34	1961	5	0,33	0,12
525	34	1962	5	0,10	0,04
525	34	1963	5	0,09	0,03
525	34	1964	5	0,10	0,04
525	34	1965	5	0,05	0,02
525	34	1966	5	0,16	0,06
525	34	1967	5	0,24	0,09
525	34	1968	5	0,12	0,05
525	34	1969	5	0,18	0,07
525	34	1970	5	0,23	0,09
525	34	1971	5	0,42	0,16
525	34	1972	5	0,04	0,02
525	34	1973	5	0,25	0,09
525	34	1974	5	0,11	0,04
525	34	1975	5	0,06	0,02
525	34	1976	5	0,02	0,01
525	34	1977	5	0,07	0,03
525	34	1978	5	0,28	0,10
525	34	1979	5	0,12	0,05
525	34	1980	5	0,10	0,04
525	34	1981	5	0,03	0,01
525	34	1982	5	0,02	0,01
525	34	1983	5	0,06	0,02
525	34	1984	5	0,46	0,17
525	34	1985	5	0,90	0,33
525	34	1986	5	0,07	0,02
525	34	1987	5	0,05	0,02
525	34	1988	5	0,07	0,03
525	34	1989	5	0,17	0,06
525	34	1990	5	0,06	0,02
525	34	1991	5	0,05	0,02
525	34	1992	5	0,02	0,01
525	34	1993	5	0,86	0,32
525	34	1994	5	0,83	0,31
525	34	1995	5	0,03	0,01
525	34	1996	5	0,85	0,32
525	34	1997	5	0,32	0,12
525	34	1998	5	0,59	0,22
525	34	1999	5	0,03	0,01
525	34	2000	5	0,11	0,04
525	34	2001	5	0,22	0,08
525	34	2002	5	0,07	0,02
525	34	2003	5	0,09	0,03
525	34	2004	5	0,07	0,03
525	34	2005	5	0,02	0,01
525	34	2006	5	0,04	0,01



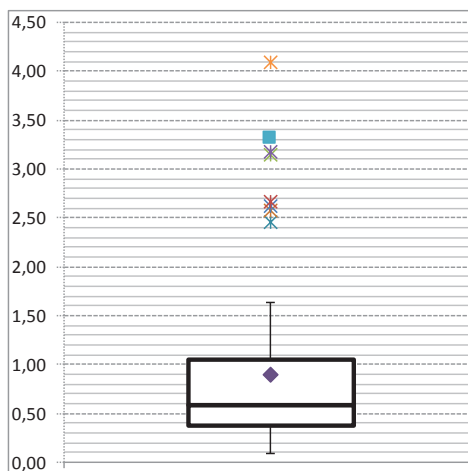
DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,01
Q1	0,02
Mediana	0,04
Q3	0,15
Máximo	0,77
Média	0,11
Lim Inf	-0,17
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,13
Lim Sup	0,34
Min NO (não outlier)	0,01
Q1	0,02
Q1-Min NO	0,01
Mediana	0,04
Mediana-Q1	0,02
Q3	0,15
Q3-Mediana	0,11
Máx NO (Não Outlier)	0,34
Máx NO-Q3	0,19
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	5,00
1	0,37
2	0,40
3	0,49
4	0,58
5	0,77
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,124

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 606 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
606	15	1941	5	1,70	0,63
606	15	1942	5	8,52	3,18
606	15	1943	5	1,58	0,59
606	15	1944	5	2,59	0,97
606	15	1945	5	0,59	0,22
606	15	1946	5	10,98	4,10
606	15	1947	5	1,97	0,74
606	15	1948	5	1,10	0,41
606	15	1949	5	0,95	0,35
606	15	1950	5	1,60	0,60
606	15	1951	5	1,98	0,74
606	15	1952	5	2,51	0,94
606	15	1953	5	4,12	1,54
606	15	1954	5	2,54	0,95
606	15	1955	5	1,60	0,60
606	15	1956	5	2,28	0,85
606	15	1957	5	1,33	0,50
606	15	1958	5	6,58	2,45
606	15	1959	5	1,26	0,47
606	15	1960	5	3,12	1,17
606	15	1961	5	1,10	0,41
606	15	1962	5	0,26	0,10
606	15	1963	5	0,41	0,15
606	15	1964	5	1,31	0,49
606	15	1965	5	0,44	0,16
606	15	1966	5	0,33	0,12
606	15	1967	5	0,29	0,11
606	15	1968	5	0,89	0,33
606	15	1969	5	3,34	1,25
606	15	1970	5	0,58	0,22
606	15	1971	5	8,89	3,32
606	15	1972	5	1,29	0,48
606	15	1973	5	4,38	1,64
606	15	1974	5	3,58	1,34
606	15	1975	5	1,03	0,38
606	15	1976	5	1,58	0,59
606	15	1977	5	1,28	0,48
606	15	1978	5	8,43	3,15
606	15	1979	5	2,83	1,06
606	15	1980	5	1,56	0,58
606	15	1981	5	0,99	0,37
606	15	1982	5	0,43	0,16
606	15	1983	5	7,13	2,66
606	15	1984	5	4,12	1,54
606	15	1985	5	2,69	1,00
606	15	1986	5	1,00	0,38
606	15	1987	5	1,53	0,57
606	15	1988	5	2,66	0,99
606	15	1989	5	1,62	0,61
606	15	1990	5	1,46	0,54
606	15	1991	5	0,97	0,36
606	15	1992	5	0,33	0,12
606	15	1993	5	1,71	0,64
606	15	1994	5	7,03	2,62
606	15	1995	5	0,68	0,25
606	15	1996	5	6,89	2,57
606	15	1997	5	0,81	0,30
606	15	1998	5	1,81	0,67
606	15	1999	5	0,81	0,30
606	15	2000	5	3,98	1,48
606	15	2001	5	1,59	0,59
606	15	2002	5	1,16	0,43
606	15	2003	5	2,86	1,07
606	15	2004	5	1,00	0,37
606	15	2005	5	0,42	0,16
606	15	2006	5	1,09	0,41

Box Plot

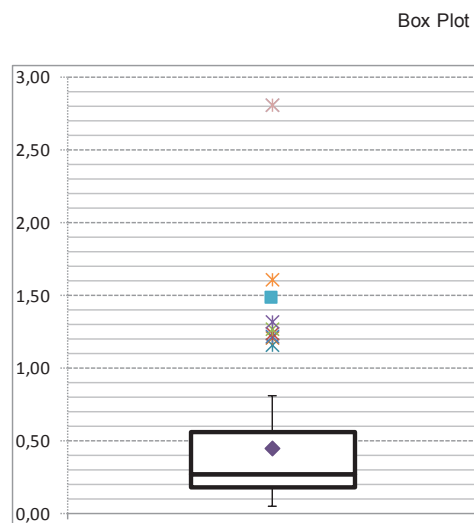


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,10
Q1	0,37
Mediana	0,59
Q3	1,04
Máximo	4,10
Média	0,90
Lim Inf	-0,64
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,67
Lim Sup	2,06
Min NO (não outlier)	0,10
Q1	0,37
Q1-Min NO	0,27
Mediana	0,59
Mediana-Q1	0,22
Q3	1,04
Q3-Mediana	0,45
Máx NO (Não Outlier)	1,64
Máx NO-Q3	0,59
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	8,00
1	2,45
2	2,57
3	2,62
4	2,66
5	3,15
6	3,18
7	3,32
8	4,10
9	
10	
11	
Média (sem valores anómalos)	0,611

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 200686 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
200686	14	1941	5	1,01	0,38
200686	14	1942	5	3,96	1,48
200686	14	1943	5	0,75	0,28
200686	14	1944	5	1,53	0,57
200686	14	1945	5	0,29	0,11
200686	14	1946	5	7,52	2,81
200686	14	1947	5	0,94	0,35
200686	14	1948	5	0,56	0,21
200686	14	1949	5	0,47	0,17
200686	14	1950	5	0,75	0,28
200686	14	1951	5	0,95	0,35
200686	14	1952	5	3,09	1,15
200686	14	1953	5	2,02	0,75
200686	14	1954	5	1,21	0,45
200686	14	1955	5	0,74	0,28
200686	14	1956	5	1,24	0,46
200686	14	1957	5	0,66	0,25
200686	14	1958	5	3,26	1,22
200686	14	1959	5	0,72	0,27
200686	14	1960	5	1,66	0,62
200686	14	1961	5	0,84	0,31
200686	14	1962	5	0,12	0,05
200686	14	1963	5	0,21	0,08
200686	14	1964	5	0,63	0,23
200686	14	1965	5	0,21	0,08
200686	14	1966	5	0,15	0,06
200686	14	1967	5	0,15	0,05
200686	14	1968	5	0,43	0,16
200686	14	1969	5	1,77	0,66
200686	14	1970	5	0,25	0,09
200686	14	1971	5	4,30	1,61
200686	14	1972	5	0,62	0,23
200686	14	1973	5	1,53	0,57
200686	14	1974	5	1,70	0,63
200686	14	1975	5	0,45	0,17
200686	14	1976	5	0,72	0,27
200686	14	1977	5	0,61	0,23
200686	14	1978	5	3,53	1,32
200686	14	1979	5	1,34	0,50
200686	14	1980	5	0,64	0,24
200686	14	1981	5	0,47	0,18
200686	14	1982	5	0,21	0,08
200686	14	1983	5	3,23	1,21
200686	14	1984	5	2,16	0,81
200686	14	1985	5	1,40	0,52
200686	14	1986	5	0,49	0,18
200686	14	1987	5	0,73	0,27
200686	14	1988	5	1,22	0,46
200686	14	1989	5	0,80	0,30
200686	14	1990	5	0,69	0,26
200686	14	1991	5	0,47	0,18
200686	14	1992	5	0,16	0,06
200686	14	1993	5	0,70	0,26
200686	14	1994	5	3,33	1,24
200686	14	1995	5	0,33	0,12
200686	14	1996	5	3,40	1,27
200686	14	1997	5	0,28	0,10
200686	14	1998	5	0,73	0,27
200686	14	1999	5	0,38	0,14
200686	14	2000	5	1,66	0,62
200686	14	2001	5	0,73	0,27
200686	14	2002	5	0,57	0,21
200686	14	2003	5	1,38	0,52
200686	14	2004	5	0,47	0,18
200686	14	2005	5	0,20	0,08
200686	14	2006	5	0,54	0,20

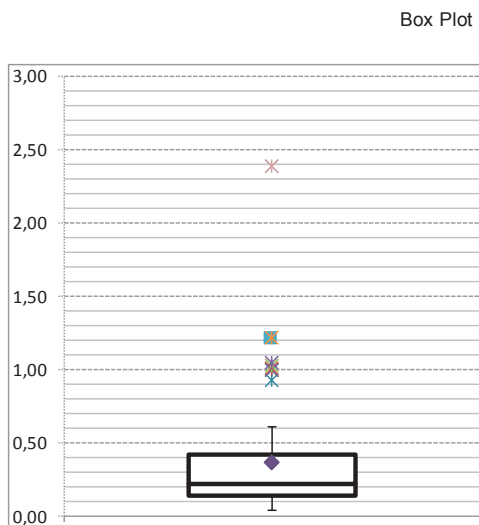


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,05
Q1	0,18
Mediana	0,27
Q3	0,56
Máximo	2,81
Média	0,45
Lim Inf	-0,40
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,38
Lim Sup	1,13
Mín NO (não outlier)	0,05
Q1	0,18
Q1-Mín NO	0,13
Mediana	0,27
Mediana-Q1	0,10
Q3	0,56
Q3-Mediana	0,29
Máx NO (Não Outlier)	0,81
Máx NO-Q3	0,25
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	1,15
2	1,21
3	1,22
4	1,24
5	1,27
6	1,32
7	1,48
8	1,61
9	2,81
10	
Média (sem valores anómalos)	0,292

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 626 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia [hm3/mês]	[m3/s]
626	7	1941	5	0,77	0,29
626	7	1942	5	3,23	1,21
626	7	1943	5	0,61	0,23
626	7	1944	5	1,02	0,38
626	7	1945	5	0,23	0,09
626	7	1946	5	6,39	2,39
626	7	1947	5	0,76	0,28
626	7	1948	5	0,71	0,26
626	7	1949	5	0,38	0,14
626	7	1950	5	0,81	0,30
626	7	1951	5	0,78	0,29
626	7	1952	5	2,48	0,93
626	7	1953	5	1,64	0,61
626	7	1954	5	0,98	0,36
626	7	1955	5	0,58	0,22
626	7	1956	5	0,99	0,37
626	7	1957	5	0,55	0,20
626	7	1958	5	2,68	1,00
626	7	1959	5	0,60	0,22
626	7	1960	5	1,38	0,51
626	7	1961	5	1,02	0,38
626	7	1962	5	0,10	0,04
626	7	1963	5	0,17	0,06
626	7	1964	5	0,50	0,19
626	7	1965	5	0,17	0,06
626	7	1966	5	0,12	0,05
626	7	1967	5	0,15	0,05
626	7	1968	5	0,35	0,13
626	7	1969	5	1,34	0,50
626	7	1970	5	0,21	0,08
626	7	1971	5	3,28	1,22
626	7	1972	5	0,50	0,19
626	7	1973	5	1,61	0,60
626	7	1974	5	1,39	0,52
626	7	1975	5	0,37	0,14
626	7	1976	5	0,57	0,21
626	7	1977	5	0,50	0,19
626	7	1978	5	2,71	1,01
626	7	1979	5	1,09	0,41
626	7	1980	5	0,55	0,21
626	7	1981	5	0,42	0,16
626	7	1982	5	0,16	0,06
626	7	1983	5	2,68	1,00
626	7	1984	5	1,62	0,60
626	7	1985	5	0,91	0,34
626	7	1986	5	0,39	0,15
626	7	1987	5	0,59	0,22
626	7	1988	5	1,01	0,38
626	7	1989	5	0,55	0,21
626	7	1990	5	0,56	0,21
626	7	1991	5	0,38	0,14
626	7	1992	5	0,13	0,05
626	7	1993	5	0,59	0,22
626	7	1994	5	2,77	1,03
626	7	1995	5	0,26	0,10
626	7	1996	5	2,81	1,05
626	7	1997	5	0,23	0,09
626	7	1998	5	0,55	0,20
626	7	1999	5	0,31	0,11
626	7	2000	5	1,41	0,53
626	7	2001	5	0,59	0,22
626	7	2002	5	0,47	0,18
626	7	2003	5	1,12	0,42
626	7	2004	5	0,38	0,14
626	7	2005	5	0,17	0,06
626	7	2006	5	0,43	0,16

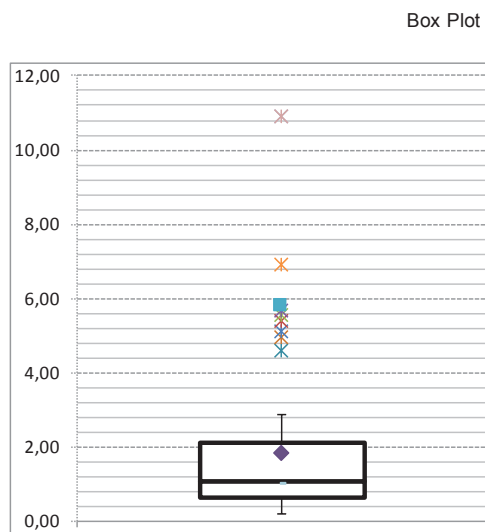


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,039
Q1	0,14
Mediana	0,22
Q3	0,42
Máximo	2,39
Média	0,37
Lim Inf	-0,27
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,27
Lim Sup	0,83
Mín NO (não outlier)	0,04
Q1	0,14
Q1-Mín NO	0,10
Mediana	0,22
Mediana-Q1	0,08
Q3	0,42
Q3-Mediana	0,20
Máx NO (Não Outlier)	0,61
Máx NO-Q3	0,20
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	0,93
2	1,00
3	1,00
4	1,01
5	1,03
6	1,05
7	1,21
8	1,22
9	2,39
10	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,241

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 200687 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
200687	5	1941	5	3,03	1,13
200687	5	1942	5	15,14	5,65
200687	5	1943	5	2,75	1,03
200687	5	1944	5	4,03	1,51
200687	5	1945	5	1,05	0,39
200687	5	1946	5	29,16	10,89
200687	5	1947	5	3,41	1,27
200687	5	1948	5	5,23	1,95
200687	5	1949	5	1,67	0,62
200687	5	1950	5	5,73	2,14
200687	5	1951	5	3,65	1,36
200687	5	1952	5	7,14	2,67
200687	5	1953	5	7,39	2,76
200687	5	1954	5	4,42	1,65
200687	5	1955	5	2,68	1,00
200687	5	1956	5	4,23	1,58
200687	5	1957	5	2,55	0,95
200687	5	1958	5	12,27	4,58
200687	5	1959	5	2,93	1,09
200687	5	1960	5	6,85	2,56
200687	5	1961	5	5,36	2,00
200687	5	1962	5	0,49	0,18
200687	5	1963	5	0,74	0,28
200687	5	1964	5	2,25	0,84
200687	5	1965	5	0,78	0,29
200687	5	1966	5	0,55	0,21
200687	5	1967	5	1,08	0,40
200687	5	1968	5	1,66	0,62
200687	5	1969	5	5,90	2,20
200687	5	1970	5	1,00	0,37
200687	5	1971	5	15,50	5,79
200687	5	1972	5	2,25	0,84
200687	5	1973	5	14,40	5,38
200687	5	1974	5	6,89	2,57
200687	5	1975	5	1,72	0,64
200687	5	1976	5	2,49	0,93
200687	5	1977	5	2,23	0,83
200687	5	1978	5	13,20	4,93
200687	5	1979	5	5,00	1,87
200687	5	1980	5	3,27	1,22
200687	5	1981	5	2,19	0,82
200687	5	1982	5	0,72	0,27
200687	5	1983	5	13,66	5,10
200687	5	1984	5	6,76	2,52
200687	5	1985	5	3,73	1,39
200687	5	1986	5	1,78	0,66
200687	5	1987	5	2,75	1,03
200687	5	1988	5	5,13	1,92
200687	5	1989	5	2,21	0,82
200687	5	1990	5	2,51	0,94
200687	5	1991	5	1,71	0,64
200687	5	1992	5	0,57	0,21
200687	5	1993	5	3,08	1,15
200687	5	1994	5	18,44	6,88
200687	5	1995	5	1,18	0,44
200687	5	1996	5	14,80	5,53
200687	5	1997	5	1,15	0,43
200687	5	1998	5	3,62	1,35
200687	5	1999	5	1,38	0,51
200687	5	2000	5	7,67	2,87
200687	5	2001	5	2,69	1,00
200687	5	2002	5	2,17	0,81
200687	5	2003	5	5,05	1,88
200687	5	2004	5	1,70	0,63
200687	5	2005	5	0,74	0,28
200687	5	2006	5	1,95	0,73

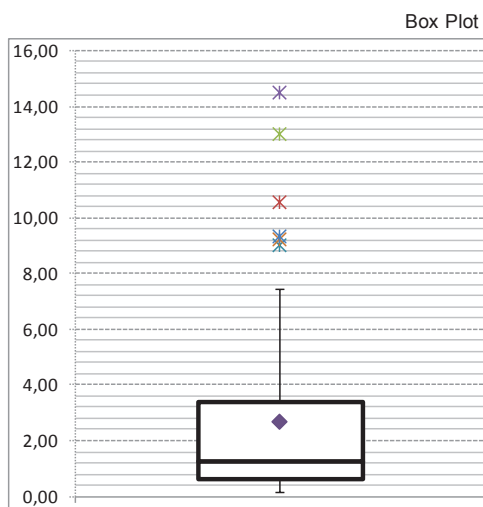


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,18
Q1	0,64
Mediana	1,06
Q3	2,11
Máximo	10,89
Média	1,82
Lim Inf	-1,56
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	1,47
Lim Sup	4,30
Mín NO (não outlier)	0,18
Q1	0,64
Q1-Mín NO	0,46
Mediana	1,06
Mediana-Q1	0,42
Q3	2,11
Q3-Mediana	1,05
Máx NO (Não Outlier)	2,87
Máx NO-Q3	0,76
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
	1 4,58
	2 4,93
	3 5,10
	4 5,38
	5 5,53
	6 5,65
	7 5,79
	8 6,88
	9 10,89
	10
Média (sem valores anómalos)	Mai 1,145

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 634 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
634	1	1941	5	3,16	1,18
634	1	1942	5	12,40	4,63
634	1	1943	5	1,62	0,61
634	1	1944	5	2,98	1,11
634	1	1945	5	1,14	0,43
634	1	1946	5	38,78	14,48
634	1	1947	5	3,16	1,18
634	1	1948	5	11,67	4,36
634	1	1949	5	1,40	0,52
634	1	1950	5	18,78	7,01
634	1	1951	5	12,01	4,49
634	1	1952	5	10,57	3,95
634	1	1953	5	5,14	1,92
634	1	1954	5	4,21	1,57
634	1	1955	5	2,90	1,08
634	1	1956	5	5,19	1,94
634	1	1957	5	4,58	1,71
634	1	1958	5	10,56	3,94
634	1	1959	5	3,35	1,25
634	1	1960	5	16,98	6,34
634	1	1961	5	6,28	2,34
634	1	1962	5	0,36	0,14
634	1	1963	5	0,56	0,21
634	1	1964	5	2,09	0,78
634	1	1965	5	0,53	0,20
634	1	1966	5	0,34	0,13
634	1	1967	5	2,56	0,96
634	1	1968	5	3,46	1,29
634	1	1969	5	10,02	3,74
634	1	1970	5	4,10	1,53
634	1	1971	5	24,24	9,05
634	1	1972	5	1,51	0,56
634	1	1973	5	28,37	10,59
634	1	1974	5	8,63	3,22
634	1	1975	5	4,11	1,53
634	1	1976	5	1,75	0,65
634	1	1977	5	1,65	0,61
634	1	1978	5	24,69	9,22
634	1	1979	5	3,61	1,35
634	1	1980	5	5,03	1,88
634	1	1981	5	2,42	0,90
634	1	1982	5	0,82	0,31
634	1	1983	5	25,08	9,36
634	1	1984	5	6,61	2,47
634	1	1985	5	5,72	2,13
634	1	1986	5	1,10	0,41
634	1	1987	5	2,48	0,92
634	1	1988	5	8,64	3,23
634	1	1989	5	2,07	0,77
634	1	1990	5	1,46	0,55
634	1	1991	5	0,97	0,36
634	1	1992	5	1,41	0,53
634	1	1993	5	9,17	3,42
634	1	1994	5	34,91	13,03
634	1	1995	5	1,07	0,40
634	1	1996	5	18,42	6,88
634	1	1997	5	2,19	0,82
634	1	1998	5	8,54	3,19
634	1	1999	5	3,17	1,18
634	1	2000	5	19,84	7,41
634	1	2001	5	3,63	1,36
634	1	2002	5	2,14	0,80
634	1	2003	5	2,86	1,07
634	1	2004	5	1,30	0,48
634	1	2005	5	0,50	0,19
634	1	2006	5	1,13	0,42

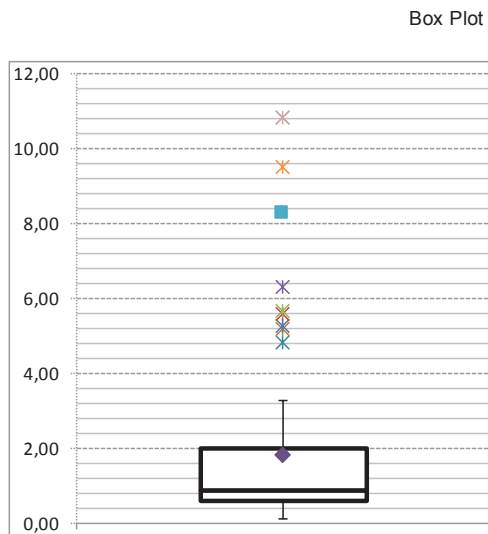


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,13
Q1	0,61
Mediana	1,27
Q3	3,37
Máximo	14,48
Média	2,67
Lim Inf	-3,54
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	2,77
Lim Sup	7,52
Mín NO (não outlier)	0,13
Q1	0,61
Q1-Mín NO	0,48
Mediana	1,27
Mediana-Q1	0,66
Q3	3,37
Q3-Mediana	2,10
Máx NO (Não Outlier)	7,41
Máx NO-Q3	4,03
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	6,00
	1 9,05
	2 9,22
	3 9,36
	4 10,59
	5 13,03
	6 14,48
	7
	8
	9
	10
	11
	12
	Maio
Média (sem valores anómalos)	1,842

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 633 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
633	1	1941	5	2,16	0,81
633	1	1942	5	12,95	4,83
633	1	1943	5	2,01	0,75
633	1	1944	5	2,92	1,09
633	1	1945	5	0,81	0,30
633	1	1946	5	25,49	9,52
633	1	1947	5	2,54	0,95
633	1	1948	5	6,15	2,30
633	1	1949	5	1,32	0,49
633	1	1950	5	7,58	2,83
633	1	1951	5	3,88	1,45
633	1	1952	5	4,38	1,63
633	1	1953	5	5,34	1,99
633	1	1954	5	3,29	1,23
633	1	1955	5	2,08	0,78
633	1	1956	5	2,91	1,09
633	1	1957	5	2,12	0,79
633	1	1958	5	8,82	3,29
633	1	1959	5	2,23	0,83
633	1	1960	5	7,40	2,76
633	1	1961	5	2,84	1,06
633	1	1962	5	0,34	0,13
633	1	1963	5	0,53	0,20
633	1	1964	5	1,65	0,62
633	1	1965	5	0,56	0,21
633	1	1966	5	0,40	0,15
633	1	1967	5	2,04	0,76
633	1	1968	5	1,30	0,49
633	1	1969	5	5,30	1,98
633	1	1970	5	2,05	0,76
633	1	1971	5	16,91	6,31
633	1	1972	5	1,65	0,61
633	1	1973	5	22,12	8,26
633	1	1974	5	5,90	2,20
633	1	1975	5	2,38	0,89
633	1	1976	5	1,82	0,68
633	1	1977	5	1,67	0,62
633	1	1978	5	14,94	5,58
633	1	1979	5	3,59	1,34
633	1	1980	5	4,04	1,51
633	1	1981	5	2,93	1,10
633	1	1982	5	0,61	0,23
633	1	1983	5	15,17	5,66
633	1	1984	5	4,23	1,58
633	1	1985	5	3,20	1,19
633	1	1986	5	1,28	0,48
633	1	1987	5	2,14	0,80
633	1	1988	5	5,94	2,22
633	1	1989	5	1,64	0,61
633	1	1990	5	1,82	0,68
633	1	1991	5	1,23	0,46
633	1	1992	5	0,66	0,25
633	1	1993	5	6,47	2,42
633	1	1994	5	29,08	10,86
633	1	1995	5	0,87	0,32
633	1	1996	5	13,97	5,22
633	1	1997	5	1,57	0,58
633	1	1998	5	5,18	1,93
633	1	1999	5	1,35	0,50
633	1	2000	5	14,15	5,28
633	1	2001	5	2,39	0,89
633	1	2002	5	1,59	0,59
633	1	2003	5	3,63	1,36
633	1	2004	5	1,33	0,50
633	1	2005	5	0,55	0,20
633	1	2006	5	1,40	0,52

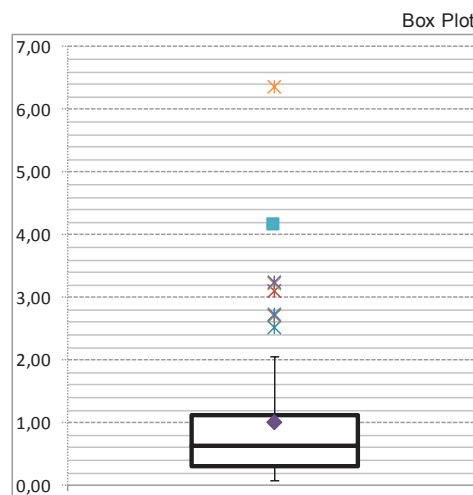


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,13
Q1	0,59
Mediana	0,89
Q3	1,99
Máximo	10,86
Média	1,83
Lim Inf	-1,52
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	1,40
Lim Sup	4,09
Mín NO (não outlier)	0,13
Q1	0,59
Q1-Mín NO	0,46
Mediana	0,89
Mediana-Q1	0,30
Q3	1,99
Q3-Mediana	1,10
Máx NO (Não Outlier)	3,29
Máx NO-Q3	1,30
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	4,83
2	5,22
3	5,28
4	5,58
5	5,66
6	6,31
7	8,26
8	9,52
9	10,86
10	
Média (sem valores anómalos)	1,035

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 632 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
632	1	1941	5	1,77	0,66
632	1	1942	5	8,61	3,21
632	1	1943	5	1,15	0,43
632	1	1944	5	1,86	0,70
632	1	1945	5	0,59	0,22
632	1	1946	5	17,02	6,36
632	1	1947	5	1,71	0,64
632	1	1948	5	4,65	1,73
632	1	1949	5	1,03	0,38
632	1	1950	5	7,23	2,70
632	1	1951	5	2,81	1,05
632	1	1952	5	4,01	1,50
632	1	1953	5	3,20	1,19
632	1	1954	5	2,38	0,89
632	1	1955	5	1,41	0,53
632	1	1956	5	1,92	0,72
632	1	1957	5	2,33	0,87
632	1	1958	5	5,44	2,03
632	1	1959	5	1,63	0,61
632	1	1960	5	4,75	1,77
632	1	1961	5	2,29	0,86
632	1	1962	5	0,22	0,08
632	1	1963	5	0,31	0,11
632	1	1964	5	0,92	0,34
632	1	1965	5	0,31	0,12
632	1	1966	5	0,22	0,08
632	1	1967	5	0,83	0,31
632	1	1968	5	0,83	0,31
632	1	1969	5	3,03	1,13
632	1	1970	5	0,87	0,32
632	1	1971	5	6,72	2,51
632	1	1972	5	0,91	0,34
632	1	1973	5	8,70	3,25
632	1	1974	5	2,77	1,03
632	1	1975	5	0,84	0,32
632	1	1976	5	1,05	0,39
632	1	1977	5	0,92	0,34
632	1	1978	5	5,48	2,05
632	1	1979	5	2,01	0,75
632	1	1980	5	2,08	0,78
632	1	1981	5	1,69	0,63
632	1	1982	5	0,35	0,13
632	1	1983	5	8,33	3,11
632	1	1984	5	2,85	1,07
632	1	1985	5	1,72	0,64
632	1	1986	5	0,72	0,27
632	1	1987	5	1,19	0,44
632	1	1988	5	2,72	1,02
632	1	1989	5	1,02	0,38
632	1	1990	5	1,01	0,38
632	1	1991	5	0,69	0,26
632	1	1992	5	0,39	0,15
632	1	1993	5	3,10	1,16
632	1	1994	5	11,13	4,15
632	1	1995	5	0,48	0,18
632	1	1996	5	7,28	2,72
632	1	1997	5	0,81	0,30
632	1	1998	5	2,08	0,78
632	1	1999	5	0,72	0,27
632	1	2000	5	4,80	1,79
632	1	2001	5	1,31	0,49
632	1	2002	5	0,97	0,36
632	1	2003	5	2,02	0,75
632	1	2004	5	0,75	0,28
632	1	2005	5	0,32	0,12
632	1	2006	5	0,78	0,29

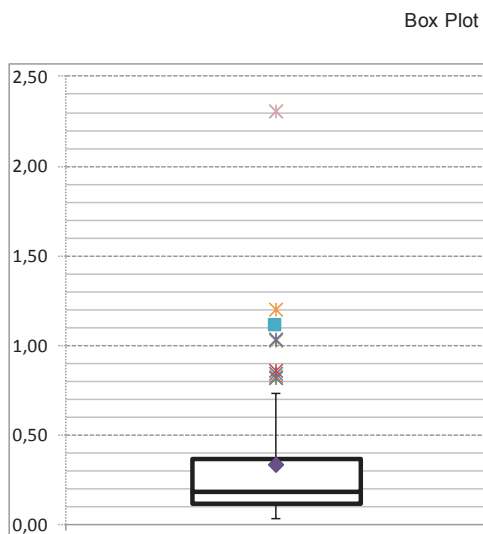


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,08
Q1	0,31
Mediana	0,64
Q3	1,12
Máximo	6,36
Média	1,00
Lim Inf	-0,89
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,80
Lim Sup	2,32
Mín NO (não outlier)	0,08
Q1	0,31
Q1-Mín NO	0,23
Mediana	0,64
Mediana-Q1	0,32
Q3	1,12
Q3-Mediana	0,48
Máx NO (Não Outlier)	2,05
Máx NO-Q3	0,93
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	8,00
1	2,51
2	2,70
3	2,72
4	3,11
5	3,21
6	3,25
7	4,15
8	6,36
9	
10	
11	
12	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,650

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 625 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
625	1	1941	5	0,62	0,23
625	1	1942	5	2,74	1,02
625	1	1943	5	0,49	0,18
625	1	1944	5	0,77	0,29
625	1	1945	5	0,19	0,07
625	1	1946	5	6,18	2,31
625	1	1947	5	0,61	0,23
625	1	1948	5	0,97	0,36
625	1	1949	5	0,30	0,11
625	1	1950	5	0,96	0,36
625	1	1951	5	0,66	0,24
625	1	1952	5	2,25	0,84
625	1	1953	5	1,32	0,49
625	1	1954	5	0,79	0,29
625	1	1955	5	0,48	0,18
625	1	1956	5	0,85	0,32
625	1	1957	5	0,49	0,18
625	1	1958	5	2,19	0,82
625	1	1959	5	0,56	0,21
625	1	1960	5	1,33	0,50
625	1	1961	5	0,97	0,36
625	1	1962	5	0,09	0,03
625	1	1963	5	0,13	0,05
625	1	1964	5	0,40	0,15
625	1	1965	5	0,14	0,05
625	1	1966	5	0,10	0,04
625	1	1967	5	0,16	0,06
625	1	1968	5	0,30	0,11
625	1	1969	5	1,16	0,43
625	1	1970	5	0,17	0,06
625	1	1971	5	3,21	1,20
625	1	1972	5	0,40	0,15
625	1	1973	5	1,94	0,73
625	1	1974	5	1,13	0,42
625	1	1975	5	0,29	0,11
625	1	1976	5	0,45	0,17
625	1	1977	5	0,40	0,15
625	1	1978	5	2,20	0,82
625	1	1979	5	0,88	0,33
625	1	1980	5	0,52	0,19
625	1	1981	5	0,35	0,13
625	1	1982	5	0,13	0,05
625	1	1983	5	2,29	0,85
625	1	1984	5	1,48	0,55
625	1	1985	5	0,67	0,25
625	1	1986	5	0,32	0,12
625	1	1987	5	0,48	0,18
625	1	1988	5	0,84	0,31
625	1	1989	5	0,42	0,16
625	1	1990	5	0,45	0,17
625	1	1991	5	0,30	0,11
625	1	1992	5	0,10	0,04
625	1	1993	5	0,50	0,19
625	1	1994	5	2,95	1,10
625	1	1995	5	0,21	0,08
625	1	1996	5	2,75	1,03
625	1	1997	5	0,19	0,07
625	1	1998	5	0,54	0,20
625	1	1999	5	0,25	0,09
625	1	2000	5	1,25	0,47
625	1	2001	5	0,47	0,18
625	1	2002	5	0,38	0,14
625	1	2003	5	0,90	0,34
625	1	2004	5	0,30	0,11
625	1	2005	5	0,13	0,05
625	1	2006	5	0,35	0,13

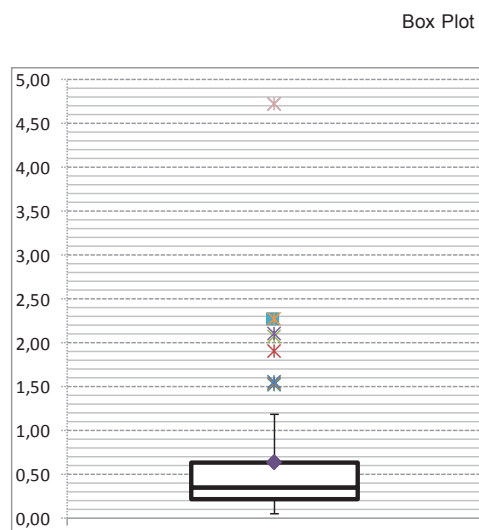


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,03
Q1	0,11
Mediana	0,18
Q3	0,36
Máximo	2,31
Média	0,33
Lim Inf	-0,26
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,25
Lim Sup	0,74
Mín NO (não outlier)	0,03
Q1	0,11
Q1-Mín NO	0,08
Mediana	0,18
Mediana-Q1	0,07
Q3	0,36
Q3-Mediana	0,18
Máx NO (Não Outlier)	0,73
Máx NO-Q3	0,36
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	0,82
2	0,82
3	0,84
4	0,85
5	1,02
6	1,03
7	1,10
8	1,20
9	2,31
10	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,209

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 629 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
629	1	1941	5	1,35	0,51
629	1	1942	5	5,08	1,90
629	1	1943	5	0,91	0,34
629	1	1944	5	1,54	0,57
629	1	1945	5	0,35	0,13
629	1	1946	5	12,65	4,72
629	1	1947	5	1,14	0,43
629	1	1948	5	1,62	0,60
629	1	1949	5	0,56	0,21
629	1	1950	5	1,67	0,62
629	1	1951	5	1,23	0,46
629	1	1952	5	6,07	2,26
629	1	1953	5	2,47	0,92
629	1	1954	5	1,47	0,55
629	1	1955	5	0,90	0,34
629	1	1956	5	1,72	0,64
629	1	1957	5	0,93	0,35
629	1	1958	5	4,13	1,54
629	1	1959	5	1,07	0,40
629	1	1960	5	2,70	1,01
629	1	1961	5	1,37	0,51
629	1	1962	5	0,16	0,06
629	1	1963	5	0,25	0,09
629	1	1964	5	0,76	0,28
629	1	1965	5	0,26	0,10
629	1	1966	5	0,19	0,07
629	1	1967	5	0,28	0,11
629	1	1968	5	0,58	0,22
629	1	1969	5	2,45	0,92
629	1	1970	5	0,34	0,13
629	1	1971	5	6,04	2,26
629	1	1972	5	0,75	0,28
629	1	1973	5	3,18	1,19
629	1	1974	5	2,09	0,78
629	1	1975	5	0,55	0,20
629	1	1976	5	0,86	0,32
629	1	1977	5	0,74	0,28
629	1	1978	5	4,08	1,52
629	1	1979	5	1,65	0,62
629	1	1980	5	0,95	0,35
629	1	1981	5	0,65	0,24
629	1	1982	5	0,24	0,09
629	1	1983	5	4,15	1,55
629	1	1984	5	2,94	1,10
629	1	1985	5	1,46	0,54
629	1	1986	5	0,59	0,22
629	1	1987	5	0,89	0,33
629	1	1988	5	1,54	0,57
629	1	1989	5	0,80	0,30
629	1	1990	5	0,84	0,31
629	1	1991	5	0,57	0,21
629	1	1992	5	0,19	0,07
629	1	1993	5	1,05	0,39
629	1	1994	5	5,56	2,08
629	1	1995	5	0,39	0,15
629	1	1996	5	5,64	2,10
629	1	1997	5	0,41	0,15
629	1	1998	5	0,95	0,35
629	1	1999	5	0,46	0,17
629	1	2000	5	2,32	0,87
629	1	2001	5	0,90	0,34
629	1	2002	5	0,71	0,26
629	1	2003	5	1,68	0,63
629	1	2004	5	0,57	0,21
629	1	2005	5	0,25	0,09
629	1	2006	5	0,65	0,24



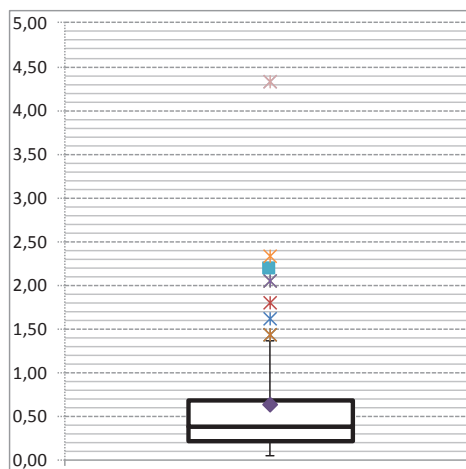
DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,06
Q1	0,21
Mediana	0,35
Q3	0,64
Máximo	4,72
Média	0,64
Lim Inf	-0,42
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,42
Lim Sup	1,27
Mín NO (não outlier)	0,06
Q1	0,21
Q1-Mín NO	0,16
Mediana	0,35
Mediana-Q1	0,14
Q3	0,64
Q3-Mediana	0,29
Máx NO (Não Outlier)	1,19
Máx NO-Q3	0,55
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	1,52
2	1,54
3	1,55
4	1,90
5	2,08
6	2,10
7	2,26
8	2,26
9	4,72
10	
11	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,393

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 628 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia [hm3/mês]	[m3/s]
628	1	1941	5	1,35	0,50
628	1	1942	5	4,79	1,79
628	1	1943	5	0,79	0,30
628	1	1944	5	1,65	0,62
628	1	1945	5	0,34	0,13
628	1	1946	5	11,58	4,32
628	1	1947	5	1,02	0,38
628	1	1948	5	1,50	0,56
628	1	1949	5	0,63	0,23
628	1	1950	5	1,91	0,71
628	1	1951	5	1,19	0,45
628	1	1952	5	5,46	2,04
628	1	1953	5	2,14	0,80
628	1	1954	5	1,31	0,49
628	1	1955	5	0,85	0,32
628	1	1956	5	1,58	0,59
628	1	1957	5	1,07	0,40
628	1	1958	5	3,81	1,42
628	1	1959	5	1,03	0,38
628	1	1960	5	2,54	0,95
628	1	1961	5	1,10	0,41
628	1	1962	5	0,14	0,05
628	1	1963	5	0,22	0,08
628	1	1964	5	0,66	0,25
628	1	1965	5	0,22	0,08
628	1	1966	5	0,16	0,06
628	1	1967	5	0,31	0,12
628	1	1968	5	0,55	0,21
628	1	1969	5	2,45	0,91
628	1	1970	5	0,45	0,17
628	1	1971	5	6,22	2,32
628	1	1972	5	0,65	0,24
628	1	1973	5	3,63	1,36
628	1	1974	5	1,84	0,69
628	1	1975	5	0,52	0,19
628	1	1976	5	0,86	0,32
628	1	1977	5	0,64	0,24
628	1	1978	5	3,84	1,43
628	1	1979	5	1,42	0,53
628	1	1980	5	1,11	0,42
628	1	1981	5	0,88	0,33
628	1	1982	5	0,25	0,09
628	1	1983	5	4,32	1,61
628	1	1984	5	2,98	1,11
628	1	1985	5	1,57	0,59
628	1	1986	5	0,50	0,19
628	1	1987	5	0,80	0,30
628	1	1988	5	1,42	0,53
628	1	1989	5	0,87	0,32
628	1	1990	5	0,73	0,27
628	1	1991	5	0,48	0,18
628	1	1992	5	0,22	0,08
628	1	1993	5	1,61	0,60
628	1	1994	5	5,82	2,17
628	1	1995	5	0,34	0,13
628	1	1996	5	5,46	2,04
628	1	1997	5	0,57	0,21
628	1	1998	5	1,00	0,37
628	1	1999	5	0,45	0,17
628	1	2000	5	2,70	1,01
628	1	2001	5	0,82	0,31
628	1	2002	5	0,65	0,24
628	1	2003	5	1,42	0,53
628	1	2004	5	0,53	0,20
628	1	2005	5	0,23	0,08
628	1	2006	5	0,55	0,21

Box Plot

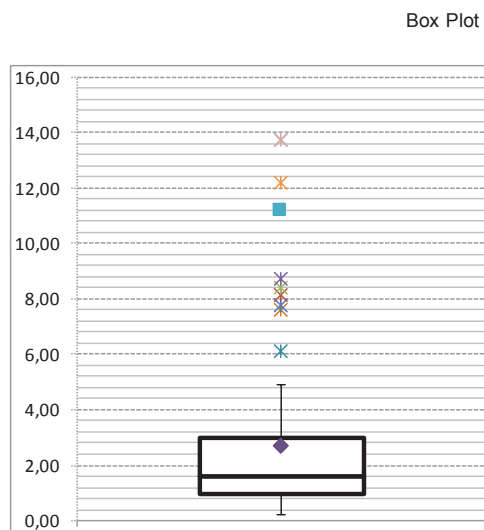


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,05
Q1	0,21
Mediana	0,38
Q3	0,67
Máximo	4,32
Média	0,63
Lim Inf	-0,49
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,46
Lim Sup	1,36
Mín NO (não outlier)	0,05
Q1	0,21
Q1-Mín NO	0,16
Mediana	0,38
Mediana-Q1	0,17
Q3	0,67
Q3-Mediana	0,29
Máx NO (Não Outlier)	1,36
Máx NO-Q3	0,69
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	1,42
2	1,43
3	1,61
4	1,79
5	2,04
6	2,04
7	2,17
8	2,32
9	4,32
10	
11	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,389

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 617 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas (*)			Acumulado	[m3/s]
				[hm3/mês]	
617	4	1941	5	4,65	1,74
617	4	1942	5	20,90	7,80
617	4	1943	5	3,17	1,18
617	4	1944	5	6,29	2,35
617	4	1945	5	1,71	0,64
617	4	1946	5	36,87	13,76
617	4	1947	5	4,54	1,70
617	4	1948	5	5,58	2,08
617	4	1949	5	2,91	1,09
617	4	1950	5	7,23	2,70
617	4	1951	5	5,49	2,05
617	4	1952	5	8,70	3,25
617	4	1953	5	8,49	3,17
617	4	1954	5	5,99	2,24
617	4	1955	5	3,91	1,46
617	4	1956	5	5,36	2,00
617	4	1957	5	4,22	1,58
617	4	1958	5	16,48	6,15
617	4	1959	5	3,63	1,36
617	4	1960	5	9,54	3,56
617	4	1961	5	3,57	1,33
617	4	1962	5	0,54	0,20
617	4	1963	5	0,86	0,32
617	4	1964	5	2,77	1,03
617	4	1965	5	0,93	0,35
617	4	1966	5	0,65	0,24
617	4	1967	5	1,21	0,45
617	4	1968	5	2,32	0,87
617	4	1969	5	10,16	3,79
617	4	1970	5	2,63	0,98
617	4	1971	5	29,93	11,17
617	4	1972	5	2,91	1,09
617	4	1973	5	23,41	8,74
617	4	1974	5	8,54	3,19
617	4	1975	5	2,84	1,06
617	4	1976	5	4,23	1,58
617	4	1977	5	2,76	1,03
617	4	1978	5	20,48	7,65
617	4	1979	5	5,87	2,19
617	4	1980	5	6,02	2,25
617	4	1981	5	6,11	2,28
617	4	1982	5	1,32	0,49
617	4	1983	5	21,79	8,14
617	4	1984	5	13,15	4,91
617	4	1985	5	6,38	2,38
617	4	1986	5	2,06	0,77
617	4	1987	5	3,24	1,21
617	4	1988	5	6,51	2,43
617	4	1989	5	3,91	1,46
617	4	1990	5	3,32	1,24
617	4	1991	5	1,96	0,73
617	4	1992	5	1,20	0,45
617	4	1993	5	8,22	3,07
617	4	1994	5	32,71	12,21
617	4	1995	5	1,60	0,60
617	4	1996	5	22,55	8,42
617	4	1997	5	3,39	1,27
617	4	1998	5	5,76	2,15
617	4	1999	5	2,47	0,92
617	4	2000	5	12,59	4,70
617	4	2001	5	3,68	1,38
617	4	2002	5	2,61	0,97
617	4	2003	5	5,74	2,14
617	4	2004	5	2,48	0,93
617	4	2005	5	1,08	0,40
617	4	2006	5	2,55	0,95



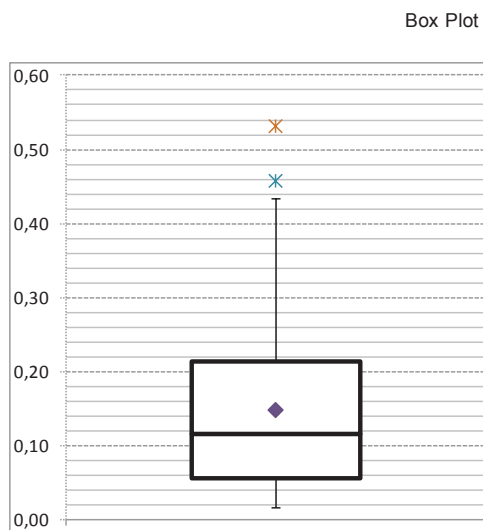
DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,20
Q1	0,97
Mediana	1,58
Q3	2,98
Máximo	13,76
Média	2,70
Lim Inf	-2,03
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	2,00
Lim Sup	5,98
Mín NO (não outlier)	0,20
Q1	0,97
Q1-Mín NO	0,77
Mediana	1,58
Mediana-Q1	0,60
Q3	2,98
Q3-Mediana	1,40
Máx NO (Não Outlier)	4,91
Máx NO-Q3	1,93
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	9,00
1	6,15
2	7,65
3	7,80
4	8,14
5	8,42
6	8,74
7	11,17
8	12,21
9	13,76
10	
11	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	1,648

(*) Acumulação das Massas de Água 616, 618, 619

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 598 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
598	1	1941	5	0,94	0,35
598	1	1942	5	0,40	0,15
598	1	1943	5	0,63	0,24
598	1	1944	5	0,16	0,06
598	1	1945	5	0,06	0,02
598	1	1946	5	1,16	0,43
598	1	1947	5	0,55	0,21
598	1	1948	5	0,30	0,11
598	1	1949	5	0,05	0,02
598	1	1950	5	0,09	0,04
598	1	1951	5	0,42	0,16
598	1	1952	5	0,33	0,12
598	1	1953	5	0,13	0,05
598	1	1954	5	0,17	0,06
598	1	1955	5	0,40	0,15
598	1	1956	5	1,42	0,53
598	1	1957	5	0,08	0,03
598	1	1958	5	0,21	0,08
598	1	1959	5	0,40	0,15
598	1	1960	5	0,68	0,25
598	1	1961	5	0,58	0,22
598	1	1962	5	0,61	0,23
598	1	1963	5	0,55	0,21
598	1	1964	5	0,69	0,26
598	1	1965	5	0,09	0,03
598	1	1966	5	0,86	0,32
598	1	1967	5	0,21	0,08
598	1	1968	5	0,30	0,11
598	1	1969	5	0,69	0,26
598	1	1970	5	0,27	0,10
598	1	1971	5	0,76	0,29
598	1	1972	5	0,33	0,12
598	1	1973	5	0,17	0,06
598	1	1974	5	0,39	0,15
598	1	1975	5	0,15	0,05
598	1	1976	5	0,09	0,03
598	1	1977	5	0,40	0,15
598	1	1978	5	0,86	0,32
598	1	1979	5	1,14	0,43
598	1	1980	5	0,16	0,06
598	1	1981	5	0,06	0,02
598	1	1982	5	0,14	0,05
598	1	1983	5	0,21	0,08
598	1	1984	5	0,61	0,23
598	1	1985	5	0,45	0,17
598	1	1986	5	0,30	0,11
598	1	1987	5	0,32	0,12
598	1	1988	5	0,34	0,13
598	1	1989	5	0,15	0,06
598	1	1990	5	0,27	0,10
598	1	1991	5	0,32	0,12
598	1	1992	5	0,04	0,02
598	1	1993	5	0,15	0,06
598	1	1994	5	0,46	0,17
598	1	1995	5	0,06	0,02
598	1	1996	5	1,22	0,46
598	1	1997	5	0,26	0,10
598	1	1998	5	0,64	0,24
598	1	1999	5	0,06	0,02
598	1	2000	5	0,19	0,07
598	1	2001	5	0,77	0,29
598	1	2002	5	0,08	0,03
598	1	2003	5	0,55	0,21
598	1	2004	5	0,14	0,05
598	1	2005	5	0,05	0,02
598	1	2006	5	0,20	0,07

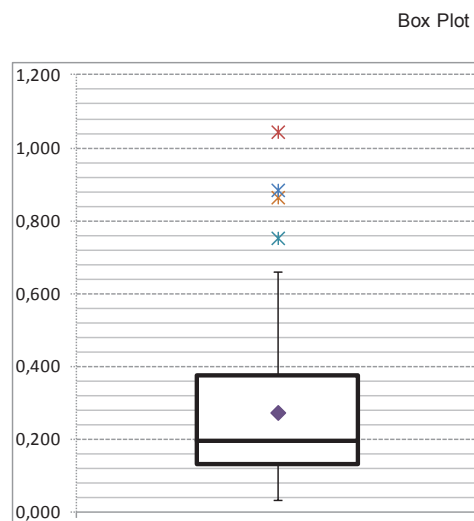


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,02
Q1	0,06
Mediana	0,12
Q3	0,21
Máximo	0,53
Média	0,15
Lim Inf	-0,18
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,16
Lim Sup	0,45
Mín NO (não outlier)	0,016
Q1	0,06
Q1-Mín NO	0,04
Mediana	0,12
Mediana-Q1	0,06
Q3	0,21
Q3-Mediana	0,10
Máx NO (Não Outlier)	0,43
Máx NO-Q3	0,22
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	2,00
1	0,46
2	0,53
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,136

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 604 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
604	1	1941	5	1,24	0,46
604	1	1942	5	0,85	0,32
604	1	1943	5	1,34	0,50
604	1	1944	5	0,43	0,16
604	1	1945	5	0,10	0,04
604	1	1946	5	2,79	1,04
604	1	1947	5	0,59	0,22
604	1	1948	5	0,58	0,21
604	1	1949	5	0,09	0,03
604	1	1950	5	0,40	0,15
604	1	1951	5	0,51	0,19
604	1	1952	5	2,31	0,86
604	1	1953	5	0,37	0,14
604	1	1954	5	0,39	0,15
604	1	1955	5	0,52	0,19
604	1	1956	5	1,76	0,66
604	1	1957	5	0,18	0,07
604	1	1958	5	0,43	0,16
604	1	1959	5	1,01	0,38
604	1	1960	5	1,15	0,43
604	1	1961	5	2,36	0,88
604	1	1962	5	0,96	0,36
604	1	1963	5	0,97	0,36
604	1	1964	5	1,01	0,38
604	1	1965	5	0,21	0,08
604	1	1966	5	1,13	0,42
604	1	1967	5	0,45	0,17
604	1	1968	5	0,47	0,18
604	1	1969	5	1,27	0,47
604	1	1970	5	0,35	0,13
604	1	1971	5	1,65	0,61
604	1	1972	5	0,53	0,20
604	1	1973	5	0,62	0,23
604	1	1974	5	0,61	0,23
604	1	1975	5	0,34	0,13
604	1	1976	5	0,23	0,08
604	1	1977	5	0,51	0,19
604	1	1978	5	1,16	0,43
604	1	1979	5	1,32	0,49
604	1	1980	5	0,29	0,11
604	1	1981	5	0,13	0,05
604	1	1982	5	0,25	0,09
604	1	1983	5	0,37	0,14
604	1	1984	5	1,53	0,57
604	1	1985	5	0,84	0,31
604	1	1986	5	0,37	0,14
604	1	1987	5	0,54	0,20
604	1	1988	5	0,59	0,22
604	1	1989	5	0,66	0,25
604	1	1990	5	0,41	0,15
604	1	1991	5	0,51	0,19
604	1	1992	5	0,08	0,03
604	1	1993	5	0,46	0,17
604	1	1994	5	1,32	0,49
604	1	1995	5	0,11	0,04
604	1	1996	5	2,01	0,75
604	1	1997	5	0,47	0,18
604	1	1998	5	0,82	0,31
604	1	1999	5	0,11	0,04
604	1	2000	5	0,34	0,13
604	1	2001	5	0,94	0,35
604	1	2002	5	0,20	0,08
604	1	2003	5	0,82	0,31
604	1	2004	5	0,27	0,10
604	1	2005	5	0,10	0,04
604	1	2006	5	0,31	0,12

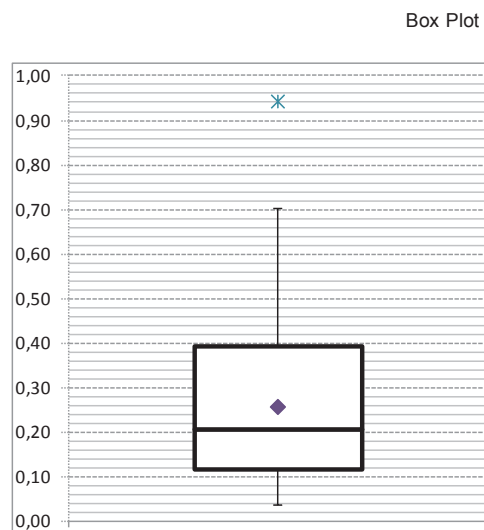


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,03
Q1	0,13
Mediana	0,19
Q3	0,37
Máximo	1,04
Média	0,27
Lim Inf	-0,24
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,24
Lim Sup	0,74
Mín NO (não outlier)	0,031
Q1	0,128
Q1-Mín NO	0,097
Mediana	0,193
Mediana-Q1	0,064
Q3	0,373
Q3-Mediana	0,181
Máx NO (Não Outlier)	0,658
Máx NO-Q3	0,285
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	4,00
1	0,75
2	0,86
3	0,88
4	1,04
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
Média (sem valores anómalos)	0,232

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 597 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
597	1	1941	5	1,20	0,45
597	1	1942	5	0,98	0,36
597	1	1943	5	1,41	0,53
597	1	1944	5	0,35	0,13
597	1	1945	5	0,10	0,04
597	1	1946	5	1,69	0,63
597	1	1947	5	0,75	0,28
597	1	1948	5	0,45	0,17
597	1	1949	5	0,15	0,06
597	1	1950	5	0,26	0,10
597	1	1951	5	0,57	0,21
597	1	1952	5	0,61	0,23
597	1	1953	5	0,31	0,12
597	1	1954	5	0,33	0,12
597	1	1955	5	0,56	0,21
597	1	1956	5	2,52	0,94
597	1	1957	5	0,23	0,09
597	1	1958	5	0,46	0,17
597	1	1959	5	1,56	0,58
597	1	1960	5	1,22	0,45
597	1	1961	5	1,88	0,70
597	1	1962	5	1,14	0,43
597	1	1963	5	1,07	0,40
597	1	1964	5	1,24	0,46
597	1	1965	5	0,27	0,10
597	1	1966	5	1,41	0,53
597	1	1967	5	0,54	0,20
597	1	1968	5	0,51	0,19
597	1	1969	5	1,14	0,42
597	1	1970	5	0,46	0,17
597	1	1971	5	1,16	0,43
597	1	1972	5	0,57	0,21
597	1	1973	5	0,37	0,14
597	1	1974	5	0,64	0,24
597	1	1975	5	0,34	0,13
597	1	1976	5	0,17	0,06
597	1	1977	5	0,61	0,23
597	1	1978	5	1,24	0,46
597	1	1979	5	1,61	0,60
597	1	1980	5	0,33	0,12
597	1	1981	5	0,14	0,05
597	1	1982	5	0,20	0,08
597	1	1983	5	0,33	0,12
597	1	1984	5	0,66	0,25
597	1	1985	5	0,74	0,27
597	1	1986	5	0,49	0,18
597	1	1987	5	0,55	0,20
597	1	1988	5	0,59	0,22
597	1	1989	5	0,32	0,12
597	1	1990	5	0,47	0,18
597	1	1991	5	0,55	0,20
597	1	1992	5	0,11	0,04
597	1	1993	5	0,23	0,09
597	1	1994	5	0,73	0,27
597	1	1995	5	0,16	0,06
597	1	1996	5	1,48	0,55
597	1	1997	5	0,55	0,21
597	1	1998	5	0,75	0,28
597	1	1999	5	0,17	0,06
597	1	2000	5	0,30	0,11
597	1	2001	5	1,16	0,43
597	1	2002	5	0,22	0,08
597	1	2003	5	0,95	0,36
597	1	2004	5	0,31	0,12
597	1	2005	5	0,12	0,05
597	1	2006	5	0,29	0,11

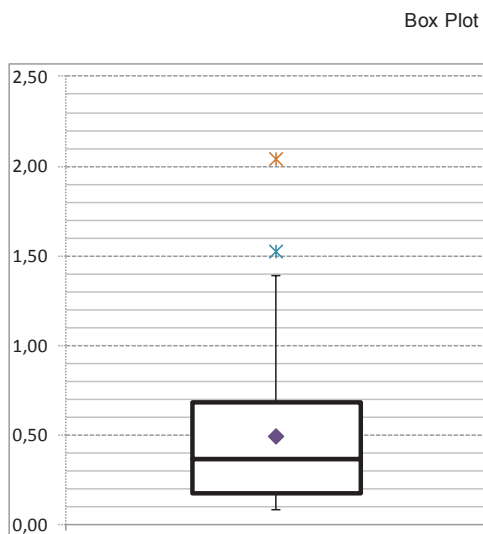


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,04
Q1	0,12
Mediana	0,20
Q3	0,39
Máximo	0,94
Média	0,25
Lim Inf	-0,30
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,27
Lim Sup	0,80
Mín NO (não outlier)	0,04
Q1	0,12
Q1-Mín NO	0,08
Mediana	0,20
Mediana-Q1	0,09
Q3	0,39
Q3-Mediana	0,19
Máx NO (Não Outlier)	0,70
Máx NO-Q3	0,31
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	1,00
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	Maior
Média (sem valores anómalos)	0,244

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 567 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
567	1	1941	5	3,45	1,29
567	1	1942	5	0,97	0,36
567	1	1943	5	0,96	0,36
567	1	1944	5	0,44	0,16
567	1	1945	5	0,25	0,09
567	1	1946	5	5,46	2,04
567	1	1947	5	1,67	0,62
567	1	1948	5	1,39	0,52
567	1	1949	5	0,31	0,12
567	1	1950	5	0,37	0,14
567	1	1951	5	1,50	0,56
567	1	1952	5	1,20	0,45
567	1	1953	5	0,38	0,14
567	1	1954	5	0,44	0,17
567	1	1955	5	1,29	0,48
567	1	1956	5	3,73	1,39
567	1	1957	5	0,48	0,18
567	1	1958	5	0,63	0,24
567	1	1959	5	1,14	0,43
567	1	1960	5	2,68	1,00
567	1	1961	5	1,96	0,73
567	1	1962	5	1,63	0,61
567	1	1963	5	1,46	0,55
567	1	1964	5	1,85	0,69
567	1	1965	5	0,43	0,16
567	1	1966	5	2,29	0,85
567	1	1967	5	0,86	0,32
567	1	1968	5	0,94	0,35
567	1	1969	5	1,76	0,66
567	1	1970	5	0,98	0,37
567	1	1971	5	2,05	0,77
567	1	1972	5	0,86	0,32
567	1	1973	5	0,56	0,21
567	1	1974	5	1,12	0,42
567	1	1975	5	0,44	0,16
567	1	1976	5	0,23	0,09
567	1	1977	5	1,24	0,46
567	1	1978	5	2,34	0,87
567	1	1979	5	3,07	1,15
567	1	1980	5	0,82	0,31
567	1	1981	5	0,27	0,10
567	1	1982	5	0,41	0,15
567	1	1983	5	0,65	0,24
567	1	1984	5	2,48	0,93
567	1	1985	5	1,97	0,73
567	1	1986	5	1,13	0,42
567	1	1987	5	0,95	0,36
567	1	1988	5	0,91	0,34
567	1	1989	5	0,45	0,17
567	1	1990	5	0,92	0,34
567	1	1991	5	0,90	0,34
567	1	1992	5	0,22	0,08
567	1	1993	5	2,51	0,94
567	1	1994	5	2,31	0,86
567	1	1995	5	0,34	0,13
567	1	1996	5	4,07	1,52
567	1	1997	5	1,13	0,42
567	1	1998	5	2,15	0,80
567	1	1999	5	0,36	0,13
567	1	2000	5	0,63	0,24
567	1	2001	5	2,30	0,86
567	1	2002	5	0,40	0,15
567	1	2003	5	1,65	0,62
567	1	2004	5	0,66	0,24
567	1	2005	5	0,25	0,09
567	1	2006	5	0,71	0,26

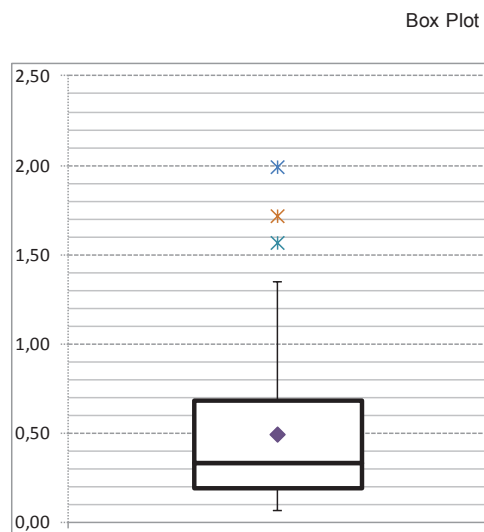


DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,08
Q1	0,17
Mediana	0,36
Q3	0,68
Máximo	2,04
Média	0,49
Lim Inf	-0,60
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,51
Lim Sup	1,45
Mín NO (não outlier)	0,081
Q1	0,17
Q1-Mín NO	0,09
Mediana	0,36
Mediana-Q1	0,19
Q3	0,68
Q3-Mediana	0,32
Máx NO (Não Outlier)	1,39
Máx NO-Q3	0,71
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	2,00
1	1,52
2	2,04
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,448

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 563 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas (*)			Acumulado	[m3/s]
				[hm3/mês]	
563	7	1941	5	2,84	1,06
563	7	1942	5	1,27	0,47
563	7	1943	5	1,48	0,55
563	7	1944	5	0,45	0,17
563	7	1945	5	0,18	0,07
563	7	1946	5	5,33	1,99
563	7	1947	5	1,04	0,39
563	7	1948	5	2,01	0,75
563	7	1949	5	0,32	0,12
563	7	1950	5	0,87	0,33
563	7	1951	5	0,87	0,33
563	7	1952	5	1,83	0,68
563	7	1953	5	0,45	0,17
563	7	1954	5	0,43	0,16
563	7	1955	5	0,90	0,34
563	7	1956	5	4,58	1,71
563	7	1957	5	0,49	0,18
563	7	1958	5	0,65	0,24
563	7	1959	5	3,04	1,13
563	7	1960	5	2,30	0,86
563	7	1961	5	2,16	0,81
563	7	1962	5	1,48	0,55
563	7	1963	5	1,40	0,52
563	7	1964	5	1,62	0,61
563	7	1965	5	0,47	0,18
563	7	1966	5	1,79	0,67
563	7	1967	5	0,93	0,35
563	7	1968	5	0,76	0,29
563	7	1969	5	1,63	0,61
563	7	1970	5	0,80	0,30
563	7	1971	5	2,78	1,04
563	7	1972	5	0,73	0,27
563	7	1973	5	1,37	0,51
563	7	1974	5	0,88	0,33
563	7	1975	5	0,53	0,20
563	7	1976	5	0,24	0,09
563	7	1977	5	0,88	0,33
563	7	1978	5	1,90	0,71
563	7	1979	5	2,04	0,76
563	7	1980	5	0,69	0,26
563	7	1981	5	0,27	0,10
563	7	1982	5	0,30	0,11
563	7	1983	5	0,48	0,18
563	7	1984	5	1,92	0,72
563	7	1985	5	1,86	0,69
563	7	1986	5	0,81	0,30
563	7	1987	5	0,78	0,29
563	7	1988	5	0,85	0,32
563	7	1989	5	0,78	0,29
563	7	1990	5	0,74	0,28
563	7	1991	5	0,73	0,27
563	7	1992	5	0,20	0,08
563	7	1993	5	1,70	0,63
563	7	1994	5	3,60	1,35
563	7	1995	5	0,33	0,12
563	7	1996	5	4,19	1,56
563	7	1997	5	2,40	0,90
563	7	1998	5	2,84	1,06
563	7	1999	5	0,34	0,13
563	7	2000	5	0,54	0,20
563	7	2001	5	1,67	0,62
563	7	2002	5	0,42	0,16
563	7	2003	5	1,32	0,49
563	7	2004	5	0,61	0,23
563	7	2005	5	0,24	0,09
563	7	2006	5	0,46	0,17



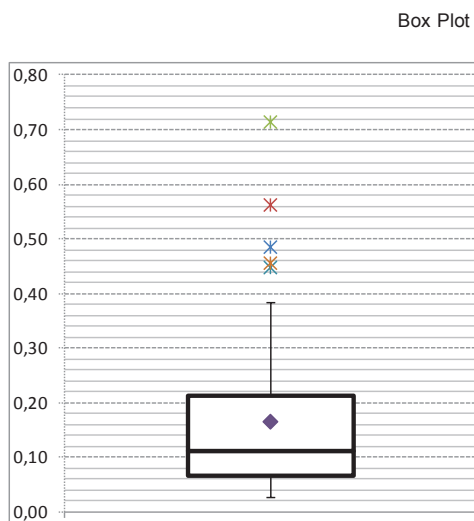
DADOS ESTATÍSTICOS

nº de observações	66,00
Mínimo	0,07
Q1	0,19
Mediana	0,33
Q3	0,68
Máximo	1,99
Média	0,49
Lim Inf	-0,55
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,49
Lim Sup	1,42
Mín NO (não outlier)	0,07
Q1	0,19
Q1-Mín NO	0,12
Mediana	0,33
Mediana-Q1	0,14
Q3	0,68
Q3-Mediana	0,35
Máx NO (Não Outlier)	1,35
Máx NO-Q3	0,67
Outliers inferiores	
nº de outliers	0,00
Outliers superiores	
nº de outliers	3,00
1	1,56
2	1,71
3	1,99
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,431

(*) Acumulação das Massas de Água 6564, 561, 562, 581, 560, 602

APORTAÇÕES MASSA DE ÁGUA 539 - Mês Maio - Serie 1940/41 - 2005/06 (fonte CHD)

ID	Bacias	Ano	Mês	Caudal	Caudal
Massa	Acumuladas			Sub-Bacia	[m3/s]
				[hm3/mês]	
539	1	1941	5	1,20	0,45
539	1	1942	5	0,34	0,13
539	1	1943	5	0,26	0,10
539	1	1944	5	0,13	0,05
539	1	1945	5	0,07	0,03
539	1	1946	5	1,91	0,71
539	1	1947	5	0,33	0,12
539	1	1948	5	0,72	0,27
539	1	1949	5	0,13	0,05
539	1	1950	5	0,26	0,10
539	1	1951	5	0,54	0,20
539	1	1952	5	0,80	0,30
539	1	1953	5	0,14	0,05
539	1	1954	5	0,13	0,05
539	1	1955	5	0,62	0,23
539	1	1956	5	1,50	0,56
539	1	1957	5	0,20	0,08
539	1	1958	5	0,20	0,07
539	1	1959	5	0,73	0,27
539	1	1960	5	0,81	0,30
539	1	1961	5	0,57	0,21
539	1	1962	5	0,42	0,16
539	1	1963	5	0,39	0,15
539	1	1964	5	0,46	0,17
539	1	1965	5	0,18	0,07
539	1	1966	5	0,51	0,19
539	1	1967	5	0,36	0,13
539	1	1968	5	0,25	0,09
539	1	1969	5	0,42	0,15
539	1	1970	5	0,31	0,11
539	1	1971	5	0,69	0,26
539	1	1972	5	0,19	0,07
539	1	1973	5	0,33	0,12
539	1	1974	5	0,30	0,11
539	1	1975	5	0,16	0,06
539	1	1976	5	0,07	0,03
539	1	1977	5	0,29	0,11
539	1	1978	5	0,57	0,21
539	1	1979	5	0,55	0,20
539	1	1980	5	0,29	0,11
539	1	1981	5	0,10	0,04
539	1	1982	5	0,09	0,03
539	1	1983	5	0,14	0,05
539	1	1984	5	0,68	0,25
539	1	1985	5	1,03	0,38
539	1	1986	5	0,30	0,11
539	1	1987	5	0,24	0,09
539	1	1988	5	0,22	0,08
539	1	1989	5	0,17	0,06
539	1	1990	5	0,25	0,09
539	1	1991	5	0,21	0,08
539	1	1992	5	0,08	0,03
539	1	1993	5	0,99	0,37
539	1	1994	5	1,22	0,46
539	1	1995	5	0,14	0,05
539	1	1996	5	1,30	0,48
539	1	1997	5	0,46	0,17
539	1	1998	5	0,91	0,34
539	1	1999	5	0,14	0,05
539	1	2000	5	0,20	0,08
539	1	2001	5	0,58	0,22
539	1	2002	5	0,16	0,06
539	1	2003	5	0,41	0,15
539	1	2004	5	0,23	0,09
539	1	2005	5	0,10	0,04
539	1	2006	5	0,16	0,06



DADOS ESTATÍSTICOS

n° de observações	66,00
Mínimo	0,03
Q1	0,07
Mediana	0,11
Q3	0,21
Máximo	0,71
Média	0,16
Lim Inf	-0,16
IQR (diferença entre Q1 e Q3)	0,15
Lim Sup	0,44
Mín NO (não outlier)	0,025
Q1	0,07
Q1-Mín NO	0,04
Mediana	0,11
Mediana-Q1	0,05
Q3	0,21
Q3-Mediana	0,10
Máx NO (Não Outlier)	0,38
Máx NO-Q3	0,17
Outliers inferiores	
n° de outliers	0,00
Outliers superiores	
n° de outliers	5,00
1	0,45
2	0,46
3	0,48
4	0,56
5	0,71
6	
7	
8	
9	
10	
11	
Maio	
Média (sem valores anómalos)	0,133

DADOS CLIMATÉRICOS

Valores climatológicos normales: Salamanca Aeropuerto - Agencia Estatal de Mete... Página 1 de 1



Inicio > Servicios climáticos > Datos climatológicos > Valores normales

Valores climatológicos normales. Salamanca Aeropuerto

Periodo: 1971-2000 - Altitud (m): 790
 Latitud: 40° 57' 34" N - Longitud: 5° 29' 54" O - Posición: Ver localización

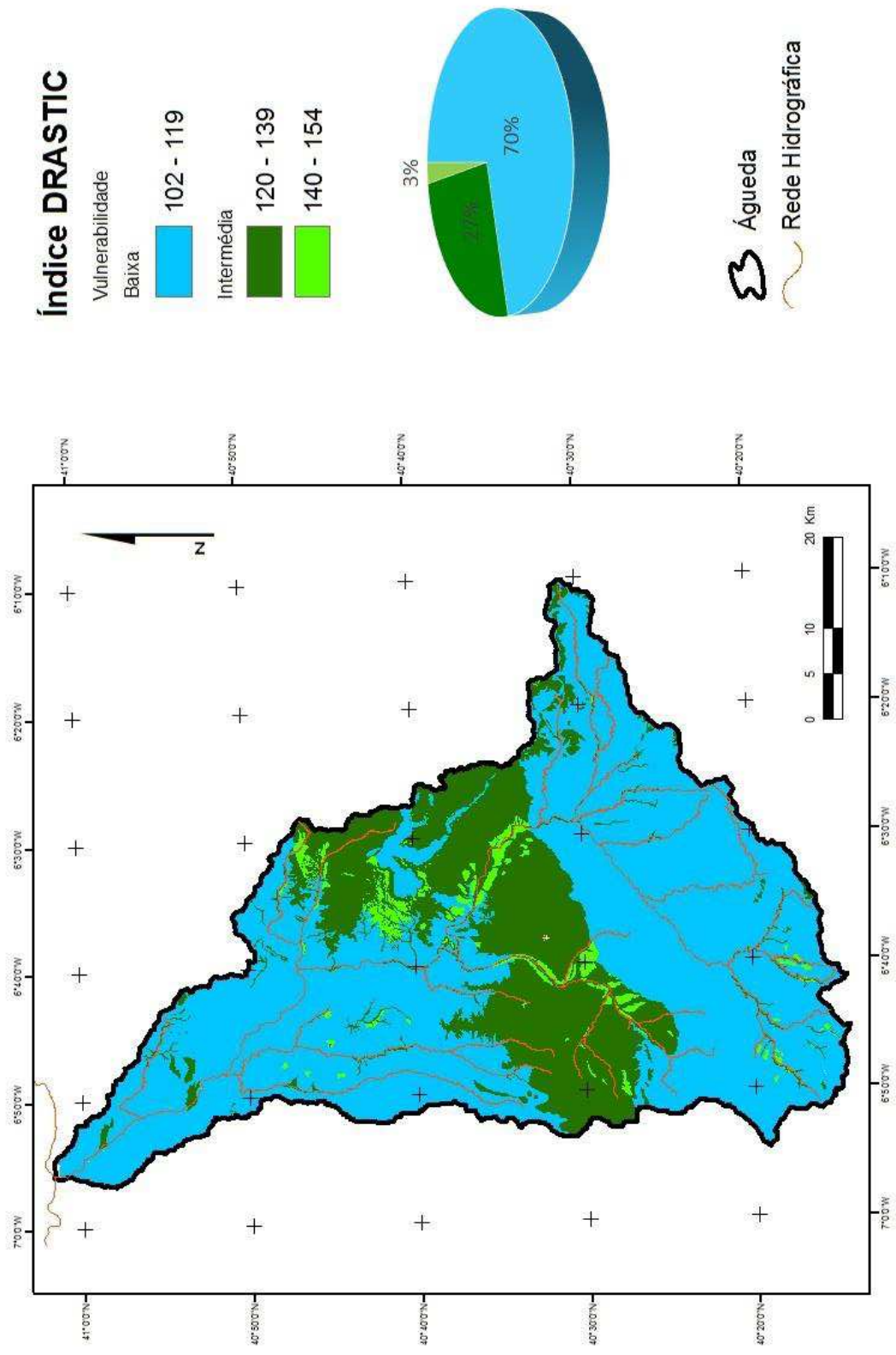
Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	3.6	7.9	-0.7	31	84	6	2	0	8	19	5	116
Febrero	5.6	10.8	0.3	27	76	6	2	0	3	14	4	150
Marzo	7.7	14.0	1.4	22	66	5	2	0	2	11	7	204
Abril	9.6	15.7	3.5	39	65	7	1	1	1	4	5	216
Mayo	13.4	19.7	7.0	48	63	8	0	3	0	1	4	258
Junio	17.9	25.2	10.5	34	57	5	0	4	0	0	7	304
Julio	21.0	29.3	12.8	16	51	3	0	3	0	0	15	349
Agosto	20.5	28.7	12.4	11	54	2	0	2	0	0	13	330
Septiembre	17.2	24.5	9.9	32	62	4	0	2	1	0	8	245
Octubre	12.2	18.2	6.1	39	73	7	0	0	3	1	4	185
Noviembre	7.3	12.4	2.2	42	81	7	1	0	6	11	5	134
Diciembre	4.8	8.8	0.7	42	85	7	1	0	8	15	3	96
Año	11.7	17.9	5.5	382	68	66	9	16	32	77	80	2586

Legenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Estas tablas son un extracto de la publicación denominada "Guía resumida del clima en España 1971-2000", que está a la venta en las diferentes Secciones de Atención a Usuarios de las Delegaciones Territoriales y en las oficinas de publicaciones de los Servicios Centrales de la AEMET y del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. El resto de los datos de éstas u otras estaciones, así como de cualquier otra variable se podrán obtener en las citadas oficinas (previa solicitud).

Anexo IV. Mapas de Vulnerabilidade



Índice DRASTIC PESTICIDAS

