

PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VOUGA

SÍNTESE DA ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ACTUAL

Volume I – Sumário Executivo

ÍNDICE DO TEXTO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. ANTECEDENTES DO PLANEAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VOUGA	5
1.2. OBJECTIVOS DO PLANEAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO VOUGA	9
1.3. ESTRUTURA BASE DO PBH DO RIO VOUGA	12
2. ÂMBITO TERRITORIAL E HORIZONTE TEMPORAL DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VOUGA.....	13
3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	15
3.1. SÍNTESE	15
3.2. ESQUEMATIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VOUGA.....	16
3.3. MORFOLOGIA, GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	17
3.3.1. <i>Morfologia</i>	17
3.3.2. <i>Geologia</i>	21
3.3.3. <i>Hidrogeologia</i>	25
3.4. CLIMA	29
3.4.1. <i>Dados de base</i>	29
3.4.2. <i>Regime pluviométrico</i>	32
3.4.3. <i>Outros meteoros</i>	33
3.4.4. <i>Classificação climática</i>	34
3.5. OCUPAÇÃO DO SOLO	35
3.5.1. <i>Análise evolutiva</i>	35
3.5.2. <i>Análise prospectiva</i>	43
3.5.3. <i>Conflitos potenciais de uso do solo na perspectiva dos recursos hídricos</i>	45
4. SUB-SISTEMA SÓCIO-ECONÓMICO	48
4.1. POPULAÇÃO E ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	48

4.1.1.	<i>População</i>	48
4.1.2.	<i>Actividades económicas</i>	55
4.2.	NECESSIDADES DE ÁGUA	60
4.2.1.	<i>Síntese</i>	60
4.2.2.	<i>Abastecimento público</i>	61
4.2.3.	<i>Indústrias</i>	62
4.2.4.	<i>Rega</i>	66
4.3.	USOS DA ÁGUA.....	74
4.3.1.	<i>Produção Hidroeléctrica</i>	74
4.3.2.	<i>Águas Balneares</i>	75
4.3.3.	<i>Extracção de inertes</i>	75
4.3.4.	<i>Fontes poluidoras</i>	76
5.	SUB-SISTEMA HIDROLÓGICO.....	84
5.1.	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	84
5.1.1.	<i>Quantidade</i>	84
5.1.2.	<i>Qualidade</i>	96
5.2.	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	102
5.2.1.	<i>Quantidade</i>	102
5.2.2.	<i>Qualidade</i>	112
5.2.3.	<i>Dunas</i>	123
5.2.4.	<i>Situações hidrológicas extremas</i>	125
6.	SUB-SISTEMA INFRAESTRUTURAL.....	129
6.1.	SÍNTESE DAS INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS E DE SANEAMENTO BÁSICO	129
6.2.	APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS DE FINS MÚLTIPLOS	130
6.2.1.	<i>Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio</i>	130
6.3.	APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO	134
6.4.	APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS	134
6.4.1.	<i>Regadios colectivos realizados pelo Estado</i>	135
6.5.	APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS	137
6.6.	SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	141
6.6.1.	<i>Sistema do Carvoeiro</i>	141
6.6.2.	<i>Sistemas municipais</i>	142
6.7.	SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS	146
6.7.1.	<i>Sistema de despoluição da Ria de Aveiro</i>	146
6.7.2.	<i>Sistemas municipais</i>	150
6.7.3.	<i>Sistemas de tratamento de efluentes existentes na Bacia do Vouga</i>	156
7.	SUB-SISTEMA AMBIENTAL	161
7.1.	SÍNTESE.....	161

7.2.	ÁREAS DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.....	165
7.3.	FLORA E VEGETAÇÃO.....	166
7.3.1.	<i>Ocupação vegetal actual</i>	166
7.3.2.	<i>Situação de referência</i>	167
7.3.3.	<i>Vegetação e Enquadramentos fito e biogeográfico</i>	169
7.4.	VEGETAÇÃO RIPÍCOLA.....	171
7.5.	FAUNA TERRESTRE.....	171
7.6.	ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS.....	172
7.6.1.	<i>Ictiofauna</i>	172
8.	SUB-SISTEMA NORMATIVO	174
8.1.	QUADRO NORMATIVO RELEVANTE PARA O PLANEAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	174
8.2.	SITUAÇÕES DE INCUMPRIMENTO DAS DIRECTIVAS COMUNITÁRIAS.....	175
9.	SUB-SISTEMA FINANCEIRO E FISCAL.....	180
10.	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ACTUAL	183
10.1.	SÍNTESE.....	183
10.2.	CLASSIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA EM FUNÇÃO DE FACTORES SÓCIO-ECONÓMICOS 185	
10.3.	BALANÇO NECESSIDADES – DISPONIBILIDADES	191
10.3.1.	<i>Situação actual</i>	191
10.3.2.	<i>Enquadramento do Aproveitamento de Ribeiradio</i>	192
10.4.	ANÁLISE DOS RISCOS DE CHEIAS	194
10.5.	PRINCIPAIS PROBLEMAS IDENTIFICADOS AO NÍVEL DO SANEAMENTO BÁSICO.....	198
10.6.	RISCOS DE EROÇÃO	199
10.7.	ANÁLISE DOS POTENCIAIS ACIDENTES DE POLUIÇÃO.....	199
10.7.1.	<i>Riscos Relacionados com Actividades Agrícolas</i>	199
10.7.2.	<i>Riscos Relacionados com Actividades Industriais</i>	199
10.8.	SITUAÇÕES DE CONFLITO RELATIVAS À OCUPAÇÃO DO SOLO (ESPAÇOS ARTIFICIALIZADOS).....	204

1. INTRODUÇÃO

1.1. Antecedentes do Planeamento de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Vouga

Em Portugal, desde o início deste século até meados dos anos 70, a gestão da água era encarada sectorialmente, tendo-se desenvolvido no país vários planos de obras hidráulicas cujo principal objectivo era a inventariação das obras que deveriam ser executadas para o desenvolvimento de grandes sectores económicos, dos quais se destacam os sectores agrícola e energético.

Embora esses planos tenham sido elaborados dentro de um quadro de política da água distinto do actual que previligiava as obras hidráulicas subalternizando as preocupações ambientais, serão tomados em consideração no desenvolvimento do PBH. Por outro lado, esses planos de obras hidráulicas não tinham expressão legal e eram meramente indicativos. Para a bacia hidrográfica do rio Vouga salienta-se a importância do trabalho designado “Estudo de Caracterização, Perspectivas de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos na Região do Vouga”, promovido pelo MARN/DGRN. Este estudo, desenvolvido entre os anos 1989 e 1991, constitui um plano de recursos hídricos da bacia do Vouga, relativamente recente, mas ainda com uma perspectiva de realização de obras hidráulicas, sem dar grande ênfase à protecção e conservação da Natureza. Este estudo foi elaborado na sequência do Plano Geral do Aproveitamento Hidráulico da Bacia do rio Vouga de 1975.

No ano de 1892, com a publicação do Regulamento dos Serviços Hidráulicos, foi instalada a administração hidráulica em Portugal. Este documento define, pela primeira vez no nosso país um quadro legal coerente para a regulamentação do domínio hídrico. Em grande parte, este regulamento ainda se encontra válido. Com a sua implementação foi criada a figura de guarda-rios, cuja competência era a de zelar pelo cumprimento da lei no terreno.

Em 1919 foi criada a Lei da Água (Lei nº 913 de 29 de Novembro de 1919, que hoje em dia ainda não está totalmente revogada. Esta lei estabelece uma distinção clara entre águas públicas e privadas e introduz o conceito de licença e concessão através dos quais é permitido às entidades privadas o acesso ao usufruto das águas públicas, leitos e margens.

Em 1930 foi criada a Junta Autónoma de Obras de Hidráulica Agrícola, cuja competência era o planeamento e a construção de obras de fomento hidroagrícola. Esta junta, durante vários anos, planeou e executou cerca de 20 grandes aproveitamentos hidráulicos, onde se incluem barragens, drenagem de paúis, sistemas de regularização fluvial e perímetros de rega.

Em 1 de Janeiro de 1950 tinha-se verificado a integração da Junta Autónoma de Obras de Hidráulica Agrícola na Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos e as atribuições deste organismo foram assim acrescidas com a elaboração dos planos e a execução das obras de hidráulica agrícola.

O Decreto – Lei nº 47 240, de 6 de Outubro de 1966, publicado pelos Ministérios das Obras Públicas e da Economia, atribui ao Governo a missão de promover os estudos necessários para completar e manter actualizado o inventário dos recursos hidroeléctricos nacionais e para a elaboração dos projectos dos centros produtores de energia de origem hidráulica (artigo 1º) através dos serviços oficiais ou das empresas concessionárias dos aproveitamentos hidroeléctricos incluídos na rede primária (artigo 2º). Essas empresas eram as Hidroeléctricas do Zêzere, do Cávado e do Douro, todas sociedades de economia mista.

No início dos anos 70 foi dada particular atenção ao planeamento dos recursos hídricos, no caso específico da bacia do Vouga procedeu-se à realização do Plano Geral do Aproveitamento Hidráulico da Bacia. No Estudo Prévio deste plano foi, na época, sugerida a criação de uma empresa pública para a gestão global dos recursos hídricos, citando: “(...) uma empresa pública dotada de eficientes quadros administrativos, financeiros, técnicos e de produção, para orientar os grandes investimentos que se impõem e a exploração dos respectivos benefícios(...)”. As prioridades definidas para a bacia neste Plano Geral de 1975 eram as seguintes:

Albufeiras de regularização de caudais

1ª prioridade - citando: “(...) *É incontestavelmente prioritária a construção da barragem de Ribeiradio, por ser a maior contribuinte possível para o controle de cheias do Baixo Vouga e para a regularização de caudais que proporcionam e garantem o abastecimento de captações de água para fins múltiplos (...)*”

2ª prioridade – citando: “(...) *a barragem de Antuã que permite regar uma área de 11 405 ha, a qual se estende desde a margem direita do rio Vouga até Ovar, (...) A par do*

aproveitamento hidroagrícola, a construção desta barragem permite o controlo das cheias do rio Antuã e constitui uma possível fonte de abastecimento de água urbana e industrial, nomeadamente à Fábrica do Amoníaco Português de Estarreja (...)”.

3ª prioridade – citando: “(...) obras hidráulicas necessárias à transformação da Pateira de Fermentelos numa pequena albufeira, não só para regularização de caudais do rio Cértima como também para recreio e desporto.(...)”

Diques de defesa contra cheias

É referido no Plano Geral que após a construção da barragem de Ribeiradio deveriam ser iniciadas as obras de regularização do leito menor dos rios Vouga, Marnel e Águeda e dos diques marginais do leito menor de defesa do Baixo Vouga, do Baixo Marnel, do Baixo Águeda assim como os diques de retenção de cheias na Pateira de Fermentelos.

Aproveitamentos hidroagrícolas

O aproveitamento hidroagrícola mais rentável foi aquele relativo aos Blocos do Antuã, e assim deveria ser-lhe dada prioridade.

Abastecimento de água e saneamento básico

Foram definidas as seguintes prioridades: “(...) A depuração e conveniente drenagem das águas residuais fabris das duas grandes indústrias de Celulose do Caima e do rio Novo do Príncipe; o tratamento dos efluentes dos sistemas drenantes de S. João da Madeira, Cucujães e Pindelo e dos sistemas drenantes para a Pateira de Fermentelos são empreendimentos prioritários, atentas as utilizações da água que se preconizaram(...) Aponta-se a necessidade urgente de criação dos sistemas regionais de saneamento básico, para o arranque das obras prioritárias neste domínio.(...)”

A este Plano Geral seguiu-se, em 1989, a elaboração do “Estudo de Caracterização, Perspectivas de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos na Região do Vouga”. As principais linhas de actuação propostas neste estudo encontram-se resumidas no Relatório nº4 - Esboço de Plano Director e Identificação de Estudos Prioritários. Dessas linhas de actuação salientam-se as seguintes:

Abastecimento de Água: “(...) *As carências actuais a nível de abastecimento de água reflectem problemas de irregularidade e de falta de qualidade, que não de quantidade. Nestas condições a solução obvia consiste na criação de albufeiras de regularização a montante. Entre essas albufeiras ressalta como chave para qualquer solução a de Ribeiradio, no rio Vouga. (...) A regularização parcial do rio Vouga pela albufeira de Ribeiradio resolverá os problemas de abastecimento da zona baixa da bacia no futuro previsível. A zona costeira norte (S. João da Madeira e Sta. Maria da Feira) será abastecida a partir do rio Douro. A zona sul (Vagos, Mira, Cantanhede, Mealhada e Anadia) continuarão a utilizar os seus abundantes recursos subterrâneos. Os concelhos de Vale de Cambra e Oliveira de Azeméis terão de recorrer também a fontes externas para água potável e industrial, com origem no Douro ou no Vouga.(...). Para além de Ribeiradio identificou-se uma importante fonte potencial de água regularizada: a barragem de Rio Covo, no rio Alfusqueiro(...) poderá constituir um complemento interessante em termos de abastecimento de água da zona de Águeda – Oliveira do Bairro e dos Campos de Cantanhede – ao – Vouga(...)*”

Controlo da poluição: “(...) *O controlo da poluição nos cursos de água da faixa inferior da bacia é um imperativo para o seu desenvolvimento e bem estar das populações que nela residem.(...)*”. Foi esboçada uma solução integrada para o tratamento das águas residuais a qual evoluiu para o actual Sistema de Despoluição da Ria de Aveiro.

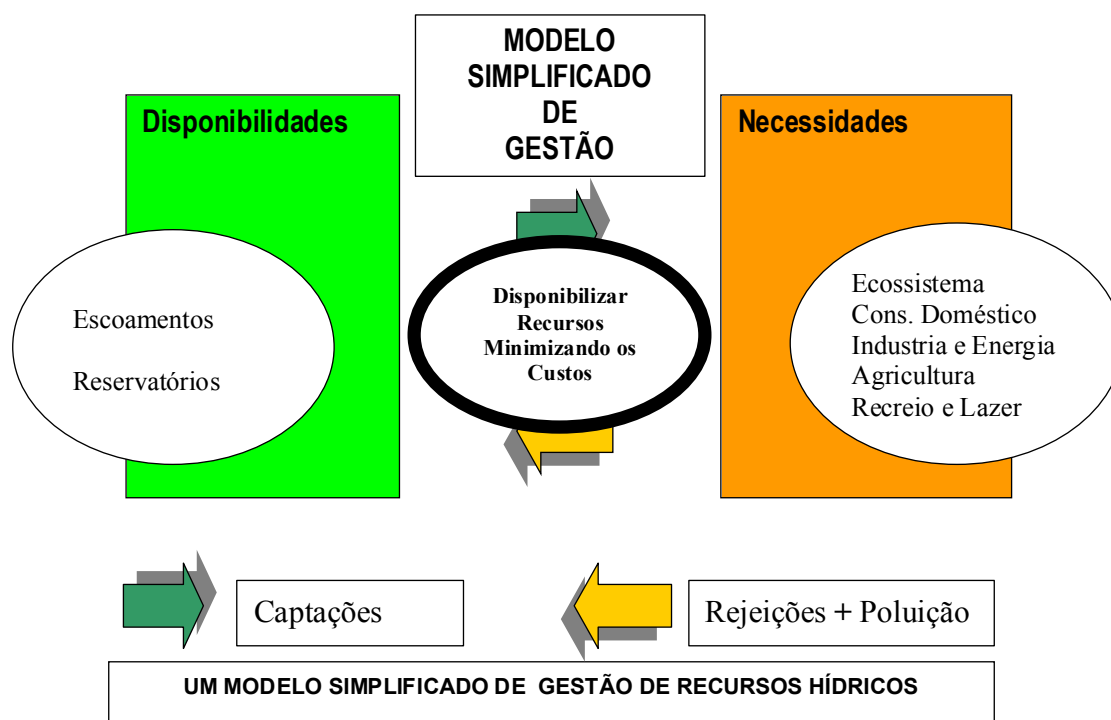
Protecção contra cheias: “(...) *A construção da barragem de Ribeiradio e eventualmente de rio Covo contribuirão para a redução da frequência das pequenas cheias, embora tenham pequeno efeito sobre as cheias excepcionais.(...) medidas específicas – aumento da capacidade de transporte dos rios mediante operações de dragagem e rectificação, - aumento da capacidade de drenagem dos blocos, - utilização de culturas adequadas, - construção, nos locais mais sensíveis de diques de protecção.(...)*

Aproveitamentos Hidroeléctricos: “(...) *Os aproveitamentos mini-hídricos identificados na bacia como eventualmente interessantes têm um potencial total médio de 310 GWh/ano. Dada a sua reduzida dimensão serão sem dúvida construídos e explorados por entidades privadas. Haverá que ter em consideração, aquando da sua concessão que não inviabilizam ou oneram desnecessariamente a criação das albufeiras de Ribeiradio e Rio Covo (...).*”

É patente a consonância entre as principais conclusões dos dois estudos referidos nos parágrafos anteriores. Os principais problemas que se colocavam na óptica do planeamento de recursos hídricos, nos anos 70 e no início dos anos 90 são significativamente semelhantes. Este facto deve-se fundamentalmente às deficiências na implementação das acções previstas em 1975. Um exemplo ilustrativo é a barragem de Ribeiradio identificada já em 1975 como uma obra fundamental para a bacia e que hoje em dia ainda não existe.

1.2. Objectivos do Planeamento de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Vouga

O planeamento de recursos hídricos é um factor determinante para uma política sustentada de gestão da água, por forma a assegurar a necessária integração territorial dessa gestão, articulando adequadamente as seguintes vertentes:



A limitação dos recursos hídricos associada à sua grande variação da distribuição temporal e espacial, característica do nosso país, e o aumento dos consumos de água conduzem à exigência da mobilização de avultados recursos financeiros para a implementação dos projectos e dos programas que assegurem:

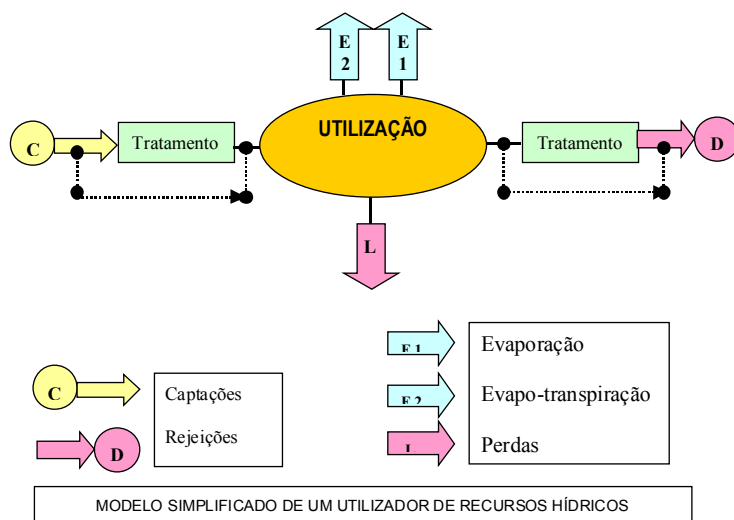
- a disponibilização dos recursos hídricos quando e onde são necessários para as diferentes utilizações,
- a protecção de pessoas e bens contra a ocorrência de cheias, secas e riscos de poluição accidental graves,
- a protecção da Natureza e a conservação dos recursos naturais, incluindo a protecção dos ecossistemas.

Neste contexto, planear e gerir os recursos hídricos, terá de ser primeiro que tudo conhecer:

- os recursos;
- as utilizações;
- os ecossistemas dependentes dos recursos hídricos;
- os factores que condicionam o comportamento dos utilizadores.

Deste conhecimento, o que melhor está desenvolvido, apesar de tudo, são os recursos. De facto, o sistema de recursos hídricos, no que diz respeito à avaliação de precipitações e caudais é relativamente bem conhecido, não entrando aqui em conta, naturalmente com eventuais mudanças climáticas. Relativamente às águas subterrâneas, as reservas estão razoavelmente avaliadas, sendo os fluxos nas interfaces o que menos está desenvolvido. No que diz respeito à qualidade dos recursos, a sua modelação é bem conhecida, o que não significa que a sua qualidade o seja. De facto, se os modelos de qualidade associados a modelos hidrodinâmicos nos permitem modelizar razoavelmente a qualidade dos recursos hídricos, os maiores graus de incerteza estão associados a um grande desconhecimento das utilizações e consequentemente das cargas poluentes em trânsito.

Olhando agora para os utilizadores, cada um poderá ser associado a um mini ciclo de captação/utilização/rejeição, tal como apresentado no esquema simplificado seguinte:



Assim, o que se pretende é conhecer com o maior rigor possível como se comporta cada tipo de utilizador.

No actual estágio do conhecimento, as necessidades de recursos hídricos para a manutenção dos ecossistemas são as menos conhecidas, recorde-se a título de exemplo as dificuldades inerentes à adopção dos critérios para fixação dos caudais ecológicos nas linhas de água.

O utilizador seguinte, em termos de preocupação, é sem dúvida a agricultura, não só pelo peso que representa no total dos consumos, como por as suas necessidades estarem dependentes de factores climáticos e dos tipos de cultura utilizados, traduzindo-se habitualmente por um aumento das necessidades conjugado com uma diminuição dos recursos potenciais. Isto é, quando a água escasseia é que mais é precisa para regar.

Finalmente os utilizadores indústria e abastecimento público são relativamente bem conhecidos, estando no entanto associado às rejeições por parte da indústria um grande grau de incerteza, fundamentalmente em relação à sua qualidade.

O PBH visará nesta primeira fase esbater os factores de desconhecimento para que se possa delinear um quadro o mais rigoroso possível da situação actual em termos de utilização dos recursos hídricos. Assim, esta 1ª fase lançará as bases para que nas fases seguintes sejam delineadas as políticas, programas e projectos de recursos hídricos para assegurar as disponibilidades de água em quantidade, qualidade e fiabilidade requeridas pelos diferentes sectores de actividades sócio-económicas em horizontes temporais relativamente alargados, e num quadro de incerteza, salvaguardando a protecção da Natureza e a conservação dos recursos naturais e dos valores ambientais e patrimoniais, pressupostos da sustentabilidade do desenvolvimento.

Assim, o PBH visará:

- a racionalização da utilização dos recursos hídricos e das infra-estruturas que assegurem essa utilização, salvaguardando a protecção ambiental e a conservação dos recursos naturais,
- a optimização dos recursos financeiros a mobilizar para assegurar a utilização dos recursos hídricos.

1.3. Estrutura Base do PBH do Rio Vouga

O Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Vouga estrutura-se em torno dos seguintes 5 sub-sistemas principais: hidrológico, ambiental, sócio-económico, infraestrutural, institucional e financeiro-fiscal.

A sistematização, interpretação e cruzamento da informação referente a cada um destes sub-sistemas são os pilares do desenvolvimento do PBH. Em seguida listam-se as principais fases do PBH assim como a estruturação da 1ª fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual, da qual o presente resumo pretende sintetizar :

- 1ª Fase – Análise e Diagnóstico da Situação Actual
- 2ª Fase – Definição de Objectivos
- 3ª Fase – Propostas de Estratégias, Medidas e Acções
- 4ª Fase – Normas e Regulamentos do Plano

Elementos constituintes da 1ª fase do PBH:

Volume I – Sumário Executivo

Volume II – Enquadramento

Volume III – Análise

Volume IV – Diagnóstico

- Anexos temáticos:
- 1 – Análise Biofísica,
 - 2 – Análise Sócio-Económica,
 - 3 – Recursos Hídricos Superficiais,
 - 4 – Recursos Hídricos Subterrâneos,
 - 5 – Análise da Ocupação do Solo e Ordenamento do Território,
 - 6 – Utilizações e Necessidades de Água,
 - 7 – Infraestruturas Hidráulicas e de Saneamento Básico,
 - 8 – Usos e Ocupações do Domínio Hídrico,
 - 9 – Conservação da Natureza,
 - 10 – Qualidade dos Meios Hídricos,
 - 11 – Situações hidrológicas extremas
 - 12 - Situações de Riscos,
 - 13 – Análise económica das utilizações de água
 - 14 - Quadro normativo,
 - 15 – Enquadramento institucional,
 - 16 – Projectos de dimensão nacional

2. ÂMBITO TERRITORIAL E HORIZONTE TEMPORAL DO PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VOUGA

O âmbito geográfico do PBH do rio Vouga é toda a bacia hidrográfica a que respeita, incluindo o estuário, as lagunas costeiras e as ribeiras da costa atlântica do concelho de Cantanhede, com exclusão da faixa litoral, que é objecto dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira nos aspectos específicos dessa faixa litoral (ver **Figura 1**).

O âmbito geográfico é delimitado pelas linhas de fecho divisórias das bacias hidrográficas em causa (limites topográficos).

Os limites físicos da bacia hidrográfica do rio Vouga não são coincidentes com os limites administrativos, verificando-se mesmo casos em que esses limites físicos cruzam aglomerados urbanos importantes, destaca-se o caso da zona urbana de Viseu, que é atravessada pelo limite topográfico das bacias hidrográficas do Vouga e do Mondego.

Os centros de actividades utilizadoras de água que se situem na vizinhança dos limites da bacia hidrográfica são integrados, para efeito de inventário de utilizações da água, na bacia hidrográfica onde se localizam as origens de água desses centros. Se existirem várias origens de água localizadas em bacias hidrográficas adjacentes, considera-se que esses centros se integram na bacia hidrográfica correspondente à origem de água principal; os volumes de água captados na bacia hidrográfica adjacente são, assim, encarados como volumes de água importados (transferidos) dessa bacia hidrográfica.

Na bacia do rio Vouga estão identificadas as seguintes situações de transferência de água para bacias contíguas e vice-versa:

- No concelho da Feira os sistemas de abastecimento de Romariz e Feira são abastecidos total ou parcialmente por origens na bacia do Douro.
- No concelho de Viseu, alguns sistemas de abastecimento têm as suas origens de água na bacia hidrográfica do rio Vouga.
- No concelho de Mortágua, a captação de Porta de Sela na freguesia do Luso situa-se na bacia do Vouga e abastece núcleos urbanos situados na bacia do Mondego.
- No concelho de Sátão, a captação de Poços do Vouga localiza-se na bacia do Vouga e abastece um sistema que se desenvolve na bacia do Mondego.

- No concelho de Cantanhede existem captações na bacia do Mondego que fornecem água à bacia do Vouga.

O PBH do Rio Vouga tem a duração máxima de 8 anos, devendo ser revisto no prazo máximo de 6 anos. No entanto, o plano será desenvolvido para um horizonte mais alargado, possibilitando uma visão estratégica num prazo mais dilatado (da ordem dos 20 anos), o que permitirá o estabelecimento de planos, programas de medidas e acções e projectos de recursos hídricos para o médio prazo previsto na lei, salvaguardando sempre a necessidade de revisão nos respectivos prazos de validade. Nesta conformidade, os cenários de desenvolvimento para a região englobada no âmbito territorial do PBH do Rio Vouga serão analisados para duas situações: curto prazo e médio prazo, às quais correspondem os horizontes temporais 2005 e 2015.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA

3.1. Síntese

Âmbito territorial: Bacia hidrográfica do rio Vouga, incluindo o estuário, as lagoas costeiras e as ribeiras da costa atlântica do concelho de Cantanhede, com exclusão da faixa litoral, que é objecto dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira nos aspectos específicos dessa faixa litoral.

Área do Plano de Bacia: A área da bacia hidrográfica do rio Vouga é de 3 645 km², enquanto que as ribeiras da costa do concelho de Cantanhede drenam uma área de cerca de 61 km². O Plano de Bacia engloba uma área total de 3 706 km².

Enquadramento legal: Decreto-lei nº 45/94 de 22 de Fevereiro.

Enquadramento institucional: A DRA Centro é a entidade responsável pela elaboração do PBH e pela sua implementação, bem como pela gestão dos recursos hídricos da bacia. Ao conselho de bacia do rio Vouga, instituído pelo DL nº 46/94 compete acompanhar a elaboração dos PBH e informar o projecto do PBH antes da respectiva aprovação e suas posteriores revisões.

Rede hidrográfica principal: Vouga e seus principais afluentes de 1ª ordem, nomeadamente: Sul, Mel e Antuã, na margem direita e Águeda na margem esquerda.

Principais características hidrológicas: Precipitação média anual – 1390 mm; Evapotranspiração média anual – 790 mm; Escoamento médio anual – 600 mm; Afluência média anual – 2223 hm³, (Rio Vouga em Angeja – 1908 hm³); Caudal médio no mês mais seco – 1098 hm³; Caudal médio no mês mais húmido – 2670 hm³.

Principais obras hidráulicas e de Saneamento Básico: Aproveitamento hidroagrícola do Baixo Vouga, Sistema de Despoluição da Ria de Aveiro e a futura barragem de Ribeiradio.

Principais núcleos urbanos: Aveiro (sede de distrito) com 68 120 habitantes, Oliveira de Azeméis com 68 790 habitantes e Águeda da 44 740 habitantes.

População residente: 605 050 habitantes (estimativa para 1995).

Necessidades de água totais: 242 hm³/ano (42 para abastecimento público, 37 para a indústria e 163 para a rega).

3.2. Esquematização da Bacia Hidrográfica do Rio Vouga

Foram definidas três grandes unidades hidromorfológicas na bacia hidrográfica do rio Vouga de acordo com os diferentes tipos de morfologia, clima, regime hidrológico e ocupação do solo, designadamente Baixo, Médio e Alto Vouga, as quais foram desagregadas em 5 unidades hidrológicas homogéneas:

UHH 1 – Baixo Vouga – Sul: *zona terminal da bacia, que corresponde à zona lagunar que abrange o Braço Sul da ria. Os principais afluentes são a ribeira da Corujeira e o rio Boco.*

UHH 2 - Médio Vouga – Esquerdo: *zona que se desenvolve até à entrada na Ria de Aveiro em que o rio corre num leito pouco declivoso, em vales suaves e com leitos de cheias em ambas as margens (é neste troço que conflui o rio Águeda, principal afluente do rio Vouga). Nesta zona a bacia hidrográfica tem forma relativamente arredondada. Na margem esquerda do rio Vouga e de jusante para montante confluem o rio Águeda e o rio Marnel. A bacia da ribeira de Ribamá e da ribeira de Brazela incluem-se na UHH3.*

UHH 3 – Médio Vouga – Direito: *zona da bacia que se desenvolve entre S. Pedro do Sul e Albergaria-A-Velha. A jusante de S. Pedro do Sul, o rio Vouga deixa de se desenvolver numa zona de planalto, entrando numa zona de relevo mais acentuado, de vales encaixados e densidade de drenagem elevada. Os principais afluentes do rio Vouga na margem direita, de jusante para montante são os rios Caima, Mau, Teixeira e Varoso.*

UHH 4 – Cabeceiras: *zona superior da bacia que se desenvolve até S. Pedro do Sul, onde esta apresenta uma forma relativamente alongada e o rio desenvolve-se numa zona de planalto. Unidade onde se incluem as bacias do rio Sul e do rio de Mel.*

UHH 5 – Baixo Vouga – Norte: *Corresponde à zona lagunar designada correntemente por ria de Aveiro. Afluente ao rio Vouga, o Braço Norte da Ria de Aveiro (que inclui os rios Antuã, Fontão, Negro e a ribeira de Caster), e o Braço da Gafanha (que inclui a zona superior da bacia do rio Boco).*

Para além das UHH, o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Vouga (PBHV) abrange ainda uma faixa a Sul que não se encontra inserida na Bacia Hidrográfica (BHV), a qual se denomina Ribeiras Litorais.

Nas **Figuras 2 e 4** apresentam-se a rede hidrográfica da Bacia do Vouga e respectivas sub-bacias e as unidades hidrológicas homogéneas.

3.3. Morfologia, Geologia e Hidrogeologia

3.3.1. Morfologia

O rio Vouga nasce na serra da Lapa, a cerca de 930 m de altitude e percorre 148 km até desaguar na Barra de Aveiro. A sua bacia hidrográfica, com 3 645 km² de área, situa-se na zona de transição entre o Norte e o Sul de Portugal, sendo limitada pelos paralelos 40°15' e 40°57' de latitude Norte e os meridianos 7°33' e 8°48' de longitude Oeste. É confinada a sul pela Serra do Buçaco, que a separa da bacia do rio Mondego, e a norte pelas serras de Leomil, Montemuro, Lapa e Serra de Freita, que a separa da bacia do rio Douro.

Esta bacia não constitui, no seu conjunto, uma bacia “*normal*”, com um rio principal bem diferenciado e respectivos afluentes. Com efeito, trata-se de um conjunto hidrográfico de rios que actualmente desaguam muito perto da foz do Vouga, numa laguna que comunica com o mar, a Ria de Aveiro, havendo ainda uma densa rede de canais mareais e de delta relacionados com a mesma laguna. Os rios principais deste conjunto são o próprio Vouga (e seus afluentes até à confluência com o rio Águeda), o Águeda e o seu afluente, Cértima, podendo acrescentar-se-lhe o Caster e o Antuã, na parte Norte, e o Boco e a ribeira da Corujeira, a Sul, todos desaguardo na Ria de Aveiro mas individualizados do Vouga. Na **Figura 2** apresenta-se a rede hidrográfica completa da bacia, em que estão desenhadas todas as linhas de água que drenam pelo menos 1km² de área.

A Ria de Aveiro é uma formação recente, originada pela deposição de aluviões numa extensa baía que no Século X se desenvolvia entre Espinho e o Cabo do Mondego, e na qual se abria um largo estuário onde desaguavam os rios Vouga, Águeda e Cértima separadamente. A planície aluvionar onde se insere encontra-se ainda em evolução morfológica drenando um conjunto de linhas de água que abarcam uma área superior àquela que é drenada pelo próprio rio Vouga em Angeja. A zona aluvionar estende-se desde Mira, a sul, até Ovar, a norte, e penetra pelo vale do Vouga até Angeja. A ria ocupa, em pleno enchimento, um espelho de água com cerca de 47 km², reduzindo-se a 43 km² durante a baixa-mar. Numa maré morta de 1 m de amplitude penetram na ria cerca de 25 hm³ de água salgada. Em maré viva, o prisma de maré ascende a 60 hm³. Em

contrapartida, em termos médios, o volume de água doce que a ria recebe durante um ciclo de maré não chega a atingir 2 hm³. É grande a influência marinha na ria assim como a influência dos caudais doces dos rios que aí desaguam. A salinidade da água na ria, junto à embocadura é semelhante à da água do mar, decrescendo para o interior, estabelecendo-se um gradiente salino bem definido e sujeito a variações sazonais.

A configuração e distribuição hidrográfica da bacia são determinadas, na zona Norte, pelas serras de Leomil, Montemuro e Lapa (onde “nasce” o rio Vouga, em Lapinha, à cota de 930 m) e, ainda, pelas serras de Arada (ou da Freita), e, na zona Sul, pelas serras do Caramulo e Buçaco.

Na bacia hidrográfica da Rio Vouga existem duas grandes unidades morfoestruturais separadas por um importante alinhamento tectónico que se desenvolve entre Porto e Tomar:

- a) a de Nascente, constituída por formações antigas, essencialmente paleozóicas, metamórficas ou eruptivas e que pertencem ao designado MACIÇO HESPÉRICO;
- b) a de Poente, onde se desenvolve o terço inferior da bacia, constituída por formações sedimentares e pertencente à chamada ORLA MESOCENOZÓICA OCIDENTAL PORTUGUESA.

Na bacia do Vouga, o limite entre estas unidades é praticamente coincidente com o contacto entre as zonas Centro-Ibérica e de Ossa-Morena que constituem o referido Maciço Hespérico, pois, como se verá oportunamente, os terrenos da Orla Mesoceno-zóica cobrem as formações antigas da zona de Ossa-Morena nesta parte de Portugal. As características destas unidades morfoestruturais permitem a sua diferenciação em duas grandes unidades geomorfológicas:

- Baixo Vouga Lagunar e Região Costeira (ribeiras do concelho de Cantanhede)
- Bacia Superior do Rio Vouga

A zona do Baixo Vouga Lagunar corresponde à região da Ria de Aveiro e apresenta as seguintes características morfológicas: terrenos planos, elevado nível freático e influência das marés no regime hidrológico dos canais da ria. Na região costeira, entre a Ria e as ribeiras costeiras do concelho de Cantanhede, o lençol freático encontra-se ainda a um nível elevado, no entanto já não se faz sentir o efeito das marés. Na **Figura 3** apresenta-se a carta hipsométrica da bacia.

Em termos geomorfológicos, a bacia superior do Vouga é definida na zona de Angeja, imediatamente antes da entrada do rio na Ria de Aveiro, podendo ser identificados os seguintes troços:

- ALTO VOUGA - troço de rio que se desenvolve até S. Pedro do Sul. Neste troço, correspondente às cabeceiras, a bacia apresenta uma forma relativamente alongada e o rio desenvolve-se numa zona de planalto.
- MÉDIO VOUGA - troço de rio que se desenvolve entre S. Pedro do Sul e Angeja. A jusante de S. Pedro do Sul, o rio Vouga deixa de se desenvolver numa zona de planalto, entrando numa zona de relevo mais acentuado, de vales encaixados e densidade de drenagem superior ao do Alto Vouga. Porém, no seu troço final, o rio volta novamente a correr em leitos menos declivosos, em vales abertos e com leitos de cheias em ambas as margens (é neste troço que conflui o rio Águeda, principal afluente do rio Vouga). Na zona do Médio Vouga, a bacia hidrográfica tem forma relativamente arredondada.

O Rio Vouga corre, ao longo do percurso, em tipos de vales distintos, podendo ser identificados os seguintes troços:

- um troço de rio que se desenvolve até S. Pedro do Sul, correspondente às cabeceiras, onde a bacia apresenta uma forma relativamente alongada e o rio desenvolve-se numa zona de planalto;
- um troço de rio que se desenvolve entre S. Pedro do Sul e Albergaria-A-Velha. A jusante de S. Pedro do Sul, o rio Vouga deixa de se desenvolver numa zona de planalto, entrando numa zona de relevo mais acentuado, de vales encaixados e densidade de drenagem superior ao do troço anterior;
- um troço que se desenvolve até Aveiro em que o rio volta novamente a correr em leitos menos declivosos, em vales abertos e com leitos de cheias em ambas as margens (é neste troço que conflui o rio Águeda, principal afluente do rio Vouga). Nesta zona a bacia hidrográfica tem forma relativamente arredondada;
- um troço de rio que se desenvolve entre Aveiro e a Barra de Aveiro, correspondente à zona lagunar designada correntemente por ria de Aveiro. Afluente ao rio Vouga, o Braço Norte da Ria de Aveiro (que inclui os rios Antuã, Fontão, Negro e a ribeira de Caster), o Braço da Gafanha (que inclui o rio Boco) e o Braço Sul da Ria de Aveiro (que inclui a ribeira da Corujeira).

Os principais afluentes do rio Vouga (Bacia Superior) na margem direita, de jusante para montante são os rios Caima, Mau, Arões, Teixeira, Varoso, Sul e Mel. Na margem esquerda e igualmente de jusante para montante, existe o rio Águeda, o rio Marnel, a ribeira de Ribamá, o rio Troço e a ribeira de Brazela. A montante da confluência com o rio Águeda verifica-se que os afluentes da margem esquerda têm uma magnitude muito reduzida, quando comparados com os afluentes da margem direita.

O rio Caima, primeiro afluente importante da margem direita do rio Vouga, desenvolve-se ao longo de aproximadamente 50 km, sendo a zona superior muito declivosa e encaixada e a zona inferior relativamente plana.

O rio Mau, de muito menores dimensões, em termos de bacia hidrográfica e desenvolvimento do curso de água, atinge um desnível máximo de cerca de 820 m. As linhas de água são muito declivosas e encaixadas apresentando, no entanto, o troço superior relevo de características mais acentuadas.

O rio Teixeira conflui com o rio Vouga aproximadamente a 5 km a jusante de Sejães. As linhas de água são muito declivosas e encaixadas.

O rio Varoso de grande desnível, cerca de 970 m (bacia hidrográfica), desenvolve-se ao longo de 18 km.

O rio Sul que conflui com o rio Vouga em S. Pedro do Sul, contribui com uma bacia apreciável. De vales abertos no troço final, apresenta na zona superior um relevo acentuado.

O rio Mel, último dos afluentes mais importantes da margem direita, conflui com o rio Vouga próximo de Ribafeita. De relevo bastante diversificado, esta bacia hidrográfica apresenta zonas de vales muito encaixados, alternando com vales abertos e leitos de cheia em ambas as margens. O desnível máximo da bacia é de aproximadamente 660 m e o seu desenvolvimento total de cerca de 16 km.

O rio Águeda, principal afluente do rio Vouga, possui como cursos de água afluentes mais importantes, o rio Cértima e o rio Alfusqueiro. É uma bacia hidrográfica de relevo muito diversificado, com ocupação que demonstra um grande desenvolvimento urbano e industrial. Nesta zona localiza-se a Pateira de Fermentelos, zona plana de deposição de sedimentos situada no troço final do rio Cértima. O desnível total da bacia hidrográfica é de 1 066 m e o seu desenvolvimento é de 51 km aproximadamente.

O rio Troço, último dos afluentes mais importantes da margem esquerda, conflui com o rio Vouga em S. Pedro do Sul. De relevo bastante acentuado, vence um desnível total na bacia hidrográfica de cerca de 510 m num percurso de 19 km.

Do ponto de vista hidromorfológico, na região abrangida pelo Plano de Bacia do rio Vouga podem identificar-se as sub-bacias de 1ª e 2ª ordens que se individualizam na **Figura 2**.

3.3.2. Geologia

Na bacia hidrográfica da Rio Vouga existem duas grandes unidades morfoestruturais separadas por um importante alinhamento tectónico que se desenvolve entre Porto e Tomar:

- a de Nascente, constituída por formações antigas, essencialmente paleozóicas, metamórficas ou eruptivas e que pertencem ao designado MACIÇO HESPÉRICO;
- a de Poente, onde se desenvolve o terço inferior da bacia, constituída por formações sedimentares e pertencente à chamada ORLA MESOCENOZÓICA OCIDENTAL PORTUGUESA.

Na bacia do Vouga, o limite entre estas unidades é praticamente coincidente com o contacto entre as zonas Centro-Ibérica e de Ossa-Morena que constituem o referido Maciço Hespérico, pois, como se verá oportunamente, os terrenos da Orla Mesocenozóica cobrem as formações antigas da zona de Ossa-Morena nesta parte de Portugal (**Figura 5**).

A parte do Maciço Hespérico que pertence à bacia hidrográfica do Vouga, ocupa os terços superior e médio da bacia e morfologicamente compreende, em especial, o bordo ocidental da Cordilheira Central que corresponde a um *horst* originado pela compressão alpina. Da nascente (na serra da Lapa) até perto de S. Pedro do Sul a Cordilheira Central apresenta-se como uma ampla superfície planáltica, recortada pela erosão. O flanco sul é formado pelo maciço do Caramulo, a que se segue a serra do Buçaco, que separam as bacias do Vouga e do Mondego. Pela parte norte são as serras de Leomil, Montemuro e de Arada que bordejam o Maciço Hespérico pertencente ao Vouga do da bacia do rio Douro.

Do ponto de vista morfoestrutural, toda a zona situada a Leste da estrutura Porto-Tomar (também conhecida por falha de Coimbra) corresponde ao que classicamente se considera a **Zona Centro-Ibérica**. É uma zona heterogénea, onde existem áreas com metamorfismo de vários graus e de vários tipos, e outras áreas com abundantes formações granitóides.

Um dos traços mais importantes da zona Centro-Ibérica, principalmente do ponto de vista paleogeográfico, é a discordância dos quartzitos ordovícicos do Arenigiano sobre uma sequência de tipo *flysch*, mais antiga, discordância que se relaciona com a fase orogénica *sarda*.

Os tipos litológicos que ocorrem no Maciço Hespérico da bacia do Vouga podem agrupar-se em três grandes famílias: o Complexo Xisto-grauváquico, os referidos quartzitos do Ordovícico e os granitos (e rochas afins) hercínicos.

Nas áreas metamórficas evidencia-se principalmente uma sequência flischóide, com frequentes recorrências de fácies, predominando os pelitos, sendo marcadamente abundantes os xistos e os grauvaques, razão porque estas formações são normalmente conhecidas por COMPLEXO XISTO-GRAUVÁQUICO. Tem grande representatividade cartográfica, sendo a sequência muito potente (>3000 m). Apresentam cores escuras, cinzentas ou esverdeadas, às vezes acastanhadas ou avermelhadas (principalmente quando alterados), mais raramente cores claras. Há partes com passagens quartzíticas ou até gresosas e alguns níveis conglomeráticos, mas normalmente muito deformadas e, como já se referiu, patenteando diferentes graus de metamorfismo. Há várias auréolas de metamorfismo de contacto, quase sempre delgadas, com xistos mosqueados e corneanas, resultantes da instalação de corpos graníticos intrusivos.

Os quartzitos ordovícicos dispõem-se em estreitas faixas, com a forma de cristas de grande desenvolvimento espacial, com direcções NW-SE, assentando em discordância angular sobre o Xisto-grauváquico, como já se referiu. Na bacia do Vouga aparecem na serra do Buçaco (região de Luso) e entre Carvoeiro (nas margens do Vouga, a nascente de Albergaria-a-Velha) e as Caldas de S. Jorge, formando relevos de certa envergadura, às vezes associados a formações silúricas.

Litologicamente o Ordovícico começa por um “leito conglomerático” (segundo Teixeira 1981, a assentada de base, de natureza arcósica e posteriormente silicificada tem aspecto conglomerático devido a posterior disjunção esferoidal), passando a grauvaque argiloso e xistos cor borra de vinho, a que se segue série quartzítica, com passagens areníticas e outros tipos litológicos. No Buçaco, na parte superior podem ocorrer lavas e tufos básicos associados a calcários, por vezes dolomíticos, ao passo que na crista que se desenvolve desde Carvoeiro e Mouquim, passando por Ribeira de Fráguas até Milheirós de Poiares (Perto de S. João da Madeira), por um lado e até às Caldas de S. Jorge, por outro, apenas surgem algumas passagens

de xistos intercaladas nos quartzitos ou, com significado geológico interessante, apófises graníticas ou gnáissicas, por vezes oclares, resultantes de fenómenos de granitização.

Quanto aos granitos e rochas afins, têm importante expressão cartográfica na bacia do Vouga. Consideram-se relacionados com várias fases da orogenia hercínica e, de forma simplista pode dizer-se que:

- a Leste, no planalto de Trancoso (zona de Aguiar da Beira), predominam os granitos monzoníticos de grão grosseiro, porfíróides (tardi a pos-tectónicos);
- mais a Poente, apresenta-se o batólito de Castro Daire, constituído principalmente por granitos e granodioritos, também porfíróides (tardi-tectónicos);
- e entre a zona a Norte de Viseu e Oliveira de Frades/Sever do Vouga, predominam os granitos de duas micas, indiferenciados, por vezes granodioritos e granitos gnaissóides (sin-tectónicos).

Como veremos oportunamente, é relativa a importância hidrogeológica destas formações do designado Maciço Hespérico, razão que justifica não darmos aqui maior relevo aos aspectos tipicamente geológicos.

É costume englobar todas estas formações no termo CRISTALINO que em certas circunstâncias particulares, e que se verificam na bacia do Vouga, poderão ter interesse como fonte de recursos hídricos subterrâneos.

A Zona Centro-Ibérica está limitada a Poente pela falha de Coimbra, já referida, importante alinhamento estrutural que na bacia do Rio Vouga tem direcção quase Norte-Sul. Esta estrutura põe em contacto a Zona Centro-Ibérica com outra, considerada paleozóica, designada de **Zona de Ossa-Morena**, sobre a qual se depositaram os sedimentos da Orla Mesoceno-zóica Ocidental Portuguesa.

Da Zona de Ossa-Morena, e no que respeita à bacia do Vouga, deve ter-se em conta:

- a) que constitui o substrato das formações sedimentares da Orla Ocidental (formações, como veremos, de grande importância hidrogeológica), e a sua tectónica tem grande influência quer na espessura quer na disposição dos depósitos mesozóicos;
- b) a ocorrência da chamada faixa blastomilonítica de Oliveira de Azeméis, de terrenos precâmbrios que se desenvolve-se entre Albergaria-a-Velha e Espinho

com uma largura média de uns 5 km. De forma muito resumida, pode dizer-se que é constituída, na sua parte ocidental, por xistos escuros, quartzo-sericíticos e moscovíticos, muito deformados, conhecidos regionalmente por Xistos de Aradas; na parte oriental, a faixa apresenta-se sob a forma de micaxistos polimetamórficos e com porfiroblastos de biotite, estauroлите e granadas.

Estes tipos litológicos também são englobados no CRISTALINO, muito embora, neste caso, e principalmente devido a factores de índole estrutural, a faixa de Oliveira de Azeméis possa ter, nalguns casos, maior interesse hidrogeológico.

A chamada Orla Mezoceno-zóica Ocidental Portuguesa desenvolve-se desde a região ao Sul de Lisboa (onde tem grande expressão, incluindo o “offshore”) e corresponde ao preenchimento de uma bacia sedimentar com a forma de uma fossa alongada de direcção NNE-SSW designada por Bacia Lusitaniana e que se instalou no bordo ocidental do Maciço Hespérico a partir do Mesozóico. Na parte setentrional, termina precisamente ao Norte de Ovar, o quer dizer que o terço inferior da bacia do Vouga é constituído por terrenos desta unidade.

Os acarreios detríticos que preencheram esta fossa tiveram origem no Maciço Hespérico situado a leste, mas também noutra área continental situada a poente e da qual o arquipélago das Berlengas constitui actualmente o único testemunho emerso.

Na área da bacia do Vouga, as características sedimentares da bacia Lusitaniana, apresentam um conteúdo essencialmente detrítico, devido à proximidade da área fonte e às dimensões relativamente reduzidas deste sector da bacia: predominam os arenitos e as argilas e margas, sendo as formações carbonatadas nitidamente acessórias e com grande influência de terrígenos.

Segundo Ribeiro *et al.*, 1979, o estilo tectónico caracteriza-se pela presença de famílias de acidentes de várias direcções, em grande parte correspondentes ao rejogo pós-hercínico da rede de fracturação tardi-hercínica, que define blocos cuja cobertura é deformada por dobras, falhas e dobras-falhas. No interior dos blocos verifica-se um estilo subtabular, com suaves deformações de grande raio de curvatura.

A escassa taxa de subsidência não permitiu o desenvolvimento vertical do registo sedimentar, pelo que a sucessão dos sedimentos materializa um franco domínio dos ambientes continentais fluviais, com carácter intermédio entre proximal e distal e fluxos predominantes de NE para SW

(Marques da Silva, 1990). A distribuição das fácies pode relacionar-se com grandes ciclos e de acordo com um jogo de transgressões e regressões, de amplitudes variadas.

A localização em bordo de cratão (Maciço Hespérico), em relação com a abertura da margem passiva do Atlântico, permite dizer que o modelo global da bacia Lusitaniana corresponde a um domínio tectoestratigráfico típico de bordo de cratão, com meios sedimentares dominantes do tipo costa linear (Marques da Silva, 1990).

Na parte correspondente à bacia do rio Vouga estão representados depósitos desde a base do Mesozóico até ao Holocénico, com diferentes desenvolvimentos.

3.3.3. Hidrogeologia

As características geológicas dos terrenos que formam uma bacia hidrográfica constituem o principal factor que condiciona a possibilidade de armazenarem água e permitir que ela circule no ambiente subterrâneo. Ou seja, a Geologia é o aspecto mais importante na consideração de unidades hidrogeológicas e na definição de formações aquíferas, boas ou pobres, aquitardos, aquíclusos, etc. Na **Figura 6** são apresentadas as principais unidades hidrogeológicas abrangidas pela bacia do Vouga.

Assim, e de acordo com o que se disse para a Geologia, pode considerar-se duas grandes unidades separadas pelo alinhamento estrutural Porto-Tomar: o Maciço Hespérico e a Orla Mesocenozóica.

No primeiro, como se viu, predominam rochas duras, onde a água subterrânea se armazena e flui, quando a rocha se apresenta sã, em fracturas, superfícies de diaclasamento ou de xistosidade; quando são importantes os fenómenos de alteração, essas funções relativas à água subterrânea podem ter lugar entre os poros intergranulares resultantes dessa alteração. Frequentemente os dois tipos hidráulicos coexistem, havendo trocas entre as fracturas e os poros intergranulares.

3.3.3.1 *Cristalino*

As informações necessárias ao estudo que se pretende levar a cabo são praticamente nulas em toda a área que vem desde a serra da Lapa até às imediações de Sever do Vouga, com excepção de Vouzela/Oliveira de Frades.

Sabe-se apenas que nesta parte predominam os granitos e que as captações “normais” (poços e furos verticais) produzem caudais muito baixos que raramente ultrapassam 1 l/s.

O funcionamento hidráulico é muito simples: recarga pelas precipitações, escoamento superficial e hipodérmico importante, armazenamento e fluxo subterrâneos deficientes, quer devido à natureza dos terrenos e condições de baixa permeabilidade, quer à delgada espessura do manto de alteração.

As captações com maior produtividade são pequenos poços, com profundidade inferior a 20 metros, mas drenagem de desenvolvimento horizontal (galerias, drenos, furos horizontais) e geralmente junto a linhas de água. Apenas nos xistos encontramos exemplos de captações tipo furos verticais, com profundidades superiores a 50 metros, produzindo caudais acima de 4 l/s.

Deve destacar-se a existência de importantes estâncias termais, nomeadamente a de S. Pedro do Sul, que sendo expressão de recursos hídricos subterrâneos, conquanto especiais, são factores de desenvolvimento regional de primeiríssima ordem.

Também é digno de relevância o complexo de Luso, onde são aproveitados caudais elevados de águas de baixíssima mineralização, captados em níveis de quartzitos enquadrados já no contacto entre o Maciço e a Orla, à parte constituírem, também, um núcleo turístico que economicamente se deve salientar, mas que se estruturou a partir do recurso “água subterrânea”.

3.3.3.2 *Orla Mesocenozóica Ocidental*

Como se disse, ocupa toda a área a poente da falha Porto - Tomar e nela podem ser considerados três grandes sistemas aquíferos:

As formações carbonatadas do Jurássico, que se desenvolvem pela parte Sul da bacia e com produtividades que, por vezes, são elevadas, como é o caso das captações de Anadia (algumas com caudais da ordem dos 100 l/s) ou dos Olhos de Fervença (concelho de

Cantanhede, com poços de 100 e 200 l/s), embora na zona de Oliveira do Bairro sejam nitidamente menores (inferiores a 10 l/s).

Trata-se de aquíferos carsificados e a sua produtividade está directamente relacionada com o maior ou menor desenvolvimento do carso. A vulnerabilidade à contaminações é elevada, dada a facilidade de “entrada” pelo carso. Destaque-se, neste sector da bacia, a importante estância da Curia, também dependente e desenvolvida tendo como núcleo recursos hidrogeológicos.

As formações detríticas do Cretácico, que ocorrem desde a Murtosa até Fermentelos e Oliveira do Bairro, desenvolvendo-se em toda a zona litoral subjacentes ao Quaternário e mergulhando, depois, sob o Atlântico.

É o sistema mais explorado na parte terminal da bacia do Vouga, tendo sido até há um ano a única fonte de abastecimento urbano domiciliário e industrial dos concelhos de Aveiro e Ílhavo e de parte dos concelhos de Vagos e Murtosa. As produtividades variam entre 5 e 40 l/s, dependendo de vários factores.

Do ponto de vista hidráulico o sistema apresenta características de cativo, sendo o tecto materializado pela unidade cretácica mais recente, como vimos tipicamente argilosa, que em forma de cunha vai engrossando em direcção ao mar. Este tecto argiloso confere-lhe uma grande protecção, quer a contaminantes de origem antrópica, quer à entrada de águas marinhas. Na parte oriental apresenta um sector livre onde as camadas permeáveis afloram ou se encontram subjacentes ao Quaternário. A recarga é, porém deficiente, não compensando as extracções.

No seu conjunto o Cretácico constitui um sistema multicamada, com vários sub-sistemas sobrepostos, com piezometrias e facies hidroquímicas diferenciadas. O principal conjunto contém águas de qualidade razoável que, contudo, varia muito em função da sua posição espacial e das camadas exploradas. Na parte inferior (Belasiano) a mineralização aumenta, havendo águas de idade muito elevada (fluxo lentíssimo).

Os níveis piezométricos encontram-se actualmente abaixo do nível do mar, havendo fluxo de mar a terra a partir da porção submarina das formações produtivas. A recente utilização de água do Carvoeiro (designação por que é conhecida a Associação inter-municipal para abastecimento de uma grande parte do Baixo Vouga), possibilitou que muitas captações do Cretácico tenham estado em repouso. As últimas observações da piezometria já indicam, de forma concreta, que os

níveis estão em recuperação, facto que se assinala como muito importante na gestão dos recursos hídricos.

Por outro lado, até agora, os índices hidroquímicos não indiciam que se esteja em presença de qualquer processo de intrusão marinha, o que leva a crer que o Cretácico mantém o seu alto valor estratégico como origem de recursos de água subterrânea.

O sistema Quaternário, muito diversificado e que sintetizamos assim:

- a) *Terraços fluviais e praias antigas*, que formam extensas plataformas na região, cascalhentas e arenosas, mas de produtividade normalmente baixa. São exploradas por inúmeros poços tradicionais, de grande diâmetro e pequena profundidade. Comportam-se como aquíferos freáticos típicos, são recarregáveis directamente pela precipitação e muito vulneráveis à contaminação, havendo zonas com elevados teores de nitratos de origem agrícola.
- b) *Holocénico da zona litoral* que, de forma simplista, se pode considerar formado por duas unidades aquíferas sobrepostas:
 - uma superficial, constituída por areias de dunas e sobreposta a um ou mais níveis de lodos orgânicos. É explorada por poços tradicionais e por pequenos furos cravados (designados por sondas ou filtros), produzindo caudais da ordem dos 5 L/s. Hidraulicamente funciona como um aquífero livre e é recarregado directamente pela precipitação. Muito vulnerável à contaminação, está altamente poluído na área a Oeste de Estarreja por efluentes industriais e, nas zonas agricultadas, por nitratos de origem agrícola. No contacto com a Ria e o mar é normal apresentar águas altamente cloretadas.
 - a outra unidade mais profunda, conhecida por Base do Quaternário, e confinada pelos referidos lodos, é constituída por cascalheiras e areias grosseiras. É explorada intensamente em algumas áreas, principalmente por furos, produzindo caudais razoáveis (de 5 a 30 l/s). Embora quase sempre contenha ferro em teores elevados (casos de Vagos, Avanca, Murtosa, Estarreja), casos há em que a qualidade é excelente, como em Ovar (furos do Furadouro). Do ponto de vista hidráulico comporta-se como uma unidade cativa a semi-cativa, o que depende das

características do tecto lodoso. Há várias hipóteses para explicar a salinização verificada na área a Oeste de Estarreja nas captações que abasteciam o Complexo Químico: ou por drenância vertical de águas salinas contidas nos lodos do tecto (hipótese mais provável), ou devido a um processo de intrusão marinha a partir da Ria ou dos esteiros

c) *Terraços aluvionares muito recentes relacionados com rios*, instalados nos leitos de algumas linhas de água e delas directamente dependentes, quanto a produtividade e à qualidade das suas águas. Há casos de captações de grande produtividade, como o caso dos poços com drenos e furos do Carvoeiro (rio Vouga) e da ponte de Burgães (rio Caima) e dos furos de Águeda (rio Águeda) e do Moinho da Ribeira (rio Antuã).

3.4. Clima

3.4.1. Dados de base

A caracterização das variáveis climáticas baseou-se essencialmente na informação de base disponível nos seguintes elementos:

- Publicações da DRA Centro:
 - “Diagnóstico das redes de monitorização de recursos hídricos da DRA Centro”, Coimbra, Outubro 1997
 - “Rede Climatológica. Bacias hidrográficas dos rios Mondego, Vouga e Lis”, Coimbra, 1997
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH)
- Publicações do IM:
 - “O Clima de Portugal - Caracterização Climática da região agrícola da Beira Litoral”, Lisboa 1988;
 - Carta “Rede Climatológica Global”, à escala 1:750 000 (Data: 1988)
- Cartas do Atlas do Ambiente, à escala 1:1 000 000, da DGRN

Nas publicações da DRA Centro estão disponíveis uma caracterização da rede climatológica das bacias hidrográficas dos rios Mondego, Vouga e Lis e os valores mensais e anuais da precipitação registada nos postos pluviométricos explorados pela DRA Centro.

A informação disponível no SNIRH identifica e caracteriza, resumidamente, as estações da rede climatológica.

Por sua vez, as publicações do IM identificam, também, estações climatológicas e udométricas. São apresentadas, por um lado, a localização de cada estação e, por outro lado, os dados já trabalhados que resultaram do tratamento prévio habitualmente realizado por aquele Instituto dos valores registados em estações meteorológicas.

Por fim, as cartas do Atlas do Ambiente da antiga DGRN contêm a compilação dos resultados de estudos anteriores sobre a distribuição no país das diversas variáveis climáticas.

Na Tabela 3.1, apresentam-se as principais características das estações que constituem a rede pluviométrica, assim como a entidade a que pertencem, o período de funcionamento e o tipo de estação (Udométrica ou Udográfica).

Na Tabela 3.2, apresentam-se as principais características das Estações Climatológicas, tais como identificação da estação, bacia a que pertencem, período de funcionamento e equipamento instalado (apenas para as estações exploradas pela DRA Centro). A listagem do equipamento instalado nestas últimas, apresenta-se a seguir:

- 1 - Udómetro com boca receptora de 200 cm²;
- 2 - Udógrafo Siap sistema de balança com boca receptora de 1000 cm²;
- 3 - Abrigo meteorológico com termómetro de máxima e mínima, psicrómetro e evaporímetro de Piche;
- 4 - Tina evaporimétrica;
- 5 - Heliográfico;
- 6 - Anemómetro totalizador;
- 7 - Cata-vento tipo Wild.

A rede climatológica das estações seleccionadas para o estudo é constituída por 23 estações, perfazendo uma densidade de 1 posto por 155 km² e uma distância média entre estações da ordem de 12 km.

Entidade Pertencente	Estações Pluviométricas									Comentário
	Bacia	Designação		Localização			Per. Func.	Tipo	Equipamento	
		Ref.	Nome	Lat.	Long.	Alt.				
DRACentro	Vouga	08F/01	FIAES	41 07	7 34	500	1931-84	Udog.		Seleccionada
IM	Vouga	08F/02	ESPARGO (FEIRA)	40 55	8 34	123	1932-90	Udom.		Seleccionada
DRACentro	Douro	08I/02	COVELO DE PAIVÓ	40 52	8 10	325	1943-84	Udom.		Seleccionada
DRACentro	Vouga	08I/03	S. MARTINHO DAS MOITAS	40 53	8 02	645	1979-95	Udom.	1	Não seleccionada
DRACentro	Douro	08J/04	CASTRO DAIRE	40 53	7 56	475	1915-91	Udog.		Seleccionada
DRACentro	Douro	08K/02	VILA NOVA DE PAIVA	40 51	7 44	810	1943-91	Udog.		Seleccionada
DRACentro	Vouga	08L/06	LAPA	40 52	7 34	908	1979-95	Udom.	1	Recuperada
DRACentro	Vouga	08L/07	QUINTA DA FUMADINHA	40 50	7 35	806	1979-95	Udom.	1	Recuperada
DRACentro	Vouga	09G/01	ALBERGARIA A VELHA	40 42	8 29	131	1930-95	Udom.		Seleccionada
IM	Vouga	09G/02	FOLHARIDO	40 45	8 24	225	1980-96	Pluv.		Não disponível
DRACentro	Vouga	09G/03	BOUÇA-PESSEG. DO VOUGA	40 41	8 21	150	1976-89	Udom.	1	Não seleccionada
DRACentro	Vouga	09H/01	CAMPIA	40 40	8 13	446	1930-95	Udom.	1	Seleccionada
DRACentro	Vouga	09H/02	SEJAES – OLIVEIRA FRADES	40 45	8 12	146	1979-95	Udom.	1	Não seleccionada
EDP	Vouga	09H/03	MANHOUCE	40 49	8 13	635	1979-89	Udom.	1	Não seleccionada
DRACentro	Vouga	09H/04	RIBEIRADIO	40 44	8 18	191	1976-95	Udom.		Seleccionada
DRACentro	Vouga	09J/02	PINDELO DOS MILAGRES	40 48	7 57	450	1932-95	Udom.	1	Não seleccionada
DRACentro	Vouga	09J/03	CALDE	40 47	7 55	520	1979-95	Udom.	1	Recuperada
DRACentro	Mondeg o	09J/04	LOBAGUEIRA	40 42	7 59	524	1979-95	Udom.	1	Não seleccionada
DRACentro	Vouga	09K/02	QUEIRIGA	40 48	7 44	684	1980-95	Udom.	1	Recuperada
DRACentro	Vouga	09K/03	TRAVASSOS - BARREIRO	40 45	7 47	625	1979-95	Udom.	1	Não seleccionada
DRACentro	Mondeg o	09L/01	AGUIAR DA BEIRA	40 49	7 32	779	1930-95	Udom.	1	Seleccionada
DRACentro	Vouga	10E/03	GAFANHA	40 37	8 42	8	1948-95	Udom.	1	Seleccionada
DRACentro	Vouga	10G/01	OLIVEIRA DO BAIRRO	40 31	8 30	60	1930-95	Udom.	1	Seleccionada
IM	Vouga	11E/02	ARNEIRO	40 25	8 42	44	1979-96	Udom.		Não disponível
DRACentro	Vouga	11F/01	CANTANHEDE	40 21	8 36	58	1979-95	Udom.	1	Recuperada
DRACentro	Vouga	11F/02	ESTRADA	40 28	8 38	41	1979-95	Udom.	1	Não seleccionada
IM	Vouga	8580	ROGE	40 50	8 21	420	1933-61	Pluv.		Não disponível

Tabela 3.1 - Principais características das estações pluviométricas

Entidade Pertencente	Estações Climatológicas								Comentário
	Bacia	Designação		Localização			Per. Func.	Equipamento	
		Ref	Nome	Lat.	Long.	Alt.			
DRACentro	Vouga	08G/01	B. CASTELO (BURGÃES)	40 51	8 22	304	1937-95	1, 2, 3	Seleccionada
IM	Vouga	09F/01	ESTARREJA	40 47	8 35	26	1955-77		Não disponível
DRACentro	Vouga	09I/01	S. PEDRO DO SUL	40 45	8 04	191	1931-95	2, 2, 3, 4, 5, 7	Seleccionada
IM	Mondego	09J/01	SERRA DA MUNA	40 43	7 53	628	1954-85		Seleccionada
IM	Vouga	10E/02	S. JACINTO	40 39	8 44	8	1953-84		Seleccionada
IM	Vouga	10F/01	AVEIRO	40 38	8 40	5	1980-96		Não disponível
IM	Mondego	10H/01	CARAMULO	40 34	8 10	810	1936-90		Seleccionada
IM	Mondego	10J/01	VISEU	40 39	7 59	494	1924-90		Seleccionada
IM	Vouga	11E/01	DUNAS DE MIRA	40 27	8 45	14	1933-90		Seleccionada
IM	Vouga	11G/01	ANADIA	40 26	8 26	45	1939-93		Não disponível
IM	Vouga	626	SEVER DO VOUGA	40 44	8 22	275	1960-65		Não disponível
IM	Vouga	628	AVEIRO/I	40 39	8 45	5	1940-47		Não disponível
IM	Vouga	629	AVEIRO/BARRA	40 39	8 44	3	1931-55		Não disponível
IM	Vouga	632	BUCACO	40 23	8 22	381	1936-42		Não disponível

Tabela 3.2 - Principais características das estações climatológicas

3.4.2. Regime pluviométrico

A precipitação média anual ponderada sobre a bacia é de 1387 mm, ocorrendo os maiores valores médios anuais na serra do Caramulo e os menores na zona do baixo Vouga lagunar, da ordem de 1000 mm (ver **Figura 7**). O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por um semestre chuvoso, que corresponde à estação fria, e um semestre seco que corresponde à estação quente, características típicas de um clima mediterrânico.

No Gráfico 3.1 apresenta-se a variação da precipitação anual, em relação à média do período com registos, de três postos representativos de diferentes zonas da bacia. O andamento dos gráficos é bastante semelhante. Nos postos situados a maior altitude o ano mais chuvoso foi o ano de 1935/36, com uma precipitação anual superior a 3000 mm.

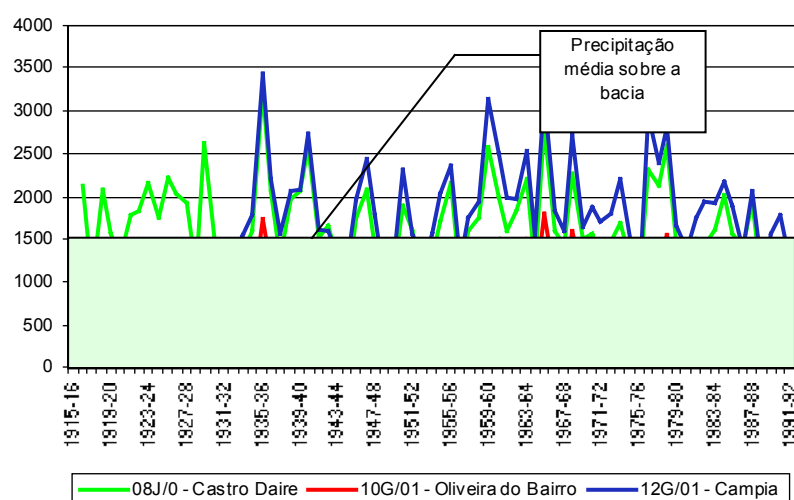


Gráfico 3.1

Diagramas cronológicos da precipitação anual em três postos pluviométricos situados na bacia do Vouga

A distribuição sazonal da precipitação é muito acentuada, concentrando-se no semestre húmido (Outubro - Março) cerca de 75% da precipitação. Tal distribuição pode ser comprovada por observação do Gráfico 3.2, onde se apresentam os diagramas *Box & Whisker* da precipitação de cada mês na bacia do Vouga.

Verifica-se que o mês mais chuvoso é Dezembro, onde em média se registam precipitações da ordem dos 200 mm e com um valor máximo de quase 700 mm. Os meses mais secos são Julho e Agosto, com precipitações médias mensais da ordem dos 20 mm e onde ocorrem vários meses sem precipitação.

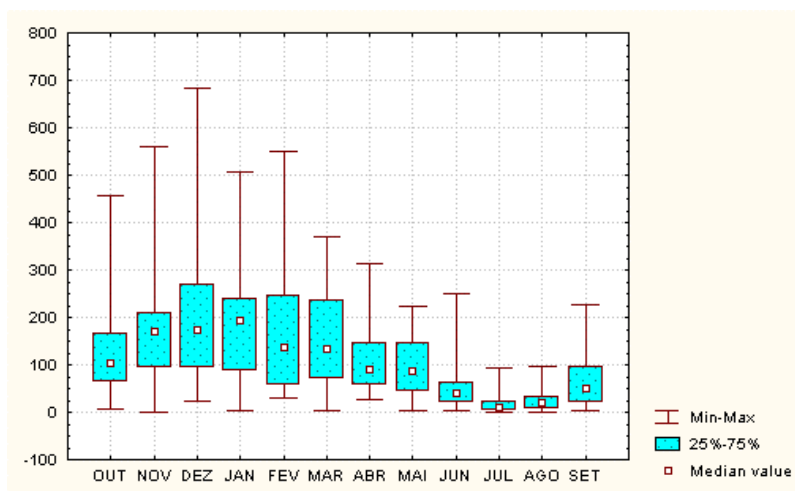


Gráfico 3.2
Diagramas Box & Whisker da Precipitação Mensal na Bacia

A série de precipitação anual ponderada sobre a bacia foi analisada estatisticamente por forma a definir valores para determinadas probabilidades de não excedência. Para tal, foram analisados os ajustamentos de várias distribuições estatísticas e escolhida aquela que melhor se ajusta aos valores da série, com base no teste de Kolmogorov-Smirnov. Assim, foi seleccionada a lei lognormal para a estimativa das análises precipitações anuais correspondentes a determinadas probabilidades de não excedência. Os resultados da apresentam-se em seguida.

Probabilidade de não excedência	Precipitação anual (mm)
95%	2072
90%	1882
80%	1674
50%	1339
20%	1072

3.4.3. Outros meteoros

A evaporação média anual sobre a bacia é de cerca de 1000 mm/ano. Especialmente, os valores mínimos atingidos, da ordem de 800 mm verificam-se na zona de Dunas de Mira e os valores máximos ocorrem na zona da Serra da Muna e são da ordem de 1450 mm.

A temperatura média anual varia entre 12 °C e 15°C, diminuindo gradualmente da zona costeira para o interior. Os valores médios mensais da temperatura média diária do ar são máximos entre Julho e Agosto e mínimos entre Dezembro e Janeiro. A amplitude térmica varia entre um mínimo no litoral, de cerca de 8°C e um máximo no interior e nas cabeceiras da bacia de cerca de 14°C. Os valores extremos absolutos da temperatura do ar são mínimos entre

Dezembro e Janeiro com valores de -7°C no Caramulo e -12°C em Moimenta da Beira, e são máximos entre Julho e Agosto variando entre 40°C em Anadia e 32°C em Bigorne.

Não se verifica ocorrência de geada praticamente em toda a bacia entre Maio e Setembro. É nos meses de Dezembro e Janeiro que ocorre geada em maior número de dias (entre 8 a 12 dias).

A insolação média anual é de cerca de 2 500 horas. Os menores valores médios anuais de insolação verificam-se em Anadia, principalmente devido às baixas insolações durante os meses secos. No Caramulo, devido à altitude desta região, verificam-se os valores de insolação mais baixos durante o semestre húmido. A insolação mensal varia entre valores mínimos de 120 a 140 horas em Dezembro / Janeiro e valores máximos de 300 a 340 horas em Julho.

A humidade relativa do ar atinge valores máximos entre Novembro e Janeiro, variando entre 84% no Caramulo e 90% em S. Pedro do Sul. Os valores mínimos ocorrem durante os meses secos e variam entre 60% em Moimenta da Beira e 80% em S. Jacinto.

A evapotranspiração potencial média anual, calculada pelo método de Thornthwaite, varia entre 680 mm/ano na zona do Caramulo e 760 mm/ano em Anadia.

A evapotranspiração de referência calculada pelo método de Penman é da ordem dos 1100 mm/ano, sendo de ordem de grandeza semelhante nas estações climatológicas da bacia. A evapotranspiração média mensal é mínima entre Novembro e Janeiro, variando entre 25 mm em S. Pedro do Sul e 40 mm em S. Jacinto, e é máxima no mês de Julho, variando entre 165 mm em S. Jacinto e 200 mm na Serra da Muna.

3.4.4. Classificação climática

De acordo com esta classificação (Köppen, 1936; Azevedo, 1971), com características amplamente regionais, o clima da bacia do Vouga é do tipo **Csb**, isto é, mesotérmico (temperado) húmido, com estação seca no Verão, o qual é moderadamente quente mas extenso. Este tipo climático é caracteristicamente mediterrânico, com influência oceânica.

C, temperatura média do mês mais quente superior a 10°C e a do mês mais frio inferior a 18°C e superior a -3°C .

s, a precipitação ocorre no Inverno e a precipitação do mês mais chuvoso é superior a 3 vezes a do mês mais seco, sendo esta sempre inferior a 30 mm.

b, os quatro meses mais quentes têm temperaturas médias superiores a 10°C, mas a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22,0°C.

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, na bacia do Vouga o clima é do tipo mesotérmico e a'. É húmido nas regiões de baixa altitude junto à costa, passando rapidamente a muito húmido e super-húmido (Arouca/Serra da Freita e Caramulo) com o aumento de altitude para o interior da bacia; associado ao tipo A ocorre o r. Apresenta moderada deficiência de água no Verão e pequena concentração térmica estival.

3.5. Ocupação do solo

3.5.1. Análise evolutiva

Para uma primeira abordagem à distribuição da ocupação do solo no Plano de Bacia Hidrográfica do Vouga apresenta-se a Tabela 3.3 onde se quantifica a evolução dos espaços em áreas (ha) e em percentagens.

	Classes	Corine (ha)	Corine (%)	Uso do Solo (ha)	Uso do solo (%)
1	Territórios Artificializados	7046	1,9	22820	6,2
1.1	Urbano	5333	1,4	19733	5,3
1.2	Zonas industriais	1713	0,5	2868	0,8
1.3	Espaços verdes artificiais	0	0	219	0,06
2	Agrícolas	137789	37,3	110541	29,8
2.1	Culturas anuais de sequeiro e prados permanentes	70843	19,2	29084	7,8
2.2	Regadio	0	0,0	40738	11,0
2.3	Arrozais	177	0,05	7	0,00
2.4	Pomares	22103	6,0	14476	3,9
2.5	Mosaico policultural	38649	10,5	23042	6,2
2.6	Mosaico agroflorestal	6017	1,6	3194	0,9
3	Floresta	175331	47,4	178535	48,2
3.1	Folhosas	77995	21,1	55035	14,8
3.2	Resinosas	97336	26,3	123500	33,3
4	Formações arbustivas, áreas degradadas	30771	8,3	38003	10,3
5	Meios semi-naturais	5721	1,5	7805	2,1
5.1	Improdutivos	41	0,01	51	0,01
5.2	Zonas descobertas sem ou com pouca vegetação	5680	1,5	7754	2,1
6	Zonas Húmidas	13069	3,5	12913	3,5

Tabela 3.3 – Evolução da Ocupação do Solo no Plano de Bacia Hidrográfica do Vouga

Como se pode verificar pela análise da Tabela, das seis classes principais, salientam-se as classes 2 e 3, referentes às Áreas Agrícolas e às Florestas respectivamente, as quais representam a maior área ocupada no Plano de Bacia Hidrográfica do Vouga.

Em termos gerais, ao nível do PBH do Vouga, a dinâmica das ocupações do solo entre 1985 e 1990 traduz-se pelo aumento das áreas florestais, nomeadamente as áreas ocupadas por resinosas, e pela diminuição progressiva na generalidade das áreas agrícolas, com excepção do aumento percentual verificado para as áreas do regadio. Assim o PBH do Vouga é predominantemente composto por áreas de floresta, cerca de 48% do território.

Em termos de representatividade em 1985 surgem as áreas pertencentes às ocupações agrícolas, entre as quais se destacam as áreas com culturas anuais de sequeiro e prados permanentes (2.1), que se encontram distribuídas um pouco por toda a BH, e predominantemente pela faixa litoral. Em 1990, para além das áreas de resinosas e folhosas aparecem as áreas correspondentes ao regadio distribuídas também por toda a BH. Estas últimas não foram identificadas em 1985 na carta CORINE.

No que diz respeito às restantes classes salienta-se o aumento significativo dos territórios artificializados, nomeadamente os espaços urbanos que variam cerca de 4% no período em análise, enquanto que as formações arbustivas e áreas degradadas, os meios semi-naturais e as zonas húmidas não registam variações significativas.

Na **Figura 8** apresenta-se a ocorrência dos diferentes tipos de ocupação do solo na bacia hidrográfica do Vouga, obtidos na carta de Ocupação do Solo do CNIG, 1995.

A Tabela 3.4 representa a distribuição das classes de ocupação do solo pelas Unidades Hidrológicas Homogéneas.

CLASSES		UHH 1				UHH 2				UHH 3				UHH 4			
		Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)
1.1	Urbano	518	2147	1629	315	1276	4200	2924	229	300	3024	2724	909	218	1361	1142	523
1.2	Zonas industriais	41	159	118	290	361	1133	773	214	155	339	184	119	19	26	8	41
1.3	Espaços verdes artificiais	0	27	27		0	69	69		0	26	26		0	3	3	
2.1	Culturas anuais de sequeiro e prados permanentes	11062	5690	-5372	-49	7173	4911	-2262	-32	9841	2742	-7099	-72	11014	7165	-3850	-35
2.2	Regadio	0	4602	4602		0	9921	9921		0	7095	7095		0	4413	4413	
2.3	Arrozais	0	0	0		0	1	1		0	0	0		0	0	0	
2.4	Pomares	2165	3664	1500	69	6841	9251	2410	35	8193	519	-7674	-94	0	841	841	
2.5	Mosaico policultural	5355	206	-5149	-96	19043	224	-18819	-99	5813	761	-5052	-87	6486	704	-5782	-89
2.6	Mosaico agroflorestal	1880	2965	1085	58	4128	8193	4065	98	0	7223	7223		0	1163	1163	
3.1	Folhosas	2626	2340	-286	-11	35934	27771	-8163	-23	22604	16504	-6100	-27	1758	2201	443	25
3.2	Resinosas	17215	18958	1743	10	14779	21828	7049	48	18716	26133	7417	40	31396	26348	-5048	-16
4	Formações Arbustivas	2923	3516	593	20	6247	8951	2704	43	9557	10206	648	7	8251	12011	3760	46
5.1	Improdutivos	0	0	0		0	26	26		0	4	4		0	2	2	
5.2	Zonas Descobertas sem ou com pouca vegetação	663	162	-501	-76	1215	424	-791	-65	1102	1180	78	7	117	3004	2886	2459
6	Zonas húmidas	93	115	22	23	420	542	122	29	0	542	542	0	0	61	61	
	Total	44540	44552			97418	97445			76280	76295			59260	59303		

CLASSES		UHH 5				Ribeiras Litorais				VOUGA			
		Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	Corine (ha)	Uso do Solo (ha)	Var. (ha)	Var. (%)
1.1	Urbano	3002	8856	5854	195	19	146	127	666	5333	19733	14400	73
1.2	Zonas industriais	1069	1201	132	12	69	10	-60	-86	1713	2868	1155	40
1.3	Espaços verdes artificiais	0	95	95			0	0		0	219	219	100
2.1	Culturas anuais de sequeiro e prados permanentes	31257	8404	-22852	-73	496	172	-324	-65	70843	29084	-41759	-144
2.2	Regadio	0	14551	14551			156	156		0	40738	40738	100
2.3	Arrozais	177	6	-171	-97	0	0	0	0	177	7	-170	-2553
2.4	Pomares	4904	199	-4705	-96	1	2	1	152	22103	14476	-7627	-53
2.5	Mosaico policultural	1952	1295	-657	-34		5	5		38649	3194	-35455	-1110
2.6	Mosaico agroflorestal	9	3497	3487	37312		0	0		6017	23042	17025	74
3.1	Folhosas	15073	6215	-8858	-59		4	4		77995	55035	-22960	-42
3.2	Resinosas	14171	26204	12033	85	1059	4029	2970	281	97336	123500	26164	21
4	Formações Arbustivas	655	3006	2351	359	3137	314	-2823	-90	30771	38003	7232	19
5.1	Improdutivos	41	16	-25	-61		3	3		41	51	9	19
5.2	Zonas Descobertas sem ou com pouca vegetação	1106	1678	572	52	1477	1306	-171	-12	5680	7754	2074	27
6	Zonas húmidas	12556	11653	-903	-7,2		0	0		13069	12913	-157	-1
	Total	85972	86876			6257	6145			369727	370616		

Tabela 3.4 – Distribuição das Classes de Ocupação do solo pelas Unidades Hidrológicas Homogéneas (UHH)

A análise evolutiva permitiu-nos caracterizar os tipos de ocupação do solo na BH do rio Vouga de forma a melhor compreender, não só as dinâmicas de evolução da ocupação do solo, mas também os condicionalismos subjacentes à sua distribuição espacial evidenciados pelas UHH.

No sentido de analisar as ocupações do solo, numa óptica de interacção com os recursos hídricos, as classes foram agrupadas em tipos de ocupação, de acordo com os critérios que se apresentam.

Territórios Artificializados – essencialmente constituídos por tecidos urbanos, vias de comunicação e zonas industriais. Estão ainda contabilizados os verdes urbanos, por constituírem geralmente enclaves no tecido urbano, com áreas relativamente pequenas. Neste grupo estão assim abrangidas as áreas mais impermeabilizadas e geradoras de poluição tóxica. Este tipo de ocupação do solo constitui um bom indicador do grau de ocupação humana e consequentemente de artificialização das áreas em estudo.

Regadios e Arrozaís – este tipo de ocupação pretende identificar e comparar as áreas ocupadas por um tipo de ocupação, muito conotada com uma agricultura intensiva e indutora de poluição agrícola do tipo difuso. Constitui ainda este tipo de ocupação um dos grandes consumidores líquidos de água na bacia.

Culturas de sequeiro – é um tipo de ocupação em que a agricultura é normalmente do tipo extensivo e de subsistência e onde se verifica algum consumo de água utilizado em regas supletivas. As práticas agrícolas não são normalmente muito utilizadoras de agroquímicos, mas de um ponto de vista de erosão apresentam normalmente índices elevados, quase sempre devido ao solo se encontrar nu na época das chuvas mais intensas, associado geralmente a maiores declives.

Florestas – Neste tipo de ocupação foram incluídas as florestas de resinosas e de folhosas, de uma forma indiferenciada, considerando que de um ponto de vista hídrico se comportarão de forma aproximada, isto assumindo que são conduzidas de acordo com as boas práticas agrícolas.

Trata-se de uma ocupação normalmente conduzindo a boas retenções dos escoamentos e potenciadoras de maiores infiltrações. Por outro lado, são áreas normalmente não produtoras de poluição quer tóxica quer difusa.

Outros - deixaram-se ficar neste tipo residual todas as classes de ocupação para os quais não seria adequado encontrar padrões de comportamento, ou não tenha significado efectuar comparações estatísticas entre partes da bacia hidrográfica.

As distribuições percentuais destes tipos de ocupação, ao serem comparados entre as várias Unidades Hidrológicas Homogéneas identificadas na bacia, permitem uma caracterização específica de cada uma e a consequente interpretação e compreensão do respectivo comportamento hidráulico e ambiental.

Desta forma, a análise dos Gráficos seguintes permite verificar, desde já, que os tipos de ocupação vão-se alterando ao longo da bacia e das Ribeiras Litorais correspondentes à zona abrangente pelo Plano de Bacia. Saliente-se que a área das UHH, relativamente ao total da bacia, corresponde a: UHH 1- Baixo Vouga Sul 12%, UHH 2 – Baixo Vouga Esquerdo 26%, UHH 3 – Baixo Vouga Direito 21%, UHH 4 – Cabeceiras 16% e UHH 5 – Baixo Vouga Norte 25%, respectivamente. As Ribeiras Litorais, como já foi referido, correspondem a uma pequena área que não se encontrava inserida na BHV mas é parte integrada no PBHV. As Figuras a seguir estão ordenadas segundo o percurso do rio Vouga faz desde a nascente até à foz.

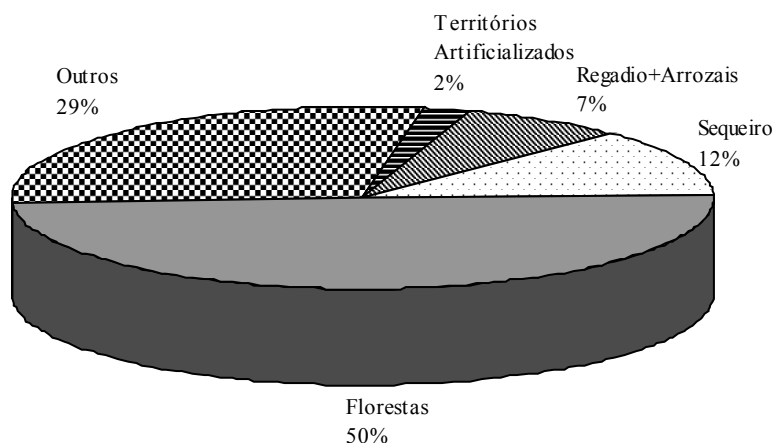


Gráfico 3.3 – Tipos de Ocupação do Solo (%) na UHH 4 – Cabeceiras

Como se pode verificar pela análise do Gráfico 3.3 constata-se a predominância dos espaços florestais e a ocupação escassa dos territórios artificializados que se encontram dispersos um pouco por toda a unidade. As culturas de regadio têm alguma representação, principalmente ao longo das linhas de água, o que também acontece com as culturas de sequeiro. Nesta área o rio desenvolve-se numa zona aplanada e alongada o que permite a coexistência destes tipos de ocupação. Por um lado, a agricultura intensiva é favorecida pelas épocas das chuvas e pela maior infiltração recorrendo a culturas em socos ou segundo as curvas de nível aproveitando declives mais suaves. Por outro lado, as culturas de sequeiro são semeadas segundo o maior

declive. No entanto, em termos do comportamento hidráulico e ambiental considera-se que esta unidade não apresenta fortes pressões, quer em termos de poluição quer em termos de artificialização da paisagem.

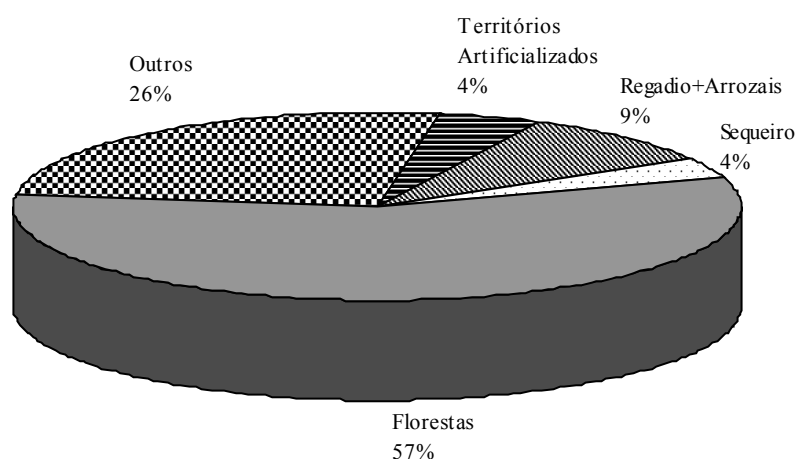


Gráfico 3.4 – Tipos de Ocupação do Solo (%) na UHH 3 – Médio Vouga Direito

Através do Gráfico 3.4 constata-se que, para além da predominância habitual dos espaços florestais, verificam-se algumas alterações no que diz respeito aos restantes tipos de ocupação. Assim, nota-se um aumento percentual dos territórios artificiais e das culturas de regadio e arrozais. Neste troço, o rio entra numa zona de relevo mais acentuado e passa a correr em vales encaixados e com uma densidade de drenagem superior à do troço anterior. A artificialização da paisagem começa a evidenciar alguma expansão e considera-se que as culturas de regadio desenvolvem-se, essencialmente, ao longo das linhas de água e equivalem a culturas segundo as curvas de nível ou em socacos. Estes tipos de culturas são responsáveis por reduzir o escoamento superficial em benefício da infiltração. Apesar de, ao nível geomorfológico, estarem reunidas também condições para a prática de culturas de sequeiro, nesta unidade, este tipo de culturas ocupam apenas 4% da área total desta unidade. Conclui-se que, neste troço começa a ser perceptível a tendência para a progressiva transição das áreas afectas a práticas agrícolas para outro tipo de ocupação, principalmente para espaços florestais.

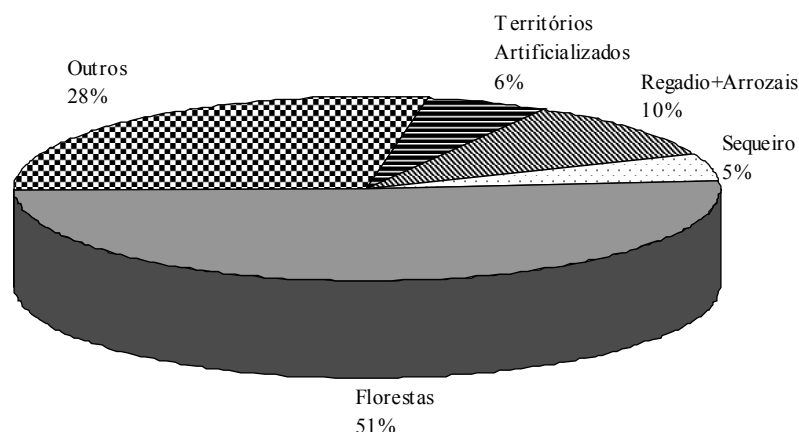


Gráfico 3.5 – Tipos de Ocupação do Solo (%) na UHH 2 – Médio Vouga Esquerdo

Como se pode verificar da análise do Gráfico 3.5 constata-se a predominância dos espaços florestais. De qualquer forma, e em relação à unidade anterior, verifica-se uma diminuição percentual dos espaços florestais e um aumento dos restantes tipos de ocupação. Estas alterações estão directamente ligadas ao facto de que neste troço a paisagem também se alterar e o rio Vouga voltar a correr em leitos menos declivosos, em vales abertos e a ele conflui o rio Águeda, o seu principal afluente. Nota-se, mais uma vez que as condições para uma maior artificialização da paisagem se intensificam, e que de montante para jusante estas áreas vão progressivamente engrossando. O mesmo acontece com as culturas de regadio e sequeiro que ganham também maior representação.

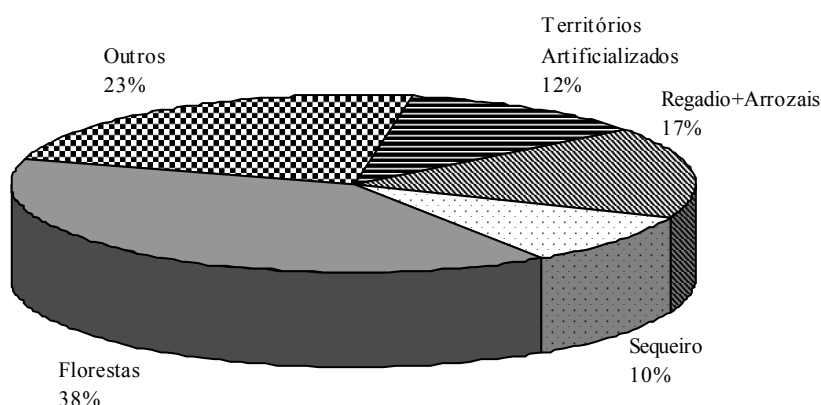


Gráfico 3.6 – Tipos de Ocupação do Solo (%) na UHH 5 – Baixo Vouga Norte

O Gráfico 3.6 referente à UHH 5 – Baixo Vouga Norte permite verificar que os espaços florestais são também predominantes mas, percentualmente este tipo de ocupação está menos representado em relação ao total do Plano de Bacia. Assim, verifica-se que os territórios artificializados, as culturas de regadio e arrozais e as culturas de sequeiro apresentam maior expressão, assumindo neste troço a maior representação em termos percentuais ao nível do Plano. Salienta-se o facto desta unidade corresponder a uma vasta zona aplanada de vales abertos, compostos por areias eólicas e aluviões pouco consolidados que se desenvolvem entre Aveiro e a Barra de Aveiro e que corresponde à zona lagunar da Ria de Aveiro.

Tendo em conta a presença dos tipos de ocupação que mais interagem com os recursos hídricos verifica-se, neste troço, uma percentagem de área considerável afecta a zonas mais impermeabilizadas e geradoras de poluição tóxica e difusa, assim como consumos potenciais de água. A artificialização dos espaços naturais e o aumento da ocupação humana são caracterizadoras da evolução ocorrida nesta unidade evidenciando fortes pressões exercidas sobre os recursos hídricos.

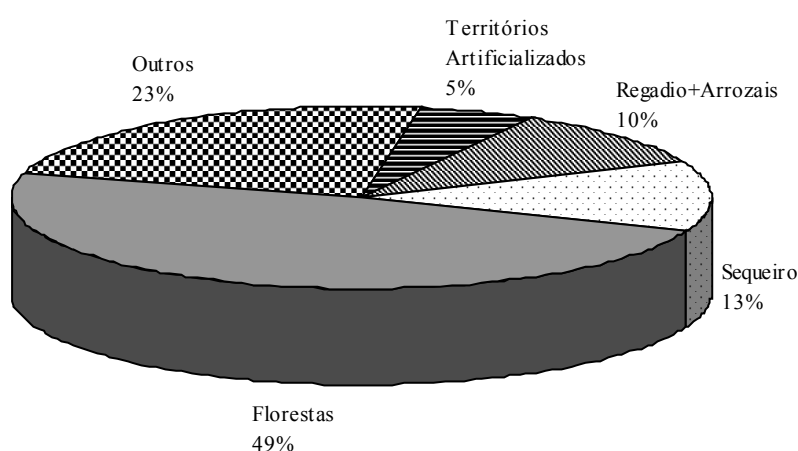


Gráfico 3.7 – Tipos de Ocupação do Solo (%) na UHH 1 – Baixo Vouga Sul

Através do Gráfico 3.7 constata-se que os espaços florestais predominam maioritariamente esta unidade e que as práticas agrícolas: culturas de regadio e sequeiro apresentam uma ocupação considerável em relação às demais unidades. Salienta-se o facto de se verificarem diferenças significativas, em termos de ocupação do solo, entre esta unidade e a anterior. De facto o que se passa a no Braço Norte da Ria de Aveiro e no Braço da Gafanha é distinto do que se verifica no Braço Sul da Ria de Aveiro. As áreas naturais e a ocupação agrícola têm

maior representação e a ocupação humana e a consequente artificialização ambiental não ganhou ainda tanta expressão.

Todavia, será oportuno considerar que nesta unidade estão presentes importantes utilizadores dos recursos hídricos e as utilizações pressupõem acções poluidoras quer do tipo tónico, quer difuso.

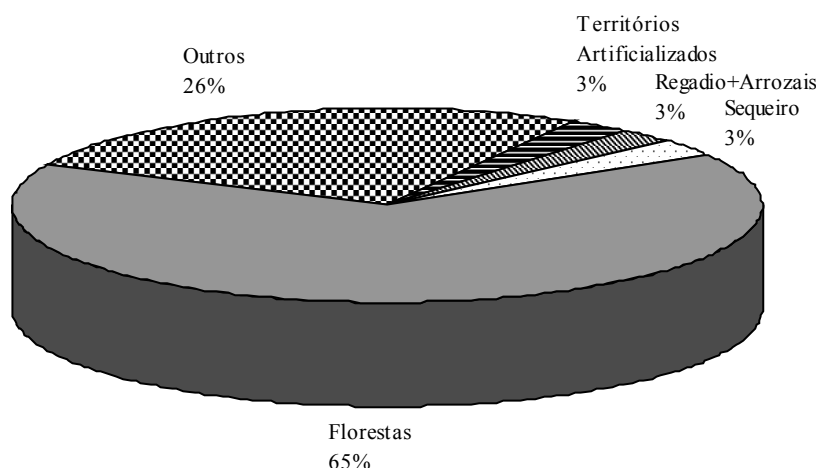


Gráfico 3.8 – Tipos de Ocupação do Solo (%) nas Ribeiras Litorais

Nas Ribeiras Litorais, através da análise do Gráfico 3.8, verifica-se mais uma vez que os espaços florestais são predominantes. Esta pequena área que se encontra a sul da UHH 1 - Baixo Vouga Sul corresponde a uma área onde há uma presença significativa de áreas naturais e florestadas.

Para concluir, e após a análise efectuada verifica-se que a potencial da utilização dos recursos hídricos intensifica-se no troço final do rio onde se verificam as maiores pressões, quer ao nível da utilização dos recursos hídricos, quer ao nível da qualidade da água

3.5.2. Análise prospectiva

A análise prospectiva baseia-se na abordagem aos planos de ordenamento do território a vigorar na área do Plano de Bacia Hidrográfica do rio Vouga, entre estes os Planos Directores Municipais serão aqueles a abordar em pormenor (nomeadamente os espaços urbanos, industriais e verde urbano). Os objectivos inerentes à elaboração desta componente do estudo prendem-se essencialmente com a identificação das eventuais áreas de conflito entre as propostas dos PDMs

e as utilizações da água. Esta identificação servirá como *input* para as fases subsequentes do plano nomeadamente no que se refere ao Plano de Medidas e Acções (a desenvolver na 3ª Fase).

Desta forma, foi efectuada a comparação entre a ocupação do solo em 1990 e os PDM's que se apresenta nas Tabelas 3.5 e 3.6.

Na Tabela 3.5 apresenta-se a distribuição percentual (relativamente ao PBH) destes territórios na Carta do Ocupação do Solo de 1990 e a situação prevista nos PDM's, e na Tabela 3.6 apresentam-se os mesmos dados, mas associa-se a variação em ha e percentual em cada UHH. Antes de passar à análise dos Tabelas, refira-se que a análise à UHH 5 Baixo Vouga Norte UHH 1 Baixo Vouga Sul deverá ser efectuada com especial atenção, uma vez que é nestas unidades que se localizam os concelhos para os quais não existe informação relativa aos PDMs.

CLASSES	1.1 Espaços Urbanos				1.2 Zonas Industriais				1.3 Espaços Verdes Artificiais				Territórios Artificializados			
	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Uso do Solo (%)	PDM's (%)	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Uso do Solo (%)	PDM's (%)	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Uso do Solo (%)	PDM's (%)	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Uso do Solo (%)	PDM's (%)
UHH 1	2147	577	10,9	1,3	159	578	5,6	9,2	27	10	12,3	16,1	2333	1164	10,2	2,3
UHH 2	4200	13271	21,3	29,7	1133	2416	39,5	38,6	69	6	31,3	10,1	5402	15693	23,7	30,8
UHH 3	3024	8052	15,3	18,0	339	921	11,8	14,7	26	40	11,8	64,9	3388	9012	14,8	17,7
UHH 4	1361	4769	6,9	10,7	26	449	0,9	7,2	3	3	1,5	4,8	1390	5221	6,1	10,2
UHH 5	8856	17857	44,9	40,0	1201	1815	41,9	29,0	95	3	43,2	4,2	10151	19674	44,5	38,6
Ribeiras Litorais	146	117	0,7	0,3	10	81	0,3	1,3	0	0	0,0	0,0	156	198	0,7	0,4
VOUGA	19733	44642	100,0	100,0	2868	6259	100,0	100,0	219	62	100,0	100,0	22820	50963	100,0	100,0

Tabela 3.5 – Distribuição Percentual dos Territórios Artificializados no PBH Vouga (Uso do Solo/PDM's)

A Tabela 3.5 permite verificar que são previstos aumentos consideráveis das áreas ocupadas pelos territórios artificializados nos PDM's, face à inexistência de informação sobre os PDMs para 4 concelhos os valores percentuais apresentados podem induzir em conclusões distorcidas desta forma, torna-se conveniente analisar a Tabela 3.6 que permite verificar a variação da ocupação prevista dos territórios artificializados por UHH.

CLASSES	1.1 Espaços Urbanos				1.2 Zonas Industriais				1.3 Espaços Verdes Artificiais				Territórios Artificializados			
	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	PDM's (ha)	Uso do Solo (%)	Var. (ha)	Var. (%)	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Var. (ha)	Var. (%)	Uso do Solo (ha)	PDM's (ha)	Var. (ha)	Var. (%)
UHH 1	2147	577	-1571	-73,1	159	578	418	262,8	27	10	-17	-62,8	2333	1164	-1169	-50,1
UHH 2	4200	13271	9071	216,0	1133	2416	1282	113,1	69	6	-62	-90,9	5402	15693	10291	190,5
UHH 3	3024	8052	5028	166,3	339	921	582	171,9	26	40	15	56,5	3388	9012	5625	166,0
UHH 4	1361	4769	3408	250,5	26	449	423	1595,6	3	3	0	-5,7	1390	5221	3831	275,5
UHH 5	8856	17857	9001	101,6	1201	1815	614	51,1	95	3	-92	-97,2	10151	19674	9523	93,8
Ribeiras Litorais	146	117	-29	-20,0	10	81	72	748,7	0	0	0	0,0	156	198	42	27,2
VOUGA	19733	44642	24909	126,2	2868	6259	3391	118,2	219	62	-157	-71,6	22820	50963	28143	123,3

Tabela 3.6 – Variação da Ocupação dos Territórios Artificializados por UHH's no PBH Vouga

Como se pode constatar pela análise da Tabela anterior, em praticamente todas as UHH e nas Ribeiras Litorais verifica-se um aumento bastante acentuado dos territórios artificializados no que se refere às ocupações previstas nos PDM's, com excepção da UHH 1 – Baixo Vouga Sul.

No que se refere às restantes unidades, verificam-se grandes variações, quer em termos de áreas a ocupar quer em termos percentuais. Nos espaços urbanos, apesar de se considerar que a UHH 2 Baixo Vouga – Esquerdo apresenta a maior variação em área (9.071 ha) verifica-se que a UHH 4 Cabeceiras apresenta uma variação percentual superior, cerca de 250%. A UHH 1 Baixo Vouga Sul e as Ribeiras Litorais registam nesta classe uma variação negativa. Este comportamento prende-se provavelmente com o facto de a área pertencente a estas unidades ser ocupada maioritariamente pela floresta de resinosas.

No que diz respeito aos espaços industriais verificam-se em todas as unidades aumentos muito significativos, quer em termos de área a ocupar quer em termos percentuais. Semelhante ao que se considerou no parágrafo anterior, a UHH 2 Médio Vouga Esquerdo regista a maior variação em número de ha (1.282 ha), enquanto que a UHH 4 Cabeceiras regista a maior variação em termos percentuais, cerca de 1.595%.

No que se refere aos espaços verdes artificializados, verificam-se algumas diminuições registando-se na área do plano uma diminuição de 157 ha previstos para esta classe.

De qualquer forma, e conforme já tinha sido verificado na análise evolutiva, os territórios artificiais, nomeadamente os espaços urbanos e industriais, constituem um dos tipos de ocupação do solo em expansão generalizada.

3.5.3. Conflitos potenciais de uso do solo na perspectiva dos recursos hídricos

No sentido de relacionar a ocupação urbana e industrial prevista nos PDM's com os usos dos recursos hídricos foi efectuada uma análise a três níveis:

- Análise das **captações de água** que se encontram inseridas nos espaços artificializados (existentes e propostos): foram consideradas as captações de água subterrâneas, tais como furos, poços, minas, drenos ou outros, que porventura estarão mais sujeitas a sofrer fortes pressões geradas pelos espaços artificializados geradores de poluição tóxica e mais impermeabilizadas;
- Análise dos **aquíferos**, segundo a sua vulnerabilidade, que se encontram localizados em espaços artificializados;

- Análise das áreas de **conservação da natureza** face à sua ocupação por espaços urbanos e industriais.

Com esta análise pretende-se desde já identificar situações que deverão ser abordadas com maior detalhe em fases subsequentes do Plano, nomeadamente na Fase 3 - Programa de Medidas e Acções. Considerando-se que a análise aqui presente constituirá um dos *inputs* dessa fase.

Face ao levantamento das captações de água efectuado no âmbito do presente plano, foram registadas na área abrangida pelo Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Vouga cerca de 246 captações. Entre estas, foram identificadas em áreas de territórios artificializados, 37 captações em espaços urbanos e urbanizáveis e 3 afectas a espaços industriais (Sossego, Costa do Valado, Central de Águas - aparentemente abandonada). Estas captações deverão ser alvo de estudo mais aprofundado na 3ª fase dos estudos, por forma a propôr medidas de minimização dos impactes gerados pela ocupação urbana e industrial.

Tentando sistematizar os riscos de poluição dos aquíferos em função das suas características principais e do tipo de contaminantes que possam estar envolvidos, podem ser considerados os seguintes:

- *Riscos relacionados com actividades agrícolas*
- *Riscos relacionados com actividades pecuárias*
- *Riscos relacionados com a rede viária*
- *Riscos relacionados com a ocupação humana*
- *Riscos relacionados com a exploração de recursos minerais (metálicos e não metálicos)*
- *Riscos relacionados com actividades industriais*
- *Outros*

É na zona litoral da bacia onde ocorre a existência de aquíferos mais vulneráveis sendo igualmente a área com maiores índices de ocupação humana e industrial. No que respeita às zonas industriais, a contaminação provocada por estas actividades é extremamente diversificada em função do tipo de indústria e sua dimensão. Os focos de poluição encontram-se dispersos por toda a área da Bacia Hidrográfica.

Certamente que no contexto da bacia a indústria agro-alimentar, queijarias, lagares de azeite e de vinho têm alguma relevância a nível local; a contaminação resultante é fundamentalmente com compostos orgânicos e inorgânicos. A contaminação provocada por matadouros, traduz-se

fundamentalmente pela produção de efluentes ricos em matéria orgânica. A contaminação com compostos orgânicos no subsolo e zona saturada pode originar condições redutoras, responsáveis pelo aumento da concentração de alguns metais pesados, nomeadamente ferro e manganésio, ou o aparecimento de outros compostos indesejáveis, como o sulfureto de hidrogénio.

As situações potencialmente mais conflituosas localizam-se nos concelhos situados no Baixo e Médio Vouga nas imediações dos seguintes cursos de água: Rio Antuã, Ria de Aveiro, Rio Cértima e seus afluentes e Vala da Veiga.

No que se refere às áreas de conservação da natureza verifica-se que existem áreas urbanas e industriais em sobreposição que deverão ser alvo de uma abordagem integrada com vista à não deterioração dos recursos ambientais existentes.

4. SUB-SISTEMA SÓCIO-ECONÓMICO

4.1. População e actividades económicas

4.1.1. População

A população total actual residente¹ na área do Plano de Bacia do Rio Vouga é de 605 050 habitantes. Os concelhos mais populosos da bacia são Oliveira de Azeméis e Aveiro com respectivamente 68 790 e 68 120 habitantes. Na Tabela 4.2 apresentam-se os valores obtidos por concelho.

Os dados de base utilizados para os estudos da população foram os Recenseamento da População entre 1950 e 1991 e, para 1995, foi utilizada a estimativa do INE (1995), apresentada por concelhos, tendo-se considerado que para este ano a distribuição da população na bacia seria a mesma da existente em 1991, considerou-se como pertencentes ao Plano de bacia todas as freguesias cuja sede se inseria no mesmo.

Na Tabela 4.1 e Gráfico 4.1 apresentam-se os totais da população residente na BV a sua distribuição nas por Unidades Hidrológicas Homogéneas (cuja descrição é efectuada no Cap. 3.2) e a comparação com os valores obtidos pela EPNA e o INSB94.

Unidade Hidrológica	População Residente					
	1950	1960	1970	1981	1991	1995
Alto Vouga - Cabeceiras	43516	44179	36925	38466	35406	35537
Médio Vouga Esquerdo	105040	105902	98070	114394	112902	113861
Médio Vouga Direito	83447	85180	80525	90473	93367	94074
Alto Vouga - Cabeceiras	43516	44179	36925	38466	35406	35537
Baixo Vouga Sul	57686	59893	58745	58299	59596	60077
Baixo Vouga Norte	202647	223295	238910	282174	292404	301501
Total PBH	492336	518449	513175	583806	593675	605050
EPNA		588.267	597.161	666.853	690.563	
INSB (1994)						600.797

Tabela 4.1
População Total da bacia do Vouga por Unidades Hidrológicas Homogéneas

¹ Estimativas da População Residente para 1995, INE

Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual Sumário Executivo (data 30/05/99)

Tabela 4.2 - População residente nos concelho abrangidos pela BV entre 1950 e 1995 e respectivas taxas de variação

NUTE III	Concelhos	População Residente*					Taxas de variação da população						
		1950	1960	1970	1981	1991	1995	50/60	60/70	70/81	81/91	91/95	P**
Barro Mondego	Cantanhede	34.315	35.381	33.715	32.968	31.518	31.484	3,11	-4,71	-2,22	-4,40	-0,27	3
Barro Mondego	Mira	13.099	13.384	13.175	13.299	13.257	13.550	2,18	-1,56	0,94	-0,32	0,88	1
Barro Mondego	Montemor-o-Velho	5.820	61.26	5.935	6.381	6.155	6.023	5,26	-3,12	7,51	-3,54	-3,55	1
Barro Vouga	Aveiro	40.187	46.055	49.005	60.284	66.444	68.120	14,60	6,41	23,02	10,22	1,01	0
Barro Vouga	Águeda	32.991	35.274	34.510	43.216	44.045	44.740	6,92	-2,17	25,23	1,92	0,63	0
Barro Vouga	Ilhavo	21.513	25.108	23.350	31.383	33.235	34.780	16,71	-7,00	34,40	5,90	1,86	0
Barro Vouga	Ovar	20.559	21.284	23.460	26.949	29.048	30.137	3,53	10,22	14,87	7,79	3,75	0
Barro Vouga	Anadia	28.552	28.859	25.060	29.820	28.899	28.940	1,08	-13,16	18,99	-3,09	0,06	1
Barro Vouga	Estarreja	24.709	25.213	25.335	26.261	26.742	27.210	2,04	0,48	3,66	1,83	0,70	0
Barro Vouga	Alberg -a-Velha	17.870	18.446	18.050	21.326	21.995	22.380	3,22	-2,15	18,15	3,14	0,70	0
Barro Vouga	Vagos	20.131	20.250	18.440	18.548	19.068	19.710	0,59	-8,94	0,59	2,80	1,35	0
Barro Vouga	Oliveira do Bairro	17.242	16.699	14.975	17.517	18660	19.090	-3,15	-10,32	16,97	6,53	0,92	0
Barro Vouga	Mealhada	15.098	15.352	14.070	17.214	16.495	16.583	1,68	-8,35	22,35	-4,18	-0,54	1
Barro Vouga	Sever do Vouga	13.605	14.077	12.945	13.783	13.826	13.630	3,47	-8,04	6,47	0,31	-0,57	0
Barro Vouga	Murtosa	13.172	12.328	9.190	9.816	95.79	9.600	-6,41	-25,45	6,81	-2,41	0,09	1
Barro Lafões	São Pedro do Sul	24.066	23.238	19305	20.641	19.560	19.584	-3,44	-16,92	6,92	-5,24	0,13	1
Barro Lafões	Viseu	17.111	17.890	15.915	16.971	15.137	15.345	4,55	-11,04	6,64	-10,81	1,37	1
Barro Lafões	Vouzela	15.614	14.928	12.835	12.923	12.180	11.949	-4,39	-14,02	0,69	-5,75	-1,90	1
Barro Lafões	Oliveira de Frades	10.915	10.858	10.080	10.391	10.584	10.550	-0,52	-7,17	3,09	1,86	-0,13	0
Barro Lafões	Castro Daire	4.198	4.174	3.620	3.677	3.252	3.156	-0,57	-13,27	1,57	-11,56	-2,95	1
Barro Lafões	Sátão	4.328	4.164	3.890	3.324	3.124	3.170	-3,79	-6,58	-14,55	-6,02	1,48	4
Barro Lafões	Tondela	2.459	2.202	1.615	1.777	1.597	1.564	-10,45	-26,65	10,03	-10,12	-2,09	1
Barro Lafões	Vila N. de Paiva	1.420	1.621	855	836	776	764	14,15	-47,25	-2,22	-7,18	-1,61	3
Barro Lafões	Mortágua	780	814	785	598	550	537	4,36	-3,56	-23,82	-8,03	-2,36	3
Barro Lafões	Aguiar da Beira	584	587	500	392	349	347	0,51	-14,82	-21,60	-10,97	-0,67	3
Douro	Sernacelhe	569	523	405	454	417	413	-8,08	-22,56	12,10	-8,15	-0,85	1
Entre Douro e Vouga	O. de Azeméis	41.370	46.263	55.970	62.821	66.846	68.790	11,83	20,98	12,24	6,41	1,16	0
Entre Douro e Vouga	Feira	21.378	24.773	30.325	39.339	37.167	38.993	15,88	22,41	29,79	-5,57	4,91	0
Entre Douro e Vouga	Vale do Cambra	19.193	20.404	21.425	24.224	24.537	24.910	6,31	5,00	13,06	1,29	0,61	0
Entre Douro e Vouga	S. J. da Madeira	9.266	11.921	14.285	16.444	18.452	18.870	28,65	19,83	15,11	12,21	0,91	0
Entre Douro e Vouga	Arcoua	222	253	150	209	181	181	13,96	-40,71	39,33	-13,40	00,00	1
	TOTAL	492.336	518.449	513.175	583.806	593.675	605.050	5,30	-1,02	13,76	1,69	1,92	0
	Reg. Centro				1.763.119	1.721.541	1.711.390				-2,36	-0,59	
	Continente	7.921.913	8.292.975	8.074.960	9.336.760	9.375.926	9.421.980	4,68	-2,63	16,63	0,42	0,49	

* Apenas a percentagem incluída na BV ** Persistência

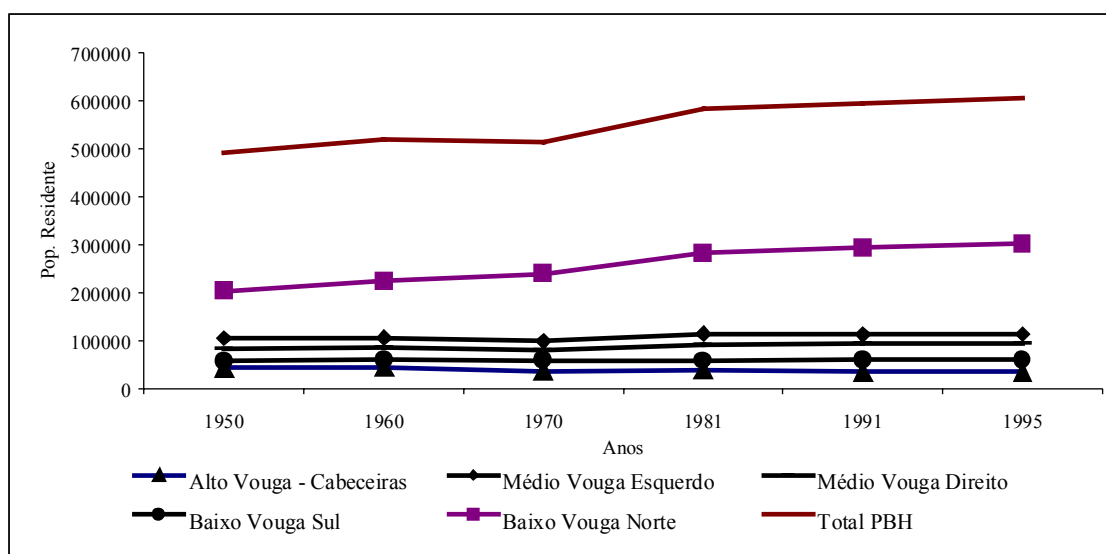


Gráfico 4.1
Evolução da População por Unidades Hidrológicas Homogêneas

Como se pode verificar da análise da Tabela 4.2, constata-se que existe uma variabilidade no que se refere ao comportamento demográfico entre os concelhos no período 1950/1995. Os concelhos que registaram maiores crescimentos populacionais entre 81/91 foram;

- S. João da Madeira (12.21%);
 - Feira (11.26%);
 - Aveiro (10.22%);
- seguidos por:
- Ovar (7.79%);
 - Oliveira do Bairro (6.53%);
 - Oliveira de Azeméis (6.41%);
 - Ílhavo (5.90%).

Embora o crescimento da bacia tenha sido generalizado, quinze concelhos registaram decréscimos populacionais entre 81 e 91 dos quais Aguiar da Beira, Viseu, Castro Daire e Arouca apresentaram decréscimos superiores ao 10%. Os concelhos de Sátão, Vouzela, Castro Daire, Vila Nova de Paiva e Sernacelhe, têm vindo a registar decréscimos desde a década de 50.

A persistência, que reflecte o número de décadas consecutivas que um concelho perde população, foi calculada entre 1950 e 1991. É nítida a diferenciação da persistência entre os concelhos do litoral (triângulo com os vértices nos concelhos de Feira, Vagos e Oliveira de Frades) que não sofreram decréscimos na última década, e os restantes concelhos, **Figura 9**.

Face aos valores das estimativas da população para 1995, verifica-se a inversão do comportamento populacional em 10 concelhos, relativamente ao comportamento registado entre 1981 e 1991. Os concelhos que face a um decréscimo na década de 80 surgem agora com aumentos populacionais são:

- . Mira;
- . Anadia;
- . S. Pedro do Sul;
- . Sátão;
- . Vila Nova de Paiva;
- . Sernacelhe;
- . Arouca.

Por outro lado, apenas o concelho de Oliveira de Frades inicia agora tendencialmente um período de decréscimo.

De entre os concelhos pertencentes a esta bacia individualizam-se desde já aqueles que pertencem à NUTE III Entre Douro e Vouga uma vez que são concelhos com um comportamento demográfico com um certo dinamismo. Desde 1950 apenas o concelho de Arouca (a parte pertencente a este plano) perdeu população nomeadamente nas décadas de 60 e de 81.

Em termos de possível zonamento do comportamento demográfico dos concelhos abrangidos pela BV identificam-se as seguintes áreas:

- . zona a norte litoral aquela que apresenta um maior dinamismo demográfico os concelhos que entre 1950 e 1991 registaram maiores crescimentos da população foram aqueles que se localizam no eixo Aveiro-Feira.
- . Zona interior - concelhos que maiores decréscimos: Vila Nova de Paiva, Aguiar da Beira e Sátão.

Se os vários concelhos apresentam variações relativamente às NUTES onde se inserem, tal também surge ao nível das freguesias. Tanto em 1950 como em 1991 a população concentrava-se nas freguesias do litoral. As freguesias que apresentavam mais de 8000 habitantes eram as seguintes:

- . Vera Cruz (Aveiro);
- . Ílhavo (São Salvador);
- . Ovar;

- São João da Madeira;
- Vagos (Mortágua);
- Mira.

As sedes de freguesias e as freguesias situadas no litoral são as que apresentam as maiores variações de população entre 1950 e 1991, que chegam a ultrapassar os 60%.

Ao longo das últimas décadas ocorreu uma concentração da população nos centros urbanos o que revela uma capacidade atractiva destes, refira-se que no âmbito do Relatório do Estado do Ordenamento do Território de 1997 o núcleo composto pelos concelhos de S. João da Madeira, Feira, Ovar e Oliveira do Hospital é considerado como um dos pólos/eixos urbanos com uma crescente capacidade atractiva.

Para o cálculo da população flutuante, além da população em residências secundárias foi também utilizada a informação relativa ao fluxo de turistas nacionais e estrangeiros, tendo sido seguida a metodologia utilizada pela equipa do Plano Nacional da Água.

Ao nível da capacidade de alojamento verifica-se que os concelhos de Aveiro, Viseu, Anadia e S. Pedro do Sul são os que apresentam o maior valor o concelho de Aveiro, juntamente com Viseu representam cerca de 30% da capacidade de alojamento da bacia.

Na Tabela 4.3 apresentam-se os valores totais de população flutuante com origem quer nas residências secundárias quer em número de turistas.

A população flutuante é, na generalidade dos concelhos, maioritariamente composta por população em residências secundárias. A população flutuante total em habitantes equivalentes é de 12.892, dos quais 79% correspondem a residências secundárias e apenas 21% a turistas. Os concelhos com maiores valores de população flutuante são os seguintes:

- Aveiro onde a população flutuante é maioritariamente composta por residências secundárias mas os turistas correspondem a uma percentagem 44% ;
- Ílhavo, no qual as residências secundárias superam os turistas;
- Anadia com uma distribuição da população flutuante equiparada entre as residências secundárias e os turistas;
- Cantanhede e Murtosa com sensivelmente os mesmos valores.

Concelho	Flutuante Residências Secundárias (1991)	Hotéis Capacidade de Alojamento (95/97)	Capacidade de Alojamento (% da bacia)	Campismo	Flutuante Total Turistas (1995/97)	TOTAL Res. Sec. +Turistas (1991 e 1995)
Aveiro	721	1.148	15,10	860	562	1.282
Ílhavo	1.119	253	3,33	183	124	1.243
Anadia	517	1.063	13,98	308	520	1.037
Cantanhede	933	235	3,09	300	90	1.023
Murtosa	878	152	2,00		74	952
Mira	523	408	5,37	1290	185	708
Ovar	627	248	3,26	700	70	697
Mealhada	267	865	11,38		381	648
Agueda	502	202	2,66	250	99	601
São Pedro do Sul	316	652	8,57	340	257	572
Oliveira de Azeméis	470	190	2,50	120	84	555
Vagos	513	42	0,55	2.400	20	534
Estarreja	448	22	0,29		11	459
Oliveira do Bairro	356	110	1,45		54	409
Viseu	223	1.155	15,19	360	102	325
Albergaria-a-Velha	292	36	0,47		18	309
Sever do Vouga	269	44	0,58		22	291
Vale de Cambra	271	32	0,42		12	283
Feira	243	266	3,50		29	272
Vouzela	164	4	0,05	600	2	166
São João da Madeira	141	36	0,47		15	155
Oliveira de Frades	124		0,00		0	124
Castro Daire	90	19	0,25	280	2	92
Sátão	88	16	0,21		2	90
Montemor-o-Velho	62	8	0,0		3	63
Vila Nova de Paiva	28		0,00		0	28
Aguiar da Beira	12	70	0,92		2	14
Sernacelhe	9		0,00		0	9
Mortágua	7	104	1,37		2	9
Arouca	4	70	0,92		0	4
VOUGA	10.154	7.442	100	7.991	2.738	12.892

Fonte: INE, DGT

Tabela 4.3
Estimativa da População Flutuante (em equivalentes habitante/ano)

No que se refere aos concelhos com menores valores de população flutuante, inferiores a 30 habitantes equivalente/ano, salientam-se os concelhos de :

- Vila Nova de Paiva;
- Aguiar da Beira;
- Sernacelhe;
- Mortágua;
- Arouca.

Ao analisar os resultados devem ser tidos em consideração os seguintes aspectos: o referencial temporal para o cálculo da população flutuante é 1991, para as residências secundárias, e 1995/97 para os turistas; o outro aspecto, corresponde ao facto de se terem considerado em conjunto os turistas nacionais e estrangeiros, que poderão ter implicações diferentes uma vez que

os turistas nacionais poderão significar transferências de população entre concelhos e não aumentos reais de população.

4.1.2. Actividades económicas

Em 1996, segundo a base de dados de empresas do MQE (esta apenas contém as empresas com trabalhadores por contra de outrem) na área da bacia hidrográfica do rio Vouga existiam 11.931 empresas com 140 094 trabalhadores. Relativamente ao ano de 1991 o número de pessoal ao serviço sofreu um acréscimo de aproximadamente 6% (cerca de 8.500 trabalhadores), por outro lado, entre os dois anos referidos foram criadas cerca de 3.500 empresas que corresponde a um acréscimo de 42%.

Em termos gerais o conjunto dos concelhos da bacia registaram um acréscimo de aproximadamente 16.559 activos, passando de 242.655 para 259.214 activos. Este traduziu-se num decréscimo da população activa no Sector I e num acréscimo nos restantes sectores, tal como se pode verificar da análise do Gráfico 4.2.

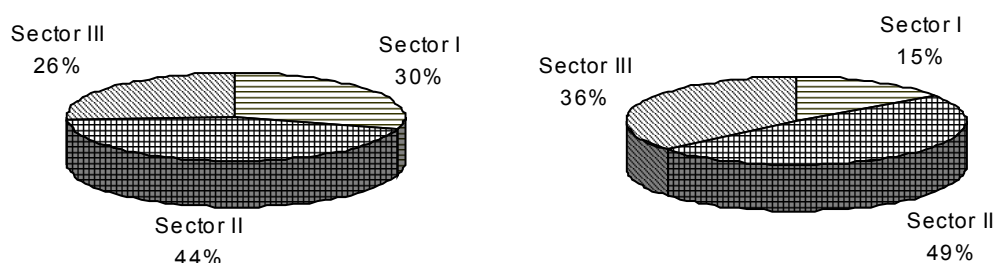


Gráfico 4.2
Distribuição da população activa por sectores de actividade económica em 1981 e 1991 na BV

Em termos concelhios, e no que se refere à variação da percentagem de activos entre 1981 e 1991 o aumento foi generalizado, Gráfico 4.3, destacando-se os concelhos de:

- Mealhada;
- Vila Nova de Paiva;
- Feira e S. João da Madeira.

Com aumentos superiores a 30%. No lado oposto, concelhos com decréscimo de activos identificam-se, os concelhos de:

- Mortágua;
- Vouzela;
- Aguar da Beira;
- Oliveira de Frades;
- Castro Daire.

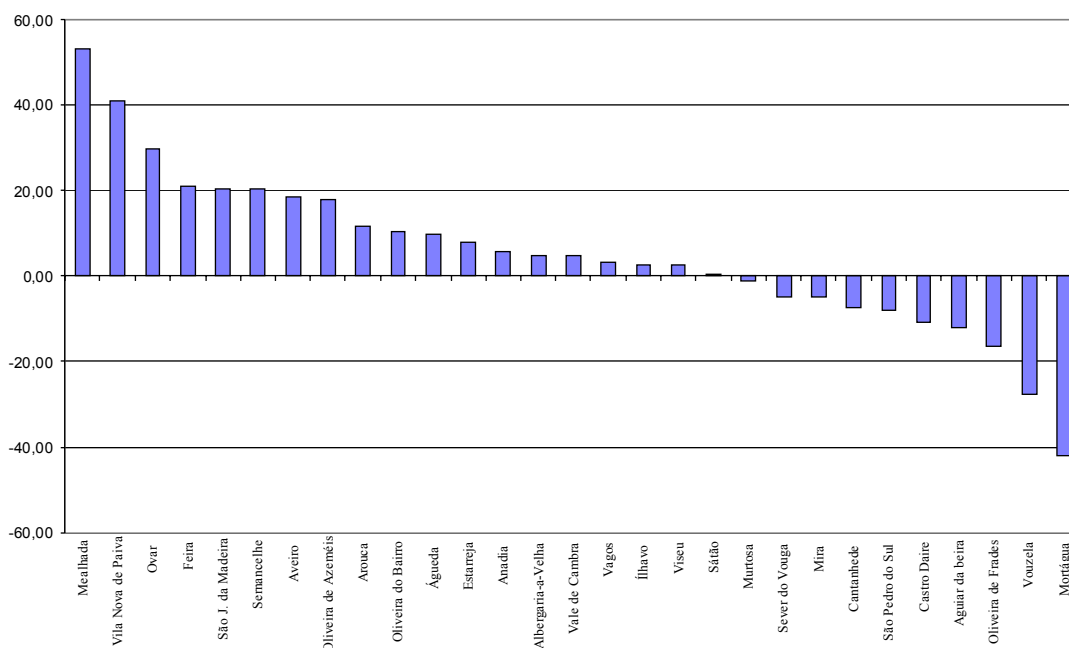


GRÁFICO 4.3
Variação da percentagem de activos nos concelhos da BV entre 1981 E 1991

Verifica-se que ocorreu uma diminuição generalizada da população no Sector I: enquanto que em 1981, onze concelhos apresentavam dominância no sector agrícola (que chegavam a atingir os 73% em Vouzela) em 1991 este número passa para nove. Os concelhos com maiores percentagens eram Aguiar da Beira e Castro Daire com valores a rondar os 55%.

Contrariamente ao Sector I, o Sector II registou um acréscimo generalizado na maioria dos concelhos exceptuando, os concelhos da Feira, S. João da Madeira, Aveiro, Estarreja e Vila Nova de Paiva. Saliente-se que o facto de percentagem neste sector ter diminuído não quer dizer que tenham diminuído o número de activos, aliás, à excepção do concelho de Castro Daire todos

os concelhos registaram acréscimos de população activa neste sector. Em 1981 existiam apenas onze concelhos com o predomínio do secundário, em 1991 este número passou para catorze. Nesta primeira abordagem verifica-se que este sector terá decerto importância no âmbito das actividades económicas desta bacia.

O sector terciário, que reflecte o número de activos nos serviços registou um aumento generalizado em todos os concelhos. Se em 1981 apenas Aveiro, S. João da Madeira e Viseu apresentavam uma percentagem de população superiores a 30%, em 1991 este valor é praticamente atingido por todos os concelhos, sendo superior a 30% nos concelhos de Aveiro, Viseu e Mealhada. Tal decerto estará relacionado com o aumento da dimensão dos centros urbanos bem como com o desenvolvimento da actividade industrial.

O concelho de Aveiro, nos últimos anos tem vindo a afirmar a sua posição como pólo regional assitindo-se a um acréscimo populacional, a sua actividade industrial apresenta cada vez maior diversificação na qual as indústrias de forte intensidade capitalística assumem uma importância crescente (cerâmica, pasta de papel e automóvel). No que se refere a S. João da Madeira este concelho tem-se vindo a afirmar como centro industrial nomeadamente de indústrias relacionadas com o vestuário e calçado.

Em seguida apresenta-se resumidamente uma análise da situação das actividades económicas referentes à Agricultura e indústria na bacia com base na CAE (Rev 1) a um dígito.

CAE 1 – Agricultura

Esta actividade que outrora representava o sector dominante na quase maioria dos concelhos, actualmente o seu peso é mais reduzido. Ao nível da bacia este ramo apenas representa cerca de 2% do pessoal ao serviço e menos de 2% do total de empresas (294 empresas). Verifica-se que o concelho de Mortágua, é aquele que apresenta uma maior percentagem, que no entanto só atinge os 2% das empresas. Em termos de pessoal ao serviço as percentagens apresentam-se um pouco mais elevadas. O concelho de Ílhavo surge em primeiro lugar com 20% do pessoal ao serviço seguido pelo concelho de Mortágua com 15%.

CAE 2 - Indústria extractiva

Este ramo tem muito pouco peso percentual nesta bacia, representando apenas cerca de 0.41% do emprego e um valor bastante inferior ao nível das empresas, uma vez que a indústria extractiva assume especial importância num plano de bacia, devido aos problemas que pode trazer ao nível da poluição das águas, considera-se que a este nível a importância vai para o levantamento do número de empresas declaradas desta forma, em 1996 existiam cerca de 50 empresas no total da bacia (acréscimo de 7 empresas face a 91) para um total de 571 trabalhadores, de seguida apresentam-se os concelhos que, em 1996, apresentavam mais de 2 empresas declaradas.

- . Águeda
- . Cantanhede
- . Ílhavo
- . Ol. de Azeméis
- . Aveiro
- . Ovar
- . S. Pedro do Sul
- . Vagos
- . Viseu
- . Anadia
- . Oliveira do Bairro

CAE 3 – Indústria Transformadora

Ao nível do Continente cerca de 27% do emprego está na indústria transformadora, onde os concelhos das áreas metropolitanas representam cerca de 40% do emprego industrial.

Na BV este sector é aquele que maior importância apresenta ao nível da população ao serviço, empregando cerca de 64% do pessoal ao serviço, embora apenas represente cerca de 31% das empresas do total da bacia.

De seguida apresentam-se os concelhos nos quais o pessoal ao serviço neste ramo é superior a 50% do total do concelho.

- . S.J. da Madeira
- . Ovar
- . Águeda

- . Oliveira de Azeméis
- . Feira
- . Oliveira do Bairro
- . Anadia
- . Vale de Cambra
- . Arouca
- . Oliveira de Frades
- . Albergaria-a-velha
- . Vouzela
- . Estarreja
- . Mira

Estes 14 concelhos no âmbito do presente plano de bacia representam 80% dos activos e 77% das indústrias.

São os concelhos de Oliveira de Azemeis, Águeda e Feira que detêm o maior número de empresas.

Da análise dos dados referentes à CAE a 1 dígito retiram-se 2 conclusões:

- . A actividade dominante na BV é a indústria transformadora, que basicamente se concentra num conjunto de concelhos situado a norte da bacia na faixa litoral;
- . Dez concelhos concentram cerca de 78% do pessoal ao serviço e 73% das empresas da bacia, essencialmente localizados a NW da bacia.

4.2. Necessidades de Água

4.2.1. Síntese

As necessidades de água globais na bacia hidrográfica do rio Vouga são actualmente de cerca de 242 hm³/ano. Os valores mensais globais estimados para cada unidade hidrológica homogénea apresentam-se na Tabela 4.4. Cerca de 66% das necessidades totais na bacia correspondem à rega, enquanto os restantes 34% se repartem pelo abastecimento público e consumo industrial em partes muito semelhantes de 19% e 15% respectivamente, como se pode observar no Gráfico 4.4 que se apresenta em seguida.

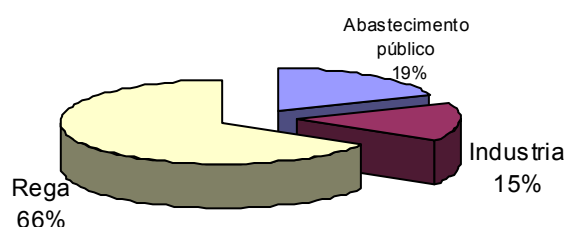


Gráfico 4.4
Distribuição percentual das necessidades globais na bacia

Unidade hidroológica homogénea		Necessidades totais de água na bacia do Vouga (hm3/ano)				Total
		Abast. público	Industria	Rega	Pecuária	
ALTO VOUGA						
UHH 4 -	Cabeceiras	1.83	0.17	19.00	0.022	21.02
MÉDIO VOUGA						
UHH 3 -	Médio Vouga Direito	5.00	0.68	27.55	0.017	33.25
UHH 2 -	Médio Vouga Esquerdo	7.10	0.95	43.80	0.018	51.87
BAIXO VOUGA						
UHH 1 -	Baixo Vouga Sul	3.44	0.10	18.00	0.016	21.56
UHH 5 -	Baixo Vouga Norte	24.34	34.92	53.00	0.067	112.33
	Ribeiras litorais	0.29	0.00	2.25	0.001	2.54
Total		42.00	36.82	163.60	0.14	242.56

Tabela 4.4
Necessidades de água anuais por unidade hidrológica homogénea

Esta distribuição entre os 3 grandes grupos de utilizadores não é no entanto homogénea ao longo da bacia, como se pode observar na Tabela 4.4 e na **Figura 10**. É no Baixo Vouga Norte que se concentram cerca de 46% das necessidades de água totais da bacia.

4.2.2. Abastecimento público

As necessidades de água totais para o abastecimento público na bacia hidrográfica do rio Vouga são actualmente cerca de 42 hm³/ano. A metodologia utilizada para o computo das necessidades de água para abastecimento municipal baseou-se na aplicação de capitações aos quantitativos populacionais ao nível da freguesia, de acordo com as estimativas da população em 1995. As capitações adoptadas pretendem integrar num único valor, designado “Capitação Municipal”, os seguintes consumos:

- Doméstico
- Público (5%)
- Serviços e Indústria inserida na malha urbana (20%)
- Fugas (25%)

Considerando ainda que o consumo público e o de serviços e indústria estará relacionado com a dimensão dos aglomerados, crescendo no mesmo sentido que estes, situação que em parte será acompanhada pelos próprios consumos domésticos, adoptaram-se os valores para capitação constantes na Tabela 4.5.

População total da Freguesia (hab)	Capitação Municipal (l/hab.dia)
< 2000	130
2000 – 5000	180
5000 – 10000	200
10000 – 50000	250

Tabela 4.5
Capitações para Consumo Municipal

As necessidades de água desagradadas por concelho apresentam-se na Tabela 4.6, onde também se quantificam as parcelas das necessidades de água dos concelhos que são abastecidos a partir de origens exteriores à bacia do Vouga. Na mesma linha de raciocínio indicam-se os volumes de água que são retirados da bacia do Vouga para a satisfação de água de populações localizadas em outras bacias. Estes valores são insignificantes.

Concelho	Necessidades Actuais	Necessidades satisfeitas por outras bacias		Volumes de água fornecidos para outras bacias	
		Douro	Mondego	Douro	Mondego
Águeda	3088995				
Albergaria-a-Velha	1499211				
Anadia	1812975				
Aveiro	5028190				
Estarreja	1861368				
Ílhavo	3112414				
Mealhada	1096560		439663		
Murtosa	666421				
Oliveira de Azeméis	4895620				
Oliveira do Bairro	1289271				
Ovar	2466052			163388	
São João da Madeira	1736944				
Sever do Vouga	787285				
Vagos	1071462				
Vale de Cambra	1626848				
Cantanhede	2013846				343715
Mira	955772				
Montemor-o-Velho	439690				
Aguiar da Beira	17588				
Castro Daire	25327				
Mortágua	26382				
Oliveira de Frades	549657				
São Pedro do Sul	1033000				
Sátão	221932				
Tondela	101812				
Viseu	718312		184249		222899
Vouzela	572899				
Arouca	8778				
Castro Daire	211740				
Sernacelhe	20024				
Santa Maria da Feira	3025437	630112			
Vila Nova de Paiva	38032				
Queiriga					
TOTAIS	42019844	630112	623913	163388	566614

Tabela 4.6 - Necessidades de água para o abastecimento público em cada concelho

4.2.3. Indústrias

As necessidades de água para consumo industrial na área do PBH do Vouga foram estimadas como sendo actualmente de 36.8 hm³/ano.

A avaliação dos consumos industriais, exceptuada a situação da unidade de produção de pasta de papel, foi efectuada por via indirecta, utilizando coeficientes de específicos, adaptados a cada tipo de indústria, de acordo com o tipo de actividade e utilizando como parâmetro indicador da dimensão da unidade industrial o nº de trabalhadores.

Com todos os inconvenientes e incertezas que esta metodologia acarreta, teve de ser a adoptada, face à dificuldade de obtenção de valores resultantes de medições directas, e da fiabilidade de eventuais inquéritos que fossem efectuados aos estabelecimentos industriais.

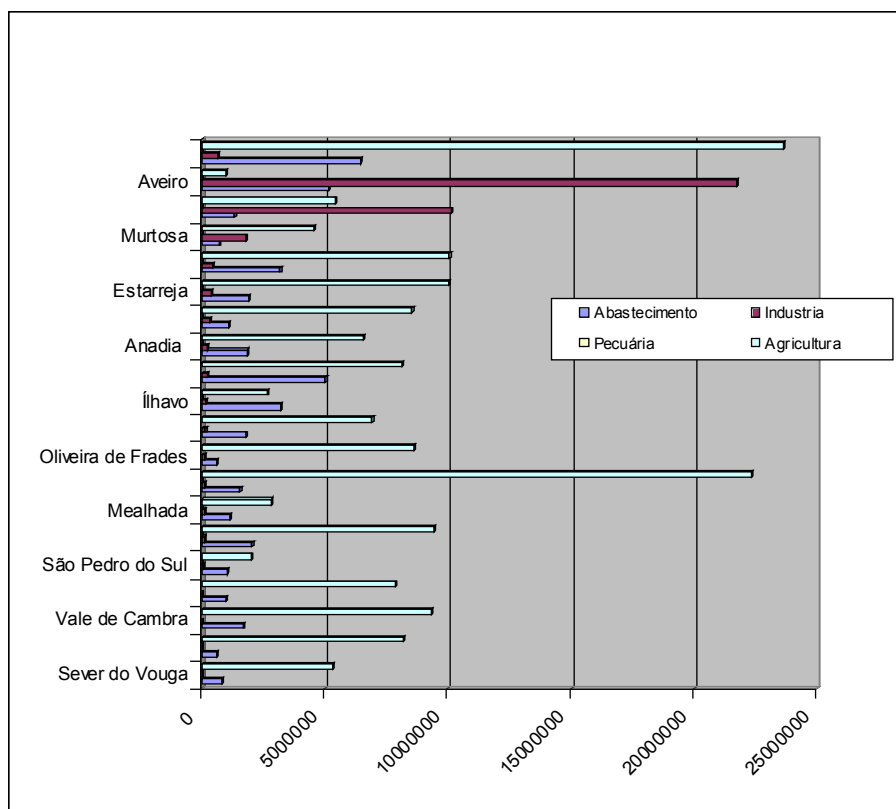
Saliente-se ainda nesta matéria, que muitos dos consumos industriais resultam de captações próprias, directamente de águas subterrâneas ou superficiais, na maior parte dos casos sem existir sequer uma medição adequada.

Considerando que os consumos na indústria não poderão ser muito diferentes dos efluentes gerados, uma vez que, na generalidades das actividades produtivas, a água integrada no produto final ou perdida por evaporação é diminuta, adoptou-se no entanto um coeficiente de 1.1 para distinguir entre a água utilizada e a água rejeitada.

Por outro lado, a base de dados utilizada para caracterização do tecido industrial foi a base de dados SISED, que regista as unidades industriais que apresentam trabalhadores por conta de outrem.

Concelho	% do Concelho na Bacia	Necessidades Abastecimento (m3/ano)	Necessidades Indústria (m3/ano)	Necessidades pecuária (m3/ano)	Necessidades Rega (m3/ano)
Águeda	100	3165530	482099	12738.04	10067293
Albergaria-a-Velha	100	1536357	120761	13956.69	22335373
Anadia	100	1857895	235105	4662.875	6554291
Aveiro	100	5152772	21735912	10566.75	999696
Cantanhede	85	2063743	95739	6570	9477474
Estarreja	100	1907486	406324	17645.47	10013958
Ílhavo	100	3189529	156252	2337.369	2691628
Mealhada	88	1138840	107215	1804.469	2838982
Mira	100	979453	8766		7885127
Murtosa	100	682933	1802737	2235.625	4595078
Oliveira de Azeméis	100	5016918	232826		8107979
Oliveira de Frades	100	563276	139575		8658530
Oliveira do Bairro	100	1321215	10134249	3175.5	5447319
São João da Madeira	100	1779980	147949		6931277
São Pedro do Sul	98	1058594	53147	21619.41	2023680
Sever do Vouga	100	806792		11512.56	5331237
Vagos	100	1098010	331454	11244.74	8561070
Vale de Cambra	100	1667156	5992		9359167
Vouzela	95	587093		479.0625	8171636
Restantes Concelhos		6446428	625640	21304.59	23649207
Total avaliado		42020000	36821742	141853	163700000

Tabela 4.7
Necessidades Totais de água



As estimativas dos consumos anuais foram obtidas a partir dos consumos diários considerando 300 dias de laboração anual, ou seja 50 semanas de 5 dias.

Como já foi referido anteriormente a unidade de produção de Pasta de Papel foi sujeita a um inquérito directo, tendo assim sido contabilizados os valores por ela indicados.

Os valores obtidos, calculados utilizando os coeficientes atrás referidos, encontram-se referenciados à freguesia, o que permite com algum rigor avaliar a sua distribuição sobre o território do PBH Lis. Apresenta-se na Tabela 4.7 e no correspondente gráfico o resultado da sua contabilização ao nível do concelho, e apenas em relação aos situados em mais de 60% na bacia do Vouga, tendo em conta em cada um deles apenas as freguesias abrangidas pelo PBH.

Face à existência de grandes consumidores industriais na área da Bacia hidrográfica, apresenta-se na Tabela 4.8 os 17 maiores consumidores, correspondendo as suas necessidades em água a 94% das necessidades industriais totais.

Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual: Sumário Executivo (data 30/05/99)

CAE R2	NOME	LOCALIDADE	FREGUESIA	CAUDAL	
				(m³/dia)	(hm³/ano)
21110	PORTUCEL IND. EMP. PRODUTORA CELULOSE SA	CACIA	CACIA	65000	23.7
21211	SIMAO ROCHA LDA	OVAR	OVAR	14000	4.20
21211	FAB. DE PAPEL DO AVE LDA	OVAR	OVAR	13500	4.05
21211	FAPOVAR FAB DE PAPEL DE OVAR SA	OVAR	OVAR	2500	0.75
21211	J. C. CORREIA & REBELO LDA	NOGUEIRA DO CRAVO	NOGUEIRA DO CRAVO	2000	0.60
15510	PROLEITE CRL	OLIVEIRA DE AZEMEIS	OLIVEIRA DE AZEMEIS	488	0.15
15510	NESTLE PORTUGAL SA	ESTARREJA	BEDUIDO	479	0.14
15510	PROLEITE-MIMOSA PROD LACTEOS SA	OLIVEIRA DE AZEMEIS	OLIVEIRA DE AZEMEIS	414	0.12
21211	ADELINO NASCIMENTO CARVALHO	OVAR	OVAR	400	0.12
15510	LACTICOOP UNIAO COOP PROD LEITE ENTRE DOURO E MONDEGO	SEVER VOUGA	SEVER VOUGA	386	0.12
15510	LACTO IBERICA, S.A.	VALE PEREIRAS	VALE DE CAMBRA	303	0.09
21212	FERREIRAS LDA	AGUEDA	LUSO	234	0.07
15120	AVICASAL SOC AVICOLA SA	S. PEDRO SUL	S. PEDRO DO SUL	196	0.06
21212	CARTONEX ARTIGOS DE ESCOLARES E DE ESCRITORIO LDA	S JOAO DA MADEIRA	S JOAO DA MADEIRA	192	0.06
15120	BELIAPE SOC AVICOLA E PECUARIA DA BEIRA LITORAL LDA	OLIVEIRA AZEMEIS	OLIVEIRA DE AZEMEIS	177	0.05
21212	SACOCCEL SOC PRODUTORA DE EMBALAGENS E SACOS PAPEL LA	CACIA-AVEIRO	CACIA	174	0.05
21212	CARTONAGEM TRINDADE LDA	S. VICENTE PEREIRA	S. VICENTE PEREIRA	168	0.05
Totais				100612	34.4

Tabela 4.8
Principais utilizadores industriais

No que diz respeito à Agropecuária, foram avaliadas os consumos de água para os sectores da suinicultura e boviniculturas, tomando como premissa a base de dados da DRA Centro.

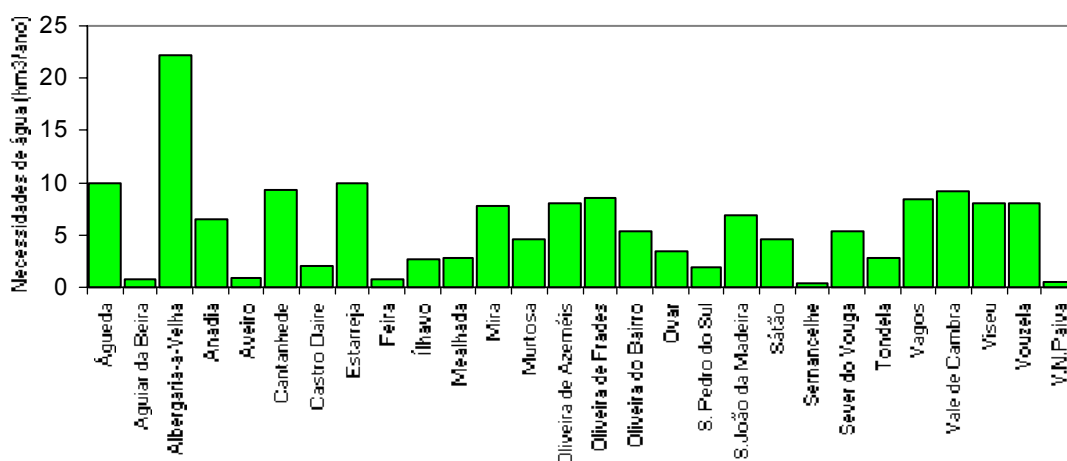
Relativamente às suiniculturas procurou estimar-se os caudais consumidos, tendo em consideração o número de efectivos registados e considerando uma captação de efluente de 12 l por dia e por animal. Para o sector da bovinicultura, foi efectuada a avaliação dos seus consumos, tendo-se considerado uma captação de 35 litros por dia e animal para efluente gerado

Para estimar os consumos adoptou-se -se um factor de 1.25 assumindo que as rejeições constituam cerca de 80% da água utilizada. Os valores foram calculado referenciados à freguesia e apresentam-se na Tabela 4.7.

4.2.4. Rega

4.2.4.1 Síntese

Na bacia do Vouga existem actualmente cerca de 56 500 ha de áreas de rega, os quais correspondem a uma necessidade de água da ordem de 163 hm³/ano em ano médio. Estas necessidades de água na agricultura correspondem, grosso modo, aos consumos das culturas agrícolas, uma vez que a componente de consumo pecuário é relativamente pouco importante. Na Figura 11 podem ver-se as áreas regadas na bacia do Vouga e a localização dos regadios tradicionais. A repartição das necessidades de água para rega por concelho é a seguinte:



Comparando os resultados de necessidades de água para rega apresentados com uma outra estimativa realizada por Gonçalo Leal para a Beira Litoral, verifica-se que os valores actuais representam cerca de 50 % dessa estimativa. A grande diferença deve-se provavelmente à evolução no método de Penman. Recorde-se que à data do aparecimento da estimativa de Gonçalo Leal, se aplicava o método de Penman. De seguida passou-se ao método de Penman corrigido e depois ao método de Penman corrigido e modificado. Actualmente, o método aconselhado é o de Penman-Monteith. Esta evolução tem provocado um percurso descendente nas estimativas das necessidades hídricas, que é bastante evidente.

Os registos de consumos de água na agricultura de regadio existentes na bacia hidrográfica do Vouga correspondem a uma pequena área. Assim sendo, as necessidades de água são estimadas, para a maioria dos regadios, através das necessidades hídricas teóricas das culturas, determinadas pela fórmula de Penman-Monteith.

Agregando as três categorias de regadios, incluindo os de aproveitamentos em fase de projecto, obtêm-se as áreas de rega apresentadas na Tabela 4.9.

Concelho	Iniciativa estatal	Tradicionalis	Individuais	Totais
Águeda	0	180	3583	3763
Aguiar da Beira	0	0	338	338
Albergaria-a-Velha	3155	94	2960	6209
Anadia	60	193	2279	2532
Aveiro	0	40	299	339
Cantanhede	0	0	4031	4031
Castro Daire	0	170	365	535
Estarreja	0	0	3204	3204
Feira	0	0	270	270
Ílhavo	0	0	1122	1122
Mealhada	0	155	832	987
Mira	0	0	3483	3483
Murtosa	0	0	1196	1196
Oliveira de Azeméis	0	561	2072	2633
Oliveira de Frades	33	519	2778	3330
Oliveira do Bairro	0	0	1887	1887
Ovar	0	45	1068	1113
S. Pedro do Sul	0	0	56	56
S. João da Madeira	0	0	2866	2866
Sátão	0	109	1452	1561
Sernancelhe	0	55	76	131
Sever do Vouga	0	862	393	1255
S. Pedro do Sul	0	565	0	565
Tondela	0	30	591	621
Vagos	0	0	213	213
Vale de Cambra	106	871	3655	4632
Viseu	107	470	1814	2391
Vouzela	0	99	1910	2009
V.N. Paiva	0	108	3180	3288
Totais	3461	5126	47973	56560

Tabela 4.9 - Áreas regadas globais (ha)

A essas áreas de rega correspondem os consumos globais apresentados na Tabela 4.10.

Concelho	M E S E S							Total
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Águeda	10,8	91,5	699,7	4203,8	4502,1	413,3	26,3	9947,5
Aguiar da Beira	0,6	33,1	325,5	403,1	56,9	13,7	1,9	834,7
Albergaria-a-Velha	23,3	127,8	1107,5	10003,8	9966,0	813,5	27,6	22069,6
Anadia	0,8	119,6	1041,5	2748,1	2246,4	300,0	19,8	6476,3
Aveiro	0,9	12,7	122,3	422,0	378,2	49,2	2,4	987,8
Cantanhede	0,3	124,6	1178,5	3926,0	3559,5	555,3	20,6	9364,7
Castro Daire	7,4	80,1	514,0	872,1	487,9	169,7	27,3	2158,4
Estarreja	16,5	90,2	636,4	4450,3	4316,1	368,3	17,0	9894,8
Feira	0,6	7,5	57,3	355,1	326,8	25,1	0,9	773,3
Ílhavo	7,8	56,3	404,9	1125,2	958,9	100,0	6,6	2659,6
Mealhada	0,3	29,2	287,2	1185,6	1152,6	142,5	7,7	2805,2
Mira	21,9	190,6	1567,2	3300,3	2356,5	332,9	21,9	7791,3
Murtosa	19,4	102,9	426,6	1921,4	1737,5	293,3	39,2	4540,4
Oliveira de Azeméis	21,7	123,8	715,8	3495,2	3296,3	325,4	33,3	8011,5
Oliveira de Frades	0,6	30,9	224,3	3404,7	4437,2	418,2	39,6	8555,5
Oliveira do Bairro	13,7	111,5	762,2	2367,7	1914,4	199,9	13,2	5382,5
Ovar	2,4	19,5	182,6	1541,4	1499,0	114,4	2,8	3362,1
S. Pedro do Sul	0,7	13,1	121,6	869,3	899,5	85,9	9,6	1999,6
S. João da Madeira	1,1	49,5	472,5	3044,6	3067,8	203,8	9,5	6848,8
Sátão	5,6	157,0	1606,5	2111,5	471,7	132,6	20,4	4505,3
Sernancelhe	0,8	16,5	111,4	174,4	78,8	28,0	3,9	413,8
Sever do Vouga	37,6	142,2	567,7	2166,1	1987,1	318,3	48,8	5267,8
Tondela	0,9	14,5	128,6	1151,2	1339,5	125,3	15,0	2775,1
Vagos	46,0	305,7	1944,2	3460,3	2236,6	413,6	52,8	8459,2
Vale de Cambra	6,4	93,2	667,6	3995,0	4040,1	391,3	54,3	9247,8
Viseu	7,7	166,6	908,7	3320,0	3118,8	408,5	30,9	7961,2
Vouzela	0,7	40,7	325,3	3227,4	3989,8	438,6	52,0	8074,4
V.N. Paiva	1,1	20,1	181,3	260,0	88,7	28,5	4,3	583,9
Totais	257,5	2371,2	17288,9	69505,5	64510,6	7209,2	609,4	161752,3

Tabela 4.10

Consumos de água globais na agricultura ($\times 10^3 \text{ m}^3$)

4.2.4.2 Consumos nos regadios colectivos de iniciativa estatal

Os regadios colectivos de iniciativa estatal considerados na estimativa de consumos de água, dividem-se em dois grupos: aqueles que já se encontram em exploração e os que ainda estão em fase de projecto. A B.H. do Vouga possui três regadios colectivos realizados pelo Estado, actualmente em exploração: Burgães, Pereiras e Ribeira de Porcão, qualquer um deles com uma área regada relativamente reduzida. No que respeita aos aproveitamentos hidroagrícolas em fase de estudo ou de projecto, registam-se dois: Calde e Baixo Vouga Lagunar.

A área de rega inscrita no projecto inicial do A.H. de Burgães, que se situa no concelho de Vale de Cambra, próximo de um polo industrial significativo, era de 169 ha. Dessa área inicial, foi desanexada uma área de 8 ha, diminuindo a área de rega para 161 ha. Contudo, houve desde o início do aproveitamento uma área de 55 ha, ocupada por floresta, em que nunca se utilizou água de rega.

A área que tem vindo a ser realmente agricultada ao longo do tempo aproxima-se, portanto, de 106 ha. Em termos legais, porém, a área de rega é de 161 ha.

Devido essencialmente ao significativo desenvolvimento industrial do concelho e à queda significativa dos preços do leite, cuja produção era um vector essencial da agricultura desta região, os terrenos de cultivo, que eram muito utilizados na produção de forragens para o gado leiteiro, têm vindo a ser gradualmente abandonados, desconhecendo-se neste momento a área efectivamente cultivada em cada ano.

Em relação às culturas praticadas, predomina o milho e a batata, no que respeita às culturas de Verão. No referente às culturas de Inverno, existe ainda alguma produção de ferrejos. Não foi possível colher elementos mais rigorosos sobre a ocupação cultural deste perímetro.

O aproveitamento hidroagrícola de Ribeira de Porcão localiza-se no concelho de Anadia, freguesia de Vila Nova de Monsarros, junto desta última povoação, na margem direita do rio da Serra. A área regada é de 60 ha. Em termos de culturas praticadas, não foi possível fazer o seu levantamento.

O Aproveitamento hidroagrícola de Pereiras localiza-se junto à aldeia de Pereiras, freguesia de Reigoso e concelho de Oliveira de Frades. A área equipada é de 43 ha, tendo-se encontrado

uma referência a que a área regada anualmente não pode ultrapassar 33 ha. Também neste caso, não foi possível fazer o levantamento das culturas praticadas.

O aproveitamento hidroagrícola de Calde localiza-se junto à aldeia de Várzea, freguesia de Calde e concelho de Viseu e encontra-se presentemente em fase de lançamento do concurso para a obra. A área a servida é de 133 ha e a área útil é de 107 ha.

O Baixo Vouga Lagunar consiste actualmente num perímetro agrícola em que se realizaram obras de drenagem e caminhos agrícolas, que beneficiaram francamente a sua exploração. Este bloco constitui uma de dez unidades geográficas de valorização agrícola consideradas no “Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga”. Compreende uma área de 3 155 ha e fica localizado entre as latitudes 40° 45’N e 40° 40’N e as longitudes 8° 33’W e 8° 38’W. É limitado a Norte pelo esteiro de Estarreja, a Oeste, pelo Lago do Laranjo e o eixo Vilarinho-Murtosa, a Sul pelo troço do rio Vouga a jusante de Angeja e, a Este por uma fronteira sinuosa que se desenvolve, aproximadamente, a Sul, junto à EN109 e, a Norte, junto à linha de Caminho de Ferro do Norte. Actualmente esta área dispõe de água de rega em quantidade insuficiente e de má qualidade, segundo as referências consultadas. A possibilidade de regar esta área está a ser equacionada por uma equipa de projecto do IHERA, que se encontra sediada no local, que de resto foi quem efectuou os projectos das redes de drenagem e de caminhos. Para regar este bloco, estima-se que seja necessário um volume médio anual de aproximadamente 12,5 milhões de m³.

Na Tabela 4.11 apresentam-se, por conseguinte, os consumos médios estimados para os concelhos em que se localizam os cinco regadios colectivos de iniciativa estatal. Os consumos totais anuais foram repartidos pelo período de rega de forma proporcional aos consumos nos regadios tradicionais.

Concelho	Área	M E S E S							Total
		Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Vale de Cambra	106	1,2	17,1	122,7	734,4	742,7	71,9	10,0	1700,0
Anadia	60	0,0	3,5	30,6	80,7	66,0	8,8	0,6	190,1
Oliveira de Frades	33	0,0	0,4	2,7	41,1	53,5	5,0	0,5	103,2
Viseu	107	0,7	14,2	77,4	282,7	265,6	34,8	2,6	678,0
Albergaria-a-Velha	3155	13,2	72,3	626,8	5661,7	5640,2	460,4	15,6	12490,2
Totais	3461	15	108	860	6801	6768	581	29	15162

Tabela 4.11

Áreas regadas e consumos de água em ano médio nos regadios colectivos de iniciativa estatal (×10³ m³)

4.2.4.3 *Consumos de água nos regadios colectivos tradicionais*

As áreas regadas dos regadios tradicionais são as que constam de uma lista da DGRAH das juntas de agricultores criadas até recentemente e os projectos de reabilitação no âmbito do PEDAP e do PAMAF. Essas áreas foram agrupadas por concelhos, tal como se apresenta na Tabela 4.12.

Concelho	DGRAH	PEDAP/ PAMAF	Total
Águeda	73	107	180
Albergaria-a-Velha		94	94
Anadia	84	109	193
Aveiro		40	40
Castro Daire		170	170
Mealhada		155	155
Oliveira de Azeméis		561	561
Oliveira de Frades	10	509	519
Ovar		45	45
Sátão		109	109
Sernancelhe		55	55
Sever do Vouga	35	827	862
S. Pedro do Sul	97	468	565
Tondela		30	30
Vale de Cambra	107	764	871
Viseu		470	470
Vouzela	23	76	99
V.N.Paiva		108	108
Totais	429	4697	5126

Tabela 4.12
Áreas regadas dos regadios tradicionais (ha)

Não existem quaisquer registos das culturas praticadas nos regadios tradicionais. A forma encontrada para estimar a ocupação agrícola nestes regadios foi a de utilizar os resultados do Recenseamento Geral Agrícola de 1989 (RGA/89)

As quatro culturas mais utilizadas são milho, batata, pomar e prado tendo-se obtido as percentagens de ocupação, por concelhos, apresentada na Tabela 4.13.

Concelho	Culturas (%)			
	Milho	Batata	Prados	Pomares
Aguar da Beira	46,3	47,1	3,9	2,7
Albergaria-a-Velha	92,1	4,3	2,8	0,8
Aveiro	65,4	28,4	5,1	1,1
Estarreja	87,0	8,3	4,2	0,6
Ílhavo	54,1	38,9	6,0	0,9
Murtosa	75,3	4,3	20,3	0,0
Ovar	91,7	6,1	1,8	0,4
Sever do Vouga	60,7	10,0	25,5	3,8
Vagos	26,0	56,7	14,7	2,5
Águeda	73,7	18,7	3,9	3,6
Anadia	49,9	42,1	2,4	5,6
Oliveira do Bairro	60,8	31,3	2,5	5,4
Cantanhede	59,9	33,4	1,2	5,5
Mira	36,7	52,4	0,7	10,1
Oliveira de Frades	86,8	1,1	11,4	0,7
Vouzela	76,0	6,7	14,5	2,8
Castro Daire	40,3	10,6	48,7	0,5
S. Pedro do Sul	77,4	9,5	6,9	6,1
Oliveira de Azeméis	74,5	15,1	10,5	0,0
S.João da Madeira	81,1	15,9	3,0	0,0
Vale de Cambra	74,5	11,7	13,8	0,0
Feira	85,4	11,9	2,2	0,5
Mealhada	67,2	24,8	2,1	5,9
Sátão	55,9	30,2	12,1	1,8
Sernancelhe	21,0	47,6	18,5	12,9
Tondela	58,1	26,8	11,2	4,0
Viseu	58,6	29,1	7,7	4,6
V.N.Paiva	27,0	13,5	57,2	2,3
Média	63,0	22,7	11,2	3,0

Tabela 4.13 - Ocupação cultural de regadio

Não se conhece qualquer estudo que tenha abordado as eficiências de rega e de transporte ao nível dos regadios tradicionais. Segundo opiniões colhidas junto de Direcções Regionais, a eficiência global deverá situar-se entre 50 e 70 %. Leal (1995), num estudo genérico dos regadios, por sua vez, aponta para uma eficiência de 55 % para os regadios a norte do Tejo. Embora este valor pareça bastante baixo, acabou por ser o adoptado à falta de outras indicações.

Com base nesse valor da eficiência, nos consumos unitários das várias culturas, nas percentagens que ocupam em cada concelho e nas áreas regadas agrupadas por concelhos, estimaram-se os consumos globais em ano médio, que se apresentam na Tabela 4.14.

Concelho	MESES							Total
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Águeda	0,6	5,5	42,0	252,6	270,6	24,8	1,6	597,8
Albergaria-a-Velha	0,4	2,2	18,7	168,7	168,0	13,7	0,5	372,1
Anadia	0,1	11,3	98,4	259,5	212,1	28,3	1,9	611,6
Aveiro	0,1	1,8	17,8	61,4	55,0	7,2	0,3	143,7
Castro Daire	2,7	29,8	191,1	324,3	181,5	63,1	10,2	802,7
Mealhada	0,1	5,6	55,0	227,2	220,9	27,3	1,5	537,6
Oliveira de Azeméis	5,6	31,7	183,5	895,8	844,8	83,4	8,5	2053,2
Oliveira de Frades	0,1	5,9	42,6	646,2	842,1	79,4	7,5	1623,7
Ovar	0,1	1,0	9,3	78,5	76,3	5,8	0,1	171,2
Sátão	0,5	13,7	140,1	184,2	41,2	11,6	1,8	393,0
Sernancelhe	0,4	7,9	53,5	83,8	37,8	13,5	1,9	198,8
Sever do Vouga	27,7	104,7	418,0	1594,8	1463,0	234,4	35,9	3878,5
S.Pedro do Sul	0,6	12,1	112,8	806,5	834,5	79,7	8,9	1855,1
Tondela	0,0	0,3	2,3	31,2	41,9	3,8	0,5	80,1
Vale de Cambra	2,0	28,8	206,7	1236,8	1250,7	121,1	16,8	2862,9
Viseu	1,7	36,4	198,3	724,4	680,5	89,1	6,7	1737,1
Vouzela	0,0	1,6	12,4	123,0	152,1	16,7	2,0	307,7
V.N.Paiva	0,4	7,9	71,1	102,0	34,8	11,2	1,7	229,0
Totais	43,2	308,2	1873,6	7800,9	7407,9	914,1	108,2	18456,0

Tabela 4.14
Consumos de água nos regadios tradicionais ($\times 10^3 \text{ m}^3$)

4.2.4.4 Consumos de água nos regadios individuais

Os consumos de água nos regadios individuais são estimados a partir das áreas regadas e dos consumos unitários determinados pela fórmula de Penman-Monteith. A estimativa das áreas regadas é feita ao nível do concelho, a partir das áreas totais de rega recenseadas no RGA/89, subtraindo às mesmas as áreas de regadios colectivos. A eficiência global de rega considerada é de 70 %.

As áreas regadas através de regadios individuais foram estimadas, a nível de concelho, por diferença entre as áreas regadas totais e o somatório das áreas dos regadios colectivos, aí incluindo os tradicionais e os de iniciativa estatal. As áreas regadas totais foram estimadas acrescentando aos valores do RGA/89, os valores estimados por Leal para os projectos PEDAP 1989/94 e QCA, a partir de 1994.

Alguns concelhos localizam-se apenas parcialmente dentro da bacia do Vouga. Em relação a estes, foi estimada a percentagem dentro da bacia do Vouga e pressupôs-se que os regadios individuais se distribuem regularmente pelos mesmos. As áreas regadas por regadios individuais, estimadas de acordo com a metodologia acabada de descrever, são apresentadas na Tabela 4.15.

Concelho	Área regada (ha)	Área dentro da B.H.	
		(%)	(ha)
Águeda	3583	100	3583
Aguar da Beira	3383	10	338
Albergaria-a-Velha	2960	100	2960
Anadia	2279	100	2279
Aveiro	299	100	299
Cantanhede	4479	90	4031
Castro Daire	1827	20	365
Estarreja	3204	100	3204
Feira	2703	10	270
Ílhavo	1122	100	1122
Mealhada	1040	80	832
Mira	3483	100	3483
Murtosa	1196	100	1196
Oliveira de Azeméis	2072	100	2072
Oliveira de Frades	2778	100	2778
Oliveira do Bairro	1887	100	1887
Ovar	1525	70	1068
S.João da Madeira	56	100	56
S.Pedro do Sul	3582,5	80	2866
Sátão	3629	40	1452
Sernancelhe	1514	5	76
Sever do Vouga	393	100	393
Tondela	2953	20	591
V.N.Paiva	1067	20	213
Vagos	3655	100	3655
Vale de Cambra	1814	100	1814
Viseu	4774,5	40	1910
Vouzela	3180	100	3180
Totais	63258		47973

Tabela 4.15
Áreas regadas por regadios individuais

Os consumos de água nos regadios individuais são estimados por concelho, de forma idêntica à utilizada nos regadios tradicionais, considerando uma eficiência de rega de 70 %. Esta eficiência de rega é bastante superior à considerada nos regadios colectivos. Esta diferenciação fica a dever-se essencialmente a dois factores:

- em primeiro lugar, a origem da água de rega situa-se, na maioria dos casos, dentro da própria exploração agrícola, pelo que não existem perdas significativas no transporte;
- em segundo lugar, existe a natural tendência para não aplicar água em excesso, dado que a água de rega é quase sempre bombada. Além disso, os caudais de rega são geralmente diminutos, pelo que é fácil o seu controle, evitando-se assim as perdas superficiais.

A partir dos consumos individuais das quatro culturas mais importantes destes regadios, das suas percentagens nos diversos concelhos e da eficiência de rega acima referida, estimaram-se os consumos de água em ano médio, que são apresentados na Tabela 4.16.

Concelho	M E S E S							Total
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Águeda	10	86	658	3951	4232	388	25	9350
Aguiar da Beira	1	33	326	403	57	14	2	835
Albergaria-a-Velha	10	53	462	4173	4158	339	12	9207
Anadia	1	105	913	2408	1968	263	17	5675
Aveiro	1	11	105	361	323	42	2	844
Cantanhede	0	125	1178	3926	3559	555	21	9365
Castro Daire	5	50	323	548	306	107	17	1356
Estarreja	17	90	636	4450	4316	368	17	9895
Feira	1	7	57	355	327	25	1	773
Ílhavo	8	56	405	1125	959	100	7	2660
Mealhada	0	24	232	958	932	115	6	2268
Mira	22	191	1567	3300	2356	333	22	7791
Murtosa	19	103	427	1921	1738	293	39	4540
Oliveira de Azenéis	16	92	532	2599	2452	242	25	5958
Oliveira de Frades	0	25	179	2717	3542	334	32	6829
Oliveira do Bairro	14	111	762	2368	1914	200	13	5383
Ovar	2	19	173	1463	1423	109	3	3191
S. Pedro do Sul	0	1	9	63	65	6	1	144
S.João da Madeira	1	50	472	3045	3068	204	10	6849
Sátão	5	143	1466	1927	431	121	19	4112
Sernancelhe	0	9	58	91	41	15	2	215
Sever do Vouga	10	37	150	571	524	84	13	1389
Tondela	0	4	35	483	648	59	8	1238
Vagos	46	306	1944	3460	2237	414	53	8459
Vale de Cambra	3	47	338	2024	2047	198	28	4685
Viseu	5	116	633	2313	2173	285	22	5546
Vouzela	1	39	313	3104	3838	422	50	7767
V.N.Paiva	1	12	110	158	54	17	3	355
Totais	199	1946	14464	54267	49685	5652	465	126678

Tabela 4.16

Consumos de água nos regadios individuais ($\times 10^3 \text{ m}^3$)

4.3. Usos da água

4.3.1. Produção Hidroelétrica

A Bacia Hidrográfica do rio Vouga tem um potencial hidroelétrico reconhecido. Os projectos da EDP para esta bacia evidenciam este facto, assim como os aproveitamentos mini-hídricos existentes e em exploração e os inúmeros pedidos de licenciamento de novos aproveitamentos deste tipo. No sub-capítulo 6.5 apresenta-se uma descrição resumida dos esquemas de produção hidroelétrica previstos para a bacia e dos existentes.

Para um caudal médio anual gerado pela bacia hidrográfica do Vouga, que se estima em $60.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (ver Capítulo 5.1), a bacia hidrográfica tem um potencial hidroelétrico teórico máximo de 3 000 GWh/ano estando actualmente a ser utilizado menos de 1% desse potencial, através

essencialmente dos pequenos aproveitamentos hidroeléctricos explorados pela EDP e dos aproveitamentos mini-hídricos, cujas características se apresentam no sub-capítulo 6.5.

4.3.2. Águas Balneares

Na bacia hidrográfica do rio Vouga podem-se identificar 5 praias fluviais integradas no âmbito do programa “PRAIAS FLUVIAIS” do INAG e com investimentos financiados pelo Programa Operacional do Ambiente. Na Tabela 4.17 apresentam-se essas praias, figurando na **Figura 12** a sua localização geográfica.

Nome da Praia	Nº Processo DRAC	Ano	Concelho	Qualidade da água (95)
Souto do rio	1.1	1995	ÁGUEDA	Aceitável
Vau	25.1	1995	OLIVEIRA DE FRADES	Boa
Ponte de Pessegueiro	39.1	1995	SEVER DO VOUGA	Aceitável
Paraíso	41.1	1995	TONDELA	Não foi caracterizada
Praia do Rio Zela	45.1	1995	VOUZELA	Má

Tabela 4.17 – Praias Fluviais financiadas pelo programa específico do INAG

É de salientar que nenhuma das praias identificadas se apresenta designada, nos termos da legislação aplicável, muito em particular no que diz respeito ao estipulado na directiva comunitária 76/160/CEE.

4.3.3. Extracção de inertes

Na bacia hidrográfica do rio Vouga encontram-se licenciadas 3 explorações de inertes em domínio hídrico. Na Tabela 4.18 apresentam-se as características de cada uma delas, e na **Figura 12** a sua localização geográfica.

NOME	INICIO	DESTINO	VOLUME ANUAL (m3)	TIPO DE EXTRACAO	TIPO DE INERTE
Serrém	1997	construção civil	6000	Movel	Areia
Lamas do Vouga	1997	construção civil	500	Movel	Areia
Calvães	1997	construção civil	150	Movel	Areia

Tabela 4.18 – Extracções de inertes licenciadas em domínio hídrico da Bacia do Vouga

4.3.4. Fontes poluidoras

4.3.4.1 Poluição doméstica

Neste capítulo resume-se a avaliação da carga poluente doméstica gerada, que foi calculada independentemente de estar ou não a ser tratada em ETAR. Poderá assim chamar-se-lhe, com maior propriedade “Carga Doméstica Potencial”. A avaliação desta carga foi efectuada com base na população da bacia, utilizando capitações específicas para CBO5, CQO e SST, tendo-se adoptado respectivamente 60, 135 e 90 g/habitante/dia .

Com base nestes valores, foi calculado o caudal efluente e a carga poluente gerada pelo sector dos Utilizadores Domésticos, resultados que se apresentam na Tabela 4.19.

FREGUESIA		Caudal Efluente (m3/dia)	Cargas Geradas (kg/dia)		
Código	Designação		CBO	CQO	SST
10100	Águeda	6770.4	2774.5	6242.5	4161.7
10200	Albergaria-a-Velha	3285.9	1366.1	3073.8	2049.2
10300	Anadia	3973.6	1807.6	4067.1	2711.4
10500	Aveiro	11020.7	4172.5	9388.2	6258.8
10800	Estarreja	4079.7	1664.3	3744.8	2496.5
10900	Santa Maria da Feira	4473.4	1904.6	4285.4	2856.9
11000	Ílhavo	6821.7	2163.8	4868.5	3245.7
11100	Mealhada	2435.7	1056.7	2377.6	1585.1
11200	Murtosa	1460.6	635.5	1429.9	953.3
11300	Oliveira de Azeméis	10730.1	4172.1	9387.2	6258.2
11400	Oliveira do Bairro	2825.8	1165.4	2622.1	1748.0
11500	Ovar	5405.0	1821.5	4098.4	2732.3
11600	São João da Madeira	3807.0	1142.1	2569.7	1713.2
11700	Sever do Vouga	1725.6	840.7	1891.5	1261.0
11800	Vagos	2348.4	1221.2	2747.8	1831.9
11900	Vale de Cambra	3565.7	1517.0	3413.2	2275.5
14000	Arouca	19.2	11.1	25.0	16.7
60200	Cantanhede	4413.9	1955.8	4400.5	2933.7
60800	Mira	2094.8	857.9	1930.2	1286.8
90100	Aguar da Beira	38.5	22.2	50.0	33.4
180300	Castro Daire	405.9	234.2	526.9	351.3
180800	Mortágua	116.0	66.9	150.5	100.4
181000	Oliveira de Frades	1204.7	647.6	1457.2	971.5
181600	São Pedro do Sul	2264.1	1217.7	2739.8	1826.5
181700	Sátão	486.4	206.2	463.9	309.3
181800	Sernacelhe	43.9	25.3	57.0	38.0
182100	Tondela	251.0	144.8	325.8	217.2
182300	Viscu	1574.4	832.7	1873.6	1249.0
182400	Vouzela	1255.7	724.4	1630.0	1086.6
	TOTAIS	88 898	36 372	81 838	54 559

Tabela 4.19

Carga poluente potencialmente gerada pelo sector doméstico, na bacia do VOUGA

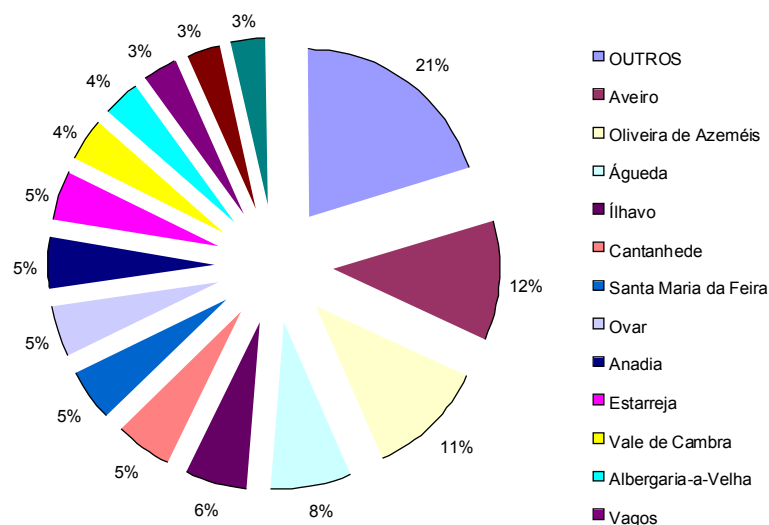


Gráfico 4.5

Peso relativo de cada concelho para a carga gerada pelo sector doméstico, na bacia do VOUGA

Dos 29 concelhos abrangidos pela bacia do Vouga, o seu contributo para a bacia, em termos de carga poluente doméstica é de 36 372kg/dia de CBO, 81 838 kg/dia de CQO e 54559g/dia de SST. O caudal de efluentes gerado será de 88 898 m³/dia.

Aveiro, Oliveira de Azeméis, Águeda e Ílhavo, são os quatro concelhos com maior representatividade, apresentando no seu conjunto cerca de 37% da carga total doméstica de CBO gerada na bacia do Vouga. Os 11 concelhos apresentados no Gráfico 4.5 produzem no seu conjunto cerca de 80% da carga total de CBO, cabendo só ao concelho de Aveiro 12% da totalidade.

4.3.4.2 Poluição industrial

4.3.4.2.1 Avaliação das cargas poluentes geradas

A avaliação das cargas poluentes geradas foi efectuada para os sectores de actividades referenciados pelos tipos B, C e D, utilizando coeficientes de emissão adaptados ao tipo de actividade em causa e parametrizados pelo o n.º de trabalhadores.

Para os grandes utilizadores, e após a sua prévia identificação recorrendo aos coeficientes de emissão, foram efectuados inquéritos directos para aferição de valores, muito em particular às unidades de produção de pasta de papel. Com base nesta metodologia, foram calculadas, para

uma das unidades consideradas, as cargas de CBO, CQO e SST, assim como os efluentes industriais gerados.

Estando as unidades referenciadas à freguesia, todos estes dados se encontram disponíveis com esse nível de detalhe, permitindo agregações por concelho ou por áreas hidrográficas homogéneas, permitindo assim os vários cruzamentos e balanços necessários à modelação da qualidade da água.

Na Tabela 4.20 apresentam-se os valores calculados, contabilizados ao nível do concelho, tendo em consideração apenas a parte do concelho que está integrada nesta bacia hidrográfica.

FREGUESIA		CAUDAL Efluente Industrial (m ³ /dia)	CARGAS POLUENTES		
Código	Nome		CBO5 (kg/dia)	CQO (kg/dia)	SST (kg/dia)
10100	Águeda	1231.7	663.1	1891.1	668.0
10200	Albergaria-a-Velha	295.1	338.3	732.7	259.5
10300	Anadia	574.5	1203.2	1885.5	930.9
10500	Aveiro	66162.8	7556.6	28501.6	6122.3
10800	Estarreja	992.8	1591.2	3087.2	960.0
10900	Santa Maria da Feira	312.9	580.9	908.1	224.5
11000	Ílhavo	263.6	279.0	564.4	194.5
11100	Mealhada	262.0	637.6	1094.2	385.1
11200	Murtosa	30.0	15.5	29.5	16.2
11300	Oliveira de Azeméis	4405.5	2947.6	8024.6	2578.7
11400	Oliveira do Bairro	341.0	256.3	583.9	273.4
11500	Ovar	30940.7	8459.3	49319.5	9495.1
11600	São João da Madeira	959.6	1898.4	3278.7	1019.3
11700	Sever do Vouga	591.8	840.5	1693.1	674.6
11800	Vagos	750.3	935.1	1910.0	756.0
11900	Vale de Cambra	1328.0	2453.4	3884.8	922.1
60200	Cantanhede	235.4	236.9	497.2	240.8
60800	Mira	21.7	7.2	19.5	10.1
90100	Aguar da Beira	0.8	0.5	0.6	0.3
180300	Castro Daire	0.4	0.0	0.4	0.1
181000	Oliveira de Frades	568.6	806.1	1608.0	635.7
181600	São Pedro do Sul	361.5	514.1	1029.8	416.0
181700	Sátão	152.3	200.6	403.6	164.6
181800	Sernacelhe	2.0	0.8	2.3	1.4
182100	Tondela	0.6	0.1	0.3	0.3
182300	Viseu	426.6	434.7	892.2	330.0
182400	Vouzela	171.6	233.4	457.4	169.4
TOTAIS		111 384	33 090	112 300	27 449

Tabela 4.20

Carga poluente, potencialmente gerada pelo sector Industrial, na bacia do Vouga



Em termos globais, são gerados por dia cerca de 111 000 m³ de efluentes industriais, associados a uma carga de 33 ton de CBO, 112t de CQO e 27 ton de SST. Ressalta-se a importância dos concelhos de Aveiro e Ovar como os principais contribuintes para a carga potencial industrial gerada na totalidade da bacia.

- Só o Concelho de Aveiro contribui com 59% dos efluentes industriais gerados na bacia;
- Aveiro e Ovar, no seu conjunto geram 80% dos efluentes industriais totais;
- Dos 29 concelhos total ou parcialmente integrados na bacia, se ordenados por ordem decrescente de efluente gerado, os 7 primeiros contribuem com 95% dos efluentes gerados, pelo seu lado só os 2 primeiros, no seu conjunto, são responsáveis por 87%% dos efluentes industriais totais. A pasta de papel é aqui um factor decisivo.

- Ovar é o concelho com um maior contributo para a carga de CBO de origem industrial, com cerca de 25% do total;
- Aveiro, aparece em 2º lugar com uma carga um pouco menor, correspondendo-lhe 23% do total;
- Da globalidade dos concelhos, os 7 maiores produtores contribuem com 77% para o total.

4.3.4.3 Agropecuária

Na bacia do Vouga apresenta algum significado a carga poluente gerada pelo sector da pecuária, integrando a suinicultura e a bovinicultura.

Foi utilizada a base de dados da DRA Centro relativa a este tipo de instalações e foram calculadas as cargas totais diárias por freguesia, valores que se apresentam na Tabela 4.21 e no Gráfico 4.7, referidos aos concelhos.

Concelhos		Efluentes Agropecuária (m3/dia)	CARGAS POLUENTES		
Código	Designação		CBO5 (kg/dia)	CQO (kg/dia)	SST (kg/dia)
10100	Águeda	28	401	920	1256
10200	Albergaria-a-Velha	31	358	431	4218
10300	Anadia	10	118	134	1460
10500	Aveiro	23	304	561	2038
10800	Estarreja	39	448	506	5525
11000	Ílhavo	5	65	109	524
11100	Mealhada	4	46	52	565
11200	Murtosa	5	57	64	700
11400	Oliveira do Bairro	7	93	179	561
11500	Ovar	47	580	892	5284
11700	Sever do Vouga	25	375	923	681
11800	Vagos	25	286	328	3495
60200	Cantanhede	14	216	540	324
181600	São Pedro do Sul	47	589	913	5325
182400	Vouzela	1	12	14	150
TOTAIS		311	3948	6565	32106

Tabela 4.21

Carga poluente, potencialmente gerada pelo sector de pecuária, na bacia do Vouga

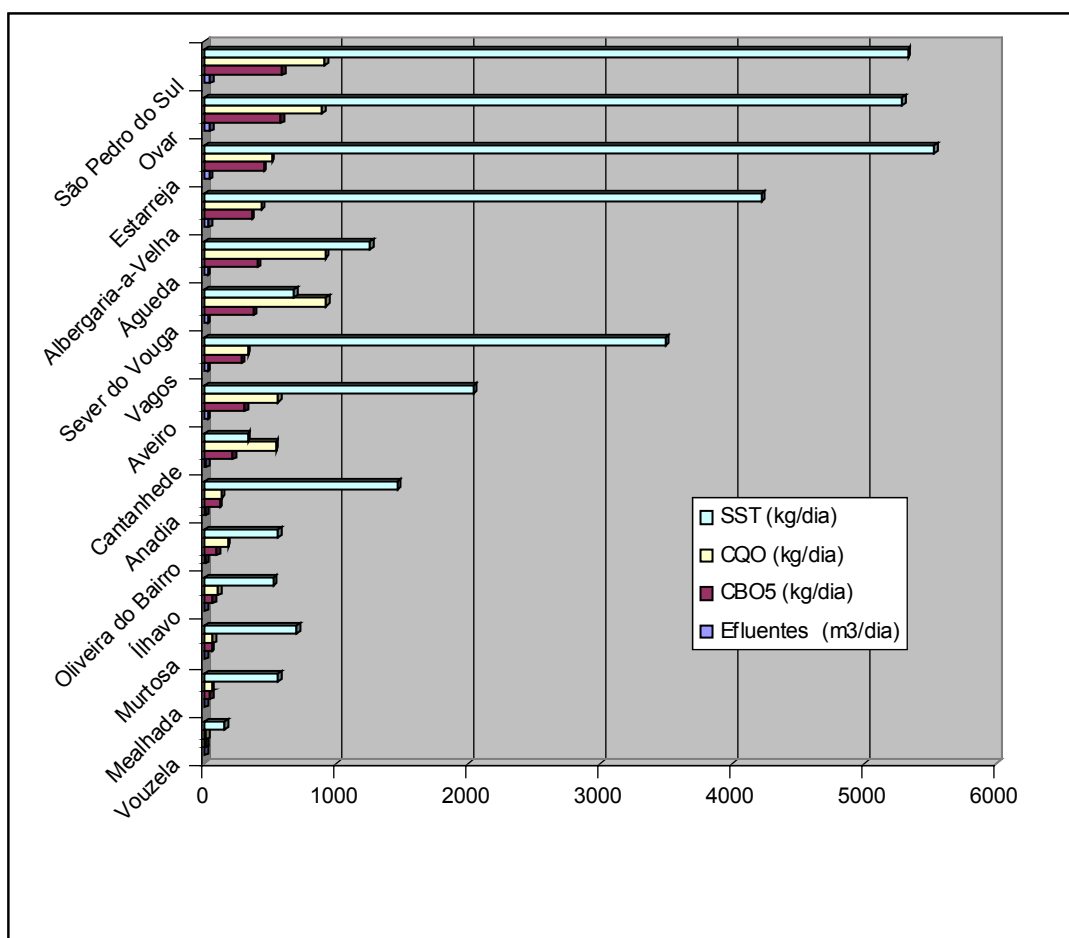


Gráfico 4. 7

Repartição de carga poluente, potencialmente gerada pelo sector da pecuária, na bacia do Vouga

Os caudais efluentes gerados pelo sector da pecuária são relativamente baixos, situação oposta ao que se passa com a carga poluente gerada, em particular com os Sólidos Suspensos Totais, valor superior ao gerado pelo próprio sector industrial.

Os concelhos com maiores contributos são S. Pedro do Sul, Ovar, Estarreja Albergaria a Velha e Águeda, correspondendo, ao seu conjunto, a cerca de 60% da carga total gerada pelo sector, em termos de CBO.

Poluição tóxica total gerada na bacia

Na tabela seguinte apresenta-se uma estimativa das cargas totais geradas na bacia do Vouga, provenientes de fontes de poluição tóxicas.

Sector de actividade	Efluentes gerados (m3/dia)	CARGAS POLUENTES		
		CBO5 (kg/dia)	CQO (kg/dia)	SST (kg/dia)
Doméstico	88898	36372	81838	54559
Industrial	111384	33090	112300	27449
Pecuária	311	3948	6565	32106
Totais	200593	73411	200704	114114

Tabela 4.22
Carga poluente diária total gerada na bacia do Vouga

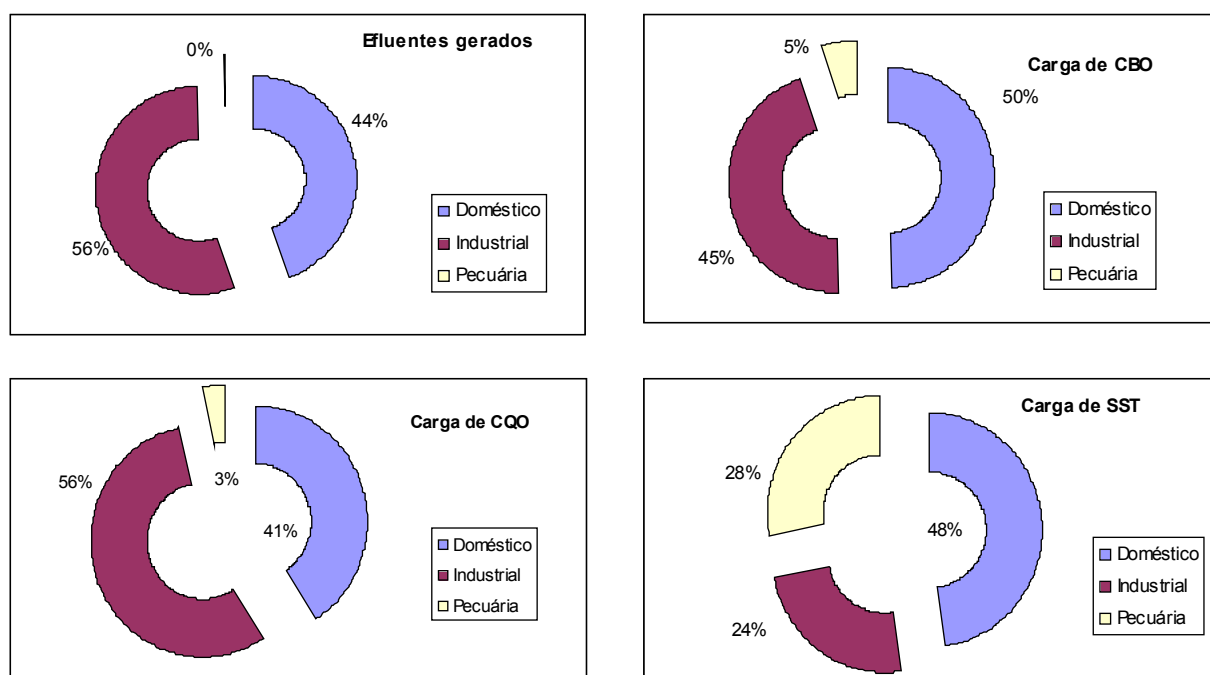


Gráfico 4.8
Repartição da carga poluente total diária gerada na bacia do Vouga

Da análise da tabela e gráfico anterior podemos verificar que o sector doméstico é o que apresenta maior peso em termos de poluição tóxica com cerca de metade dos caudais e cargas geradas, com valores próximos dos gerados pela indústria.

O maior contribuinte para os efluentes é o sector industrial, correspondendo-lhe cerca de 56% dos efluentes totais. É de salientar o baixo peso dos efluentes provenientes do sector da pecuária, os quais representam menos de 1%.

Relativamente ao sector da pecuária é de salientar o maior peso em termos de Sólidos Totais, que lhe estão associados, e da ordem de 28% do total, ultrapassando em 4 pontos percentuais os gerados pela indústria.

5. SUB-SISTEMA HIDROLÓGICO

5.1. Recursos hídricos superficiais

5.1.1. Quantidade

5.1.1.1 Rede hidrométrica

A rede hidrométrica da bacia hidrográfica do rio Vouga é, actualmente, composta por 14 estações hidrométricas, que cobrem uma área de bacia de 2348 km², ao que corresponde uma densidade da rede de cerca de 138 km² / estação hidrométrica. Esta quantidade de estações e correspondente densidade da rede é pouco ilustrativa da realidade, visto que a maior parte das séries tem uma dimensão pequena e algumas estações registam caudais de qualidade duvidosa.

Do total de 24 estações hidrométricas estão hoje em funcionamento 14 (10 foram extintas). No rio Vouga localizam-se 6, registando caudais desde as cabeceiras e ao longo do rio até Angeja. A estação hidrométrica mais a montante é Ribafeita, que drena uma bacia de 405 km², funcionando desde 1936 (durante este período a localização da estação foi alterada). A estação hidrométrica mais a jusante, Angeja, drena uma bacia hidrográfica com 2348 km², abarcando cerca de 85% da bacia hidrográfica do rio Vouga. No entanto, esta estação, sofre a influência do regolfo da maré, o que diminui o interesse dos registos com fins de avaliação de caudais gerados pelo rio Vouga.

A rede hidrográfica do rio Águeda, um dos principais afluentes do rio Vouga, está também bem instrumentada, com 6 estações hidrométricas em funcionamento.

Na Tabela 5.1 apresentam-se as principais características das estações, assim como os seus anos de entrada em funcionamento. Conforme se pode constatar nesta Tabela, 10 das 24 estações hidrométricas registam caudais há mais de 40 anos. Algumas das estações foram desactivadas à medida que se verificava a deficiente qualidade dos registos que se obtinham. Em 1961 foi desactivada a estação de Pessegueiro do Vouga, instalada em 1936 sobre o açude da Grela, no troço médio do Vouga. Nesse ano, próximo desta estação foi instalada a estação hidrométrica de Pedre-Ribeiradio, que foi extinta em 1982.

No troço inferior do rio Vouga não existe qualquer estação hidrométrica em funcionamento, e quer Eirol quer Angeja não apresentam condições mínimas para confiança nos registos de caudais. Assim, a estação hidrométrica de Ponte de Vouzela é a estação que mede caudais no rio Vouga, situada mais a jusante, com uma área de bacia de 649 km², o que representa cerca de ¼ da área total da bacia do Vouga em Angeja.

Mais recentemente, em 1981 foram instaladas duas novas estações nos rios Sul e Zela, nas cabeceiras da bacia.

CÓDIGO	ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA	LINHA DE ÁGUA	LOCALIZAÇÃO		ALT.	ÁREA DA BACIA (Km ²)	TIPO DE ESTAÇÃO	PERÍODO DE FUNCIONAM.
			LAT	LON				
08G/01	Castelo Burgães	Caima	40°51'	8°21'		37	Esc/SV	1946
09F/01	Pte. Minhoiteira	Antuã	40°46'51"	08°30'30"	20	114.00	Esc/SV	1974-
09F/03	Angeja	Vouga	40°40'30"	08°33'42"	2	2348.00	Lim	1934-1985
09G/01	Pte. Vale Maior	Caima	40°41'37"	08°27'43"	18	188.00	Lim/SV	1934-
09G/02	Pessegueiro do Vouga	Vouga	40°42'26"	08°21'24"	25	970.00	Lim/D	1936-1961
09G/03	Sernada do Vouga	Vouga	40°40'37"	08°26'21"	10	1059.00	Esc	1934-1960
09H/01	Pedre Ribeiradio	Vouga	40°44'56"	08°17'39"	50	928.00	Esc/SV	1962-1982
09H/02	Poias Ribeiradio	Vouga	40°44'36"	08°18'13"	50	930.00	Esc	1960-1974
09H/03	Ribeirada	Vouga	40°44'28"	07°58'41"	40	951.00	Lim/SV	1976
09I/02	Pte. Vouzela	Vouga	40°44'00"	08°06'40"	140	649.00	Lim/SV	1917
09I/03	Pte. Pouves	Sul	40°46'19"	08°03'41"	163	110.00	Lim/SV	1981
09I/04	Pontão Avelal	Zela	40°43'37"	08°06'53"	195	18.00	Lim/SV	1980
09J/01	Lustosa da Ribafeita	Vouga	40°45'34"	07°57'11"	250	274.00	Esc/D	1936-1961
09J/02	Ribafeita	Vouga	40°45'40"	07°58'36"	230	378.00	Lim/SV	1981
10F/01	Eirol	Vouga	40°45'40"	08°31'42"	2	1059.00	Esc	1934-1966
10F/03	Pte. Requeixo	Águeda	40°36'35"	08°31'27"	41	972.00	Lim	1934-1984
10G/01	Pte. Arrancada	Marnel	40°37'35"	08°25'53"	18	22.00	Esc/SV	1974
10G/02	Pte. Águeda	Águeda	40°34'20"	08°26'47"	8	405.00	Esc/Sv	1934-
10G/03	Ribeiro	Alfúsqueiro	40°34'12"	08°24'37"	20	204.00	Lim/SV	1977
10G/04	Pte. Perrães	Certima	40°33'00"	08°29'27"	15	417.00	Esc	1934-1960
10G/05	Pte. Redonda	Águeda	40°32'50"	08°22'36"	30	151.00	Lim/SV	1974
10H/01	Destriz	Alfúsquer	40°38'57"	08°16'53"	210	145.00	Esc	1974-1985
10H/02	S. João Monte	Águeda	40°35'55"	08°14'10"	540	20.00	Esc	1974-
11G/01	Vila Nova Monsarros	Ribª Serra	40°24'48"	08°23'46"	60	40.00	Esc/SV	1974

Tabela 5.1 – Principais características das estações hidrométricas

Analisando conjuntamente a carta com a localização das estações hidrométricas e a extensão dos registos podem tirar-se as seguintes conclusões:

Rio Vouga

Nas cabeceiras do rio Vouga, desde a sua nascente até à secção da estação hidrométrica de Angeja existem as seguintes estações hidrométricas com séries de registos: Ribafeita e Lustosa da Ribafeita (405 km² e 274 km²), respectivamente a jusante e a montante da confluência com o rio Mel, Ponte Vouzela (649 km²) e Pessegueiro do Vouga e Ribeirada (950 km²), estas duas com séries de registos muito curtas.

No rio Vouga destaca-se a importância da longa série de registos disponíveis para Ponte de Vouzela, que cobre praticamente as cabeceiras do Vouga.

Em 1961 foi desactivada a estação hidrométrica de Pessegueiro do Vouga, instalada em 1936 sobre o açude da Grela, a jusante da ponte de Pessegueiro do Vouga, devido às más condições de funcionamento, com vários órgãos de descarga e sucessivas modificações nas características da soleira.

Na zona final do rio Vouga, a jusante de Ribeirada, está instalada a estação hidrométrica de Angeja. No entanto, os registos nessa estação sofrem a influência do regolho da maré e como tal não podem ser utilizados para a caracterização do regime hidrológico do rio Vouga.

Afluentes da margem direita do Vouga

Na margem direita do rio Vouga estão em funcionamento apenas 4 estações hidrométricas: Pte. Minhoteira (rio Antuã), Castelo Burgães e Pt. Vale Maior (rio Caima) e Pte. Pouves (rio Sul). A estação hidrométrica de Ponte de Vale Maior foi instalada em 1934 e é aquela para a qual existe um período de registos mais longo.

É notória a falta de informação hidrométrica na margem direita do rio Vouga. A área dominada pelas estações hidrométricas é de apenas 412 km² e não existe qualquer estação hidrométrica nos seguintes afluentes do rio Vouga, com áreas superiores a 50 km²: esteiro de Canelas, rio Teixeira, rio Varoso, rio de Mel.

Afluentes da margem esquerda do Vouga

No principal afluente da margem esquerda do Vouga, o rio Águeda estão em funcionamento 5 estações hidrométricas, tendo sido extintas duas estações em 1983 e 1985. Para além do rio Águeda só no rio Marnel e no rio Zela é que existem estações hidrométricas.

Uma das mais importantes carências de monitorização dos afluentes da margem esquerda do rio Vouga é a inexistência de informação hidrológica na bacia hidrográfica do rio Boco. Salienta-se também a falta de informação hidrológica no rio Cértima, no qual está instalada a estação hidrométrica de Vila Nova de Monsarros, nas cabeceiras da bacia e portanto não é representativa do regime de caudais do rio Cértima.

Concluindo, as características quantitativas e qualitativas da rede hidrométrica existente na bacia do Vouga é insuficiente face às necessidades do estudo, devendo prevêr-se a instalação de novas estações hidrométricas.

5.1.1.2 Relações precipitação – escoamento

Na Tabela da página seguinte apresentam-se as afluências anuais registadas nas estações hidrométricas existentes na bacia do Vouga, cujas características estão indicadas no sub-capítulo 5.1.1.1. As principais estatísticas das séries de afluências anuais apresentam-se na Tabela 5.3.

ANO	Minhot. 09F/01	V.Maior 09G/01	Pesseg. 09G/02	Pedre 09H/01	Ribeirada 09H/03	Vouzela 09I/02	Pouves 09I/03	Avelal 09I/04	Ribafeita 09J/01	Arranca 10G/01	Agueda 10G/02	Ribeiro 10G/03	Redonda 10G/05	Monsar 11G/01
1917/18						136.0								
1918/19						falha								
1919/20						261.0								
1920/21						162.3								
1921/22						516.4								
1922/23						463.9								
1923/24						791.0								
1924/25						393.0								
1925/26						1277.2								
1926/27						497.9								
1927/28						falha								
1928/29						177.6								
1929/30						641.8								
1930/31						301.1								
1931/32						200.3								
1932/33						338.9								
1933/34						302.1								
1934/35		falha				falha					174.5			
1935/36		262.9				falha					706.9			
1936/37		133.5	falha			falha			falha		402.1			
1937/38		73.9	516.8			falha			117.3		241.0			
1938/39		81.3	508.4			falha			127.0		295.5			
1939/40		129.3	1045.6			863.8			184.1		405.1			
1940/41		174.4	1308.1			falha			235.1		488.7			
1941/42		68.9	falha			693.5			88.2		207.5			
1942/43		86.0	403.4			627.2			127.6		229.4			
1943/44		73.9	336.9			314.5			76.6		169.8			
1944/45		34.6	falha			131.1			40.9		116.5			
1945/46		97.1	falha			479.1			148.2		259.3			
1946/47		160.5	falha			falha			206.0		409.9			
1947/48		86.6	falha			falha			122.0		211.7			
1948/49		34.9	129.1			90.9			38.3		88.6			
1949/50		65.1	falha			166.5			70.4		155.9			
1950/51		165.0	falha			falha			167.1		360.1			
1951/52		86.2	falha			274.6			127.2		207.8			
1952/53		46.4	falha			201.2			64.6		131.0			
1953/54		77.7	falha			259.6			72.6		208.6			
1954/55		145.2	falha			558.1			153.4		falha			
1955/56		214.1	falha			645.2			208.7		311.7			
1956/57		88.6	falha			248.1			73.7		163.3			
1957/58		109.9	falha			340.8			137.4		203.1			
1958/59		167.7	falha			532.2			136.6		313.6			
1959/60		304.2	falha			899.3			250.7		562.9			
1960/61		324.7	falha			571.7			181.0		511.3			
1961/62		198.5				421.6			146.0		388.3			
1962/63		163.6				550.9			155.4		353.9			
1963/64		221.2				745.7			217.5		456.4			
1964/65		103.5				231.9			75.5		211.5			
1965/66		347.6				925.4			258.4		662.0			
1966/67		94.8				416.7			121.6		324.2			
1967/68		89.1				292.3			103.2		177.8			
1968/69		254.0				679.1			210.4		527.6			
1969/70		124.6				537.6			115.2		271.2			
1970/71		falha				349.3			122.7		270.0			
1971/72		147.0				391.7			78.1		258.8			
1972/73		143.7				395.1			102.6		falha			
1973/74		falha				504.3			123.3		324.8			
1974/75		164.9				316.7			94.8		211.3			
1975/76		68.3				112.7			58.6		falha			
1976/77	202.3	333.0			1606.1	824.3			176.5		617.8			
1977/78	208.8	303.1			1309.6	723.6			160.0	37.5	487.6	378.5	262.4	
1978/79	199.8	341.5			falha	1084.2			219.7	34.0	507.8	falha	286.3	39.4
1979/80	99.3	225.5			640.7	440.0			98.9	70.9	234.5	243.4	119.0	falha
1980/81	52.9	166.8			falha	134.5		3.0	62.2	7.4	125.9	90.9	135.4	4.8
1981/82	falha	232.5			518.6	238.1	52.7	5.1	95.5	11.0	166.8	falha	falha	13.8
1982/83	138.2	259.3			falha	308.6	74.3	4.0	230.8	23.7	309.3	230.1	150.2	23.4
1983/84	103.9	217.2			falha	falha	Falha	falha	228.9	falha	307.7	218.4	180.1	36.1
1984/85	131.8	falha			falha	falha	144.4	14.0	falha	falha	322.4	falha	falha	29.0
1985/86	96.5	188.5			falha	402.7	83.5	10.2	falha	falha	245.6	204.0	133.5	25.8
1986/87	83.0	125.3			falha	falha	50.8	falha	93.0		390.5	118.1	88.2	23.5
1987/88	177.5	falha			falha	619.5	82.0	20.5	251.5		falha	257.3	184.4	56.1
1988/89	56.5	71.0			falha	127.9	26.6	8.5	falha		falha	72.9	67.2	24.7
1989/90	89.9	falha			falha	falha	72.4	falha	falha		falha	falha	falha	35.1

Tabela 5.2 – Afluências anuais registadas nas estações hidrométricas (hm³/ano)

Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual: Sumário Executivo (data 30/05/99)

Número Estação	Nome Estação	Linha de água	Area bacia (km²)	Nª Obser	Média (hm³)	Média (mm)	Mediana (hm³)	Desvio Padrão (hm³)	Quartil 25% (hm³)	Quartil 75% (hm³)	Coefic. Assimetria (---)	Coefic. Curtosis (---)	Coefic. Variação (---)
09F/01	Pt. Minhoiteira	Antuã	114	13	126.2	1107	103.9	55.1	89.9	177.5	0.368	-1.289	0.436
09G/01	Pt. Vale Maior	Caima	188	50	157.5	838	144.4	86.7	86.3	216.4	0.697	-0.457	0.550
09G/02	Pess. do Vouga	Vouga	970	7	606.9	626	508.4	417.2	370.2	781.2	0.933	-0.194	0.687
09H/03	Ribeirada	Vouga	951	4	1018.7	1071	975.1	523.7	610.2	1383.7	0.223	-4.228	0.514
09I/02	Pt. Vouzela	Vouga	649	58	450.5	694	398.9	259.2	259.9	607.5	0.938	0.792	0.575
09I/03	Pt. Pouves	Sul	110	8	73.3	667	73.4	34.5	52.2	82.4	1.102	2.508	0.471
09I/04	Pontão Avelal	Zela	18	7	9.3	518	8.5	6.3	4.6	12.1	0.962	0.315	0.672
09J/01	Ribaifeita	Vouga	378	49	137.9	365	127.0	60.8	93.0	181.0	0.408	-0.856	0.441
10G/01	Pt. Arrancada	Marmel	22	6	30.7	1397	28.8	23.0	14.2	36.6	1.088	1.341	0.750
10G/02	Pt. Águeda	Águeda	405	50	313.8	775	283.3	147.9	208.0	399.2	0.836	0.125	0.471
10G/03	Ribeiro	Alfúsq.	204	9	201.5	988	218.4	95.5	118.1	243.4	0.324	0.141	0.474
10G/05	Pt. Redonda	Águeda	151	10	160.7	1064	142.8	70.1	122.6	183.3	0.704	-0.151	0.437
11G/01	Vila Nova de Monsarros	Serra	40	11	28.3	708	25.8	13.5	23.4	35.6	0.356	1.120	0.478

Nota: A cinzento assinalam-se as séries com dimensão da amostra inferior a 10 elementos.

Tabela 5.3 – Principais estatísticas das séries de afluências anuais

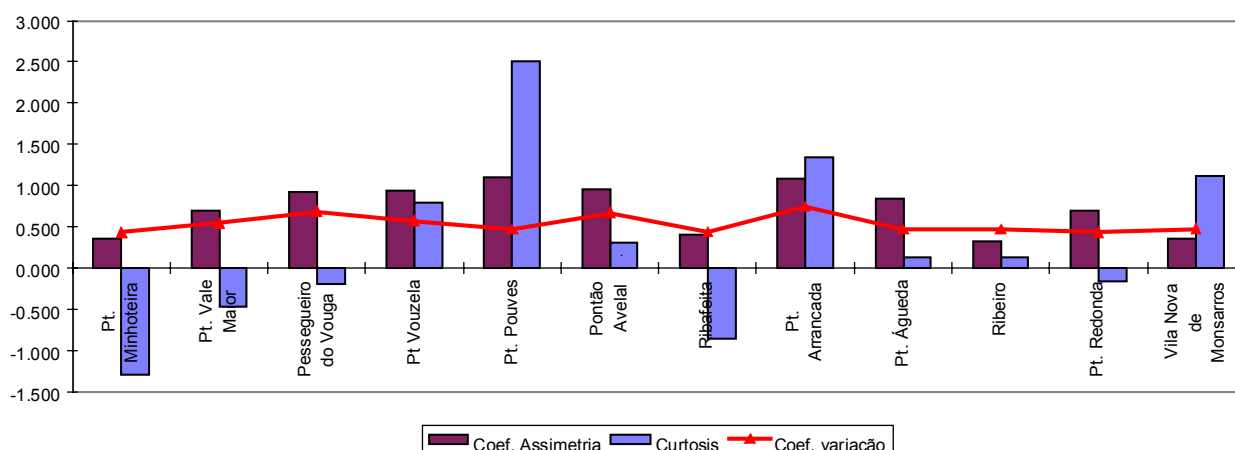


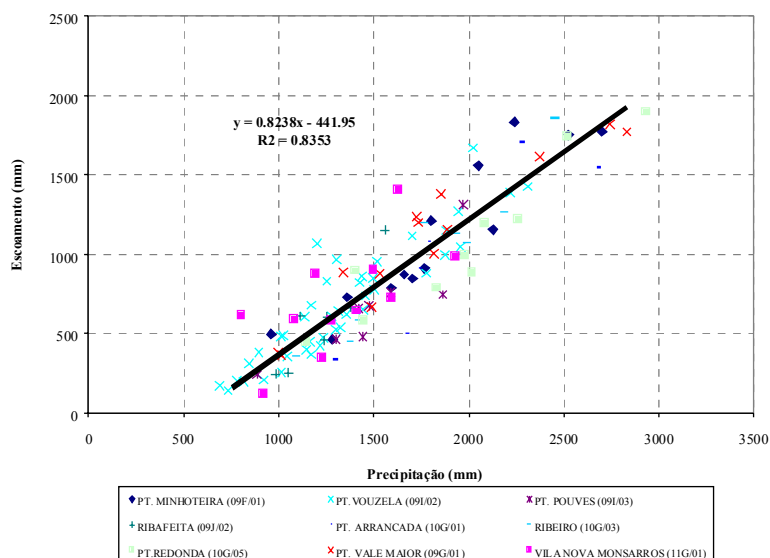
Gráfico 5.1 – Coeficientes de variação, assimetria e curtosis para as estações hidrométricas com mais de 20 anos de registos.

Conforme se pode verificar, as afluências anuais apresentam uma assimetria positiva relativamente baixa para a generalidade das bacias, sendo de um modo geral mais elevada para pequenas bacias hidrográficas, como p.e. Pontão do Avelal e Ponte de Arrancada. A maior parte das amostras analisadas são leptocúrticas (curtosis positiva). O coeficiente de variação é muito semelhante para todas as bacias, variando entre 0.575 e 0.436 (para as amostras com $n > 10$).

Considerando todos os escoamentos anuais registados na bacia do Vouga, obtemos a seguinte recta de regressão linear entre o escoamento anual medido e a precipitação anual ponderada sobre a respectiva bacia:

$$E(mm) = 0.8408P(mm) - 481$$

O coeficiente de correlação obtido para esta amostra de 115 elementos é de 0.926, bastante satisfatório. No gráfico seguinte pode ver-se a recta de regressão obtida.

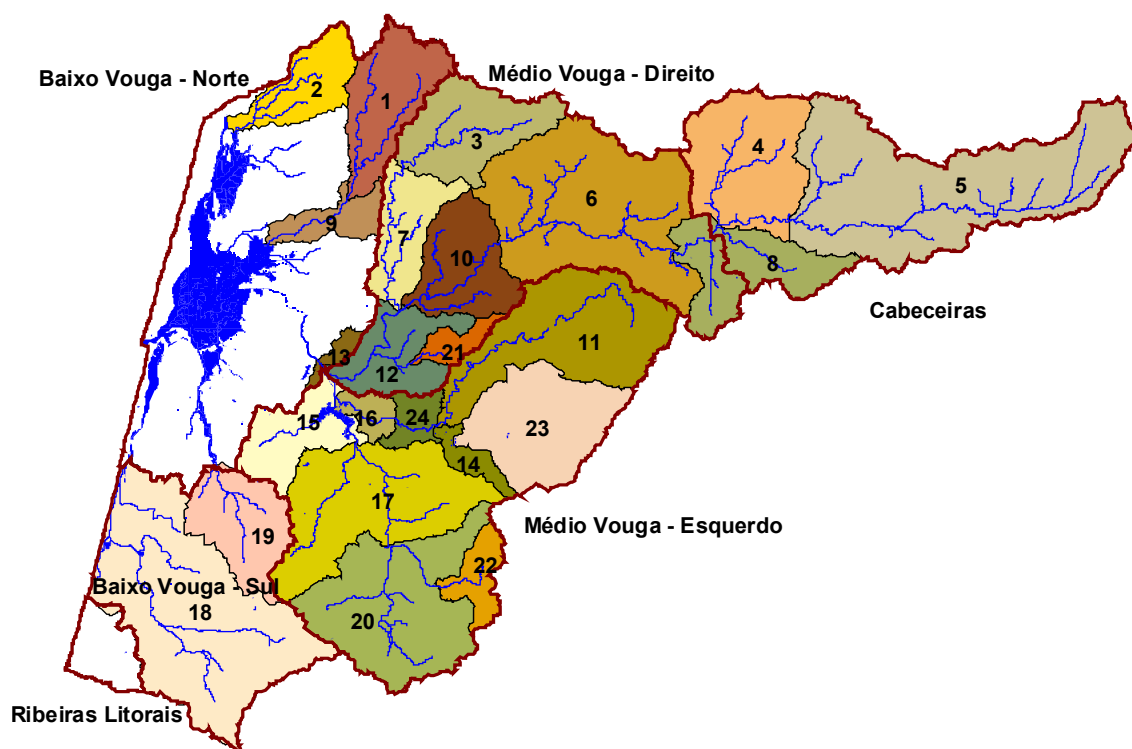


5.1.1.3 Escoamentos nos pontos de avaliação dos recursos hídricos

Os pontos de avaliação dos recursos hídricos foram definidos com base nos seguintes critérios:

- *confluências de linhas de água de 1ª ordem;*
- *pontos da rede hidrográfica que drenem áreas superiores a 100 km²;*
- *existência de barragens construídas, em construção ou em projecto;*
- *zonas de abastecimento de água;*
- *localização das estações hidrométricas.*

Foram identificados 24 pontos de avaliação de recursos hídricos a considerar para a bacia do Vouga, cujas características se apresentam na Tabela 5.4. A localização destes pontos indica-se na **Figura 13**. Destes 24 pontos de avaliação, 9 são também pontos de calibração, que correspondem às estações hidrométricas seleccionadas. Em seguida pode visualizar-se a localização das sub-bacias definidas pelos 24 pontos de avaliação e em que unidades hidrológicas homogêneas se situam. Cada ponto de avaliação drena a bacia total definida nesse ponto, embora na figura seguinte estejam descritas as sub-bacias entre pontos de avaliação.



O computo das afluências totais anuais geradas pela bacia do Vouga foi realizado para a zona da bacia que efectivamente produz escoamento. A área envolvente da ria de Aveiro, que corresponde a uma zona de máxima infiltração praticamente não produz escoamento e assim não foi considerada para a avaliação global das afluências. A área da bacia considerada como geradora de escoamento foi de 3018 km², enquanto que a área total da bacia é de 3700 km².

A calibração efectuada para os 9 pontos de calibração foi um processo moroso com afinações sistemáticas dos parâmetros obtidos, para que estes tivessem valores admissíveis do ponto de vista físico. O parâmetro alfa foi estimado estação a estação através do cálculo do declive da recta de recessão dos caudais mensais para o período de anos com registos. Os parâmetros Imáx e Hmáx foram estimados numa fase preliminar através da análise do tipo de solos da bacia drenada e do sistema aquífero existente na zona. Na Tabela 5.5 apresentam-se os parâmetros obtidos para os pontos utilizados, bem como os erros do modelo e o período utilizado na calibração. Numa 1ª fase considerou-se que se deveriam calibrar períodos de anos menos recentes para obter uma maior aproximação do regime natural. No entanto, vendo os resultados

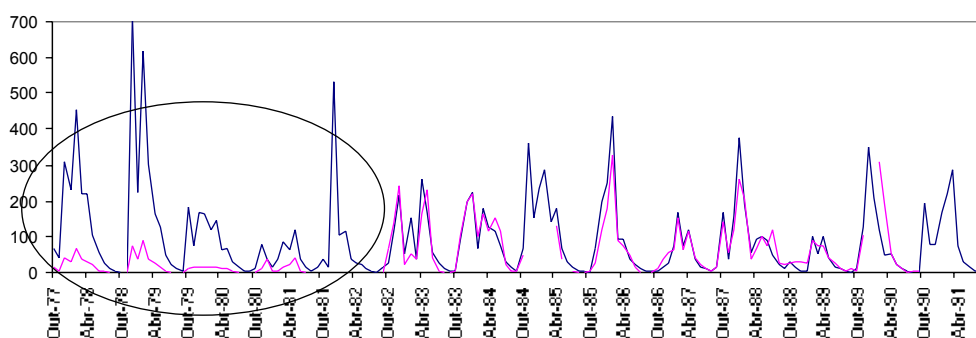
obtidos optou-se por utilizar anos mais recentes devido a conduzirem a menores erros do modelo.

Código	Tipo de secção1)	Coordenadas		Linha de água	Classif. decimal	Área drenada (km ²)	Precipitação média anual (mm)	Situação a montante		
		M	P					Estações hidrométricas	Obras hidráulicas	Sistema aquífero
1	E.H. Pt. Minhoiteira (09F/01)	8 ° 31 ' 31 "	40 ° 47 ' 48 "	Antuã	719.02.01.04	114	1775	---	---	Cristalino
2	Braco Norte da Ria	8 ° 39 ' 45 "	40 ° 50 ' 11 "	Ria Braco Norte	719.02	71	1478	---	---	Detritico. Aluviões
3	Área (Vale de Cambra)	8 ° 26 ' 25 "	40 ° 49 ' 36 "	Caima	719.10	119	1998	---	Ossela	Cristalino
4	Sul confluência com Vouga	8 ° 3 ' 25 "	40 ° 45 ' 25 "	Sul	719.30	115	1588	09I/03	---	Cristalino
5	E.H. Ribeira (09J/02)	7 ° 58 ' 20 "	40 ° 46 ' 37 "	Vouga	719	378	1239	09J/01	---	Cristalino
6	E.H. Ribeira (09H/03)	8 ° 19 ' 25 "	40 ° 44 ' 17 "	Vouga	719	951	1521	09H/01	Drizes	Cristalino
7	Caima confluência com Vouga	8 ° 27 ' 41 "	40 ° 40 ' 21 "	Caima	719.10	198	1875	09G/01	Palhal	Cristalino
8	E.H. Pt. Vouzela (09I/02)	8 ° 7 ' 40 "	40 ° 44 ' 55 "	Vouga	719	649	1348	09I/02	Drizes	Cristalino
9	Antuã confluência com Vouga	8 ° 37 ' 52 "	40 ° 44 ' 13 "	Antuã	719.02.01.04	153	1710	09F/01	---	Aluvião
10	Ac. Carvoeiro (A.H.E.)	8 ° 26 ' 12 "	40 ° 41 ' 39 "	Vouga	719	1053	1554	09G/02	Grela	Cristalino
11	E.H. Ribeiro (10G/03)	8 ° 24 ' 54 "	40 ° 34 ' 50 "	Alfiusqueiro	719.07.04	204	1915	10H/01	Lourizela	Cristalino
12	Vouga confluência com Águeda	8 ° 32 ' 10 "	40 ° 37 ' 15 "	Vouga	719	1357	1604	09G/02	Grela	Cristalino
13	Rio Vouga imediatamente a montante da entrada n	8 ° 33 ' 47 "	40 ° 38 ' 43 "	Vouga	719	2344	1532	09G/03	Grela	Cristalino
14	Águeda confluência com Alfusqueiro	8 ° 24 ' 56 "	40 ° 34 ' 50 "	Águeda	719.07	174	1932	10G/05	S. João do Monte	Cristalino
15	Águeda confluência com Vouga	8 ° 32 ' 11 "	40 ° 37 ' 14 "	Águeda	719.07	975	1435	10F/03	S. João do Monte	Cristalino
16	Águeda confluência com Certima	8 ° 31 ' 15 "	40 ° 35 ' 28 "	Águeda	719.07	428	1870	12G/02	S. João do Monte	Aluviões
17	Entrada na Pateira de Fermentelos	8 ° 30 ' 38 "	40 ° 33 ' 57 "	Certima	719.07.01	467	1077	---	---	Aluviões
18	Braco Sul	8 ° 46 ' 58 "	40 ° 32 ' 53 "	Ria Braco Sul	719.01	350	961	---	---	Detritico. Aluviões
19	Boco confluência com Ria	8 ° 40 ' 48 "	40 ° 32 ' 33 "	Boco	719.03	100	1014	---	---	Detritico
20	Área (Anadia)	8 ° 27 ' 19 "	40 ° 27 ' 54 "	Certima	719.07.01	255	1163	---	---	Cársico
21	E.H. Pt. Arrancada (10G/01)	8 ° 25 ' 53 "	40 ° 37 ' 35 "	Mamel	719.11	22	1817	---	---	Cristalino
22	E.H. Vila Nova de Monsarros (11G/01)	8 ° 23 ' 46 "	40 ° 24 ' 48 "	Serra	719.07.01.12	40	1359	---	---	Cristalino
23	E.H. Pt. Redonda (10G/05)	8 ° 22 ' 36 "	40 ° 32 ' 50 "	Águeda	719.07	151	1960	10H/02	S. João do Monte	Cristalino
24	E.H. Pt. Águeda (10G/02)	8 ° 26 ' 47 "	40 ° 34 ' 20 "	Águeda	719.07	405	1794	10G/05	S. João do Monte	Aluviões

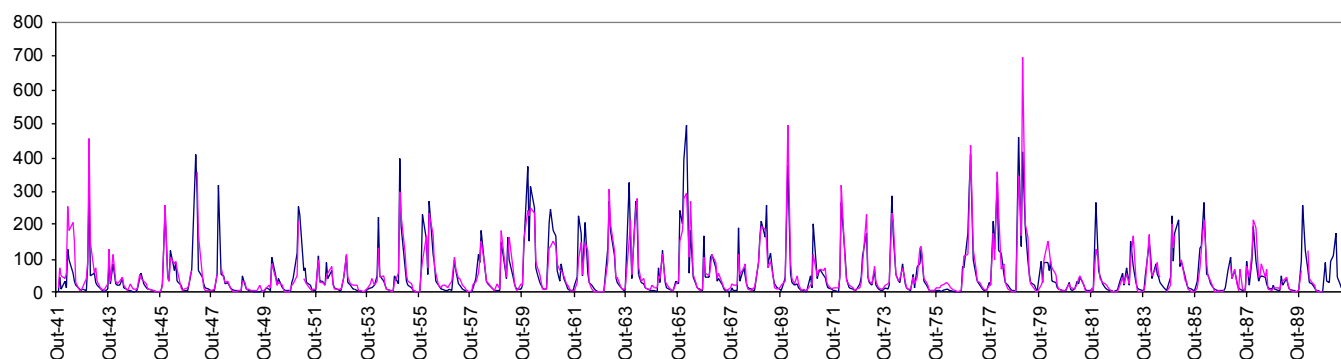
Tabela 5.4 - Características dos pontos de avaliação dos recursos hídricos

O modelo de precipitação-escoamento utilizado para a geração de séries de escoamento mensal foi o modelo de Temez. Trata-se de uma simplificação do clássico modelo de Stanford - SWM (Stanford Watershed Model) – que foi proposto por Linsley em 1960 (Linsley e Crawford, 1960; Crawford e Linsley, 1963). Nos gráficos seguintes pode verificar-se a qualidade do ajustamento dos escoamentos simulados pelo modelo de Temez aos caudais registados em algumas estações hidrométricas.

Pt. Redonda



Pt. Vouzela



Em relação aos caudais registados e simulados na estação Ponte Redonda, nos anos hidrológicos 1977/78, 78/79, 79/80 e 80/81 os escoamentos gerados pelo modelo são muito superiores aos registados nesta estação. Já que no ano seguinte a estação apresentou falhas nos registos, deve-se concluir que os registos de Out/77 a Set/81 estão errados devido, talvez, ao mau funcionamento da estação.

Nº	Nome	Rio	Área	Período de calibração	Parâmetros do modelo				Erro do modelo	Escoamento médio mensal	
					C	Hmax	Imax	Alfa		Observado	Calculado
RIO VOUGA											
09I/02	Pte. Vouzela	Vouga	649,00	68/69 - 77/78	0,36	191,90	161,90	0,018	742,40	62,07	58,39
09J/02	Ribafeita	Vouga	378,00	81/82 - 88/89	0,56	140,60	187,50	0,020	999,90	42,98	43,24
MARGEM DIREITA											
09F/01	Pte. Minhoteira	Antuã	114,00	80/81 - 89/90	0,01	285,40	230,80	0,020	2267,20	75,60	68,64
09G/01	Pte. Vale Maior	Caima	188,00	75/76 - 84/85	0,23	121,90	281,80	0,017	4118,50	106,60	108,37
09I/03	Pte. Pouves	Sul	110,00	81/82 - 89/90	0,16	367,90	489,60	0,020	731,60	55,43	52,57
MARGEM ESQUERDA											
10G/01	Pte. Arrancada	Marnel	22,00	77/78 - 83/84	0,28	479,20	191,70	0,030	2331,50	80,57	74,74
10G/03	Ribeiro	Alfisquei ro	204,00	82/83 - 89/90	0,16	287,50	191,70	0,017	747,40	83,21	81,13
10G/05	Pte. Redonda	Agueda	151,00	82/83 - 89/90	0,19	300,00	280,30	0,025	3119,90	75,76	85,29
11G/01	Vila Nova de Monsarros	Rib. Serra	40,00	80/81 - 85/86	0,39	191,70	191,70	0,020	1312,10	46,10	50,63

Tabela 5.5 – Resultados da calibração do modelo de Temez para os pontos de calibração

A afluência média anual na bacia do rio Vouga, para o período de 1941/42 a 1990/91 é de 2 223 hm³/ano, que corresponde à soma das afluências geradas nas sub-bacias definidas pelos pontos de avaliação 2, 9, 13, 18 e 19. As afluências médias anuais geradas nas áreas correspondentes às bacias costeiras totalizam cerca de 15 hm³.

A afluência média anual no rio Vouga, a montante da entrada na ria de Aveiro é de 1908 hm³/ano, ao que corresponde um escoamento médio anual de 814 mm. A afluência média anual para um ano seco (quantil 20%) é de 1098 hm³/ano, enquanto que para um ano húmido (quantil

80%) é de 2670 hm³/ano. A gama de afluências anuais ocorridas com maior frequência, entre 1940 e 1990 situa-se entre os 3000 e os 4000 hm³/ano, conforme se pode observar no Gráfico 5.2

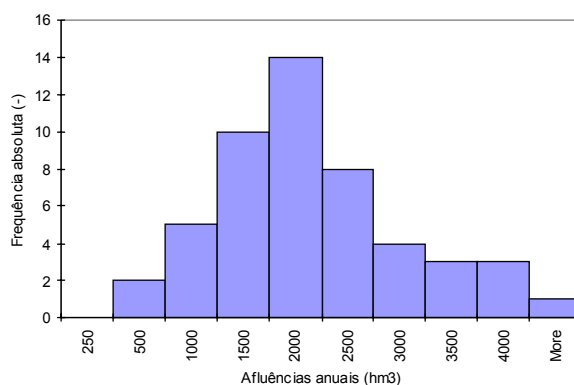


Gráfico 5.2

Histograma de frequências absolutas das afluências totais anuais estimadas para o período de 1940/41 a 1990/91 na bacia hidrográfica do rio Mondego

As afluências médias anuais para os pontos de avaliação de recursos hídricos apresentam-se na Tabela 5.6.

Código	Nome	Área (km ²)	Precipitação anual média (mm)	Escoamento anual médio (mm)	Déficit (mm)	Afluência anual média (hm ³)
1	E.H. Pt. Minhoteira (09F/01)	114	1775	994	781	113
2	Braço Norte da Ria	71	1478	715	763	51
3	Área (Vale de Cambra)	119	1998	1299	699	155
4	Sul confluência com Vouga	115	1588	720	868	83
5	E.H. Ribafeita (09J/02)	378	1239	608	631	230
6	E.H. Ribeirada (09H/03)	951	1521	807	714	767
7	Caima confluência com Vouga	198	1875	1190	685	236
8	E.H. Pt. Vouzela (09I/02)	649	1348	694	654	450
9	Antuã confluência com Vouga	153	1710	909	801	139
10	Aç. Carvoeiro (A.H.E)	1053	1554	835	719	879
11	E.H. Ribeiro (10G/03)	204	1915	1093	822	223
12	Vouga confluência com Águeda	1357	1604	876	728	1189
13	Rio Vouga imediatamente a montante da entrada na Ria	2344	1532	814	718	1908
14	Águeda confluência com Alfusqueiro	174	1932	1099	833	191
15	Águeda confluência com Vouga	975	1435	661	774	644
16	Águeda confluência com Certima	428	1870	1049	821	449
17	Entrada na Pateira de Fermentelos	467	1077	370	707	173
18	Braço Sul	350	961	269	692	94
19	Boco confluência com Ria	100	1014	306	708	31
20	Area (Anadia)	255	1163	490	673	125
21	E.H. Pt. Arrancada (10G/01)	22	1817	807	1010	18
22	E.H. Vila Nova de Monsarros (11G/01)	40	1359	676	702	27
23	E.H. Pt. Redonda (10G/05)	151	1960	1113	838	168
24	E.H. Pt. Águeda (10G/02)	405	1794	979	815	396

Tabela 5.6 - Afluências médias anuais para o período de 1941/42 a 1990/91 para os pontos de avaliação

Para caracterizar do ponto de vista sazonal o regime de aflúências foi ainda estudado como é que estas se distribuem ao longo do ano hidrológico. Foram utilizadas para o efeito médias mensais das aflúências calculadas para o período de 1941/42 a 1990/91. Na Tabela 5.7 apresentam-se estas médias mensais. Conforme se pode constatar, cerca de 70% das aflúências anuais concentram-se no semestre de Novembro a Abril.

Código	Nome	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1	E.H. Pt. Minhoiteira (09F/01)	5.6	9.7	14.6	18.3	19.8	16.8	9.9	8.2	4.7	2.3	1.4	1.9	113
2	Braço Norte da Ria	2.6	4.6	6.9	8.3	8.9	6.9	4.5	3.5	2.0	1.1	0.6	0.8	51
3	Área (Vale de Cambra)	8.4	14.6	23.1	25.8	26.3	20.5	12.6	10.0	5.9	3.3	2.0	2.6	155
4	Sul confluência com Vouga	2.6	5.2	10.1	13.3	15.8	13.3	8.6	6.4	3.8	2.0	1.1	0.8	83
5	E.H. Ribafeita (09J/02)	7.6	17.6	34.2	43.7	46.2	34.4	19.4	13.3	6.9	3.7	1.7	1.4	230
6	E.H. Ribeirada (09H/03)	28.7	60.9	116.3	142.3	147.1	113.0	62.6	44.4	24.6	13.1	7.5	6.6	767
7	Caima confluência com Vouga	12.6	22.0	34.9	39.6	40.1	31.2	19.4	15.2	9.0	5.1	3.1	3.9	236
8	E.H. Pt. Vouzela (09I/02)	13.9	28.1	57.3	78.4	91.0	68.2	45.5	32.6	18.7	8.3	4.1	4.2	450
9	Antuã confluência com Vouga	7.2	12.1	19.2	22.8	24.4	19.4	12.1	9.6	5.5	2.9	1.7	2.3	139
10	Aç. Carvoeiro (A.H.E)	33.4	70.5	133.8	162.8	167.8	128.7	71.6	51.2	28.2	15.0	8.6	7.7	879
11	E.H. Ribeiro (10G/03)	8.3	17.7	33.0	38.9	40.6	32.0	18.7	15.4	8.6	4.6	2.6	2.7	223
12	Vouga confluência com Águeda	46.5	96.8	181.7	219.5	224.8	172.3	96.8	69.9	38.3	20.3	11.6	10.7	1189
13	Rio Vouga imediatamente a montante da entrada na Ria	72.7	152.7	291.7	354.4	361.2	276.7	156.9	111.7	61.5	32.9	18.8	16.5	1908
14	Águeda confluência com Alfusqueiro	7.1	15.2	28.3	34.6	35.5	28.2	17.1	12.6	6.6	2.8	1.3	1.5	191
15	Águeda confluência com Vouga	24.5	47.0	87.8	110.3	119.9	95.8	58.6	43.6	25.8	14.5	8.7	7.4	644
16	Águeda confluência com Certima	18.0	35.7	65.1	78.8	81.3	64.4	38.7	29.6	17.1	9.2	5.5	5.3	449
17	Entrada na Pateira de Fermentelos	6.7	12.0	22.1	28.2	32.7	26.5	16.8	12.2	7.3	4.2	2.5	1.9	173
18	Braço Sul	3.1	5.7	11.3	15.3	18.8	15.4	9.9	6.9	3.8	2.0	1.1	0.8	94
19	Boco confluência com Ria	1.0	1.9	3.8	5.0	6.0	5.0	3.2	2.2	1.2	0.7	0.3	0.2	31
20	Area (Anadia)	3.9	8.4	17.6	23.5	25.1	19.4	11.4	7.4	4.1	2.1	1.1	0.8	125
21	E.H. Pt. Arrancada (10G/01)	0.5	1.1	2.4	3.3	3.5	2.9	1.8	1.3	0.6	0.2	0.1	0.1	18
22	E.H. Vila Nova de Monsarros (11G/01)	0.9	2.0	4.0	5.0	5.2	3.9	2.5	1.7	0.9	0.5	0.2	0.2	27
23	E.H. Pt. Redonda (10G/05)	6.4	13.7	25.1	30.1	30.9	24.9	14.6	11.5	5.9	2.6	1.1	1.3	168
24	E.H. Pt. Águeda (10G/02)	15.6	31.0	57.0	69.3	72.1	57.2	34.5	26.4	15.4	8.3	5.0	4.7	396

Tabela 5.7 - Aflúências médias mensais para o período de 1941/42 a 1990/91 para os pontos de avaliação

5.1.1.4 Situação actual e reconstituição da situação pristina

Os escoamentos mensais registados nas estações hidrométricas foram analisados por forma a avaliar em que medida os valores registados se afastam do regime hidrológico natural. Esta análise foi realizada recorrendo a diagramas de escoamentos acumulados, que se apresentam no Gráfico 5.3. Estes diagramas foram realizados para séries com mais de 20 anos de registos. Para as estações hidrométricas com registos apenas a partir da década de 80, não foi feita qualquer análise por impossibilidade de comparação com registos mais antigos. Assim, seleccionaram-se as 4 estações hidrométricas com registos anuais que cobrem períodos longos. Embora se tenham detectado inconsistências nos registos de Pt. Águeda e Pt. Vale Maior optou-se por apresentar as curvas de escoamento acumulado apenas para verificar se existiriam alterações significativas nos declives dos segmentos de recta que compõem a curva relativa a todo o período. Observando o

Gráfico 5.3 não se notam alterações significativas das curvas acumuladas que possam ser imputadas a acréscimos significativos de extracções de água da rede hidrográfica. Existem, de facto alguns patamares mais marcantes nos primeiros anos de registos que se devem fundamentalmente à ocorrência de períodos de anos secos consecutivos.

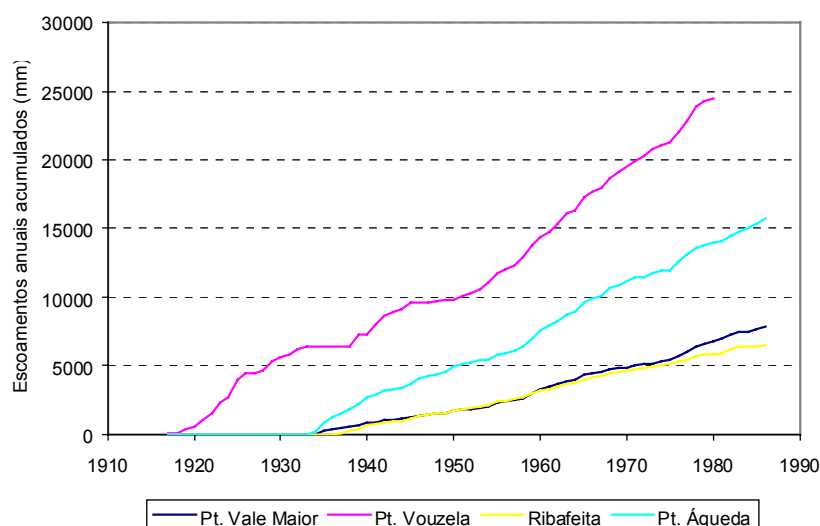


Gráfico 5.3
Curvas do escoamento anual acumulado em quatro estações hidrométricas na bacia do Vouga

5.1.2. Qualidade

A bacia do rio Vouga sofre o fenómeno de litoralização que ocorre em todo o território nacional. As zonas mais populosas e industriais situam-se em redor da ria e nas sub-bacias dos braços sul e norte da ria, do Antuã, do Bouco, do Cértima e do Caima. As cabeceiras do rio Vouga são mais desérticas, concentrando-se as populações em poucas freguesias do vale do Vouga em redor de Oliveira de Frades, Vouzela e S. Pedro do Sul.

A bacia inclui importantes manchas florestais de pinheiro bravo, nas cabeceiras do Vouga e no cordão litoral ao sul da ria, e manchas de resinosas e mistas na bacia intermédia. As zonas agrícolas localizam-se, sobretudo, na bacia do Cértima e em redor da ria, mas existem pequenas explorações agrícolas em toda a bacia.

A indústria concentra-se nos concelhos de Ovar, Aveiro e Oliveira de Azeméis. De acordo com as estimativas obtidas, estes três concelhos são responsáveis por 90% da carga de origem

industrial gerada na bacia. Os sectores industriais mais poluentes são o abate de animais, os lacticíneos, as unidades vitivinícolas e as unidades ligadas ao papel.

As unidades industriais de maior porte localizam-se junto à ria em Estarreja (empresas químicas como a Quimigal e a Dow Portugal), Cacia (Portucel) e Ovar (várias fábricas de papel). Na sub-bacia do Antuã estão localizadas várias unidades de lacticínios, nas freguesias de Oliveira de Azeméis, S. João da Madeira e Beduído (Estarreja), e algumas unidades de fabricação de papel e da indústria textil. Em Vale de Cambra, na bacia do Caima, estão instaladas várias unidades de lacticíneos de dimensão significativa, e ainda uma unidade metalomecânica. Na sub-bacia do Águeda, junto à cidade com o mesmo nome, existem várias unidades de fabricação de papel, de transformação de produtos metálicos e ainda unidades gráficas. A bacia do Cértima, que inclui as freguesias de Oliveira do Bairro, Sangalhos, Mealhada, e Anadia, é sede de alguma indústria vitivinícola e de abate de animais. Na bacia do Bouco estão localizadas várias unidades da indústria cerâmica.

No vale do Vouga, as principais indústrias localizam-se em Albergaria-a-velha, Sever do Vouga, Oliveira dos Frades e S. Pedro do Sul. São ainda de referir uma unidade de lacticínios em Lamas, nas cabeceiras do Vouga, uma unidade de lacticínios em Sever do Vouga e várias unidades de abate de aves na região de Lafões (S. Pedro de Sul, Vouzela, Oliveira de Frades). Na sub-bacia do Marnel, um afluente da margem esquerda do Vouga, são de referir duas unidades textéis.

No que respeita à pecuária, existem várias suiniculturas em Cantanhede (cabeceiras do braço sul da ria), em Aguada de Cima (bacia do Cértima), em Ovar (junto ao braço norte da ria) e em Sever do Vouga e S. Pedro do Sul (vale do Vouga). Na bacia localizam-se também algumas boviniculturas, nomeadamente junto ao braço Norte da ria e em S. Pedro do Sul.

O nível de atendimento e de tratamento dos sistemas de drenagem varia bastante na bacia. Os concelhos de S. Pedro do Sul, Aveiro, Oliveira do Bairro e Anadia são aqueles que apresentam os níveis mais altos, mas existem vários concelhos com níveis de tratamento muito baixos

No conjunto estima-se que estas cargas produzam cerca 23 mil toneladas de CBO por ano, que provêm essencialmente de origem domésticas, e cerca de 63 mil toneladas de CQO por ano que provêm em partes sensivelmente iguais da indústria e de origens domésticas. Estima-se

também que são geradas cerca de 4 mil toneladas de azoto por ano, provenientes de origens domésticas e agrícolas, e cerca de 600 toneladas de fósforo por ano, provenientes em grande parte de origens domésticas mas também da poluição difusa e da bovinicultura (ver **Figura 20**).

O esforço de modelação matemática permitiu validar as estimativas das cargas poluentes geradas na bacia e estimar que percentagem destas atinge o troço modelado da rede hidrográfica. Concluiu-se que as estimativas da carga gerada em matéria orgânica são da mesma ordem de grandeza que a carga afluyente, e que a carga afluyente em azoto e fósforo são, respectivamente, cerca de 10% e 30% das estimativas da carga gerada. Estes resultados revelam que é possível que a estimativa da carga gerada em matéria orgânica esteja ligeiramente subestimada e que as estimativas da carga em azoto e fósforo sobrestimadas, sobretudo as provenientes da poluição difusa.

A qualidade da água superficial é, como é óbvio, o resultado das actividades económicas que ocorrem na bacia e do grau de eficiência dos sistemas de tratamento. Para avaliar essa qualidade existem várias estações de monitorização instaladas por várias instituições, mas a maior dos dados existentes provêm das 7 estações da rede do INAG/DRA que funcionam desde 1989. Infelizmente essas estações de não abrangem grande parte da bacia, nomeadamente a sua zona litoral onde ocorrem os maiores problemas de qualidade de água. As bacia dos braços sul e norte da ria que constituem as zonas mais populosas e industriais não possuem nenhuma estação de monitorização. A bacia do Cértima, que inclui toda a zona da Mealhada, Anadia e Oliveira do Bairro, é apenas monitorizada na sua foz, em Ponte Requeixo, através de uma estação com bastantes problemas. Esta estação está localizada na confluência do Cértima com o Águeda num local onde é difícil estimar o caudal afluyente de cada rio no instante da colheita de amostras. Por outro lado, Ponte Requeixo fica a jusante da Pateira de Fermentelos, um espelho de água bastante eutrofizado, com velocidades de escoamento reduzidas onde o tempo de residência da água é significativo. A qualidade da água a jusante da Pateira é assim significativamente diferente da de montante.

Cientes das limitações da rede de monitorização, procedeu-se à análise exaustiva dos dados existentes que revelou os problemas de qualidade de água expectáveis tendo em conta a distribuição e a natureza das fontes de poluição existentes na bacia. Tentando resumir as conclusões desta análise, pode-se afirmar que a água proveniente das cabeceiras do Vouga, e

monitorizada em Vouzela e Carvoeiro, é, em geral, de boa qualidade. As estações que controlam os afluentes Caima e do Antuã, com bacias populosas e industrializadas, apresentam valores dos parâmetros indicadores de contaminação doméstica e industrial bastante elevados e níveis significativos de contaminação por ferro. A estação de Ponte de Requeixo, que controla a bacia do Cértima, onde se concentra a actividade agrícola da bacia do Vouga, apresenta os indícios típicos da ocorrência de fenómenos de eutrofização (**Figura 21**).

Nas cabeceiras do Vouga não existem problemas muito graves de qualidade de água. As principais fontes de poluição a montante de Vouzela são de origem doméstica provenientes dos aglomerados populacionais de Vouzela e S. Pedro de Sul e de alguma indústria existente junto às sedes destes concelhos. No vale do Vouga, entre Vouzela e Carvoeiro, as indústrias e populações localizadas nos concelhos de Sever do Vouga e de Oliveira dos Frades constituem as principais fontes de poluição. Os valores observados em Ponte Vouzela e Carvoeiro que resultam desta situação revelam uma contaminação significativa por matéria orgânica não biodegradável (os valores de CQO são significativamente superiores aos valores de CBO5) e alguma contaminação fecal. Os valores observados não são, no entanto, preocupantes, com excepção dos valores CQO e de oxidibilidade, que em 50% do tempo conduzem a uma classificação INAG de C ou superior, típica de rios poluídos a muito poluídos. A estação do Carvoeiro, que drena algumas zonas agrícolas do vale do Vouga, apresenta alguns indícios de eutrofização, revelada por valores um pouco elevados de concentração de clorofila-a.

As bacias do Caima e do Antuã incluem zonas fortemente industrializadas. Por essa razão as estações de Ponte Vale Maior e Ponte da Minhoteira, destacam-se das restantes estações da bacia com valores dos parâmetros indicadores de contaminação doméstica e industrial típicos de cursos de água muito poluídos a extremamente poluídos. Cerca de 50% dos valores de CBO5 observados nestas estações obtêm a classificação INAG D ou E. No que respeita ao CQO e à oxidibilidade, a estação de Ponte Vale Maior, no Caima, apresenta uma situação francamente pior que a observada em Ponte da Minhoteira, o que indicia uma maior contaminação de origem industrial nesta bacia. A situação observada em Vale Maior melhorou a partir de 1992, quando uma das fábricas de pasta de papel existente na bacia do Caima encerrou a sua actividade. Estas duas estações, mas principalmente Ponte da Minhoteira, apresentam também alguns valores elevados da concentração de ferro (cerca de 30 a 50% dos valores estão acima dos 0,5 mg/l e 10 a 20% estão acima de 1 mg/l). A estação de Ponte da Minhoteira também se destaca das restantes

estações da bacia pelos valores mais elevados de compostos azotados e fosfatados que nela se observaram.

A estação de Ponte Requeixo, localizada no Cértima a jusante da Pateira de Fermetelos, apresenta sinais evidentes de eutrofização. São observados nesta estação valores elevados de clorofila-a (cerca de 50% dos valores acima de 10 mg/l) e de pH (cerca de 50 % dos valores acima de 7.5). Os dados sugerem que os nutrientes deste processo tem uma origem mista, mas a componente difusa é mais importante nas aflúncias de azoto que no fósforo. A concentração de azoto inorgânico apresenta uma correlação negativa com o caudal estimado e é patente a variação sazonal da carga em azoto inorgânico em todas as estações da bacia. Concluiu-se também que o nutriente limitante no processo de eutrofização é o fósforo.

A estação de Ponte Requeixo apresenta também valores significativos de CBO5 e CQO, típicos de rios poluídos ou muito poluídos (classificação INAG). Estes valores podem ser justificados pela concentração dos detritos provenientes da morte de fitoplâncton ou pela concentração de populações e indústrias a montante da Pateira de Fermentelos. A inexistência de uma estação de qualidade a montante da Pateira impede a identificação mais rigorosa das origens da contaminação orgânica.

A estação de Águeda apresenta valores dos parâmetros de qualidade que revelam uma contaminação industrial e doméstica típica proveniente dos aglomerados populacionais e das indústrias existentes na bacia. Os valores de CBO5, CQO e de microorganismos sugerem a classificação deste rio como poluído ou muito poluído. Os valores de concentração de coliformes e estreptococos são dos mais elevados que ocorrem na bacia, a que não será alheio o facto da estação se localizar no centro da cidade de Águeda. Outro indício da contaminação de origem doméstica são os valores da concentração de azoto amoniacal que, apesar de não muito elevados, se destacam, em conjunto com os de Ponte da Minhoteira, como os mais elevados da bacia.

Os valores observados na estação de Ponte S. João de Loure, a jusante de todas as outras, é o resultado do tudo o que se passa na bacia. Os valores observados, sobretudo de CBO5 e CQO, indicam uma contaminação doméstica e industrial típica de rios muito poluídos (classificação D do INAG) e os valores elevados de clorofila-a revelam o fenómeno de eutrofização que ocorre na bacia do Cértima e que atinge esta estação.

O trabalho desenvolvido no âmbito dos trabalhos dos planos de bacia envolveu um grande esforço de modelação matemática que permitiu consolidar as conclusões apresentadas, nomeadamente no que diz respeito às estimativas das cargas poluentes geradas na bacia e às suas origens, e avaliar a qualidade de água do rio Vouga ao longo do seu curso principal (ver **Figura 22**). O modelo encontra-se calibrado, tendo já sido estudados alguns cenários base de alterações. Mas a grande utilidade deste modelo matemático será a avaliação da eficiência das medidas propostas para atingir os objectivos de qualidade de água que serão definidos nas próximas etapas dos trabalhos de elaboração do plano de bacia.

Sem prejuízo de avançar imediatamente para a identificação e análise das medidas necessárias para a correcção dos problemas de qualidade de água detectados, é necessário continuar com o estudo da qualidade de água da bacia do Vouga. Os dados disponíveis apresentam grandes lacunas e alguns erros que devem ser eliminados. O facto de cerca de 35% da bacia, justamente a mais populosa e industrializada, não se encontrar abrangida pela rede de estações de qualidade justificaria, por si só, um esforço de monitorização e colheita de dados que permitisse num futuro próximo uma análise mais completa e rigorosa da qualidade de água da bacia do Vouga. Para avaliar com maior precisão a origem das cargas poluentes é necessário dispor de dados em novos locais de colheitas de amostras nomeadamente no rio Bouco e nos braços norte e sul da ria. É também necessário colher amostras na zona já abrangida por estações de qualidade, nomeadamente a montante da Pateira de Fermentelos e no troço do Vouga entre Vouzela e Carvoeiro.

Os trabalhos de monitorização que aqui se propõem devem também contemplar a compatibilização entre os locais de colheita de amostras e as estações hidrométricas pois uma das maiores fontes de erros do trabalho aqui apresentado foi, sem dúvida, a estimativa dos valores de caudal que foi necessário efectuar. Seria também conveniente realizar ensaios de fluorometria para avaliar com maior precisão as velocidade da água e os tempos de residência da água nos vários troços da rede hidrográfica, dado que estas variáveis são determinantes no transporte e dispersão das cargas poluentes.

Foi também possível identificar possíveis erros nos dados disponíveis que é urgente esclarecer e de que os valores de oxigénio dissolvido medidos posteriormente a 1992 são o exemplo mais

flagrante. A calibração dos aparelhos de medição e a avaliação dos testes laboratoriais é assim sugerida.

5.2. Recursos hídricos subterrâneos

5.2.1. Quantidade

5.2.1.1 Síntese – Recursos hídricos renováveis

Na unidade Maciço Hespérico da bacia do Vouga não foram considerados os quartzitos devido à sua fraca expressão, pelo que das “rochas duras” se teve em conta granitos e xistos/grauvaques. Na Orla Mesocenozóica foram referidos os sistemas (e subsistemas) definidos por INAG (1997). No entanto alguns incluem parte da bacia do Mondego tal como se indica na Tabela 5.8, onde se apresentam os respectivos recursos hídricos renováveis. No sub-sistema Quaternário de Aveiro foram individualizados os sistemas Plistocénico, Base do Quaternário e Dunas.

Unidade	Sistemas Aquíferos	Recarga (mm/ano)	RHS Renováveis (lm3/ano)
Maciço Hespérico	Granitos	100	95
	Xistos e Grauvaques	100	94
	Aluviões do Maciço Hespérico	(*)	(*)
Orla Mesocenozóica (sistemas identificados em INAG, 1997)	Liásico a norte do Mondego (Aquífero Cársico da Bairrada)	350	15(**)
	Subsistema Cretácico de Aveiro	150	11
	Subsistema Quaternário de Aveiro		
	Plistocénico	170	53
	Base do Quaternário	400 (+ drenância)	10
Dunas		400	200
TOTAL			478

(*) - aquíferos de muito pequena extensão subordinados aos cursos de água. RHS não determináveis

(**) - Incluem parte da bacia do Mondego

Tabela 5.8 - Recursos hídricos subterrâneos renováveis da Bacia Hidrográfica do Vouga

5.2.1.2 Maciço Hespérico

5.2.1.2.1 Cristalino

São raros os casos reconhecidos de captações no cristalino da Bacia do Vouga com produtividades elevadas: com os dados disponíveis pode ver-se que apenas há uma captação com o caudal de 8 l/s, mas deve advertir-se que se trata de caudal obtido em ensaio e não de caudal de trabalho.

Para uma avaliação global das aptidões aquíferas dos dois grandes tipos litológicos ocorrentes na Bacia, foi efectuado um estudo comparativo das respectivas produtividades, representadas não pelo caudal de exploração, como desejaríamos, mas pelo caudal de ensaio constante nos relatórios de construção. Esta decisão teve como justificação o facto de ser escassíssima a informação sobre os caudais de trabalho das captações inventariadas.

Antes de passar a analisar os resultados da comparação convém alertar para uma questão importante: raramente há indicações sobre o número de captações improdutivas. Esta lacuna compromete seriamente a análise sendo desejável que futuramente as entidades encarregadas da recolha e arquivo de dados façam algum esforço para a colmatar.

Tendo em conta critérios essencialmente geológico/litológicos, foram considerados no cristalino os seguintes grandes grupos:

- Rochas eruptivas (principalmente granitos e tipos litológicos afins);
- Rochas metamórficas (nomeadamente xistos).

Na Tabela seguinte apresentam-se as estatísticas principais que caracterizam estes grupos.

	Volume da amostra	Média	Mediana	Desvio padrão	Coef. Variação (%)	Q ₁	Q ₃	Mínimo	Máximo
R. eruptivas	70	0,5	0,3	1,0	196,6	0,15	0,5	0,02	8,0
R. metamorf.	27	1,1	0,67	1,4	120,7	0,67	1,0	0,6	6,9

Em termos de produtividade pode deduzir-se que as captações que exploram os xistos são melhores.

Os dados de piezometria disponíveis são muito dispersos e não permitem a construção de uma rede de fluxo que seja significativa face à área total ocupada pelo Maciço Hespérico na Bacia do Vouga. Os níveis correspondem ao próprio nível freático, já que, do ponto de vista hidráulico, o cristalino tem o comportamento de aquífero livre.

Pode dizer-se que os níveis freáticos acompanham, *grosso modo*, a topografia. Nas zonas de vale a profundidade da zona saturada é muito menor que nas zonas mais elevadas: da ordem dos 3 a 5 metros nas primeiras e a mais de 15 metros nas segundas.

As oscilações sazonais são do mesmo sentido em ambos os casos, mas com valores diferentes: nos vales a variação entre os períodos húmidos e secos situa-se entre os 2 e os 5 metros, ao passo

que nas zonas mais altas a variação é maior, havendo casos que superam os 15 metros. Como se sabe, esta variação não depende apenas da recarga infiltrada, pois está muito influenciada pela porosidade da formação receptora. O cristalino apresenta, normalmente, valores baixos de porosidade eficaz, embora em áreas de forte tectonização a porosidade secundária possa ser já considerável.

As linhas de fluxo direccionam-se a favor da rede hidrográfica, com pequenas excepções muito localizadas perto de emergências sem grande expressão. Mesmo nos períodos húmidos, quando os níveis nos rios se encontram altos, o efeito de recarga rio/formações do cristalino é efêmero. O mesmo não se passa nos terraços aluvionares adjacentes aos rios, completamente dependentes do nível e dos caudais do rio.

As variações dos níveis freáticos e as ordens de grandeza admitidas para a porosidade do cristalino, permitem admitir que a recarga se situará em 100 mm/ano. O volume médio das entradas poderá obter-se considerando a área total do cristalino e multiplicando-a por esta altura de água.

Como se disse no ponto anterior, o fluxo subterrâneo faz-se a favor da rede hidrográfica, o que se traduz no facto de linhas de água de pequena dimensão serem de carácter intermitente. E esta é a grande parcela das saídas.

Há, contudo, os pequenos abastecimentos dispersos por toda a bacia, principalmente nos aglomerados populacionais de menores dimensões, onde cada casa tem o seu poço, por não existirem sistemas públicos que sirvam as populações. E estes, quando existem, pouco exploram as formações do Maciço Hespérico, dada a baixa produtividade que têm. Consultando os dados do Inventário de Saneamento Básico de 1994, sobre as origens de água distribuída pelos serviços camarários, verifica-se que há quase sempre captações de água superficial (frequentemente em depósitos aluvionares adjacentes a rios) e que constituem a quase totalidade do caudal fornecido.

Há equilíbrio entre entradas e saídas, como é normal nestas situações hidrogeológicas.

5.2.1.2 Terraços aluvionares

Inseridos na unidade hidrogeológica Maciço Antigo, ocorrem terraços aluvionares de pequena dimensão instalados nos leitos de alguns cursos de água e deles directamente dependentes.

Embora de formação geológica recente, serão aqui considerados apenas por uma questão de mera sistemática.

A sua importância reside no facto de proporcionarem a instalação de captações de grande produtividade que, em certas zonas, são quase a única origem de água para abastecimento público. Por outro lado, porque possibilitam explorações de volumes consideráveis que são “exportados” para outras regiões, permitem que se possa diminuir ou mesmo anular a sobre-exploração das unidades aquíferas dessas regiões, como é o caso do Carvoeiro.

Estes terraços encontram-se quase sempre enquadrados no Maciço Antigo, dispersos por diferentes concelhos da Bacia do Vouga e, para além dos que se vão referir, muitos outros haverá e que não conhecemos ou que nunca foram explorados.

O tipo de captação que mais se utiliza nestas unidades é um poço com drenos, mas também há casos de furos verticais que têm excelentes rendimentos. No entanto, neste tipo de terraços ligados a rios, a drenagem na horizontal é particularmente adequada.

Os aproveitamentos mais importantes situam-se nos locais e rios a seguir indicados:

- Assequins - Águeda, em terraço adjacente ao Rio Águeda, havendo furos que produzem caudais de 32 e 34 l/s e 2 poços com drenos que, em conjunto, permitem a extracção de 150 l/s.
- Macinhata, parte Norte do concelho de Águeda, poço com dreno em aluviões do rio Vouga, desconhecendo-se o caudal de exploração.
- Moinho da Ribeira, em Salreu-Estarreja, 2 furos de captação que podem explorar cada um 30 l/s de terraço adjacente ao rio Antuã.
- Fuzeiras, Oliveira de Azeméis, poço com dreno em aluviões do rio Ínsua, debita o caudal de 45 l/s.
- Macieira de Sarnes, no sector Norte do concelho de Oliveira de Azeméis, 2 poços com drenos exploram terraço do rio Ul (Antuã), com caudal não conhecido.
- Cavadas, Couto de Cucujães, poço com dreno em terraço do rio Antuã, proporciona o caudal de 23 l/s.
- Oliveira de Azeméis, 2 poços com drenos, captam em aluviões do rio Ínsua, desconhecendo-se os caudais.
- Ponte de Burgães, Vale de Cambra, um poço com drenos horizontais capta em terraço do rio Caima caudais entre 40 a 50 l/s.
- Carvoeiro, na parte Norte do concelho de Águeda, onde o terraço fluvial do rio Vouga é explorado por várias captações que, no seu conjunto, podem em condições de rotina debitar o caudal de 600 l/s. Há dois poços com drenos horizontais que, em condições óptimas com o nível do rio alto (período de cheias), foram ensaiados com caudais de 265

l/s e 230 l/s, mas que são utilizados actualmente com caudais de trabalho menores, da ordem de 200 l/s. Foram construídos 3 furos verticais, com diâmetros de 0,5 metros e que, em ensaio, debitaram caudais entre 80 l/s e 50 l/s e actualmente trabalham com caudais idênticos.

São constituídos, em regra, por areias grosseiras e cascalheiras, com eventuais passagens de areias finas e de lodos, mas de configuração lenticular. Apresentam-se fora do leito menor de certos rios e ficam submersos em períodos de cheias, mas servem normalmente de “fundo” à linha de água. É na zona de meandros que ficam emersos, nomeadamente na convexidade.

Há certas diferenças entre os sedimentos acumulados nestes terraços fluviais nos vários rios, dependendo, obviamente, das litologias predominantes em cada bacia. Quando são abundantes granitos e tipos afins, os sedimentos são mais “limpos”, mais grosseiros e, por conseguinte, com melhores características de permeabilidade. É o caso, por exemplo, do terraço do Carvoeiro. Se predominam os xistos, os clastos são de tamanho inferior e com proporções consideráveis de finos que frequentemente são argilosos, o que confere a esses depósitos piores condições de exploração.

As espessuras podem variar entre 5 e 15 metros e, como se disse anteriormente, de ano para ano a espessura pode sofrer modificações. Junto à linha de água, porém, a espessura diminui no leito menor do rio e adelgaça em direcção às margens.

A característica hidrogeológica mais importante destes depósitos aluvionares é a estreita ligação hidráulica Rio/aquífero. Constituem aquíferos livres, limitados por bordos impermeáveis (as duas margens do rio) e por um limite permeável que é o próprio rio. Dadas as pequenas dimensões destes depósitos, é evidente que a sua capacidade de armazenamento é praticamente insignificante face à recarga induzida a partir do rio para o aquífero quando as captações se encontram em funcionamento.

Apenas se dispõe dos resultados de um ensaio realizado nos poços do Carvoeiro. O valor da permeabilidade que melhor ajusta os dados experimentais a um modelo teórico é de 0,001 m/s, que corresponde a cerca de 86 m/dia (Marques da Silva et al., 1996). Mas valores de 100 m/dia são normais quando os sedimentos se apresentam “limpos”, muito embora desçam significativamente até uma ordem de grandeza ou mesmo algo mais, quando a fracção argilosa é importante e a granulometria é menor. O ensaio põe em evidência que a produtividade das

captações é extremamente dependente do caudal do rio, nomeadamente da posição do nível da superfície da água. De resto a prática do dia a dia tem confirmado plenamente esta conclusão.

5.2.1.2.3 Termas

Ainda no âmbito do Maciço Antigo, deve destacar-se a ocorrência de importantes estâncias termais, nomeadamente em Luso e S. Pedro do Sul, as quais constituem expressão de recursos hídricos subterrâneos, conquanto especiais, e são factores de desenvolvimento regional de primeiríssima ordem.

Luso

A estância termal de Luso está localizada na base do flanco Oeste da Serra do Buçaco e a sua água tem sido usada já desde o século XVIII com fins medicinais. As primeiras análises qualitativas foram feitas em 1850 pelo Prof. Costa Simões. A concessão da água mineral data de 1894. A água de Luso tem a sua origem na infiltração de águas meteóricas no flanco Oeste do sinclinal do Buçaco formado por rochas quartzíticas do Ordovícico.

A permeabilidade secundária destas rochas, devida à fracturação, torna possível uma boa circulação subterrânea das águas infiltradas. Estas circulam para NW atingindo uma profundidade certamente considerável, tendo em conta a temperatura a que emergem. A emergência faz-se no contacto do aquífero quartzítico com xistos do Carbónico, através de falha.

O elevado caudal na emergência só pode ser explicado por altas precipitações na zona de recarga, grande área de fácil infiltração e uma boa circulação da água proporcionada pela fracturação. A morfologia e a estrutura determinam, no mínimo, os locais das emergências.

As emergências antigas estão localizadas num vale coberto por sedimentos recentes. São quatro, mas apenas uma é quente (27,5 °C), que é a que abastece o balneário. O caudal é actualmente de 2 l/s e é usado apenas para a estância termal.

Em 1974 foi feito um furo de 78,5 metros de profundidade para bombear água termal, estando localizado a cerca de 8 metros a Oeste do balneário. Até à profundidade de 28,5 metros cortou xistos do Carbónico e depois quartzitos do Ordovícico. Os níveis produtivos situam-se entre os

46,0 e os 78,5 metros e tem sido mantido um caudal constante de 10 l/s a uma temperatura de 27,4 °C.

As características físico-químicas da água do furo são as seguintes:

Temperatura - 27,4 °C; pH na emergência - 5,31; pH lab. - 5,48; TDS (a 180 °C) - 47,1 mg/l

	Mg/l	Mval/l	%mval	%mineral.
Cl ⁻	9,94	0,280	53,44	18,77
F ⁻	0,51	0,027	5,15	0,96
HCO ₃ ⁻	10,37	0,17	32,44	19,58
SO ₄ ⁻	1,15	0,024	4,58	2,17
NO ₃ ⁻	1,30	0,021	4,01	2,45
Na ⁺	7,24	0,315	60,23	13,67
K ⁺	0,83	0,021	4,02	1,57
Cs ⁺	1,65	0,012	2,29	3,11
Ca ⁺⁺	1,56	0,078	14,92	2,95
Mg ⁺⁺	1,14	0,094	17,97	2,15
SiO ₂	14,9			
CO ₂ livre	102,7			
Mineral.	53,0			

Classificação: a água é hiposalina, mesotérmica, radioactiva e com razoável conteúdo em sílica.

Utilização: a água é usada no tratamento de cálculos renais, tensão alta, doenças reumáticas e musculares e também para engarrafar.

S. Pedro do Sul

A água termal de S. Pedro do Sul nasce perto da margem esquerda do rio Vouga na freguesia da Várzea, concelho de S. Pedro do Sul. É a segunda mais quente de Portugal (depois de Chaves).

No leito do rio, perto de Vau a cerca de 1km para Oeste, há outro grupo de emergências com as mesmas características químicas mas de menor temperatura.

Os dois grupos ocorrem nos granitos hercínicos da Zona Centro Ibérica do Maciço Hespérico, cerca de 2,5 km a Oeste de uma grande falha orientada NNE-SSW, paralela à conhecida falha Verin-Régua-Penacova.

A formação geológica com importância nestas emergências são os granitos hercínicos, já que os xistos, do Complexo Xisto Grauváquico ante-Ordovícico, embora afectados pela intrusão granítica, não têm qualquer papel no circuito hidromineral.

Os granitos da área de emergência apresentam-se em duas fácies petrográficas diferentes: uma equigranular, de grão grosseiro e outra profirítica, de grão médio. Representam cada uma diferentes fases intrusivas da orogenia hercínica. O primeiro granito referido pertence à sequência de granitos velhos, do Carbónico médio (idade vestefaliana) e o segundo pertence aos granitos novos do Pérmico inferior (Autuniano). Ambos podem, no entanto, ter o mesmo magma parental como se nota pela sua mineralização e textura.

O granito de grão grosseiro é conhecido também por “granito do Troço” e o de grão médio por “granito de S. Pedro do Sul” e designado na região como “pedra azul”. Este é extremamente radioactivo, dada a presença de Tório e Urânio nos minerais acessórios.

É no contacto destes dois granitos que os dois grupos de águas térmicas emergem devido ao papel de grandes falhas e à morfologia da região. A sua alta temperatura e carácter químico estão intimamente relacionados com uma circulação profunda na crosta.

Além da falha já referida, responsável pela encaixe do rio Sul e do seu afluente Ribamá, existe outra falha com direcção NE-SW que corta a primeira e passa em Travanca (a 2 km de S. Pedro do Sul), e Vouzela e perto das emergências de Vau. Associadas com estes dois sistemas de falhas há fracturas orientadas E-W, WNW-ESE e outras, embora em pequeno número, com orientação N-S.

Ambos os grupos de emergências, S. Pedro do Sul e Vau, estão situados na falha Travanca-Vouzela, orientada WNW-ESE. Movimentos pós-orogénicos originaram diversos ciclos de erosão, representados hoje nos diversos tipos dos vales dos rios (Paradela et al., 1982).

Apenas as emergências do grupo de S. Pedro do Sul são usadas na actividade aquícola. A nascente principal flui para um tanque e depois por uma conduta granítica para o balneário. O caudal é de cerca de 10 l/s o que é anormalmente alto para este tipo de aquíferos.

Em S. Pedro do Sul a temperatura observada é de cerca de 68 °C., ao passo que em Vau se registaram temperaturas de 53,5 °C (1974) e 37 °C (1981). É possível que as temperaturas de Vau sejam muito mais baixas porque as emergências se manifestam no rio e, portanto, estejam influenciadas por este.

Classificação: as águas de S. Pedro do Sul e de Vau são hipertérmicas e quimicamente são bicarbonatadas, sulfurosas e fluoretadas.

Utilização: a água é usada principalmente para tratamento de reumático, doenças de pele, doenças respiratórias e musculares.

5.2.1.3 Orla Mesocenozóica Ocidental

5.2.1.3.1 Formações carbonatadas do Liásico a Norte do Mondego

Desenvolvem-se pela parte Sul da bacia e com produtividades que, por vezes, são elevadas, como é o caso das captações de Anadia (algumas com caudais da ordem dos 100 l/s) ou dos Olhos da Fervença (concelho de Cantanhede, com poços de 100 e 200 l/s), embora na zona de Oliveira do Bairro sejam nitidamente menores (inferiores a 10 l/s).

Trata-se de aquíferos carsificados e a sua produtividade está directamente relacionada com o maior ou menor desenvolvimento do carso. A vulnerabilidade a contaminações é elevada, dada a facilidade de “entrada” pelo carso.

Destaque-se, neste sector da bacia, a importante estância da Curia, também dependente e desenvolvida tendo como núcleo recursos hidrogeológicos.

5.2.1.3.2 Formações detríticas do Cretácico

Ocorrem desde Murtosa até Fermentelos e Oliveira do Bairro, desenvolvendo-se em toda a zona litoral subjacentes ao Quaternário e mergulhando, depois, sob o Atlântico. Na parte Sul da Bacia do Vouga, as formações cretácicas desenvolvem-se até perto da Serra da Boa Viagem, já em área das pequenas Bacias das Ribeiras da Costa e Mangas das Ribeiras da Costa.

É o sistema mais explorado na parte terminal da bacia do Vouga, tendo sido, até há um ano, praticamente a única fonte de abastecimento urbano domiciliário e industrial dos concelhos de Aveiro e Ílhavo e de parte dos concelhos de Vagos e Murtosa. As produtividades variam entre 5 e 40 l/s, dependendo de vários factores.

Do ponto de vista hidráulico o sistema apresenta características de cativo, sendo o tecto materializado pela unidade cretácica mais recente, a qual se apresenta francamente argilosa,

tendo a forma de cunha que vai engrossando em direcção ao mar. Este tecto argiloso confere-lhe uma grande protecção, quer a contaminantes de origem antrópica, quer à entrada de águas marinhas. Na parte oriental apresenta um sector livre onde as camadas permeáveis afloram ou se encontram subjacentes ao Quaternário. A recarga é, porém deficiente, e até há bem pouco tempo não compensava as extracções.

No seu conjunto, o Cretácico constitui um sistema multicamada, com vários sub-sistemas sobrepostos, com piezometrias e facies hidroquímicas diferenciadas. O principal conjunto contém águas de qualidade razoável que, contudo, varia muito em função da sua posição espacial e das camadas exploradas. Na parte inferior (Belasiano) a mineralização aumenta, havendo águas de idade muito elevada (fluxo lentíssimo).

Os níveis piezométricos encontram-se actualmente abaixo do nível do mar, havendo fluxo de mar a terra a partir da porção submarina das formações produtivas. A recente utilização de água com origem no Carvoeiro (designação por que é conhecida a Associação inter-municipal para abastecimento de uma grande parte do Baixo Vouga), possibilitou que muitas captações do Cretácico tenham entrado em repouso. As últimas observações da piezometria já indicam, de forma concreta, que os níveis estão em recuperação, facto que se assinala como muito importante na gestão dos recursos hídricos da região.

Por outro lado, até agora, os índices hidroquímicos não indiciam que se esteja em presença de qualquer processo de intrusão marinha, o que leva a crer que o Cretácico mantém o seu alto valor estratégico como origem de recursos de água subterrânea de boa qualidade.

5.2.1.3.3 Formações Quaternárias

Terraços fluviais e praias antigas

Considerados depósitos Plistocénicos, formam extensas plataformas na região. São de constituição cascalhenta e arenosa/argilosa, muito heterogéneos e, portanto, aquíferos fracos, de baixa produtividade. No entanto, são exploradas por inúmeros poços tradicionais, de grande diâmetro e pequena profundidade. Comportam-se como aquíferos freáticos típicos, são recarregáveis directamente pela precipitação e muito vulneráveis à contaminação, havendo zonas com elevados teores de nitratos de origem agrícola.

Depósitos actuais

Ocorrem na zona litoral, podendo-se considerar constituídos por duas unidades aquíferas sobrepostas:

1. uma superficial, formada essencialmente por **areias de dunas** e sobreposta a um ou mais níveis de lodos orgânicos. É explorada por poços tradicionais e por pequenos furos cravados (designados por sondas ou filtros), produzindo caudais da ordem dos 5 l/s. Hidraulicamente funciona como um aquífero livre e é recarregado directamente pela precipitação. Muito vulnerável à contaminação, está altamente poluído na área a Oeste de Estarreja por efluentes industriais e, nas zonas agricultadas, por nitratos de origem agrícola. No contacto com a Ria e o mar é normal apresentar águas altamente cloretadas, já que a interface água doce/água salgada se apresenta muito inclinada, como pode ser comprovado com perfis geofísicos.
2. a outra unidade, mais profunda, conhecida por **Base do Quaternário**, e confinada pelos referidos lodos, é constituída por cascalheiras e areias grosseiras. É explorada intensamente em algumas áreas, principalmente por furos (mas também pelas referidas “sondas” ou “filtros”), produzindo caudais já importantes (de 5 a 30 l/s). Embora quase sempre contenha ferro em teores elevados (casos de Vagos, Avanca, Murtosa, Estarreja), casos há em que a qualidade é excelente, como em Ovar (furos do Furadouro e Cortegaça). Do ponto de vista hidráulico comporta-se como uma unidade semi-confinada a confinada, o que depende, entre outros factores, das características do tecto lodoso.

Há várias hipóteses para explicar a salinização verificada na área a Oeste de Estarreja nas captações que abasteciam o Complexo Químico: ou por drenância vertical de águas salinas contidas nos lodos do tecto (hipótese mais provável), ou devido a um processo de intrusão marinha a partir da Ria ou dos esteiros. Na faixa litoral, em contacto com o mar ou com a Ria, a interface água doce/água salgada pode ser bem definida por métodos geofísicos de superfície.

5.2.2. Qualidade

5.2.2.1 Qualidade das Águas Subterrâneas do Maciço Hespérico

O Maciço Hespérico, essencialmente constituído por “rochas duras”, isto é, granitos e rochas afins, xistos e grauvaques ante-Ordovícicos e quartzitos ordovícicos, apresenta-se em sub-

domínios descontínuos e de produtividade baixa. A sua principal importância advém do facto de constituírem a única origem de água para abastecimento em áreas rurais onde não existem sistemas públicos de distribuição. Nalguns casos, contudo, quando a tectónica o proporciona e há condições particularmente favoráveis à alimentação, podem suportar captações com produtividade interessante

Enquadrados nesta grande unidade, ocorrem depósitos aluvionares de formação recente que constituem pequenos aquíferos subordinados aos cursos de água que os formaram. As captações que exploram estes terraços aluvionares são de elevada produtividade e a qualidade da água é praticamente igual à do próprio rio. As diferenças encontradas respeitam aos sólidos em suspensão, principalmente em períodos de caudais fluviais altos, em que a turbulência resultante da velocidade elevada de circulação é propícia à turvação da água do rio, enquanto que a água captada através dos aluviões se deve apresentar límpida.

Os dados químicos do cristalino são de tal forma escassos que não separaremos as análises referentes a captações em granitos das dos xistos. Pela mesma razão não foram consideradas estatísticas e os valores que a seguir se comentarão serão comparados com os valores referência de águas para consumo humano.

O pH apresenta quase sempre valores muito baixos. Em nove análises, cuja média é de 6,00, oito têm valores inferiores ao VmR (valor mínimo recomendado) que é de 6,5.

Associado ao pH, observa-se que o Ferro frequentemente tem teores acima do VMA. Este aspecto tem sido posto em evidência nos casos de violação registados pela DGQA. O valor médio do teor em Ferro é de 2000 ppb e apenas uma amostra tinha valor inferior ao VMR.

A Condutividade está sempre abaixo do VMR que é de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este facto confirma que as águas do cristalino são normalmente de baixa mineralização. A média dos valores da Condutividade é de 132 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Também a dureza se pode considerar-se um parâmetro "normal", já que a média de 55 mg/l (em CaCO_3) está muito abaixo do VMA.

Embora não referenciada na legislação, dá-se nota de que a Alcalinidade das águas do cristalino é também baixa, sendo a média de 52,6 mg/l em CaCO_3 .

De igual forma o Cálcio e o Magnésio têm valores sempre inferiores ao VMR, sendo a média de 5,1 mg/l para o Ca e 3,0 mg/l para o Mg. Também o Sódio e o Potássio, com médias respectivamente de 10,6 e 1,6, estão sempre abaixo do VMR. O azoto amoniacal sempre se apresentou inferior ao limite de detecção.

Na parte aniónica todos os parâmetros avaliados têm valores inferiores ao VMR. Assim temos os Sulfatos, com a média de 10 mg/l; os Cloretos, com a concentração média de 11 mg/l; os Nitritos sempre abaixo do limite de detecção; e os Nitratos, cujo valor médio é de 6,46 mg/l, mas de que se encontrou uma amostra acima do VMR.

Chama-se, mais uma vez, a atenção para a precaridade desta amostragem que, no entanto, dá uma ideia sobre certas características das águas do Maciço Hespérico, destacando-se a débil mineralização e valores baixos de pH, o que é típico de águas que circulam em meios pouco reactivos, e valores elevados de ferro. As violações a alguns dos limites destes parâmetros traduzem estas características. Por exemplo, no que respeita ao pH, Vouzela em 71,4%, Sever do Vouga em 50% e Albergaria-a-Velha em 83,3% tinham o pH abaixo do VmR.

No que respeita à qualidade de parâmetros microbiológicos pode referir-se que as violações registadas pela DGQA são as seguintes, mas note-se que as determinações referem-se a água distribuída e não a água captada:

- Vouzela: 16,7% em coliformes totais;
 - 7,1% em coliformes fecais; e
 - 16,7% em estreptococos fecais.
- Sever do Vouga: 15,8% em coliformes totais;
 - 5,3% em estreptococos fecais; e
 - 5,3% em clostrídios.
- Albergaria-a-Velha: 1,4% em coliformes totais.

5.2.2.2 Qualidade das Águas Subterrâneas da Orla Mesocenozóica

5.2.2.2.1 SISTEMA AQUÍFERO CÁRSICO DA BAIRRADA

No caso concreto de Olhos da Fervença, o sistema aquífero evidencia permeabilidade secundária, por fissuração e carsificação, o qual exerce influência no comportamento hidrogeológico ao nível da capacidade de infiltração e da velocidade de escoamento subterrâneo.

Como tal, este sistema demonstra um elevado grau de vulnerabilidade à contaminação, sendo conveniente ter cuidados redobrados no que concerne às actividades desenvolvidas e à ocupação das zonas de recarga preferencial, na medida em que estes aspectos terão grande incidência na preservação da qualidade da água do aquífero.

No âmbito do estudo que se está a realizar, foram já recolhidas 20 amostras de água na zona imediatamente a montante das emergências nos pontos indicados no quadro seguinte. A sua localização pode ver-se no mapa de diagramas de Stiff. As respectivas coordenadas e outras características poderão ser obtidas por consulta ao inventário FERVENÇA INV RES que se anexa no respetivo tomo da 1ª Fase do PBH. Alguns comentários se nos oferecem sobre os valores encontrados, tendo em conta o Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto.

- ⇒ Temperatura- valores acima dos máximos recomendados, e abaixo dos máximos admissíveis, com excepção dos 30,9 °C de B3/24, cujo valor não conseguimos justificar.
- ⇒ pH- 50% das águas têm valor de pH inferior ao mínimo recomendado, notando-se que são um pouco ácidas. As restantes estão dentro do intervalo máximo recomendado.
- ⇒ Condutividade- a maioria das amostras ultrapassa o limite recomendado, havendo o caso da amostra C5/22 que tem condutividade 5 vezes superior ao limite referido. A condutividade mais baixa encontrada foi de 131 µS/cm.
- ⇒ Cloretos- apenas as amostras A2/3 e A3/7 com valores de 16 e 20 ppm, respectivamente, cumprem o limite imposto pela legislação; todas as restantes têm resultados superiores, em alguns casos consideravelmente superiores (A3/26 e A4/19). Teores acima dos 200 ppm podem ser nocivos para a saúde pública, mas este caso não se verifica, sendo o valor de 143 ppm o maior que foi encontrado.
- ⇒ Sulfatos- todos estão abaixo do valor máximo admissível, existindo até duas amostras (A1/1 e A3/7) com valor inferior ao máximo recomendado.
- ⇒ Cálcio- parâmetro que excede o limite recomendado nos casos de B4/13 e B5/9 com valores de 110 e 120 ppm, respectivamente; estando todos os outros dentro dos limites.
- ⇒ Magnésio- todos os valores são significativamente inferiores o valor máximo recomendado (30 mg/l).

- ⇒ Sódio- algumas águas têm teores menores que o limite máximo recomendado e aquelas que não estão nestas condições também não excedem o valor máximo admissível.
- ⇒ Potássio- destacam-se as amostras A1/1; A3/7; B2/20; B2/26; B3/24 e B5/9 por estarem dentro dos limites estabelecidos para as águas de consumo humano; todas as restantes ultrapassam-nos. Pode haver um erro sistemático nas determinações, pelo que estes valores se devem tomar com algumas reservas.
- ⇒ Nitratos- quase 50% das águas têm valor inferior ao máximo recomendado, estando a A4/10 com valor superior a este máximo, mas inferior ao máximo admissível. O resultado mais alto é de 130 ppm relativo à amostra B3/5, e corresponde a mais do dobro do limite máximo admissível (50 mg/l).
- ⇒ Nitritos- há 5 amostras (A4/10; B1/11; B2/11; B2/26 e B2/46) cujo teor de nitritos equivale a um valor mais elevado que o máximo admissível, chegando um deles (A4/10) a ser 5 vezes superior. As restantes cumprem o teor descrito na lei.
- ⇒ Azoto amoniacal- todas as águas excedem o valor máximo recomendado, no entanto 40% destas têm teores que não estão acima do valor máximo admissível.
- ⇒ Ferro- relativamente a este elemento, somente a amostra B2/20 tem valor muito superior ao estabelecido na legislação. Por sua vez, as amostras B1/11; B1/16 e B2/46 têm teores que se enquadram no intervalo compreendido entre os valores máximos recomendado e admissível, e todas as outras têm valores abaixo do máximo recomendado.

Genericamente, podemos dizer que as águas em análise, para alguns parâmetros, estão concordantes com os limites legislativos, mas há parâmetros cujos valores se revelam muito acima dos mesmos limites, o que se torna perigoso.

As amostras de água que se encontram menos poluídas são a A1/1 em que só o cloreto excede o limite; a A2/3 com o parâmetro potássio superior ao valor admissível; a A3/7 com valor de azoto amoniacal acima dos valores legislativos e B2/26 cujo valor de nitrito ultrapassa os limites estabelecidos.

No que diz respeito ao nitrato, geralmente tido como indicador de contaminação provocada por adubos, vemos que as próprias análises demonstram importante contaminação agrícola na

região. Também em relação ao azoto amoniacal e ao potássio se confirma a existência dessa contaminação.

Não são, portanto, próprias para consumo humano.

Análises da água dos poços de Olhos da Fervença

A Câmara Municipal de Cantanhede, entidade exploradora da água captada nos Olhos da Fervença, controla de forma sistemática a qualidade da água que distribui, isto é, da água que sofreu tratamento através de desinfecção com cloro gasoso. Relativamente à água não tratada, tal como é captada, são muito poucas as análises existentes, mas foi possível obter resultados de 1993 de amostras dos três poços.

A avaliação dos respectivos parâmetros permite constatar que todos se situam de acordo com o Decreto-Lei 236/98, com excepção da condutividade e do cloreto. Os valores da condutividade, da ordem dos 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$, situam-se ligeiramente acima do valor máximo recomendado (400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Também os teores do cloreto, entre 28,3 e 29,0, estão pouco acima do VMR (25 mg/l).

Assinale-se, como nota positiva, que os valores dos nitratos estão abaixo dos limites impostos pela legislação.

Pode, portanto, concluir-se que as águas captadas nos poços camarários, estão conforme a legislação vigente para os parâmetros determinados.

5.2.2.2 SISTEMA MULTIAQUÍFERO CRETÁCICO

Foram recolhidas cerca de 200 análises químicas, umas com todos os parâmetros maioritários, outras menos completas. Deste conjunto de dados, para efeitos de caracterização estatística, foram eliminados alguns, por haver dúvidas quanto à proveniência da água analisada, pois nalguns casos houve rotura da coluna, principalmente junto à Base do Quaternário onde este aquífero se encontra salinizado. As amostras assim obtidas, naturalmente que apresentavam altos teores em cloretos. Não foi possível determinar de forma concreta quando uma análise era de amostra com alguma proporção de água proveniente dos níveis cretácicos mais profundos e que têm maior mineralização. Assim é provável que uma ou outra amostra esteja nestas condições, o

que também pode depender do caudal de extracção no momento da toma da amostra como foi demonstrado (Marques da Silva, 1990).

Tendo em conta os limites para os valores máximos admissíveis (VMA) e valores máximos recomendáveis (VMR) referidos no Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto, poderá dizer-se que as águas do conjunto aquífero principal do Cretácico da Bacia do Vouga poder ser consideradas, de forma geral, boas, com algumas excepções que, por parâmetros, se comentarão a seguir:

- Dos valores do pH, em 189 dados, 7% situam-se abaixo de 6,5 (valor mínimo recomendável) e 5% entre o VMR e o VMA.
- Do total de 141 valores obtidos para a Condutividade, 24% situam-se abaixo do VMR. Como não está estabelecido nenhum VMA, poderá referir-se que 18% estão acima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- A Dureza total observada no conjunto total dos dados está sempre abaixo do VMR. Logicamente que também são baixos os teores do Cálcio e Magnésio, confirmando-se que todos os valores disponíveis se encontram abaixo dos VMRs.
- O Sódio apresenta 7% de valores abaixo do VMR e 24% acima do VMA. Estes últimos casos são sempre de furos de captação situados junto à costa e coincidem com os que têm durezas muito baixas (águas notavelmente brandas) e valores de pH mais altos que a média da região. Este “excesso” de Sódio é explicado como resultado de fenómenos de troca catiónica, como tem sido demonstrado por vários autores (Oliveira, 1997; Carreira, 1998; Melo et al., 1998; Marques da Silva, 1990).
- Num total de 115 dados do Ferro, 12% estão abaixo do VMR e 59 % acima do VMA. Deverá referir-se que a maior parte destes valores superiores ao VMA são da região Cacia-Esgueira onde também os valores do pH são mais baixos que a média.
- Quanto aos valores dos Sulfatos, em 147 dados constata-se que 48% estão abaixo do VMR, encontrando-se os restantes entre o VMR e o VMA.
- No que respeita aos Cloretos apenas 1% (num total de 149 dados) se situa abaixo do VMR. Dos restantes valores há 13% que ultrapassam 200 mg/l, valor acima do qual, segundo o Decreto-Lei 236/98, podem ocorrer efeitos nocivos.

Um dos aspectos positivos e, também, curioso é o que se refere aos Nitratos, já que todos os dados disponíveis se encontram abaixo do VMR, havendo muitas amostras com 0 (zero) e o máximo observado foi de 8,7 mg/l. Esta constatação reflecte, por um lado, a grande capacidade de protecção que o tecto argiloso do Senoniano confere ao sistema e, por outro lado, a existência de um fluxo muito lento, o que é confirmado pelas determinações de idades aparentes (método do Carbono-14) e que permite atribuir-lhes o epíteto de *paleoáguas* (Carreira, 1996; 1998).

5.2.2.2.3 SISTEMA QUATERNÁRIO

Plistocénico

Não abundam os dados referentes à qualidade da água subterrânea destes depósitos, principalmente porque não são explorados por captações para abastecimento público.

A Sub-delegação de Saúde de Aveiro, contudo, mantém o controlo de algumas fontes mais utilizadas por populares, nomeadamente sobre os parâmetros microbiológicos e ultimamente também sobre os nitratos. Como resultado deste controlo são feitos avisos à população para se abster de consumir a água de certas fontes sempre que são ultrapassados os valores máximos admissíveis (VMA). Até ao momento não foi possível obter os resultados analíticos deste controlo.

Existem, contudo, dados de análises químicas não só de algumas fontes mas também de poços que captam esta unidade e obtidos no âmbito da investigação de uma dissertação de doutoramento a apresentar brevemente na Universidade de Aveiro (Paleoáguas de Aveiro - Paula Carreira Paquete) e gentilmente postos à disposição pela autora para este trabalho. Esses dados são os que se apresentam no quadro seguinte.

Tendo em conta os teores referência da qualidade da água para consumo humano do Decreto-Lei 236/98, poder-se-á dizer que:

- a condutividade é sempre superior ao VMR;
- os valores do pH são quase todos inferiores ao valor mínimo recomendável (6,5). Estas águas são agressivas, o que traz alguns problemas para a manutenção dos sistemas de condução e bombagem;
- os valores dos cloretos são também sempre superiores ao VMR, embora bastante inferiores à concentração de 200 mg/l a partir da qual podem ocorrer efeitos nocivos;
- os sulfatos situam-se todos entre o VMR e o VMA;
- os nitratos são superiores, em todas as amostras, ao VMA, sendo este o parâmetro que mais se evidencia negativamente na qualidade destas águas;
- os valores do cálcio são todos inferiores ao VMR;
- o magnésio também se pode considerar em concentrações aceitáveis já que apenas uma amostra ultrapassa ligeiramente o VMR;
- o sódio apresenta teores sempre superiores ao VMR mas inferiores ao VMA;
- quanto ao potássio, quatro amostras estão acima do VMA, o que pode significar, tendo em conta os valores dos nitratos, contaminação de origem agrícola.

Base do Quaternário

Do ponto de vista de qualidade, poder-se-á referir, de forma resumida, três problemas que afectam a Base do Quaternário em quase toda a região: os teores em Ferro, a interface água doce/água salgada e contaminações industriais.

O Ferro constitui um problema em toda a região, com maior ou menor gravidade. Há casos de valores muito elevados de ferro, sempre associado a valores baixos de pH, e que obrigam a tratamento prévio à utilização da água. Citam-se os casos das captações para abastecimento público de Vagos e Mira, os da fábrica Nestlé (Avanca-Estarreja) e os das captações para abastecimento do Complexo Químico de Estarreja. Em todos estes casos for necessário construir estações de correcção e tratamento para o ferro, mais ou menos complexas.

A consulta de dados da Direcção Geral da Qualidade do Ambiente permitiu constatar que a água distribuída no concelho de Mira teve uma percentagem de 93,5% violações do VMA em Ferro, 50% em Manganês e 8,6% em nitritos. No que respeita às violações na parte microbiológica, as percentagens foram as seguintes: coliformes totais 3,8%; estreptococos fecais 1,3%.

Os valores mais comuns situam-se entre 5 e 10 mg/l de Ferro total, mas há alturas, quando o pH baixa para valores da ordem de 5, que os teores em Ferro sobem para concentrações superiores a 50 mg/l.

Houve casos em que foi decidido não aproveitar essas águas para abastecimento devido aos problemas com este elemento, como ocorreu com as captações de S. João de Loure (C. M. de Aveiro) e de Veiros (C. M. de Estarreja).

A principal excepção a esta regra é a das captações da C. M. de Ovar, situadas em Cortegaça e Furadouro, onde as águas são de boa qualidade. Refira-se que nas duas violações registadas pela DGQA os teores do ferro foram de 0,53 e 0,57 mg/l que, apesar de se situarem acima do VMA, se podem considerar baixos, sobretudo se se tiver em conta a média das águas da região.

A presença do Ferro está associada à existência das camadas lodosas muito ricas em matéria orgânica, o que cria ambientes redutores propícios à manutenção do Ferro em solução. Este

fenómeno verifica-se também ao nível do aquífero das dunas, como veremos, já que as camadas lodosas constituem a separação entre as duas unidades aquíferas.

Não deve dissociar-se este fenómeno dos valores do pH, sempre baixo, impedindo a precipitação do Ferro. Para se ter uma ideia da influência do pH, refira-se, como exemplo, que a DGQA registou, para as águas exploradas pela Câmara de Ovar, 84% de violações (pH inferior ao limite inferior recomendável de 6,5) para este parâmetro.

Quanto aos problemas derivados do contacto água doce/água salgada, em toda a zona litoral tem sido posta em evidência a cunha da respectiva interface com o mar e com a Ria, quer em trabalhos de geoquímica, quer por métodos geofísicos de superfície (Figueiredo e Matias, 1998; Almeida et al, 1985). Mas o caso mais grave, embora também mais curioso (porque não foi, até agora, devidamente explicado) refere-se ao salgamento de uma vasta área a Poente de Estarreja que provocou o abandono sucessivo de várias captações que abasteciam diversas indústrias do Complexo Químico de Estarreja. Houve casos em que se alcançaram valores de mais de 2000 mg/l de cloretos e durante algum tempo suspeitou-se de se tratar de um processo clássico de intrusão marinha, muito embora não houvesse qualquer corpo de água salgada em profundidade. Uma outra hipótese se colocou, relacionada com fenómenos de drenância de águas cloretadas existentes nos lodos intercalares e resultante das fortes depressões provocadas pela sobre-exploração então praticada no aquífero da Base do Quaternário. As condições hidrogeológicas dessa área parecem enquadrar melhor esta hipótese, mas na verdade nunca foi lançado um verdadeiro programa de investigação que esclarecesse devidamente este problema.

Das extracções actualmente praticadas neste aquífero, apenas a dos furos de captação localizados em Cortegaça parecem ter algum efeito na interface com o oceano, já que alguns perfis de geofísica recentemente realizados nessa área indicam haver deslocação para terra da superfície de contacto água doce/água salgada (Senos Matias, informação verbal). Mas esse movimento intrusivo é incipiente e não parece constituir motivo de preocupação, pelo menos na posição em que se encontra a interface.

O terceiro problema referente à qualidade das águas da Base do Quaternário e citado no início deste capítulo, refere-se à forte contaminação industrial sofrida na região do Complexo Químico de Estarreja e, também, na região de Águeda.

Muito embora no caso de Estarreja a unidade mais atingida seja o aquífero das dunas, a Base do Quaternário também foi fortemente afectada, pois junto ao Complexo Químico de Estarreja a camada de lodos intercalada ou é de espessura reduzida ou não existe mesmo. A protecção que esta formação lodosa proporciona não existe nesta área e, assim, a contaminação pôde alcançar a parte inferior do Quaternário.

Foram trabalhados dados de 34 análises de águas captadas na Base do Quaternário e cujas estatísticas se comentarão a seguir. Mas deve ter-se em conta que não estão incluídas captações abandonadas ou por salgamento já depois de exploradas, ou por se detectarem teores elevados de cloretos ou de ferro durante os trabalhos de construção. As estatísticas estão, portanto, influenciadas por estas omissões.

- pH: São valores relativamente baixos: 40% são inferiores ao VMR.
- Condutividade $\mu\text{S}/\text{cm}$: Há uma certa dispersão dos valores da Condutividade. 45% situam-se acima do VMR.
- Dureza $^{\circ}\text{F}$: Todos os valores estão abaixo do VMR.
- Alcalinidade $^{\circ}\text{F}$: Este parâmetro não está referido na legislação para consumo humano.
- Cálcio: Todos os valores do Cálcio são inferiores ao VMR.
- Magnés: Também todos os valores são inferiores ao VMR.
- Sulfato: Espécie que se apresenta em baixas concentrações: 76% estão abaixo do VMR e todas são inferiores ao VMA.
- Cloreto: Apenas 30% dos valores são inferiores ao VMR, mas reitera-se a falta de significado global desta amostragem, já que não considera as captações localizadas em zonas onde o aquífero tem valores elevados de cloretos.
- Ferro: Lembra-se o que foi comentado anteriormente sobre a representatividade desta estatística que omite dados de zonas onde as captações foram abandonadas devido aos altos teores deste elemento. Mas serve para confirmar que este é um dos principais problemas da qualidade da água da Base do Quaternário. Convém ainda considerar que na mesma captação pode haver oscilações, quase sempre bruscas, do teor em Ferro. Há casos em que se pode passar de 2 mg/l para mais de 20 mg/l no espaço de dois dias.

Os valores mais baixos são quase todos das captações do Furadouro e Cortegaça já citadas antes. Quanto aos Nitratos e Nitritos, dadas as características de confinamento deste aquífero, os valores são quase sempre bons. Em 17 determinações os Nitratos, por exemplo, foram sempre inferiores ao VMR, o que se pode considerar com algum significado.

5.2.3. Dunas

As características hidrogeológicas desta unidade aquífera, conferem-lhe condições de alta vulnerabilidade a fenómenos de contaminação. E este aspecto pode ser verificado de forma concreta, quer junto à Zona Industrial de Estarreja, quer em toda a bordadura da Ria e do mar onde existe contacto entre o aquífero das dunas e esses corpos de água salgada. Assim, na região a Oeste de Estarreja, vários trabalhos demonstraram altos níveis de contaminação com vários tipos de poluentes como metais pesados e produtos químicos orgânicos e não orgânicos. Junto ao mar e à Ria também foram reveladas altas concentrações em cloretos como resultado da influência natural da interface água doce/água salgada. Deve acrescentar-se que campanhas geofísicas realizadas ao longo de grande extensão na zona costeira permitiram definir de forma clara a posição desse contacto entre a água doce e a água salgada (Figueiredo e Matias, 1998).

Por outro lado, também se tem verificado, em amostragens avulsas levadas a cabo em certas zonas, onde se pratica agricultura intensiva, que há igualmente contaminação resultante dessa actividade, notando-se nomeadamente altos valores de nitratos.

Neste trabalho servir-nos-emos de 60 análises de águas de poços de grande diâmetro e de pequenos furos de captação comuns em toda a "zona das areias" e designados por "sondas" ou "filtros" e retirados de Silva (1989). Alguns dos pontos amostrados situam-se perto do Complexo Químico de Estarreja e os resultados traduzem a influência dos efluentes industriais dessa estrutura. As estatísticas dos principais parâmetros apresentam-se nos quadros seguintes e comentar-se-ão as respectivas relações com os limites do Decreto-Lei 236/98 relativos à qualidade da água para consumo humano.

- pH: Destaca-se os valores baixos do pH, havendo 74% que estão abaixo do VmR.
- Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$): Há 67% dos valores da condutividade que estão acima do VMR.
- Fluoreto (mg/l): Alguns valores deste parâmetro estão acima do limite de 1,5 mg/l considerado para regiões de temperaturas baixas.
- Cloreto (mg/l): Dos teores dos cloretos 96% encontram-se acima do VMR e 10% acima dos 200 mg/l , limite acima do qual podem ser considerados nocivos. Certamente que estes valores elevados se deverão relacionar com a existência da Ria e do mar.
- Nitrito ($\mu\text{g}/\text{L}$): Há 16% dos valores acima do VMA.
- Nitrato (mg/l): Apenas 20% das amostras têm valor inferior ao VMR e há 66% acima do VMA. Há, como é óbvio, contaminação destas águas, que pode ser de origem agrícola ou industrial, pois um dos produtos fabricados no Complexo Químico de Estarreja eram precisamente compostos nitrados.

- Azoto total (mg/l): Este parâmetro não está incluído no Decreto-Lei referido.
- Fósforo (mg/l): Todos os valores dos fósforos estão abaixo do VMR.
- Sulfato (mg/l): Apenas 8% das amostras têm teores inferiores ao VMR, mas também são poucas, 4%, as que ultrapassam o VMA.
- Bicarbonato (mg/l): Também não é referido este parâmetro na legislação aqui considerada.
- Sódio (mg/l): Há 16% de casos abaixo do VMR e todos são inferiores ao VMA.
- Potássio (mg/l): 50% dos valores são inferiores ao VMR, mas há 40% que ultrapassam o VMA, valores que resultarão de contaminações.
- Magnésio (mg/l): Os teores do Magnésio são baixos, sendo 94% inferiores ao VMR e apenas uma amostra é superior ao VMA.
- Cálcio (mg/l): Tal como no caso anterior, os teores em cálcio são baixos e não há qualquer amostra que ultrapasse o VMR.
- Ferro ($\mu\text{g/L}$): É um dos problemas das águas do aquífero das dunas. Todas as amostras têm concentrações acima do VMR e 32% são mesmo superiores ao VMA.
- Cobre ($\mu\text{g/L}$): Há duas amostras com teores que ultrapassam o limite de 100 ppb.
- Chumbo ($\mu\text{g/L}$): Há 76% de casos acima do VMA, que certamente se devem a perigosa contaminação industrial.
- Zinco ($\mu\text{g/L}$): Há 36% dos valores de Zinco que se situam acima do VMR.
- Manganês ($\mu\text{g/L}$): Apenas 26% das amostras têm valores inferiores ao VMR, havendo 51% superiores ao VMA. Está associado ao Ferro em toda a região, revelando condições redutoras, o que é consequência da existência das formações lodosas muito ricas em matéria orgânica, fenómeno que também afecta o aquífero da Base do Quaternário.
- Cádmio ($\mu\text{g/L}$): Há 30% de casos acima do VMA.
- Cobalto ($\mu\text{g/L}$): Este parâmetro não aparece referido no Decreto-Lei 236/98.
- Níquel ($\mu\text{g/L}$): No total das amostras aqui consideradas, 4% têm valores de Níquel acima do VMA.

5.2.3.1 Vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos

A caracterização da vulnerabilidade dos sistemas aquíferos e das formações consideradas improdutivas é feita de acordo com a classificação exigida pelos “Termos de Referência” do Plano de Bacia, que se transcreve na Tabela 5.9.

Classe	Risco
Aquíferos em rochas carbonatadas de elevada carsificação	Alto
Aquíferos em rochas carbonatadas de carsificação média a alta	Médio a Alto
Aquíferos em sedimentos não consolidados com ligação hidráulica com a água superficial	Alto
Aquíferos em sedimentos não consolidados sem ligação hidráulica com a água superficial	Médio
Aquíferos em rochas carbonatadas	Médio a baixo
Classe	Risco
Aquíferos em rochas fissuradas	Baixo e variável
Aquíferos em sedimentos consolidados	Baixos
Inexistência de aquíferos	Muito Baixo

Tabela 5.9
Classes de Vulnerabilidade

A apresentação da vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos segue a metodologia que vem sendo seguida, diferenciando os sistemas aquíferos do Maciço Hespérico dos sistemas aquíferos da Orla Mesoceno-zóica. Na **Figura 15** apresenta a Carta de Vulnerabilidade dos Aquíferos da bacia do Vouga.

5.2.4. Situações hidrológicas extremas

5.2.4.1 Regime de cheias

Na bacia do Vouga, o panorama dos dados necessários a uma análise de cheias é pouco satisfatório, devido ao número reduzido de estações com curva de vazão e registos longos. Existem ainda grandes incertezas quanto à definição da equação das curvas de vazão, sobretudo no que respeita aos seus troços mais altos. O rigor dos resultados obtidos é assim função da qualidade destes dados de base.

Das 24 estações existentes, apenas 17 possuem curva de vazão e, destas, 6 não possuem limnógrafo. Deste conjunto de estações seleccionaram-se 7 estações com registos suficientemente longos para permitir uma análise estatística. Uma das estações seleccionadas apenas possui instalada uma escala, o que significa que, em princípio, a série disponível não corresponde em rigor à série de máximos anuais instantâneos.

A análise das séries de níveis máximos anuais permitiu identificar algumas estações com valores suspeitos. As estações de Ponte Vale Maior, no Caima, e de Ponte Águeda, no Águeda, são os casos mais flagrantes. Para validar os resultados da análise estatística das séries destas

estações decidiu-se estimar novas estimativas do caudal máximo de cheia através da simulação do fenómeno de precipitação escoamento.

No que respeita à estação de Ponte Águeda, as estimativas do caudal de ponta obtidas por análise estatística são bastantes inferiores à soma das estimativas do caudal das duas estações de montante que cobrem a quase totalidade da bacia desta estação, Ponte Redonda, no Águeda, e Ribeiro, no Alfusqueiro. O valor caudal de ponta estimado para estas duas estações para um período de retorno de 100 anos é de, respectivamente, 300 m³/s e 600 m³/s, enquanto que o caudal de ponta estimado para Ponte de Águeda é de apenas 300 m³/s. No entanto, a modelação matemática conduz a valores de caudal da ordem dos 1000 m³/s, um valor que, apesar de elevado, parece mais razoável quando comparado com os obtidos para Ribeiro e Ponte Redonda. Estes resultados, que se mantêm para vários períodos de retorno, confirmam as suspeitas sobre o registo de Ponte Águeda e justificam a opção de considerar os resultados da modelação matemática como estimativas mais correctas.

As estimativas do caudal de ponta de cheia referentes à estação de Ponte Vale Maior no Caima obtidas por análise estatística e por modelação matemática são bastante diferentes. A análise estatística conduziu a valores de caudal máximo com um período de retorno de 100 anos da ordem dos 150 m³/s, o que corresponde a um caudal específico de 0,8 m³/s/km². As estimativas deste quantil obtidas por modelação matemática são da ordem dos 600 m³/s, o que corresponde a um caudal específico de 3 m³/s/km². Os resultados são, portanto, muito díspares.

O registo de níveis máximos anuais da estação de Ponte Vale Maior apresenta um grande número de anomalias que se faz referência no Capítulo 3. Os resultados da análise estatística são por isso de qualidade duvidosa. Os valores de caudal específico obtidos são baixos quando comparados com os estimados para as restantes bacias. São inferiores aos obtidos para Ponte Águeda, que já se concluiu serem baixos, e aos de Ponte Minhoteira que, sendo uma escala, também constituem minorantes dos valores reais. Acresce, que a bacia de Ponte Vale Maior situa-se num zona de pluviosidade intensa. Os valores obtidos por modelação matemática são, no entanto, talvez muito elevados.

Por outro lado, a escolha da curva de vazão a utilizar na transformação nível-caudal foi para algumas estações foi problemática. A curva da estação de Ponte Vouzela foi aquela que mais dúvidas colocou, tendo-se optado por uma curva que conduz a valores cerca de 30% superiores

aos avançados pelo INAG. Os resultados da análise estatística do registo desta estação conduz a estimativas do caudal de ponta bastante elevadas, inclusivé superiores às estimativas referentes a Pedre Ribeiradio, situada a jusante desta estação. A escolha de quais as estimativas de caudal que devem ser consideradas para o curso principal do rio Vouga é, assim, extremamente, difícil.

Do exposto, resulta a dificuldade de propôr valores únicos para as estimativas do caudal de ponta de cheia para a bacia do Vouga. Apesar destas dificuldades, a Tabela 5.10 apresenta as melhores estimativas no momento actual. Estes valores devem ser sempre acompanhados com as ressalvas incluídas neste texto. Para aumentar o rigor destas estimativas, sobretudo as do curso principal do rio Vouga, sugere-se a instalação de, pelo menos, mais uma estação no rio Vouga para complementar as observações de Ponte Vouzela. A outra estação actualmente existente em Ribeirada tem um acesso difícil e está frequentemente fora de funcionamento. É também necessário realizar um esforço adicional para obter mais medições de caudal em Ponte Vouzela, que permitam reduzir as dúvidas quanto à curva de vazão desta estação.

As dúvidas quanto às estimativas de caudal do rio Águeda serão eliminadas à medida que se disponham de séries mais compridas em Ponte Redonda e Ribeiro. Para melhorar as estimativas de caudal para dos rios Caima e Antuã sugere-se uma atenção redobrada na leitura dos registos da primeira estação e a instalação de um limnígrafo na segunda.

	Pt. Águeda	Pt. V.Maior	Pt.Vouzela	Ribeiro	Pt.Minhoteira	Pte Redonda	Pedre Ribeiradio
	10G/02	9G/01	9I/02		9f/01		
	Águeda	Caima	Vouga	Alfusqueiro	Antuã	Águeda	Vouga
N	53	63	67	18	20	18	28
Área (km2)	405	188	649	138	114	152	726
Altitude (m)	8	18	140	20	20	10	10
	Q m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
T=5	650	350	550	400	> 60	230	850
T=10	750	400	800	450	> 70	250	1100
T=20	850	500	1160	500	> 80	280	1400
T=50	950	550	1700-1800	600	> 100	300	1700-1800
T=100	1100	600	1900-2500	650	> 110	310	1900-2500
T=500	1300	750	2500-5000	700	> 130	330	2500-5000
T=1000	1400	800	3000-6500	750	> 140	350	3000-6500

Tabela 5.10 – Valores estimados de caudal de ponta de cheia

5.2.4.2 Secas

A avaliação da propensão da região da bacia do Vouga à ocorrência de secas baseou-se, até ao momento, na análise dos registos de precipitação de 35 postos da região do período de referência

19040/41 a 1989/90. Uma seca definida apenas com base em valores de precipitação que ocorreram num dado período é vulgarmente designada por seca meteorológica.

O estudo revelou que as situações mais graves de seca meteorológica ocorreram nos anos de 1943/44, 1947/48, 1951/52 e 1974/75. As características destas secas no que diz respeito à sua intensidade, duração e área de incidência são algo diferentes, e a sua caracterização com precisão depende de uma definição rigorosa de seca. Os detalhes da análise realizada são apresentados nos anexos técnicos, mas de um modo geral pode-se afirmar que as secas referidas tiveram uma duração de cerca de um ano, abrangeram uma área significativa da bacia, superior a 80%, e que o seu período de retorno variou entre 15 e 40 anos.

6. SUB-SISTEMA INFRAESTRUTURAL

6.1. Síntese das Infraestruturas Hidráulicas e de Saneamento Básico

Na bacia do Vouga existe apenas um aproveitamento hidráulico de alguma dimensão - o aproveitamento de Castelo Burgães. Está em fase de projecto o aproveitamento hidráulico de Ribeiradio, que será a primeira grande barragem construída no rio Vouga.

Estão inventariados na bacia do Vouga 42 aproveitamentos hidráulicos de pequena e média dimensão. Na Tabela 6.1 apresenta-se a listagem dos mais importantes e estão indicadas algumas das suas principais características. Na **Figura 16** pode observar-se as localizações dos 42 aproveitamentos e o fim a que se destinam.

Nome	Rio		Ano entrada serviço	Área bacia (km²)	Caracter. da barragem		Características da albufeira						Finalidade
	Nome	Class.Decimal			Tipo	Altura (m)	NPA (m)	NME (m)	NMC (m)	Área inun. (km²)	Cap. total (hm³)	Cap. útil (hm³)	
Areeiro	Caima	719 10											
Bracal	Mau	719 12											
Burgães	Caima	719 10			gravidade	30	108		110	0.051		0.33	Rega
Carregal	Teixeira	719 22											
Cercosa	Alfúsqueiro	719 07 04	1991	62	Betão	16					0.1	0.067	Hidroelectricidade
Drizes	Vouga	719	1917		Alvenaria								Hidroelectricidade
Grela	Vouga	719	1993	959	Betão	6	28				0.06	0.025	Hidroelectricidade
Lourizela	Alfúsqueiro	719 07 04			Alvenaria								Hidroelectricidade
Moinho	Antua	719 02 01 04											Hidroelectricidade
Ossela	Caima	719 10		104	Alvenaria	2.5							Hidroelectricidade
Paredes	Varoso												
Padrastos	Caima	719 10			Enrocamento	7	247	248			0.1		Hidroelectricidade
Maieira	Vouga	719	1986	0.003	Betão	6.5	490	486	493.8	0.003	0.019	0.017	Abastecimento Público
Palhal	Caima	719 10	1991	133	Betão	9							Hidroelectricidade
Palmaz	Caima	719 10											
Paredes	Varosa	719 26			Alvenaria								Hidroelectricidade
Pessegueiro	Vouga	719											
Póvoa	Póvoa	719 20 ??					460						
Q ^a . Caima	Caima	719 10											
Q ^a . Cainhas	Alfúsqueiro	719 07 04	1994		Betão Gravidade	11	407.5		409				Abastecimento Público
Q ^a . Costa	Antua	719 02 01 04											Hidroelectricidade
Ribafeita	Vouga	719	1963	273	Alvenaria	6	294.5			0.14	0.1		Hidroelectricidade
S. João do Monte	Águeda	719 07			Alvenaria								Hidroelectricidade
S. Pedro do Sul	Vouga	719	1993	403	Betão	15				0.1	0.09		Hidroelectricidade
Soutinho	Águeda	719 07	1993	26	Alvenaria	4					0.0025		Hidroelectricidade
Talhadas	Alfúsqueiro		1992	150	Alvenaria	6					0.018	0	Hidroelectricidade
Vale Maior	Caima	719 10											

Tabela 6.1 - Barragens e açudes existentes na bacia hidrográfica do rio Vouga

O sistema de abastecimento de água mais importante da bacia do Vouga é o Sistema Regional do Carvoeiro. Criado para abastecer de água seis municípios, Águeda, Albergaria a Velha, Aveiro, Estarreja, Ílhavo e Murtosa, este sistema, após execução, foi objecto de concessão, a qual arrancou em Outubro de 1996.

É na bacia do Vouga que está em fase de execução um dos maiores empreendimentos nacionais de saneamento básico: O Sistema de Despoluição da Ria de Aveiro – SIMRIA.

6.2. Aproveitamentos Hidráulicos de Fins Múltiplos

Não existem na bacia do Vouga aproveitamentos hidráulicos de fins múltiplos de dimensão significativa. Existem, no entanto, em alguns açudes de aproveitamentos mini-hídricos captações de água para abastecimento público e durante os meses secos para a rega de pequenos regadios individuais.

A curto prazo, está prevista a construção do Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio cujos objetivos será o fornecimento de água para abastecimento público e industrial e a rega dos blocos do Baixo Vouga. Para além destes fins principais, este aproveitamento terá uma mais valia energética, prevendo-se a instalação de uma central hidroeléctrica no pé da barragem.

Face aos problemas de garantia de água na origem que se prevêm no Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Carvoeiro, é cada vez mais urgente o reforço das suas captações, só possível com a regularização de caudais viabilizada pela barragem de Ribeiradio.

6.2.1. Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio

6.2.1.1 Descrição geral

O Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio situa-se na zona intermédia do rio Vouga, a cerca de 86 km da nascente, próximo da povoação de Ribeiradio, no limite dos concelhos de Sever do Vouga e Oliveira de Frades, e domina uma bacia hidrográfica com cerca de 950 km², ou seja aproximadamente 40% da área da bacia hidrográfica do rio Vouga definido em Angeja.

O principal objectivo deste aproveitamento é a criação de uma albufeira com capacidade de armazenamento suficiente para garantir o abastecimento de água para usos urbanos, industriais e agrícolas principalmente na zona inferior da bacia, no eixo Aveiro – Estarreja – Ovar. Para além destes fins principais, este aproveitamento terá uma importante mais valia energética, prevendo-se a instalação de uma central hidroeléctrica no pé da barragem.

De acordo com os estudos de necessidades de água elaborados no âmbito do Estudo Prévio do Aproveitamento, a albufeira deverá fornecer os caudais necessários para satisfazer necessidades

da ordem de 106 hm³, dos quais 44 hm³ destinados a rega e 62 hm³ a abastecimento urbano e industrial.

Das várias hipóteses possíveis para a fixação do nível de pleno armazenamento, o INAG concluiu que a melhor solução consiste na construção de uma barragem com o NPA à cota (110), prevendo a futura instalação de uma central localizada imediatamente a jusante da barragem. Para esta cota a capacidade total de armazenamento da albufeira é de 128 hm³.

A cota mínima do NPA da albufeira, necessária para a satisfação das necessidades situa-se à cota (92), a que corresponde uma capacidade útil de armazenamento de 45 hm³. A adopção de uma cota superior para o NPA justifica-se por razões económicas e ambientais. De forma a garantir um caudal ecológico mínimo a jusante de 2m³/s a cota deveria ser elevada para (102), e por outro lado, a produção de energia crescerá substancialmente com a elevação da cota do NPA, sendo a valia eléctrica maximizada para valores da ordem dos da cota proposta (110).

A elevação do NPA para a cota (110) não acarreta aumentos importantes dos impactes ambientais e sociais, potenciando ainda o interesse turístico da albufeira, pela maior estabilidade do seu plano de água.

Face às elevadas afluências anuais e mensais, quando comparadas com a capacidade de armazenamento da albufeira, o aproveitamento funcionará fundamentalmente a fio de água, com capacidade de regularização diária ou semanal.

Os custos totais previstos para a construção da barragem são de cerca de 11 milhões de contos, dos quais: 4,5 milhões para a construção da barragem; 4,4 para a central, circuito hidráulico e linha de alta Tensão; 2 milhões para expropriações. A valia eléctrica líquida do aproveitamento é de 4,3 milhões de contos, o que permite uma TIR da ordem de 9%, apenas considerando as receitas provenientes da venda da energia.

6.2.1.2 Necessidades de água a satisfazer a partir de Ribeiradio

A água armazenada na albufeira será utilizada para abastecimento, total ou parcial, dos concelhos de S. Pedro do Sul, Vouzela, Oliveira de Frades, Sever do Vouga, Albergaria, Oliveira de Azeméis, Estarreja, Murtosa, Aveiro, Ilhavo e Vagos, para abastecimento industrial na orla costeira e para rega dos novos perímetros a equipar no Baixo Vouga.

Em termos de novos regadios, foi considerado pelo INAG a consideração de apenas 3000 ha dos 9000 ha eventualmente beneficiáveis pela barragem, localizados no próprio vale do Vouga e na zona lagunar. Nestas condições, verificou-se uma significativa redução das necessidades para rega e para abastecimento industrial, estimando-se que, no horizonte de projecto (2010), o aproveitamento de Ribeiradio deverá fornecer os caudais complementares necessários para satisfazer os seguintes pedidos:

Os volumes de água para abastecimento público a garantir pela barragem de Ribeiradio totalizam, no ano 2010, 30 hm³.

Em relação à indústria, no Estudo Prévio do Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio previa-se que as necessidades de água satisfeitas por esta origem em 2010 seriam 31 hm³/ano. Neste valor não foram incluídas as necessidades de água da unidade industrial da Portucel de Cacia, que atingem actualmente 25 hm³/ano, que são quase totalmente utilizados em circuito fechado.

Esta unidade industrial, no seu processo de fabrico, necessita de recorrer a captações de água, quer directamente no rio (da ordem de 65000m³/dia em 7 dias/semana e 24h/dia), quer de origem subterrânea (no máximo cerca de 2000 m³/dia). Os caudais captados, após utilizados no processo de fabrico, são sujeitos a um tratamento secundário e posteriormente lançados ao rio.

Durante a estiagem, a Portucel necessita de construir um açude, no rio Novo do Príncipe próximo de Vilarinho, para impedir a entrada de água salgada nos sistemas fabris daquela empresa. Após esta época do ano o açude é retirado, não constituindo obstáculo ao regime natural do rio. Com este açude, construído a jusante da rejeição e da captação é actualmente possível fazer alguma recirculação da água, em situação de insuficiência dos caudais afluentes.

Com a entrada em funcionamento do sistema de despoluição da SIMRIA, e com a consequente intersecção dos efluentes tratados da Portucel, os efluentes deixarão de ser descarregados para o rio, sendo espectáveis os seguintes problemas:

- Ao volume de água actualmente disponível no rio, a jusante da Portucel, será deduzido o volume correspondente às actuais descargas de água tratada;
- Se as aflúências não forem suficientes para o abastecimento da Portucel, esta não poderá recorrer, como actualmente presumivelmente fará, a uma recirculação parcial de água tratada;
- escoamento remanescente, a existir, não será suficiente para as necessidades de rega;

- A diminuição dos escoamentos irão agravar a situação de intrusão salina nas águas superficiais, que já actualmente se verifica;
- Poderá ainda ocorrer um avanço da cunha salina nas águas subterrâneas, motivado pela diminuição da pressão hidroestática da água doce no troço final do rio.

É pouco realista considerar que esta unidade industrial, após a entrada em funcionamento do sistema da SIMRIA, possa ter outras origens de água que não os caudais do Vouga. Assim, é prioritária a disponibilização de caudais regularizados no rio Vouga a partir do ano 2000 para a laboração desta indústria.

O outro grande utilizador de água no Baixo Vouga é a agricultura, correspondendo às necessidades de água para a rega do bloco do Baixo Vouga Lagunar um valor estimado de 18 hm³/ano, calculadas com base numa dotação anual de 6000m³/ha e a uma área regada de 3000 ha. Este consumo pode-se considerar como efectuado em 6 meses, com um valor de ponta em Agosto de cerca de 30% do volume total.

Para além do Bloco do Baixo Vouga Lagunar, foi previsto no Estudo Prévio da Barragem de Ribeiradio, a rega de áreas agrícolas do Vale do Vouga, que correspondem a necessidades de água da ordem de 26 hm³/ano.

Na Tabela 6.2 apresentam-se os valores das necessidades de água totais anuais consideradas no Estudo Prévio do Aproveitamento de Ribeiradio.

UTILIZADORES		ANO			
		1995	2000	2005	2010
Abastecimento público	Sistema Regional do Carvoeiro	6	14	20	26
	Outros consumos	1,3	2	2,8	3,7
	TOTAL	7,3	16	22,8	29,7
Industria	Necessidades	19	23	26,5	31
Rega	Pequenos regadios do Vale do Vouga	25	25	25	25
	Pequenos regadios do Baixo Vouga	1,1	1,1	1,1	1,1
	Blocos de rega abaixo da cota 10	9	18	18	18
	TOTAL	35,1	44,1	44,1	44,1
TOTAL		61,4	83,1	93,4	104,8

Fonte: Estudo Prévio do Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio, 1995

Tabela 6.2 – Volumes de água a fornecer a partir da barragem de Ribeiradio (valores em hm³/ano)

Com base nos estudos desenvolvidos no âmbito do Plano de Bacia do Vouga, alguns dos valores apresentados devem ser reformulados, nomeadamente as necessidades de água para a indústria. Aos valores indicados no quadro anterior deverão eventualmente ser adicionadas as

necessidades de água da unidade industrial da Portucel de Cacia, que representam um adicional de 25 hm³/ano.

6.3. Aproveitamentos Hidráulicos Para Abastecimento Público

Existem apenas dois aproveitamentos hidráulicos utilizados exclusivamente para abastecimento público: a barragem de Quinta das Cainhas no rio Alfusqueiro, e o açude da Maeira no rio Vouga.

A barragem de Quinta das Cainhas foi construída em 1994 através de fundos do FEDER e serve o sistema de abastecimento de água do concelho de Oliveira do Bairro que engloba as freguesias de Souto de Lafões, S. Vicente de Lafões, Pinheiro e Oliveira de Frades. A população servida por esse sistema é de 3 458 habitantes, sendo a população total aí residente de 4732, o que evidencia que este sistema não serve toda a população das 4 freguesias. Esta barragem é do tipo betão gravidade com uma altura máxima acima do leito de 11 m.

O açude de Maeira situa-se nas cabeceiras do rio Vouga e fornece água para o sistema de abastecimento de água de Cepões explorado pelos SMAS de Viseu. Este sistema serve 4144 habitantes distribuídos pela bacia do Vouga e bacia do Mondego. O sistema de Cepões serve 2554 habitantes na bacia do Mondego e 1591 habitantes na bacia do Vouga. A população total actual das freguesias servidas é de 6489 habitantes, sendo portanto o nível de atendimento inferior a 100%.

6.4. Aproveitamentos Hidroagrícolas

Dos aproveitamentos hidroagrícolas existentes na bacia hidrográfica do Vouga destacam-se os de iniciativa colectiva já muito antigos, que se localizam principalmente no Médio e Alto Vouga e que ocupam actualmente uma área de cerca de 5150 ha – conhecidos por regadios colectivos tradicionais. Nos últimos anos foram realizadas obras de beneficiação em alguns destes regadios tradicionais.

A grande percentagem da área de rega na bacia refere-se aos regadios individuais, que actualmente ocupam quase 48 000 ha.

A Bacia Hidrográfica do Rio Vouga possui três regadios colectivos realizados pelo Estado: Burgães, Pereiras e Ribeira de Porcão. Qualquer um deles de dimensão relativamente reduzida.

Além disso, possui dois aproveitamentos hidroagrícolas em fase de projecto: Calde e Baixo Vouga Lagunar. Nos pontos seguintes detalham-se as principais características destes aproveitamentos.

6.4.1. Regadios colectivos realizados pelo Estado

6.4.1.1 Aproveitamento Hidroagrícola de Burgães

O aproveitamento hidroagrícola de Burgães data da década de 1950, enquanto que os outros dois (Pereiras e Ribeira de Porcão) estão em exploração há dois a três anos.

O aproveitamento hidroagrícola de Burgães, realizado na década de 1950, situa-se no distrito de Aveiro, junto à cidade de Vale de Cambra, na margem direita do rio Caima. O perímetro de rega desenvolve-se numa zona de declives naturais bastante elevados para a prática do regadio. No entanto, essa condicionante foi ultrapassada pela armação do terreno em socacos, que são ligeiramente inclinados no sentido do rio.

A rede de rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Burgães compreende 2 açudes, dois canais e oito regadeiras em terra.

Os dois açudes localizam-se a jusante da Barragem Eng^o Duarte Pacheco. Entre os dois açudes existe uma central mini-hídrica, que produz energia sobretudo no Inverno.

O açude de montante foi o primeiro a ser realizado e é dele que deriva o canal de rega nº1, com uma secção transversal trapezoidal, revestido a betão e com uma extensão de 8 Km. Este canal foi dimensionado para um caudal de 100 l/s e serve 4 regos em terra (rede secundária), cada um destes com um caudal de 20 l/s, considerando-se no projecto que o caudal restante de 20 l/s seria perdido no transporte.

O canal nº2, com uma extensão de 4 Km, deriva do açude de jusante, foi dimensionado para um caudal de 80 l/s, para servir igualmente 4 regos em terra, sendo o caudal destes de 15 l/s, e considerando-se também a perda de um caudal de 20 l/s. A área dominada por este canal situa-se a cotas inferiores à dominada pelo canal nº1.

A rede terciária é constituída por oito regadeiras em terra, cujo traçado sofre alterações frequentes, devido à necessidade de adaptação ao crescimento urbano.

O canal nº1 termina junto ao matadouro de Vale de Cambra, ao qual fornece os caudais sobrantes da rega.

Um outro utilizador importante da rede de rega é a Câmara Municipal. Segundo informação da Comissão Administrativa do Aproveitamento Hidroagrícola de Burgães, estes dois consumidores aproveitam grande parte dos caudais sobrantes e suportam metade do orçamento da Associação de Regantes.

Este aproveitamento atravessa actualmente uma fase menos boa, devido essencialmente a dois tipos de razões: por um lado, devido a um antigo diferendo com o Estado, a associação de regantes é gerida, há vários anos, por uma comissão administrativa, com o que isso implica de simples gestão corrente, por outro, o desenvolvimento industrial do concelho levou a um grande abandono da agricultura.

6.4.1.2 Aproveitamentos em fase de projecto

6.4.1.2.1 Aproveitamento de Calde

O aproveitamento hidroagrícola de Calde localiza-se junto à aldeia de Várzea, freguesia de Calde e concelho de Viseu e encontra-se presentemente em fase de lançamento do concurso para a obra. A área a servida é de 133 ha e a área útil é de 107 ha.

A ocupação cultural prevista baseia-se em 4 rotações ou culturas: R1 - Aveia+ervilhaca x milho forragem; R2 - Centeio x milho forragem, R3 - Prado (5 anos) - centeio; R4 - Pomar.

Para regar essas culturas, e considerando uma eficiência global de 63 %, a dotação média é de 6350 m³/ha. O consumo médio anual é estimado em 678.000 m³.

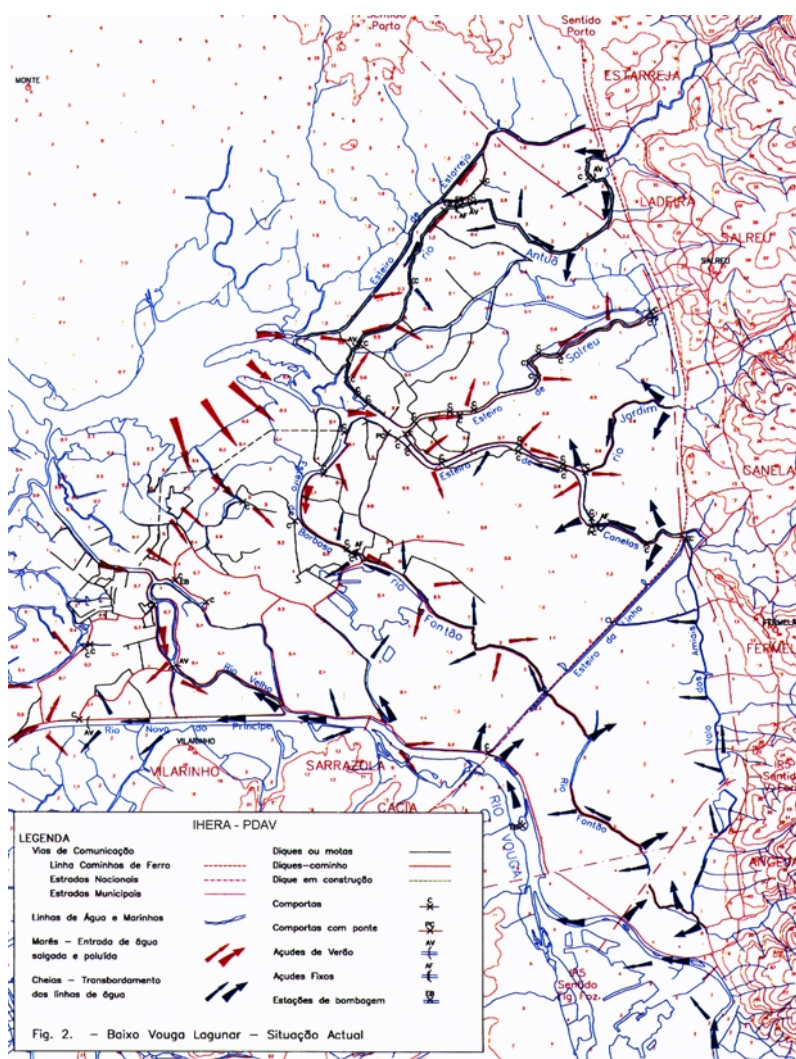
A rede de rega é em baixa pressão, constituída por condutas de PVC, enterradas. A extensão da rede é de 12.180 m. Em algumas tomadas de água, a carga natural disponível será suficiente para regar por aspersão.

6.4.1.2.2 Aproveitamento do Baixo Vouga Lagunar

O Baixo Vouga Lagunar consiste actualmente num perímetro agrícola em que se realizaram obras de drenagem e caminhos agrícolas, que beneficiaram francamente a sua exploração.

Actualmente esta área dispõe de água de rega em quantidade insuficiente e de má qualidade. A área total que se prevê regar na zona do Baixo Vouga é estimada em 12.000 ha, distribuídos por 12 blocos de rega.

A possibilidade de regar a curto prazo um dos blocos deste perímetro, com cerca de 3 155 ha está a ser equacionada por uma equipa de projecto do IHERA, que se encontra sediada no local, que de resto foi quem efectuou os projectos das redes de drenagem e de caminhos.



6.5. Aproveitamentos Hidroeléctricos

Não existe na bacia do Vouga qualquer aproveitamento hidroeléctrico importante, assim como não existe qualquer aproveitamento recente. No entanto existem diversos estudos onde se analisa o potencial hidroeléctrico da bacia e onde se definem esquemas para o seu aproveitamento.

No “Plano Geral do Aproveitamento Hidroeléctrico dos Rios Paiva e Vouga”, elaborado para a Hidro-Eléctrica Portuguesa em 1961, são analisados dois esquemas alternativos:

- ♦ *Aproveitamento dos rios Paiva e Vouga isolados*
- ♦ *Aproveitamento dos rios Paiva e Vouga associados*

De acordo com este Plano, no que respeita ao aproveitamento hidroeléctrico, há vantagem em ligar o Vouga ao Paiva, *“derivando para a albufeira de Alvarenga as afluições da metade superior da sua bacia hidrográfica e conseguindo assim não só a sua regularização em grau não possível no Vouga, por carência de capacidade de armazenamento, mas também um melhor aproveitamento da queda disponível”*.

Apesar da sua grande bacia hidrográfica e da sua elevada pluviosidade, a bacia do Vouga não tem sido objecto de muitos estudos de aproveitamento hidroeléctrico, contribuindo para isso a sua limitada possibilidade de armazenamento a cota elevada, e perfil longitudinal sem quedas marcadas. Segundo o referido estudo, a ligação do Vouga ao Paiva compensaria aquelas características menos favoráveis e tornaria possível o aproveitamento de boa parte dos seus recursos energéticos, simultaneamente contribuindo para o domínio das cheias.

No “Inventário de Recursos Hidroeléctricos da Bacia do Rio Paiva” elaborado pela EDP em 1982, é estudada a possibilidade de derivação de volumes de água do rio Vouga para a albufeira de Alvarenga, através de um túnel, a partir da albufeira criada pela barragem do Pinhosão.

Em estudos posteriores verificou-se que os benefícios imputáveis à derivação de caudais do rio Vouga para a albufeira de Alvarenga eram manifestamente insuficientes para justificarem os correspondentes investimentos.

Não estando assumida a derivação do Vouga para o Paiva como fazendo parte da hipótese de referência de dimensionamento de Alvarenga, a hipótese de base do aproveitamento do rio Vouga consiste, segundo a EDP, na realização de três escalões - Póvoa, Pinhosão e Ribeiradio - todos equipados sobre o Vouga.

Nos planos de expansão do sistema electro-produtor, elaborados pela EDP o aproveitamento energético do rio Vouga só está previsto num horizonte superior a 35 anos

Actualmente a EDP explora dois pequenos aproveitamentos: Ribafeita e Drizes. Padraços e Pessegueiro do Vouga foram desativados.

O aproveitamento de Drizes, no rio Vouga, localiza-se no concelho de S. Pedro do Sul e é explorado a fio-de-água. O circuito hidráulico é constituído por um açude (NPA à cota 167), uma tomada de água, um canal de adução, uma câmara de alimentação externa, uma galeria de alimentação dos grupos, uma câmara das turbinas e o canal de restituição. A central está equipada com dois grupos, totalizando 120 kW.

O aproveitamento de Ribafeita é constituído por um pequeno açude de 6 m de altura localizado no rio Vouga, cerca de 800 m a montante da confluência com o rio Mel, e com o NPA à cota (294.5). A central está equipada com dois grupos, que datam de 1954 e 1963, sendo a potência total instalada de 900 kW, o caudal total instalado de 2.32 m³/s e a queda bruta disponível de 50 m.

Para além dos pertencentes à EDP, existem construídos actualmente na bacia do Vouga vários aproveitamentos hidroeléctricos de pequena potência. Na Tabela 6.3 apresenta-se uma listagem desses aproveitamentos mini-hídricos.

Nome	Localização			Data de início de exploração	Tipo	Altura (m)	Volume albufeira (m ³)	Escada de peixes	Produção Média anual (GWh/ano)
	Linha de água	Concelho	Freguesia						
Palhal	Caima	Albergaria a Velha	Ribeira de Fráguas e Souto da Branca	Dez-91	Gravidade galg.	9	---	---	6.93
Ossela	Caima	Albergaria a Velha							
Areeiro	Caima	Albergaria a Velha							
S. Pedro do Sul	Vouga	S. Pedro do Sul	S. Pedro do Sul	Jan-93	Gravidade galg.	14.9	98000	Sim	25.28
Grela – Margem esquerda	Vouga	Sever do Vouga	Paradela	Mai-93	Gravidade	6	60000	Sim	1.25
Grela - Margem direita	Vouga	Sever do Vouga	Pesseg. do Vouga	Mai-93	Gravidade	6	60000	Sim	1.25
Soutinho	Águeda	Tondela	S. João do Monte	Set-93	Gravidade	4	2500	Sim	10
Talhadas	Alfusqueiro	Sever do Vouga	Talhadas	Mai-92	Gravidade	6	18000	Sim	19.65
Cercosa	Alfusqueiro	Vouzela	Campia	Dez-92	Gravidade	16	100000	Sim	9.45

Tabela 6.3 - Aproveitamentos mini-hídricos construídos na bacia do Vouga

Existem muitos pedidos de licenciamento para a construção de aproveitamentos mini-hídricos na bacia do Vouga. Alguns desses aproveitamentos, a serem licenciados e construídos, podem comprometer total ou parcialmente a possibilidade de realização de aproveitamentos de maior envergadura, pelo que as respectivas licenças devem ser analisadas cuidadosamente.

Alguns desses locais, com potencial interesse para a produção de energia hidroelétrica, poderão ser encarados como aproveitamentos de fins múltiplos já que as povoações que não venham a ser servidas pela barragem de Ribeiradio poderão resolver desta forma os seus problemas de carência de água durante as estiagens mais prolongadas.

Requerente	Linha de água	Local	Concelho	Energia produzida (GWh/ano)	Ano de entrada do pedido da licença
PEEL	Vouga	Termas de S. Pedro do Sul		2.10	93
Soc. Agrícola Ferreira & Filhos	Vouga	Valgode		4.00	93
Hidrobeira	Vouga	Couto		9.20	93
Hidrobeira	Vouga	Nelas		2.70	93
Hidrobeira	Vouga	Ponte das Minas		5.50	93
Hidrobeira	Vouga	Silvares		24.90	93
Hidrobeira	Vouga	Levada do Rato		4.10	93
Hidrobeira	Vouga	Bertelhe	S. Pedro do Sul	1.05	94
HSEV	Dornelas	Dornelas	Sever do Vouga	1.90	94
HSEV	Mau	Foz do Mau	Sever do Vouga	1.60	94
HSEV	Grosso/Branco	Sanfins	Sever do Vouga	1.50	94
HSEV	Branco/Grosso	Ponte de Couto	Sever do Vouga	3.40	94
HSEV	Paraduça	Paraduça	DRA Norte		94
PEEL	Troço	Fradega		3.70	94
Hidrocentrais	Anta/Carvalhal	Dianteiro	S. Pedro do Sul	2.88	95
Hidrocentrais	Landeira	Chamiceira	S. Pedro do Sul	2.78	95
Hidrocentrais	Aguas Frias	Ucha	S. Pedro do Sul	4.98	95
Hidrocentrais	Ponte de Mezio	Mezio	Oliveira de Frades	3.24	95
Hidrocentrais	Zela	Monte Cavalo	Vouzela	2.50	95
Soc. Agrícola Ferreira & Filhos	Vouga	Quinta de Valgode	Vouzela	2.99	95
Hidrocentrais	Aguas Frias	Aguas Frias	S. Pedro do Sul		95
HYDROCONTRACTING	Aguas Frias	Aguas Frias	S. Pedro do Sul	4.80	95
Hidrocentrais	Vouga	S. Pedro do Sul	S. Pedro do Sul		95
HYDROCONTRACTING	Troço	Fradega	Viseu	5.10	96
HYDROCONTRACTING	Landeira	Chamiceira	S. Pedro do Sul	2.78	96
Hidrocentrais de Lafões	Zela	Monte Cavalo	Vouzela	2.50	96
Hidrocentrais de Lafões	Ponte de Mezio	Mezio	Oliveira de Frades	3.24	96
Rogério Leal	Vouga	Cascalheira	Sever do Vouga		96
HYDROCONTRACTING	Anta/Carvalhal	Dianteiro	S. Pedro do Sul	2.88	96
HYDROCONTRACTING	Lordelo	Lourisela	Sever do Vouga	11.60	96
GENERG	Águeda	Soutinho	Tondela		96
Hidrobeira	Vouga	Açude da Maeira	Viseu	1.41	96
Hidrobeira	Vouga	Chavasqueiro	Sátão	7.50	96
Hidrobeira	Vouga	Aç. Levada Pau	Sátão	0.91	96
Hidrobeira	Vouga	Aç. Trábul	Sátão	1.50	96
Hidrobeira	Vouga	Pt. Ferreira	Sátão	0.96	96
Soc. Hidroelétrica da Grela	Vouga	Grela	Sever do Vouga		96
Hidrobeira	Vouga	Ponte Vouguinha	Viseu	1.63	97
Rogério Leal	Vessa	Campo	S. Pedro do Sul		97
Rogério Leal	Vessa	Campo	S. Pedro do Sul		97
Rogério Leal	Vessadas	Gestosinho	S. Pedro do Sul		97
Reficel SA	Caima	Quinta do Caima	Albergaria a Velha		97
GENERG	Alfusqueiro	Lourisela			97
Rogério Leal	Arões	Pt. De Lourisela	Sever do Vouga	3.90	97
Rogério Leal	Ribamá	Crescido	Vouzela	2.00	97
Rogério Leal	Zela	Quinta dos Poldres	Vouzela	2.50	97
Rogério Leal	Moinhos	Castro	Vouzela	4.50	97
Rogério Leal	Branco/Grosso	Ponte	Sever do Vouga	3.10	97
Rogério Leal	Covelo	Covelo	S. Pedro do Sul	3.90	97
SEEALTE	Vouga	Paraduça	Viseu	24.50	97
Engevis	Vouga	Ponte Mourão	Viseu	3.80	97
Collarada de Energia	Vouga	Pinho	S. Pedro do Sul	8.88	97
Hidrocentrais	Vouga	Galifonge	Viseu	6.55	97
Carlos J. Ferreira da Silva	Arões	Lourisela	Sever do Vouga	3.24	97
Hidroelétrica de Valgode	Alcofra	Pedreirade	Vouzela	2.28	97
SEEALTE	Lordelo	Lourisela	Sever do Vouga	1.70	97
SEEALTE	Lordelo	Lourisela	Sever do Vouga	1.80	97
SEEALTE	Cabeçadas	Manhouce	S. Pedro do Sul	2.00	97
SEEALTE	Grosso/Branco	Couto de Baixo	Sever do Vouga	0.50	97
Hidrorecursos	Ribamá	Crescido	Vouzela	4.42	98

Tabela 6.4 - Pedidos de licenciamento de Aproveitamentos Mini-hídricos

6.6. Sistemas de abastecimento de água

6.6.1. Sistema do Carvoeiro

O sistema de abastecimento de água mais importante da bacia do Vouga é o Sistema Regional do Carvoeiro (SRC), explorado pela Águas do Vouga. Criado para abastecer água a seis municípios - Aveiro, Albergaria-a-Velha, Estarreja, Águeda (apenas a zona de Macinhata do Vouga), Ílhavo e Murtosa - este sistema, após execução, foi objecto de concessão, a qual arrancou em Outubro de 1996.

O sistema é composto pela captação, tratamento e adução até aos centros de distribuição e armazenamento principal. É um sistema em alta e está dimensionado para servir cerca de 270 000 habitantes com um consumo médio diário de 30 000 m³ de água ou seja, um total anual de 11 hm³.

Os municípios que integram sistema são Aveiro, Albergaria-a-Velha, Estarreja, Águeda (apenas a zona de Macinhata do Vouga), Ílhavo e Murtosa. Com este sistema pretende-se abastecer uma população de cerca de 270 000 habitantes, distribuída por estes municípios.

O consumo médio diário para que o sistema está dimensionado é de 30 000 m³ de água ou seja, um caudal anual de cerca de 11 hm³. Neste momento o caudal que está a ser consumido pelos municípios ultrapassa já os 80% do caudal médio previsto.

As principais características da captação são as seguintes:

- Produtividade actual da captação = 1 400 m³/h
- Estação de monitorização da qualidade da água do rio – a montante das captações analisa em contínuo os parâmetros pH, turbidez, condutividade e temperatura
- Dois poços de grande diâmetro implantados no aluvião do rio Vouga, a montante da confluência com o Caima. Em cada poço foram construídos dois drenos de diâmetro 200 mm e cerca de 350 m de comprimento. O aluvião neste local tem uma altura de cerca de 11 metros e os drenos foram instalados a 3.5 metros de profundidade.
- Com a finalidade de aumentar a produtividade das captações existentes foram executados, em 1997, três furos de 18” e valas de recarga aumentando, assim, a produtividade para cerca de 900 m³/h em 24 horas.
- Foi também construído um açude em rachão que permitiu aumentar a cota da água em cerca de 1 m, passando a produtividade a ser de 1 400 m³/h.

- Estas soluções de reforço das captações terão efeitos a curto prazo mas os problemas de falta de água na origem colocar-se-ão rapidamente. A resolução destes problemas passará pela construção da barragem de Ribeiradio.

As obras tiveram um custo de cerca de 2 500 000 contos.

6.6.2. Sistemas municipais

No âmbito do desenvolvimento deste projecto foi elaborado um cadastro actualizado, e referenciado a 1997, das infraestruturas de abastecimento. Este levantamento foi efectuado com o nível de detalhe da carta 1/25 000, permitindo uma caracterização geral, mas bem detalhada da situação, das infraestruturas de abastecimento em toda a bacia hidrográfica. Toda esta informação foi cartografada e registada em SIG, podendo ser facilmente actualizada e cruzada com outros tipos de informação.

Relativamente ao abastecimento público todo o levantamento partiu do conceito de “SISTEMA”, entendido como o conjunto de redes, captações, ETAs, reservatórios e órgãos complementares, que se encontrem ligados entre si, potenciando uma água distribuída indiferenciada. Isto é, a definição de sistema de abastecimento, centra-se no utilizador, considerado a jusante, e consequentemente todos os equipamentos que lhe potenciem a água abastecida, constituem no seu todo, o sistema em que ele está integrado.

Com base nas Redes de Abastecimento cartografadas e com as manchas de ocupação humana, foi possível identificar a população servida e não servida por redes de abastecimento, informação esta que foi cruzada e validada com informação recebida directamente das câmaras municipais, por inquéritos e visitas realizadas a todos os municípios.

Tratou-se de um trabalho exaustivo e muito extenso, que ainda se encontra em fase de validação final, nomeadamente no que diz respeito à caracterização das captações, ETAs e Reservatórios, permitindo no entanto desde já obter algumas conclusões.

Como se pode verificar pela **Figura 17**, verifica-se ainda uma grande proliferação de sistemas de abastecimento de pequenas e muito pequenas dimensões, existindo mais de uma centena de sistemas abastecendo menos de 1 000 habitantes, como se pode verificar pela tabela seguinte.

São os concelhos mais populosos do Baixo Vouga aqueles onde os sistemas apresentam maiores dimensões, contrariamente aos concelhos das zonas de cabeceira, onde a proliferação de sistemas é maior, diminuindo, consequentemente a sua dimensão.

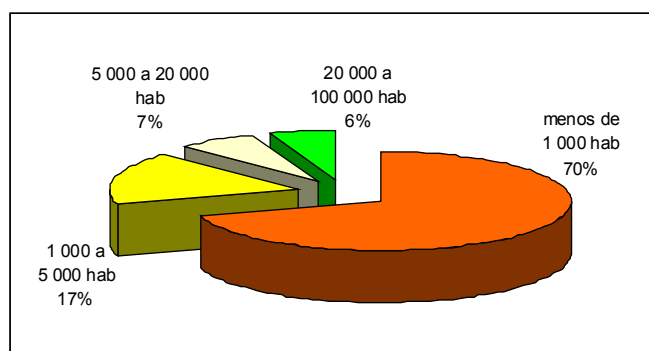
Concelhos	% da população do concelho situada na Bacia do Vouga (1995)	população do concelho residente na Bacia do Vouga (1995)	Menos de 1 000 habitantes	1 000 a 5 000 habitantes	5 000 a 20 000 habitantes	20 000 a 100 000 habitantes
Águeda	100	44740	10	1	3	
Aguiar da Beira	5	347	4			
Albergaria-a-Velha	100	22380	1	1	2	
Anadia	100	28940		1		1
Arouca	1	181				
Aveiro	100	68120				1
Cantanhede	85	31433				1
Castro Daire	25	3156				
Estarreja	100	27210				1
Ílhavo	100	34780				1
Mealhada	88	16583	5	3		
Mira	100	13550			1	
Montemor-o-Velho	23	6023	1	1		
Mortágua	5	537	0			
Murtosa	100	9600		2		
Oliveira de Azeméis	100	68790	1	6	1	
Oliveira de Frades	100	10550	7	1		
Oliveira do Bairro	100	19090	1	2	1	
Ovar	58	30137				1
Santa Maria da Feira	25	38993				1
São João da Madeira	100	18870			1	
São Pedro do Sul	98	19585	22	2		
Sátão	25	3170	15			
Sernancelhe	6	413				
Sever do Vouga	100	13630	23	1		
Tondela	5	1564	0			
Vagos	100	19710		1		
Vale de Cambra	100	24910		1	1	
Vila Nova de Paiva	13	764	1			
Viseu	22	15345				1
Vouzela	95	11949	10	2		
Nº de sistemas em cada classe			101	25	10	8

Na zona média da bacia salienta-se o sistema de abastecimento de Viseu, repartindo-se pelas bacias do Vouga e Mondego e com uma dimensão superior a 60 000 habitantes.

O sistema de Aveiro é igualmente um sistema de grandes dimensões, com cerca de 70 000 habitantes.

Naturalmente, o sistema do Carvoeiro, ao abastecer em alta 6 concelhos (Aveiro, Albergaria-a-Velha, Estarreja, Águeda, Ílhavo, Murtosa), numa totalidade de cerca de 270 000 habitantes, constitui o maior sistema de abastecimento do Vouga.

Na Figura seguinte apresenta-se a distribuição do nº de sistemas de acordo com a sua dimensão, podendo-se observar a situação de 70% dos sistemas apresentarem uma dimensão abaixo dos 1 000 habitantes.



Origens de água e sistemas de tratamento

Conforme referido no estudo “Análise dos Sistemas de Abastecimento Público de Água nos Distritos de Aveiro, Coimbra e Leiria”, a situação em 1998, mostra que os sistemas de abastecimento de água em serviço na bacia do Vouga eram em grande parte abastecidos por águas subterrâneas, com algumas excepções, tais como, Oliveira de Frades, Sátão, Viseu e Vouzela abastecidas a partir de águas superficiais. Como consequência as estações de tratamento eram escassas, pois as águas subterrâneas são, na maior parte dos casos, apenas submetidas a desinfecção, com hipoclorito ou cloro gasoso, exceptuando-se, nalguns casos, a água distribuída pelos fontenários, que não sofre qualquer tratamento.

Com o progressivo crescimento das necessidades de água para abastecimento tem aumentado o recurso às águas superficiais, para satisfação dos correspondentes consumos, tal como no caso do “Sistema Regional de Abastecimento de Água do Carvoeiro”, no qual a captação se localiza nos aluviões do Vouga.

Por outro lado, quer aquele sistema, quer outros, que virá a ser necessário implementar na zona do Baixo Vouga, têm custos agravados pelo elevado desenvolvimento das aduções até aos locais de consumo, devido aos troços inferiores dos cursos de água se encontrarem extremamente poluídos, o que obriga a localizar as captações em zonas onde a qualidade de água é aceitável, mas afastadas das áreas de consumo.

CONCELHO	DESIGNAÇÃO_ETA	TIPO	ANO de Conclusão	CAUDAL Nominal (m3/h)	Funcionamento		Esquema de tratamento.
					Qualidade	Horas/d	
Águeda	ETA DE ÁGUEDA	ETA	1978	108	Satisfatório	17	
Águeda	ETA DE FERMENTELOS	ETA	1983	20	Satisfatório	15	
Albergaria-a-Velha	ETA DE SORREGO	ETA	1983	96	Satisfatório	12	OUTROS
Aveiro	ETA DE VALE DAS MAIAS	ETA		75	Bom	24	LEITO DE CAL
Aveiro	ETA DE CACIA	ETA		0	Deficiente	0	OUTROS
Cantanhede	ETA DE OLHOS DA FERVENÇA	ETA		246	Deficiente	20	DESINFECÇÃO
Castro Daire	ETA DA SOALHEIRA	ETA	1982	100	Bom	18	DESINFECÇÃO
Ílhavo	ETA DE MOITINHOS	ETA	1945	50,6	Bom	15	CAL; CORRECÇÃO DE PH
Mira	ETA DE LAGOA	ETA	1983	65	Satisfatório	22	
Mira	ABOREIRA	ETA	1960	20	Deficiente	12	
Oliveira de Azemeis	POSTO CLORAGEM DE CUCUJÃES	P.T	1987	17	Satisfatório	6	DESINFECÇÃO
Oliveira de Azemeis	ETA DE OLIVEIRA DE AZEMEIS	ETA		146	Satisfatório	24	DESINFECÇÃO
S.João da Madeira	ETA DE RIBEIROS	ETA	1948	170	Bom	24	DESINFECÇÃO
S.João da Madeira	ETA DE ROUPAL	ETA	1985	25	Bom	24	DESINFECÇÃO
Sever do Vouga	ETA DE SOSSEGO	ETA	1981	8.2	Satisfatório	10	DESINFECÇÃO
Stª Maria da Feira	ETA DA VELHA	ETA	1948	150	Deficiente	24	DESINFECÇÃO
Stª Maria da Feira	ETA DE RIBEIROS 1	ETA	1948	5	Bom	24	OUTROS
Stª Maria da Feira	ETA DE SEIXO ALVO 1	ETA	1980		Bom	24	DESINFECÇÃO
Vagos	ETA DE FLORESTA	ETA	1989	100	Satisfatório	11	DESINFECÇÃO
Vale de Cambra	POSTO CLORAGEM DE BURGAES	P.T	a)	900	Satisfatório	24	PRÉ-CLORAGEM
Vale de Cambra	ESTACAO CLORAGEM DE GESTOSO	P.T	1963		Deficiente		PRÉ-CLORAGEM

Tabela 6.5
Estações de Tratamento de Água

Da tabela anterior constam as principais características das ETA's: Caudal nominal, situação, funcionamento, horas diárias de serviço e esquema de tratamento. Relativamente a este último ponto pode-se verificar que a maior parte se refere a desinfecção, aparecendo dois casos de pré-cloragem e outros dois de correcção de agressividade por calagem.

Do exposto, pode-se concluir, em termos gerais, o seguinte:

- A maior parte das origens de água são subterrâneas;
- Os tipos de tratamento consistem, na maior parte dos casos, em desinfecção com hipoclorito, ou cloro gasoso; nalguns casos, a água distribuída pelos fontenários não sofre qualquer tratamento; em poucos casos é efectuada uma correcção de agressividade utilizando cal;
- As percentagens de populações servidas por ETA's são reduzidas;
- Actualmente e com presumível continuação num futuro imediato as origens de água passarão a ser predominantemente superficiais, normalmente afastadas dos locais de consumo, de modo a se minimizarem potenciais problemas de poluição, uma vez que as origens próximas se encontram poluídas.

O abastecimento do Carvoeiro é o primeiro e grande passo para a resolução da questão das origens de água na bacia do vouga, isto no que diz respeito à zona da Ria.

6.7. Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais

6.7.1. Sistema de despoluição da Ria de Aveiro

6.7.1.1 Objectivos

O Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro constitui uma solução integrada de recolha, tratamento e deposição final de efluentes líquidos, que visa conciliar a preservação ambiental com as exigências do desenvolvimento económico da área envolvente à Ria.

Tal solução estava já prevista no âmbito do “Plano Integrado para a Resolução dos Problemas de Poluição da Ria de Aveiro”, elaborado em 1990 pelo Gabinete da Ria de Aveiro. Na mesma altura foi criada a Associação de Municípios da Ria (AMRia) e, sete anos mais tarde, surge, por Decreto-Lei nº 101/97 de 26 de Abril, o Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro e é constituída a sociedade SIMRIA – Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, SA, que tem por objectivo a gestão e exploração desse sistema.

São as seguintes as características das infra-estruturas previstas nesta solução multimunicipal:

- 4 interceptores: Norte (60 km, dos quais 36 km constituem o corpo principal e 24 km correspondem aos emissários de Murtosa, Veiros, Albergaria-a-Nova e Albergaria-a-Velha), Vouga (51 km, dos quais 32 km constituem o corpo principal e os restantes 19 km se distribuem pelos emissários de Fermentelos, Mourisca do Vouga e Zona Industrial de Oiã e Mamodeiro), Sul (31 km, dos quais 21 km

correspondem ao ramo principal e 10 km correspondem aos emissários de Vagos e Praia de Mira) e Geral (45 km);

- 48 estações elevatórias, localizadas 18 ao longo do traçado do Interceptor Norte e respectivos emissários, 14 ao longo do traçado do Interceptor do Vouga e respectivos emissários, 11 ao longo do traçado do Interceptor Sul e respectivos emissários e 5 ao longo do traçado do Interceptor Geral e respectivo emissário;
- Duas ETAR, uma localizada a Norte (margem direita do Rio Vouga) e outra a Sul (zona Norte do concelho de Ílhavo);
- Um exutor submarino com extensão de cerca de 3300 metros, implantado a cerca de 3 km a Norte do molhe Norte da Barra de Aveiro.

Com este sistema dar-se-á, de forma adequada, destino final a grande parte das águas residuais dos concelhos de Águeda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Mira, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar e Vagos.

Tendo em conta os valores de população servida, de caudais e de cargas poluentes obtidos para os diferentes sistemas de saneamento, cujas águas residuais serão encaminhadas para as ETAR Norte e Sul, indicam-se a seguir os dados de base a considerar no dimensionamento destas duas estações de tratamento de águas residuais. Tendo em conta os valores de população servida, de caudais e de cargas poluentes obtidos para os diferentes sistemas de saneamento, cujas águas residuais serão encaminhadas para as ETAR Norte e Sul, indicam-se a seguir os dados de base a considerar no dimensionamento destas estações de tratamento de águas residuais.

No estabelecimento destes dados teve-se em conta a redução das cargas poluentes associada ao funcionamento das estações de águas residuais existentes, que se manterão em serviço. Essa redução foi calculada a partir do valor das populações de projecto das estações de tratamento, adoptando uma carga unitária de 60 g CBO₅/hab/dia e admitindo que o rendimento médio das ETAR, em termos de CBO₅, é de cerca de 85%.

Admitiu-se que continuarão em funcionamento até ao ano 2010, com a capacidade actualmente disponível e sem qualquer ampliação, as seguintes ETAR:

- ETAR de Águeda;
- ETAR de Fermentelos;
- ETAR de Albergaria-a-Velha;
- ETAR de Aveiro;

- ETAR de Estarreja;
- ETAR de Ílhavo;
- ETAR de Barra-Costa Nova;
- ETAR de Mira;
- ETAR de Praia de Mira;
- ETAR de Zona Industrial de Oiã;
- ETAR de Ovar;
- ETAR de Vagos e
- ETAR de Vagueira.

A ETAR de Azurva será desactivada quando entrar em funcionamento o Sistema Multimunicipal.

ETAR Norte

A ETAR Norte ficará localizada na margem direita do rio Vouga, em local adjacente à Estrada Nacional EN 109. À ETAR Norte afluirão as águas residuais geradas nas zonas Norte e Sul-interior da área abrangida pela AMRia e recolhidas pelos sistemas de saneamento indicados na Tabela seguinte.

Concelho	Sistemas de saneamento servidos pela ETAR Norte
	Águeda
	Fermentelos
	Aldeia
	Travassô
Águeda	Óis da Ribeira
	Casal de Álvaro
	Oronhe
	Segadães/Trofa
	Mourisca do Vouga
	Espinhel
	Albergaria-a-Velha
	Albergaria-a-Nova
	Angeja
Albergaria-a-Velha	Frossos
	S. João de Loure
	Alquerubim
	Valmaior
	Eixo/Azurva
Aveiro	Mamodeiro
	Requeixo/Eiro
	Oliveirinha
	Beduído/Salreu
	Pardilhó
Estarreja	Avanca
	Veitos
	Canelas/Fermelã
Murtosa	Murtosa

Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual: Sumário Executivo (data 30/05/99)

Oliveira do Bairro	Zona Industrial de Oia
	Ovar
Ovar	Arada/Maceda
	S. Vicente/Válega
	Zona Industrial de Ovar

Os valores de população equivalente, de caudal (caudal médio diário e caudal de ponta) e de cargas poluentes associados às águas residuais que afluirão à ETAR Norte são os indicados na Tabela seguinte (indicam-se os valores correspondentes à época alta, sendo os de época baixa bastante próximos destes).

	Ano						
	1998	2005	2008	2013	2018	2028	2038
<u>População a atender</u>							
• População (hab.)	50 722	88 209	96 639	158 519	164 050	180 743	192 838
• População equivalente (hab. eq.)	13 000	95 387	115 360	146 587	158 658	184 385	190 332
• População equivalente total (hab. eq.)	63 722	183 596	211 999	305 106	322 708	365 128	383 170
<u>Caudais</u>							
• Caudal médio diário (m³/dia)							
Doméstico	7 057	19 012	20 702	23 085	25 316	30 137	34 021
Industrial	1 560	15 316	17 713	21 460	23 389	25 996	27 190
Total	8 617	34 328	38 415	44 545	48 705	56 134	61 211
• Caudal de ponta (l/s)	211	797	881	1 006	1 098	1 266	1 380
<u>Cargas poluentes</u>							
• CBO ₅ (kg/dia)	3 824	11 248	13 043	18 633	20 057	22 249	23 750
• SST (kg/dia)	5 733	16 750	19 529	27 917	30 054	33 340	35 595

Tabela 6.5 - Valores de População a Atender, Caudais e Cargas Poluentes Afluentes à ETAR Norte (Época Alta)

ETAR Sul

Os valores de população equivalente, de caudal (caudal médio diário e caudal de ponta) e de cargas poluentes associados às águas residuais que afluirão à ETAR Sul são os indicados na Tabela seguinte .

	Ano						
	1998	2005	2008	2013	2018	2028	2038
<u>População a atender</u>							
• População (hab.)							
Época alta	58 079	78 775	50 135	143 740	151 100	165 352	177 128
Época baixa	43 371	53 999	25 008	98 141	102 202	110 286	118 409
• População equivalente (hab. eq.)	747	52 467	56 067	57 167	57 167	57 167	57 167
• População equivalente total (hab. eq.)							
Época alta	58 826	131 242	106 202	200 907	208 267	222 519	234 295
Época baixa	44 118	106 466	81 075	155 308	159 369	167 453	175 576
<u>Caudais</u>							
• Caudal médio diário (m ³ /dia)							
Doméstico							
Época alta	10 640	23 488	25 924	29 589	31 994	36 368	39 351
Época baixa	7 478	15 884	16 953	18 645	20 258	23 151	25 259
Industrial	320	6 720	7 152	7 284	7 284	7 284	7 284
Total							
Época alta	10 960	30 208	33 076	36 873	39 278	43 652	46 635
Época baixa	7 798	22 604	24 105	25 929	27 542	30 435	32 543
• Caudal de ponta (l/s)							
Época alta	505	1 234	1 327	1 428	1 501	1 636	1 743
Época baixa	230	561	595	641	682	754	808
<u>Cargas poluentes</u>							
• CBO ₅ (kg/dia)							
Época alta	3 530	5 865	6 372	12 053	12 495	13 351	14 058
Época baixa	2 648	4 593	4 787	9 317	9 561	10 047	10 535
• SST (kg/dia)							
Época alta	5 272	8 766	9 526	18 049	18 711	19 994	21 053
Época baixa	3 948	6 857	7 148	13 945	14 311	15 038	15 769

Tabela 6.6 - Valores de População a Atender, Caudais e Cargas Poluentes Afluentes à ETAR Sul

A ETAR Sul ficará localizada na zona Norte do Concelho de Ílhavo e tratará as águas residuais produzidas na zona litoral Sul da área de intervenção da AMRia e recolhidas pelos seguintes sistemas de saneamento:

Concelho	Sistemas de saneamento servidos pela ETAR Sul
Aveiro	Aveiro
Ílhavo	Ílhavo Barra/Costa Nova Gafanha da Encarnação Gafanha da Nazaré
Mira	Mira Praia de Mira
Vagos	Vagos Vagueira

Sistemas de Saneamento Afluentes à ETAR Sul

6.7.2. Sistemas municipais

À semelhança do que foi desenvolvido para o abastecimento público, foi elaborado um cadastro actualizado, e referenciado a 1997, das infraestruturas de saneamento.

Este levantamento foi efectuado com o nível de detalhe da carta 1/25 000, permitindo uma caracterização geral, mas bem detalhada da situação, das infraestruturas de saneamento em toda a bacia hidrográfica. Toda esta informação foi cartografada e registada em SIG, podendo ser facilmente actualizada e cruzada com outros tipos de informação.

Relativamente ao saneamento, todo o levantamento partiu do conceito de “SISTEMA”, entendido como o conjunto de redes, intersectores, ETARs, emissários e órgãos complementares, que se encontrem ligados entre si, potenciando a condução, tratamento e descarga dos efluentes num único “ponto de descarga”. Isto é, a definição de sistema de drenagem, centra-se no ponto de descarga, considerado a jusante, e consequentemente todos os equipamentos que potenciem a descarga dos efluentes nesse ponto integram o respectivo sistema.

Com base nas Redes de drenagem cartografadas e com as manchas de ocupação humana, foi possível identificar a população servida e não servida por redes de drenagem, informação esta que foi cruzada e validada com informação recebida directamente das câmaras municipais, por inquéritos e visitas realizadas a todos os municípios.

Os resultados obtidos ainda se encontram no entanto em validação final, nomeadamente no que diz respeito à caracterização das ETARs e sua eficiência de tratamento, situação que está a ser levada a cabo com a colaboração dos serviços municipais responsáveis pela matéria, sendo possível desde já apresentar algumas conclusões

Numa análise global da bacia, verifica-se que apenas cerca de 39% da população é servida por redes de drenagem. Este valor desce para 31% quando avaliamos a população que dispõe de tratamento de efluentes, isto entrando em conta com as fossas septicas colectivas.

Concelhos	% da população do concelho situada na Bacia do Vouga (1995)	População do concelho Residente na bacia do Vouga (1995)	Nível de atendimento às populações em termos de Abastecimento Público (%)	Nível de atendimento às populações em termos de Drenagem de Efluentes	Nível de atendimento às populações em termos de Tratamento de Efluentes
Águeda	100	44740	92	35	35
Aguiar da Beira	5	347	90	63	37
Albergaria-a-Velha	100	22380	99	22	22
Anadia	100	28940	97	19	3
Arouca	1	181	45	20	0

Tabela 6.7 (2/2)
Níveis de atendimento da bacia em saneamento básico

Concelhos	% da população do concelho situada na Bacia do Vouga (1995)	População do concelho Residente na bacia do Vouga (1995)	Nível de atendimento às populações em termos de Abastecimento Público (%)	Nível de atendimento às populações em termos de Drenagem de Efluentes	Nível de atendimento às populações em termos de Tratamento de Efluentes
Aveiro	100	68120	97	96	96
Cantanhede	85	31433	90	29	29
Castro Daire	25	3156	51	51	51
Estarreja	100	27210	74	51	18
Ílhavo	100	34780	100	42	42
Mealhada	88	16583	100	95	80
Mira	100	13550	72	56	30
Montemor-o-Velho	23	6023	90	13	0
Mortágua	5	537	95	35	0
Murtosa	100	9600	42	6	0
Oliveira de Azeméis	100	68790	41	13	0
Oliveira de Frades	100	10550	60	19	19
Oliveira do Bairro	100	19090	57	36	36
Ovar	58	30137	80	44	42
Santa Maria da Feira	25	38993	20	4	4
São João da Madeira	100	18870	97	95	95
São Pedro do Sul	98	19585	50	23	0
Sátão	25	3170	100	48	10
Sernancelhe	6	413	94	79	60
Sever do Vouga	100	13630	56	9	9
Tondela	5	1564	85	47	0
Vagos	100	19710	40	15	12
Vale de Cambra	100	24910	52	44	20
Vila Nova de Paiva	13	764	96	69	69
Viseu	22	15345	78	17	7
Vouzela	95	11949	75	15	15
População (habitantes)		605 050	439341	233582	188048
População servida (%)			73	39	31

Tabela 6.7 (2/2)

Níveis de atendimento da bacia em saneamento básico

Nesta avaliação global, o valores são de facto baixos não só se comparados com os objectivos do PDR para o ano 2000, mas até mesmo se comparados com os valores médios nacionais, que se situam em 67% e 41%, respectivamente para drenagem e tratamento de efluentes.

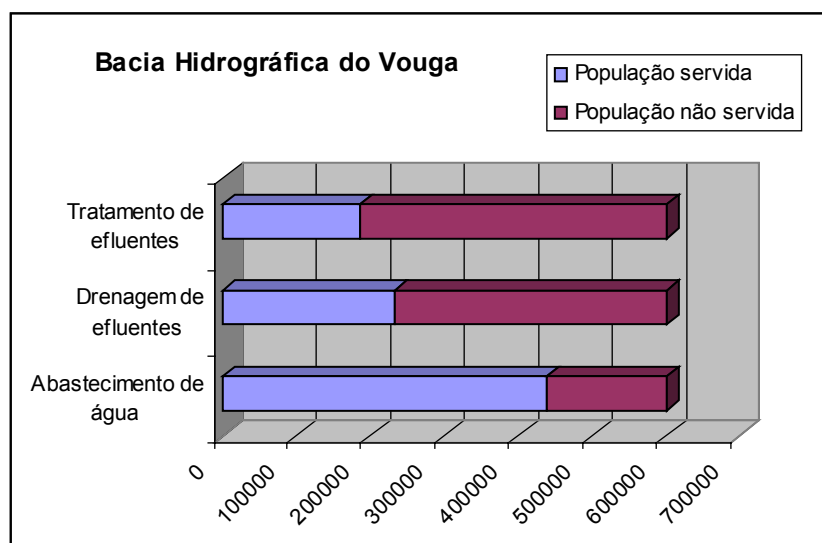


Gráfico 6.1

Níveis de atendimento das populações em termos de Abastecimento de água e saneamento básico.

Em termos numéricos, dos cerca de 605 000 habitantes na bacia do Vouga, apenas 234 000 se encontram servidos por sistemas públicos de drenagem de efluentes, e desses apenas 188 000 dispõem de tratamento dos seus efluentes, englobando neste número a totalidade dos sistemas de tratamento existentes, independentemente do seu tipo e eficiência do tratamento.

No sentido de permitir uma análise dos níveis de atendimento em termos de Saneamento básico ao nível do concelho, centrada naturalmente nos concelhos que se situam na bacia do Vouga a mais de 30%, apresenta-se no Gráfico 6.1 A população de cada um desses concelhos residente na bacia e servida por sistemas públicos de Abastecimento, Drenagem e Tratamento.

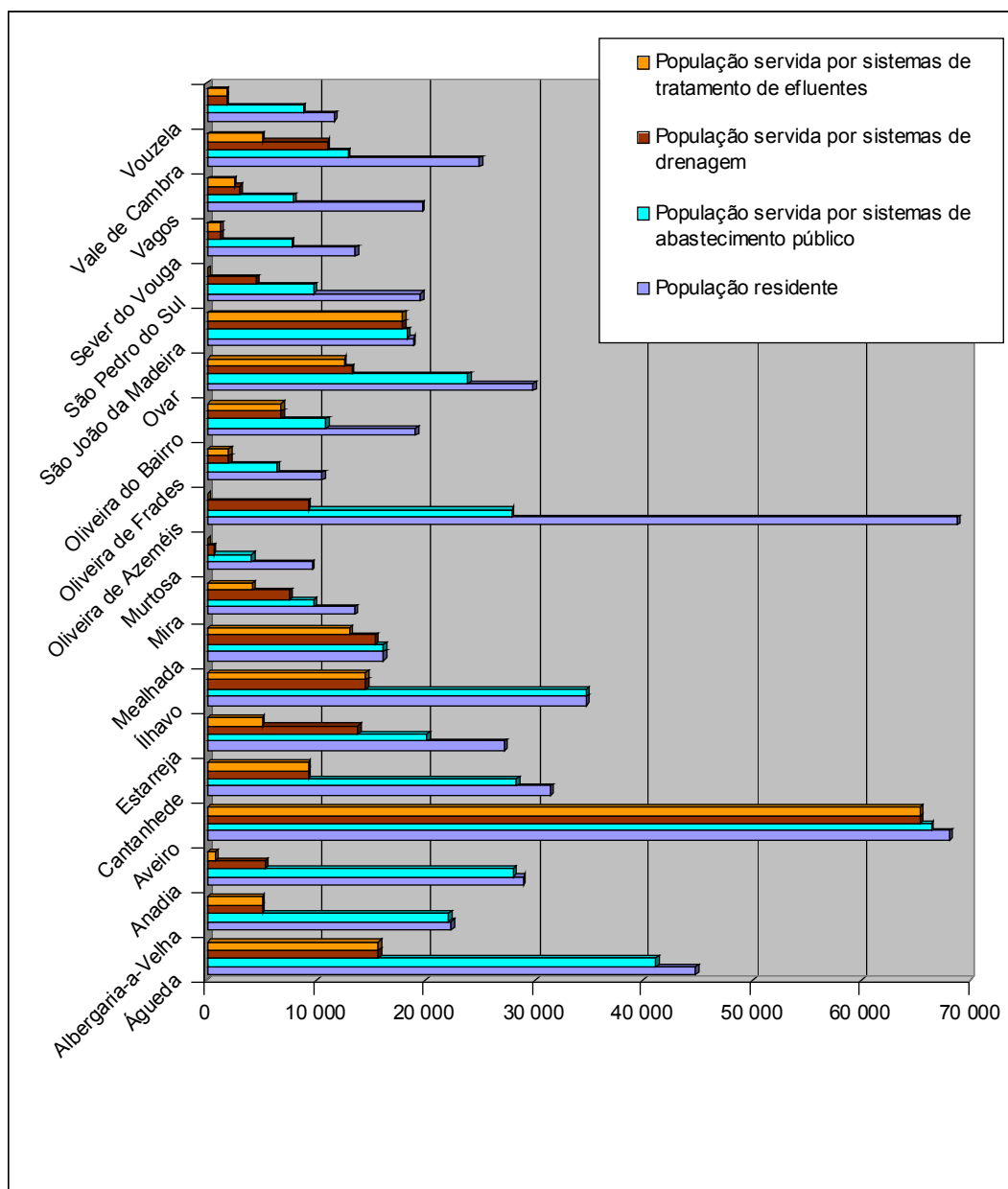


Gráfico 6.2

População residente, servida por abastecimento de água e saneamento em cada concelho.

Da análise do gráfico e tabela anterior podemos retirar as seguintes conclusões:

Abastecimento de Água:

8 concelhos apresentam níveis de atendimento superiores ou iguais a 90%, e desses 6 apresentam índices superiores a 95% (Anadia, S. João da Madeira, Aveiro, Albergaria, Mealhada e Ilhavo)

7 concelhos apresentam níveis de atendimento inferiores ou iguais a 60%, e desses, 3 apresentam valores inferiores a 50% (Vagos, Oliveira de Azeméis e Murtosa)

Drenagem de efluentes:

3 concelhos apresentam níveis de atendimento superiores a 90% (S. João da Madeira, Mealhada e Aveiro).

15 concelhos apresentam níveis de atendimento inferiores a 50%, e destes, 7 valores inferiores a 20% (Murtosa, Sever do Vouga, Oliveira de Azeméis, Vagos, Vouzela, Anadia, e Oliveira de Frades).

Tratamento de efluentes:

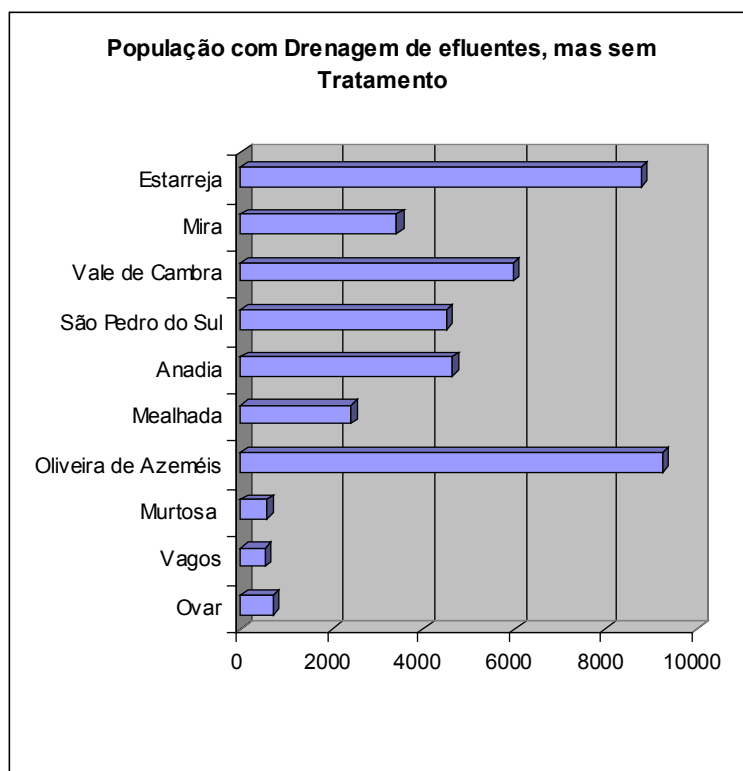
2 concelhos apresentam valores superiores a 90% da população servida (S. João da Madeira, e Aveiro).

17 concelhos apresentam níveis de atendimento inferiores a 50%, e destes, 9 valores inferiores a 20% (Murtosa, Oliveira de Azeméis, S. Pedro do Sul, Anadia, Sever do Vouga, Vagos, Vouzela, Estarreja e Oliveira de Frades).

3 concelhos não dispõem de qualquer sistema de tratamento de efluentes em funcionamento (Murtosa, Oliveira de Azeméis e S. Pedro do Sul)

Nesta matéria, e de um ponto de vista ambiental é de salientar o facto de cerca de 41 000 habitantes, repartidos por 10 concelhos, estarem servidos por drenagem de efluentes, mas esses efluentes não estarem a ser tratados, situação que é apresentada no Gráfico seguinte.

Esta situação terá de ser rapidamente resolvida, uma vez que os sistemas de drenagem ser tratamento constituem, do ponto de vista ambiental uma situação, na generalidade dos casos, indutora de maior concentração de poluição e, consequentemente de maior degradação do ambiente.

**Gráfico 6.3**

População servida por drenagem de efluentes, mas sem o respectivo tratamento.

6.7.3. Sistemas de tratamento de efluentes existentes na Bacia do Vouga

Da inventariação das ETARs já efectuada junto das câmaras municipais, foi possível identificar e caracterizar os sistemas apresentados na **Tabela 6.8**.

De acordo com os resultados dos inquéritos, a carga total afluyente às ETAR Municipais será da ordem de 234 000 equivalentes populacionais, repartindo-se de acordo com o gráfico seguinte.

Concelho	Sistema de drenagem	Entrada em funcionamento	Origem do efluente	População servida (hab)	População de projecto (hab)	Diferença P.Proj.-P.Servida	Tipo de tratamento	Funcionamento
Águeda	Águeda	1998	conjunto	20 000	50 000	1 115	secund.	razoável
Águeda	Fermentelos	1993	doméstico	2 885	4 000	30 000	secund.	irregular
Águeda	Aguada de Cima	1995	doméstico	1 715	40 000	38 285	secund.	bom
Aguiar da Beira	Pinheiro	Desc.	doméstico	62	-	0	primar.	deficiente
Albergaria-a-Velha	Albergaria-a-Velha	1989	doméstico	6 000	6 535	535	secund.	bom
Anadia	Mogofores	1997	doméstico	736	9790	9 054	secund.	regular
Aveiro	Azurva	1979	conjunto	1 500	2 000	500	terciár.	bom
Aveiro	Esgueira-Cacia	1992	conjunto	21 446	56 151	2 266	primar.	satisfaz
Aveiro	Aveiro	1979	doméstico	40 000	42 266	4 425	primar.	deficiente
Aveiro	S. Jacinto - Aveiro	1997	doméstico	2 375	6 800	34 705	terciár.	bom
Cantanhede	Cantanhede	1997	doméstico	11 509	17 070	-2 500	secund.	irregular
Cantanhede	Febres	1997	doméstico	3 325	3 724	-300	secund.	bom
Cantanhede	Praia da Tocha	1992	doméstico	7 600	5 100	0	terciár.	regular
Cantanhede	Tocha	1993	doméstico	3 000	3 000	399	secund.	irregular
Cantanhede	Tocha	1993	industrial	1 200	900	5 561	secund.	deficiente
Castro Daire	Termas de Carvalhal	1991	doméstico	786	3 000	0	secund.	satisfaz
Castro Daire	Souto	1994	doméstico	119	-	0	primar.	deficiente
Castro Daire	Mões	1998	doméstico	300	-	0	primar.	satisfaz
Castro Daire	Vila Boa	1998	doméstico	120	-	0	primar.	satisfaz
Castro Daire	Vila Boa	1998	doméstico	120	-	0	primar.	satisfaz
Castro Daire	Arcas	1992	doméstico	170	-	0	primar.	deficiente
Castro Daire	Mamouros	1991	doméstico	260	-	0	primar.	deficiente
Castro Daire	Alva	1993	doméstico	390	-	2 214	primar.	deficiente
Estarreja	Estarreja	1980	doméstico	5 000	5 500	500	secund.	deficiente
Ílhavo	Ílhavo	1995	doméstico	7 000	15 000	0	secund.	bom
Ílhavo	Barra / Costa Nova	1999	doméstico	7 500	-	8 000	secund.	regular
Mealhada	Mealhada	1990	doméstico	13 000	25 000	12 000	secund.	bom
Mira	Mira	1992	doméstico	800	7 215	0	secund.	deficiente
Mira	Mira-Vilas	1998	doméstico	1 200	-	6 415	secund.	Em ensaio
Mira	Praia de Mira	1992	doméstico	2 100	17 900	15 800	terciár.	regular
Oliveira de Azeméis	S. João da Madeira; Santa Maria da Feira; Oliveira de Azeméis	1995	conjunto	20 000	60 000	40 000	secund.	bom
Oliveira de Frades	Oliveira de Frades	1986	doméstico	2 100	4 000	0	secund.	bom
Oliveira de Frades	Arca	1998	doméstico	400	-	1 900	primar.	bom
Oliveira do Bairro	Oliveira do Bairro e Cercal	1990	doméstico	2 744	4 000	-749	secund.	satisfaz
Oliveira do Bairro	Perrães	1992	doméstico	1 909	2 652	0	secund.	satisfaz
Oliveira do Bairro	Zona Industrial de Oã	1996	conjunto	5 714	4 965	0	secund.	deficiente
Oliveira do Bairro	Lavandeira	Anos 90	doméstico	1 000	-	0	primar.	razoável
Oliveira do Bairro	Oliveira do Bairro I	Anos 90	doméstico	500	-	0	primar.	razoável
Oliveira do Bairro	Oliveira do Bairro II	Anos 90	doméstico	500	-	743	primar.	razoável
Oliveira do Bairro	Lavandeira	Anos 90	doméstico	500	-	1 256	primar.	razoável
Ovar	Ovar	1997	conjunto	12 500	46 125	33 625	secund.	deficiente

Tabela 6.8 (1/2)

Sistemas municipais de tratamento de efluentes identificados na Bacia.

Concelho	Sistema de drenagem	Entrada em funcionamento	Origem do efluente	População servida (hab)	População de projecto (hab)	Diferença P.Proj-P.Servida	Tipo de tratamento	Funcionamento
Santa Maria da Feira	Sta. Maria da Feira	1978	conjunto	10 000	5 000	-5 000	secund.	deficiente
Sátão	Ferreira das Aves	Anos 80 / Início 90	doméstico	-	-	-	primar.	deficiente
Sátão	Castelo	Anos 80 / Início 90	doméstico	329	-	0	primar.	deficiente
Sernancelhe	Quintela	1996	doméstico	250	-	0	primar.	razoável
Sever do Vouga	Sever do Vouga	1992	doméstico	1 200	1 600	400	secund.	satisfaz
Vagos	Vagos	1993	doméstico	2 417	4 000	1 583	secund.	satisfaz
Vale de Cambra	Vale de Cambra	1988	conjunto	4 962	5 000	38	secund.	razoável
Vila Nova de Paiva	Queiriga	1982	doméstico	500	-	0	primar.	deficiente
Viseu	Gumie	Década de 80	doméstico	284	-	0	primar.	bom
Viseu	Lajeosa	Década de 80	doméstico	846	-	0	primar.	razoável
Viseu	Paçô	Década de 80	doméstico	222	-	0	primar.	bom
Vouzela	Zona Industrial de Campia	1992	conjunto	400	2 650	2 250	secund.	razoável
Vouzela	Giesteira	Anos 70	doméstico	73	-	0	primar.	deficiente
Vouzela	Vouzela I	Anos 70	doméstico	750	-	0	primar.	deficiente
Vouzela	Vouzela II	Anos 70	doméstico	750	-	0	primar.	deficiente
Vouzela	Minas do Castelo	1992	doméstico	109	-	0	primar.	razoável

Tabela 6. 8 (2/2)

Sistemas municipais de tratamento de efluentes, identificados na Bacia.

Saliente-se o facto de, em termos populacionais, apenas se ter considerado uma população total de 188000 habitantes servida por estes sistemas de tratamento, situação que advem de insuficiência de alguns sistemas de drenagem. De acordo com os valores constantes na tabela anterior podemos identificar uma capacidade total instalada de 479000 e.p.

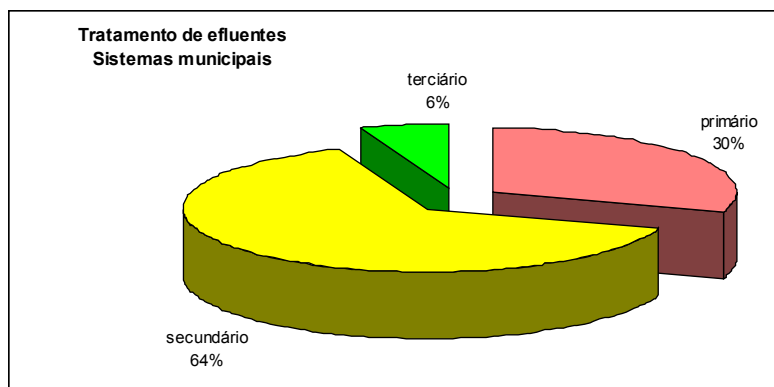
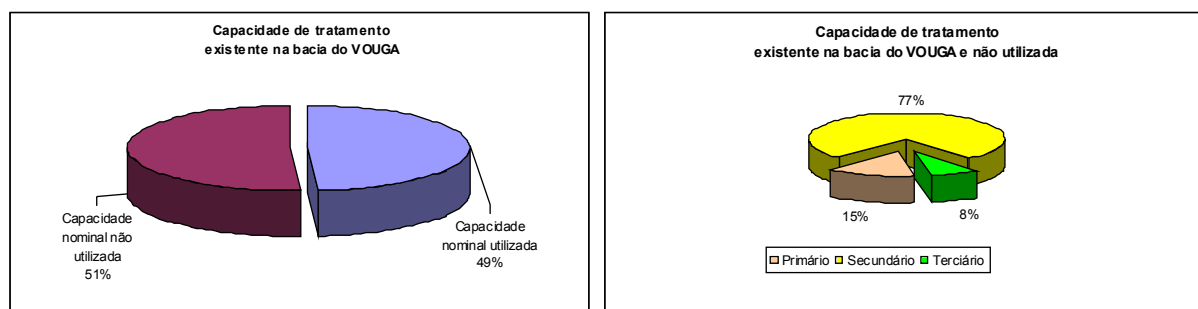


Gráfico 6.4

Repartição por nível de tratamento da carga poluente municipal tratada.

Se compararmos os valores correspondentes à população servida pelos sistemas de tratamento com a população de dimensionamento podemos identificar duas situações distintas:

- ETARs a funcionar acima da sua carga nominal, como é o caso de Santa Maria da Feira e Praia da Tocha. Esta situação justifica, em parte a situação de funcionamento respectivamente deficiente e regular das ETAR.
- ETARs a funcionar abaixo da sua carga nominal, em número de 26 e com uma capacidade residual de 250000 habitantes equivalentes. Destes, 20 000 em ETAR com tratamento terciário e 196000 em ETAR com tratamento secundário.



Esta situação decorre de uma certa descoordenação temporal entre a execução dos sistemas de tratamento e das respectivas redes, e ainda, em alguns casos da desadequação das capacidades de projecto às reais necessidades locais, pelo menos actuais.

É urgente uma coordenação nesta matéria, muito em particular na identificação dos factores limitantes e na sua priorização em termos de futuros apoios financeiros.

No sentido de permitir uma avaliação da dimensão dos sistemas de drenagem, em termos de carga total, e utilizando um coeficiente de 1.5, relativamente à carga doméstica gerada dentro do sistema, para ter em conta a carga industrial descarregada para esses sistemas, elaborou-se a tabela seguinte, onde constam, para a parte de cada município integrada na bacia do Vouga, o nº de sistemas, repartidos por 3 classes:

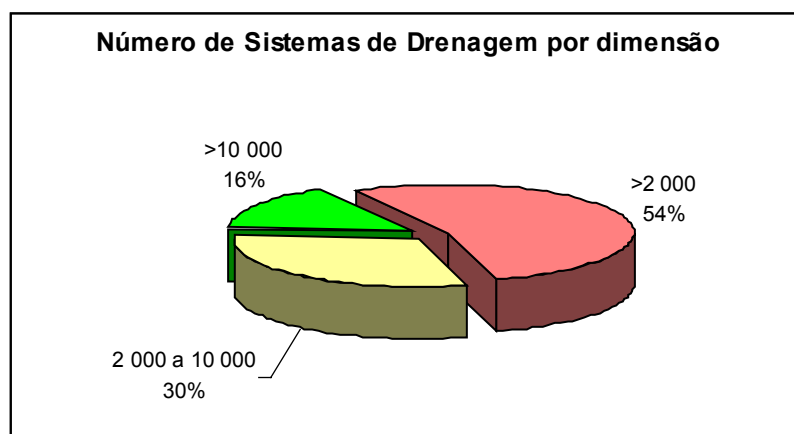
Classe I - e.p. menor que 2 000

Classe II - e.p. entre 2 000 e 10 000

Classe III - e.p. entre 10 000 e 100 000

Concelhos	% da população do concelho situada na Bacia do Vouga (1995)	Classe I	Classe II	Classe III
Águeda	100	1	2	1
Aguar da Beira	5	1	0	0
Albergaria-a-Velha	100	0	1	0
Anadia	100	1	2	0
Arouca	1	0	0	0
Aveiro	100	1	0	2
Cantanhede	85	0	1	1
Castro Daire	25	2	0	0
Estarreja	100	0	1	0
Ílhavo	100	0	0	1
Mealhada	88	1	2	1
Mira	100	0	2	0
Montemor-o-Velho	23	1	0	0
Mortágua	5	1	0	0
Murtosa	100	0	2	0
Oliveira de Azeméis	100	1	1	1
Oliveira de Frades	100	0	1	0
Oliveira do Bairro	100	0	3	0
Ovar	58	0	0	1
Santa Maria da Feira	25	0	1	1
São João da Madeira	100	0	0	1
São Pedro do Sul	98	10	0	0
Sátão	25	3	0	0
Sernancelhe	6	1	0	0
Sever do Vouga	100	1	0	0
Tondela	5	1	0	0
Vagos	100	1	1	0
Vale de Cambra	100	0	0	1
Vila Nova de Paiva	13	1	0	0
Viseu	22	5	1	0
Vouzela	95	5	0	0
Número Total de Sistemas		38	21	11

Tabela 6.9-
Repartição do número de sistemas por dimensão



7. SUB-SISTEMA AMBIENTAL

7.1. Síntese

A Bacia Hidrográfica do Rio Vouga encerra um conjunto muito diversificado de valores ecológicos associados fundamentalmente às áreas de conservação da natureza. Verifica-se que a distribuição daquelas áreas corresponde invariavelmente aos locais que pelas suas características intrínsecas limitaram desde sempre o desenvolvimento de actividade humana intensivas. Incluem-se naquela áreas as zonas montanhosas que bordejam a bacia e a faixa litoral onde está igualmente compreendida a Ria de Aveiro.

Especial referência merecem os ecossistemas aquáticos que por funcionarem como sumidouros são receptores de todo o tipo de efluentes gerados na bacia. Embora esta condição seja suficiente para tais sistemas se considerarem extremamente vulneráveis, não é necessariamente uma condição determinante das degradações que se verificam.

As degradações actuais nos sistemas aquáticos são antes o resultado de usos e práticas desenvolvidas de forma não adequada à capacidade de carga dos cursos de água.

As principais perturbações que se fazem sentir sobre os sistemas ecológicos da bacia do Vouga estão fundamentalmente relacionadas com os seguintes aspectos.

- Eutrofização de lagoas, estuários e cursos de água;
- Substituição das estruturas biológicas autóctones - florísticas e faunísticas - por espécies exóticas;
- Alteração da estrutura e funcionalidade da paisagem;
- Extracção de inertes;
- Elevada frequência de fogos florestais em áreas de povoamentos monoespecíficos de coníferas;
- Descarga de efluentes industriais e urbanos sem tratamento prévio nos corpos de água;
- Uso inadequado e excessivo herbicidas e fertilizantes nos solos;
- Construção de infraestruturas hidráulicas;
- Assoreamento;
- Actividades cinegéticas não controladas.

Podem identificar-se como principais ameaças aos sistemas ecológicos que ocorrem na bacia, todo um conjunto de actividades de que se destacam as seguintes.

DESENVOLVIMENTO URBANO E INDUSTRIAL

As principais consequências do desenvolvimento urbano têm sido a poluição, nomeadamente da água pela acção dos efluentes urbanos e a ocupação do território sem adequado ordenamento. O crescimento demográfico acentuado, sobretudo nos concelhos de Aveiro e Ílhavo, na última década, tem contribuído para a aceleração deste fenómeno.

Os efluentes urbanos e industriais não tratados constituem um impacto negativo significativo sobre a qualidade da água, sobretudo da Ria de Aveiro e de todo o complexo de sistemas de ocupação da faixa litoral com estuários e lagunas, sapais, salinas, arrozais e dunas.

Refira-se que a indústria nos concelhos periféricos ou drenantes para a Ria de Aveiro é, de forma geral, intensivamente poluente, concentrando-se sobretudo nos concelhos de Aveiro e Estarreja. Constituem factores determinantes da degradação da qualidade da água, em especial na área do Baixo Vouga Lagunar, as seguintes descargas:

- no curso inferior do Rio Vouga, os efluentes de duas indústrias de celulose;
- no Rio Cértima os efluentes das diversas destilarias, cerâmicas e galvanoplastia (se bem que em menor número) e de algumas indústrias alimentares;
- no Rio Antuã, os efluentes das unidades industriais concentradas nas áreas de Estarreja, Oliveira de Azeméis e S. João da Madeira;
- os efluentes das indústrias localizadas nas zonas de Vila da Feira e Ovar;
- o próprio estuário da Ria recebe directamente os efluentes de matadouros, metalomecânicas diversas, de uma importante indústria química de formaldeído, dos próprios serviços inerentes ao porto, dos lacticínios e das cerâmicas.

Das unidades industriais mais poluentes, há a salientar uma fábrica de cloro e soda cáustica instalada no complexo químico de Estarreja, que descarrega mercúrio. Neste complexo existem ainda fábricas de ácido sulfúrico, de ácido nítrico, de anilina, de adubos, de policloreto e vinilo e de isocianatos. Outras unidades industriais muito poluidoras são as fábricas de pasta de papel instaladas no Rio Caima e no Rio Vouga (Cacia), que provocam uma acentuada poluição orgânica do principal caudal de água doce afluente à Ria. Esta situação não é preocupante já que a curto prazo os efluentes destas indústrias serão recolhidos e tratados pelo Sistema de Despoluição da Ria de Aveiro – SIMRIA.

DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA

A produção agrícola na região tem diminuído a sua importância relativa na economia da região. A produção animal, em particular bovinos tem, no entanto importância, sobretudo, nos concelhos litorais. Embora se refiram possíveis efeitos nefastos da utilização intensa de produtos fitofarmacêuticos, não se conhecem problemas ambientais resultantes destas actividades.

Por outro lado, da recente construção do dique no Baixo Vouga promovido pelo IHERA, com o objectivo de impedir a intrusão de água salgada e desta forma viabilizar os campos agrícolas marginais à zona húmida, não são ainda conhecidos os impactes negativos reais originados por esta acção. É no entanto possível que o impacte negativo a ter lugar, se relacione com uma redução nas reservas de água doce, face à alteração do regime hidrológico, com eventual quebra de produção primária global e consequentemente a diminuição e desaparecimento de espécies de aves aquáticas e limícolas.

CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

Os efeitos da construção de barragens e de empreendimentos hidroeléctricos foram ou serão igualmente sentidos, sobretudo no que diz respeito às populações de salmonídeos, uma vez que tais obras hidráulicas podem reduzir as zonas potenciais de desova, bem como constituir um bloqueio às migrações de algumas espécies piscícolas. Deve ser salvaguardada a construção de dispositivos para passagens de peixes nestas infraestruturas como medida de minimização destes impactes.

A construção da Barragem de Ribeiradio, de açudes e outro tipo de empreendimentos a construir no âmbito do “Aproveitamento Hidráulico do Baixo Vouga Lagunar”, produzirão inevitavelmente efeitos que terão consequências negativas na fauna aquática em geral, e na ictiofauna em particular.

A jusante, os efeitos poderão fazer-se sentir nas populações piscícolas migradoras, devido não só à alteração do regime hidrológico e regularização dos caudais, como ao facto de as barragens constituírem um obstáculo intransponível se não houver a possibilidade de instalação de dispositivos de transposição.

Além destes efeitos, este tipo de empreendimentos poderão ainda afectar de forma negativa a pesca da lampreia, sobretudo se localizados nas imediações da Ria. De facto, a montante das barragens ou diques, boa parte das pesqueiras poderão ser submersas, deixando pois de poder ser utilizadas.

No troço a jusante das barragens e dada a regularização do caudal, caso se respeite pelo menos o caudal ecológico, poderão deixar de se sentir variações acentuadas de débito, variações essas que são de extrema importância no desencadeamento e desenvolvimento dos fenómenos migratórios das espécies e, consequentemente, podem tornar inoperacionais muitas pesqueiras agora utilizadas para a pesca da lampreia.

Finalmente refere-se, ainda ligado ao chamado desenvolvimento agrícola, que, por influência crescente dos adubos químicos, o abandono da apanha de moliço, actividade outrora estendida a toda a Ria, tem conduzido à acumulação contínua de algas nos fundos as quais ao apodrecerem, determinam consequentes fenómenos de eutrofização das águas.

DESENVOLVIMENTO PORTUÁRIO E VIAS DE COMUNICAÇÃO

As obras de expansão portuária e de regularização de margens nos canais próximos da Barra irão certamente resultar num aumento da actividade portuária, que é sempre causa da poluição da água, e em alterações do regime da propagação da maré e da distribuição de salinidade na Ria.

Associado ao desenvolvimento portuário, está prevista a construção de novas vias de acesso ao porto (rodoviárias e ferroviárias) que atravessam zonas húmidas.

PESCA LAGUNAR

A pesca na Ria tem vindo a decrescer nas duas últimas décadas, no entanto continua a verificar-se a pesca e colheita de bivalves e outras por pessoal não autorizado.

Refira-se o caso do Canal de Mira, onde se assiste à recolha incontrolada de bivalves praticada pelos visitantes de Verão.

ASSOREAMENTO

A decomposição dos sedimentos e aluviões trazidos pelos rios, as areias arrastadas pelos ventos e aquelas que entram na Barra, arrastadas pelas correntes marítimas, foram provocando ao longo do tempo o seu crescente assoreamento.

Enquanto nenhuma acção humana se opuser a estes efeitos naturais, a Ria de Aveiro ir-se-á transformando e colmatando gradualmente, com a diminuição da sua extensão líquida.

Para além da evolução da configuração da Ria, os seus problemas de assoreamento poderão também advir, parcialmente, das obras efectuadas no Porto de Aveiro, influenciando todo o processo de modificações referido.

CAÇA

O excesso incontrolado de actividade cinegética, nomeadamente da caça furtiva, é considerado como um dos principais factores da rarefacção, cada vez maior, da fauna sobretudo na Ria de Aveiro. Urge assim definir áreas de reserva adequadamente protegidas e ordenar e regulamentar as actividades cinegéticas, para as quais a região dispõe de enormes potencialidades para usufruto sustentado.

7.2. Áreas de Conservação da Natureza

A bacia hidrográfica do rio Vouga compreende quatro tipos de áreas de conservação da natureza a que se associam os principais valores ecológicos ocorrentes na bacia (**Figura 23**):

Áreas Protegidas: **Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto**

Natura 2000 (1ª Fase): **Rio Vouga**

Biótopos/Corine: **Serra da Lapa, Serra da Freita, Serra do Caramulo, Ria de Aveiro**

Zonas de Protecção Especial: **Ria de Aveiro**

7.3. Flora e Vegetação

7.3.1. Ocupação vegetal actual

Profundamente alterado pela acção do Homem, o coberto vegetal apresenta-se numa estrutura geográfica em mosaico muito complexo e de difícil caracterização em análises de reduzido detalhe. Estruturas vegetais clímax ou pelo menos em estádios relativamente evoluídos são raras, excepto em estações de elevada instabilidade e/ou dinamismo, e mesmo muitos dos carvalhais formados após a destruição dos pinhais pelos incêndios apresentam um elenco florístico pouco diversificado e bem distinto dos estádios clímax correspondentes.

Os pinhais, ou eucaliptais e os matos constituem as formações dominantes, ocorrendo frequentemente carvalhais, soutos e matas ribeirinhas.

Esta composição é a resultante de um processo milenário de intervenção do Homem na paisagem, com corte das florestas primitivas convertendo áreas para agricultura, alterado a evolução natural com o pastoreio, o fogo, o corte selectivo e a introdução de espécies de interesse económico. Assim os carvalhais foram gradualmente substituídos por soutos e pinhais bravos e mais recentemente por eucaliptais.

Com a exploração do sub-coberto dos pinhais e soutos para adubações e camas de gado, as estruturas florestais sucedâneas aos carvalhais mantiveram uma relativamente alta resistência ao incêndio, característica que desapareceu com o abandono dos cortes dos matos.

A acumulação de combustível, determinou a curto prazo o aumento do risco de incêndio e com ele o actual processo de rápida mudança da paisagem, morte dos pinheiros adultos, seguido de uma regeneração abundante, manutenção dos eucaliptais e sobreirais com alternância de matos diversos e, finalmente, incremento dos carvalhais estremes.

As florestas aluvionares - matas ribeirinhas ou ripisilvas, incluindo matas de tamargueiras - pelo interesse agrícola dos solos que ocuparam drasticamente eliminadas, muito embora se tenham mantido em sebes e junto às linhas de água. De elevada resiliência, estas estações rapidamente se reconstituem após o abandono do uso agrícola.

Na área de estudo, o incremento da pressão humana faz-se sentir mesmo em áreas marginais como dunas, sapais, juncais e zonas de turfeiras e de alta montanha, onde a acção dos pastoreio constitui agente de manutenção das actuais estruturas fitogeocénéticas.

Nos sapais, apenas os morraçais, dominados pela *Spartina maritima*, se mantêm relativamente, inalterados, pois aos níveis superiores os gramatais, de *Atriplex portulacoides* e *Arthrocnemum* sp., e os juncais encontram-se em grande parte substituídos por formações graminóides diversificadas, com a presença abundante de *Puccinellia* sp., *Triglochin* sp., etc.

Os fundos permanentemente cobertos, ou apenas esporadicamente a descoberto pelas águas da Ria de Aveiro, apresentam-se em grande parte ocupados por uma densa cobertura de vegetação aquática, designada por moliço e no passado sujeita a uma intensa colheita para enriquecimento dos solos agrícolas. Segundo REIS (1985), encontram-se referenciados para solos lodosos e arenosos da laguna 12 espécies de espermatófitos e 49 espécies de algas.

Em termos esquemáticos pode considerar-se que nas zonas de águas salgadas e/ou salobras dominam as sebas (*Zostera noltii*), os sirgos (*Ruppia cirrhosa* e *R. rostellata*) e ainda as fitas (*Zostera marina*), as gorgas (*Chara flexilis* e *C. aspara*) e a *Gracillaria verrugosa*.

Na zona de água doce da laguna são mais frequentes os rabos (*Potamogeton pectinatus* e os sirgos (*Ruppia cirrhosa* e *R. rostellata*).

Nos extremos de montante da Ria, em estações hidrófilas de água doce e junto à foz dos rios e ribeiras ocorrem zonas com *Potamogeton pectinatus* associado a *Lola lubrica*, ao limo (*Enteromorpha intestinalis*) e ainda ao pojo (*Myriophyllum spicatum*).

7.3.2. Situação de referência

Como situação de referência considera-se a noção de Vegetação Natural Potencial, a qual, sendo basicamente um modelo teórico de vegetação, constitui a resultante de um complexo conjunto de dados (climáticos, litológicos, geomorfológicos, etc.) na orgânica e composição das estruturas vegetais. Referencia-se um conjunto de formações e/ou mosaico de formações vegetais com maior probabilidade de ocorrência ao fim de um período de tempo suficientemente lato nas diferentes estações ecológicas, concretamente:

- a) Vegetação de dunas activas, incluindo agrupamentos ante-dunares de *Salsola Kali*, *Cakile maritima* e *Honkenya peploides*, agrupamentos pré-dunares de *Elymus farctus* subsp. *boreali-atlanticus* e *Eryngium maritima*, agrupamento de dunas primárias com *Ammophilla arenaria* subsp. *arundinacea*, *Artemisia campestris* subsp. *maritima*, *Euphorbia paralias*, *Otanthus maritimus* e *Medicago marina*;
- b) Formações de dunas longitudinais e parabólicas, onde, para além da presença localizada de *Ammophilla arenaria* subsp. *arundinacea*, ocorrem matos psamófilos de *Corema album*, *Stauracanthus genistoides* subsp. *genistoides*, e/ou de *Crucianella maritima*, matagais de *Juniperus phoenicea* - *Pistacia lentiscus* e matas perenifólias de *Quercus coccifera* - *Myrica faya*, em mosaico com formações higrófilas, desde matas caducifólias de *Salix atrocinerea*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *angustifolia* a matagais caducifólios de *Crataegus monogyna* subsp. *brevispina* - *Salix arenaria* e matagais perenifólios de *Myrica gale*, até caniçais de *Phragmites australis* e *Cladium mariscus* e a juncais, passando por formações de *Corex* sp., *Molinea caerulea*, *Scirpus* sp., etc.;
- c) Mosaico de caniçais, similares aos antes referidos, com matas ribeirinhas muito diversificadas de *Salix* sp., *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Laurus nobilis*, *Rubus* sp., *Fraxinus angustifolia* subsp. *angustifolia*, *Sambucus nigra*, *Frangula alnus*, etc. e onde ocorre frequentemente *Quercus robur*, em especial quando fora da área de ocorrência do respectivo clímax climático;
- d) Zona de sapais, com agrupamentos de *Spartina maritima*, *Arthrocnemum* sp. e *Atriplex portulacoides*, juncais com agrupamentos de *Juncus maritimus* e de *Scirpus maritimus* e matas de tamargueiras (*Tamarix africana*);
- e) Vegetação aquática, com agrupamentos de:
- água doce, com *Cerastophyllum* sp., *Myriophyllum* sp. e *Potamogeton* sp. e diversas algas;
 - água salobra e salgadas, com *Zostera* sp., *Ruppia* sp., *Chara* sp., *Gracillaria verrugosa*, etc.
- f) Carvalho caducifólio, de domínio de *Quercus robur*, etc;
- g) Carvalho caducifólio/marcescente, de domínio de *Quercus pyrenaica*;
- h) Carvalho marcescente de domínio de *Quercus faginea*;
- i) formações caducifólias de altitude, com presença dominante de *Betula celtiberica*.

7.3.3. *Vegetação e Enquadramentos fito e biogeográfico*

Na fase actual de conhecimentos pode afirmar-se que a área de estudo se inclui na sua quase totalidade na *Aliança Quercion occidentale*, exceptuando-se a zona envolvente à Cantanhede que são de domínio da *Aliança Quercion fagineae*.

De uma forma esquemática e de acordo com BRAUN-BLANQUET et al. (1956), a *Aliança Quercion occidentale* corresponde a uma formação caducifólia com afinidade com as florestas de carvalhos e outras espécies da Europa Central e Ocidental. na área de estudo apresentam-se duas associações, dispostas geralmente em função da altitude, embora sem excluírem inteiramente:

- Associação *Rusceto-Quercetum roboris*, ocorrendo desde o nível do mar até cerca de 500-600 m de altitude com presença dominante de *Quercus robur*. Levantamentos efectuados na área de estudo apontam para a sua inclusão na sub-associação *Violetosum* (na zona central e Norte) ou na sub-associação *Viburnetosum* (na zona Sul);
- Associação *Holceto-Quercetum pyrenaicae*, dos (350) 500 m até cerca de 1400 (1500 m) de altitude, com presença dominante de *Quercus pyrenaica*.

A aliança *Quercion fagineae* (incluída na ordem *Quercetalia ilicis*) constitui, segundo os autores antes referidos, uma estrutura vicariante da *Quercion ilicis* na parte Ocidental da Península Ibérica. Na área de estudo apresenta a associação *Arisareto-Quercetum fagineae* (formação dominada por *Quercus faginea*) e encontra-se referenciada uma sub-associação *Vincetosum*.

Como formações consideradas de degradação das florestas climáticas da *Arisareto-Quercetum fagineae*, ocorrem com frequência carrascais, com presença muito abundante de *Quercus coccifera*, formações que se incluem no caso da área de estudo na associação *Meliceto-Cocciferetum* sub-associação *Lentiscetosum*.

Formações ainda mais degradadas, como o caso dos matos, são muito frequentes na área de estudo, ocorrendo como estrato superior ou no sub-coberto de pinhais, eucaliptais, sotos e carvalhais.

Genericamente, pode afirmar-se que na área de distribuição da Aliança florestal *Quercion occidentale* ocorrem matos, incluindo na Aliança *Cistion hirsuti*, enquanto que na área de distribuição da Aliança florestal *Quercion fagineae* dominam matos incluídos na Aliança *Ulicino-Cistion*.

Nas dunas litorais ocorrem matos que se incluem numa terceira aliança, a *Stauracantho-Coremion*.

Incluídas na Aliança *Cistion hirsuti* encontram-se referenciadas na área de estudo diversas associações, designadamente *Halimio-Cistetum hirsuti*, *Ulicio-Ericetum umbellatae*, *Pterosparto-Ericetum australis*, *Erico-Ulicetum minoris* e *Cirsio-Ericetum ciliaris*, sendo provável a ocorrência de *Lavandulo-Cytisetum multiflori*.

Por sua vez, incluída na Aliança *Ulicino-Cistion* encontra-se referenciada unicamente a associação *Cisto-Ulicetum humilis*, no litoral Norte da área de estudo, sendo provável a ocorrência na zona meridional das associações *Phillyro-Ericetum scopariae* e *Erica-Quercetum lusitanicae*.

Da aliança *Stauracantho-Coremion* encontra-se referenciada no litoral a associação *Stauracantho-Coremetum*.

Finalmente, é de referir a presença muito abundante de formações caducifólias susceptíveis de serem incluídas na classe *Querceto-Fagetea*, constituindo na área de estudo as matas ribeirinhas incluídas na ordem *Populetalia albae* e formando a associação *Alneto-Scrophularieto*

De acordo com AMARAL FRANCO (1994) , a bacia do Vouga inclui as seguintes zonas fitogeográficas:

- Centro-Oeste Calcáreo;
- Centro-Oeste Arenoso;
- Centro-Norte;
- Noroeste Ocidental (Sul);
- Noroeste Montanhoso (Sul).

Com base na análise da Directiva *Habitats* (directiva comunitária no âmbito da conservação da natureza à escala da Europa) verifica-se que cada uma destas duas zonas fitogeográficas possui um número considerável de habitats cujo resultado apurado é o seguinte:

zona fitogeográfica	número de habitats referenciados	idem considerados como prioritários no âmbito da Directiva 92/67
NW ocidental sul	53	4
NW montanhoso sul	76	9
CW arenoso	93	13
CW calcário	107	13
CN	77	10

Face aos dados existentes as zonas fitogeográficas de maior sensibilidade sob o ponto de vista dos habitats são as do CENTRO OESTE CALCÁRIO e do CENTRO OESTE ARENOSO (embora a primeira eventualmente com maior diversidade global), seguindo-se num segundo nível as do NOROESTE MONTANHOSO (SUL) e do CENTRO-NORTE e como a zona de menor sensibilidade em habitats a zona do NOROESTE OCIDENTAL (SUL).

7.4. Vegetação Ripícola

Este trabalho encontra-se ainda em curso e tem como principal objectivo uma inventariação do grau de conservação da vegetação ripícola tendo como referência uma escala de cinco classes.

7.5. Fauna Terrestre

A informação sobre a fauna terrestre compreende essencialmente os grupos dos anfíbios, répteis, aves e mamíferos das zonas envolventes do meio aquático.

Trata-se no geral de espécies relativamente comuns no território nacional e que de uma forma mais ou menos regular recorrem às zonas envolventes ao meio aquático para satisfazerem as suas necessidades alimentares e reprodutivas ou mesmo de descanso.

De entre as espécies faunísticos daqueles grupos mais ameaçadas, cerca de 31, destacam-se:

Anfíbios

ESPÉCIE	NOME VULGAR
<i>Chioglossa lusitanica</i>	Salamandra lusitânica

Répteis

ESPÉCIE	NOME VULGAR
<i>Lacerta schreiberi</i> (Bedriaga)	Lagarto de água
<i>Lacerta monticola</i>	Lagartixa da montanha

Avifauna

ESPÉCIE	NOME VULGAR
<i>Ardea purpurea</i> Linnaeus	Garça vermelha / Garça imperial
<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus)	Garça branca pequena
<i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus)	Garça pequena / Abetouro galego
<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus)	Cegonha branca
<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus)	Tartaranhão ruivo paúis / Águia sapeira
<i>Circus cyaneus</i>	Tartaranhão azulado
<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus)	Tartaranhão caçador / Águia cacadeira
<i>Milvus milvus</i>	Milhafre real
<i>Milvus migrans</i> (Bodd.)	Milhafre preto
<i>Falco peregrinus</i> Tunst.	Falcão peregrino
<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus)	Perna longa / Pernilongo
<i>Chlidonias hybrida</i> (Pall.)	Gaivina paúis

<i>Sterna albifrons</i> Pall.	Gaivina anã
<i>Bubo bubo</i> (Linnaeus)	BUFO REAL OU CORUJÃO
<i>Caprimulgus europaeus</i> Linnaeus	Noitibó da Europa
<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus)	Guarda rios / Pica peixe
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Calhandrinha comum
<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus)	Cotovia pequena
<i>Anthus campestris</i> (Linnaeus)	Petinha campos
<i>Luscinia svecica</i> (Linnaeus)	Pisco peito azul
<i>Sylvia undata</i> (Bodd.)	Felosa do mato

Mamíferos

ESPÉCIE	NOME VULGAR
<i>Galemys pyrenaicus</i> (Geoffroy)	Toupeira de água
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber)	Morcego hortelão
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen)	Morcego rato grande
<i>Mustela putorius</i> Linnaeus	Toirão
<i>Genetta genetta</i> (Linnaeus)	Geneta
<i>Felis silvestris</i> Schreber	Gato bravo ou Cabecanas
<i>Canis lupus</i>	Lobo

7.6. Ecossistemas Aquáticos

7.6.1. Ictiofauna

No âmbito do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Vouga, foram efectuadas campanhas de amostragem da ictiofauna na referida bacia com o objectivo de fazer uma caracterização das comunidades piscícolas.

Os locais de amostragem foram seleccionados de acordo com a metodologia proposta pela Directiva-Quadro da Qualidade da Água cujos critérios são a dimensão da bacia, o tipo de formação geológica subjacente e a altitude, da sua conjugação resulta o zonamento de ecótopos que constituem unidades com características semelhantes relativamente àqueles critérios.

Na bacia hidrográfica do rio Vouga, foram identificadas 16 espécies, 44% das quais pertencem à Família Cyprinidae. Foram identificados alguns pontos com uma elevada carga poluente e consequentemente, uma reduzida abundância e diversidade específica.

A dominância de escalo-do-norte e a presença de truta são características do troço superior do Vouga, enquanto que na restante área da bacia hidrográfica a pardelha é a espécie dominante. O barbo e a boga são igualmente espécies comuns no troço médio e, à semelhança da bacia do Mondego a separação do troço inferior é artificial e resulta da construção de barragens, que condicionam as migrações.

Foram listadas algumas espécies cuja importância em termos conservacionistas e comerciais é relevante, destacando-se a savelha, a lampreia, a lampreia-de-rio e a truta.

Para a comunidade ictíca da Ria de Aveiro estão assinaladas para 57 espécies pertencentes a 27 famílias. Contudo, é provável que estes números ascendam respectivamente a 100 e 39, se tivermos em conta algumas espécies que, apesar de ainda não terem sido aqui capturadas, deverão penetrar com alguma frequência neste meio salobro. Atendendo ao facto de esta parte do trabalho se encontrar ainda em fase de finalização os resultados apresentados neste documento deverão vir a sofrer algumas alterações.

Os peixes dados como ocorrentes na bacia do Vouga estão inventariados na Tabela seguinte.

ESPÉCIE	NOME VULGAR
<i>Anguilla anguilla</i>	Enguia europeia, Iró ou Eiró
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Esganagata ou Peixe espinho
<i>Mugil cephalus</i>	Fataça ou Tainha
<i>Leuciscus cephalus</i>	Escalo-do-norte
<i>Rutilus macrolepidotus</i>	Ruivaco
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Carassius carassius</i>	Pimpão
<i>Barbus bocagei</i>	Barbo
<i>Chondrostoma polylepis</i>	Boga
<i>Chondrostoma lusitanicum</i>	Boga portuguesa
<i>Cobitis maroccana</i>	Serpentina
<i>Micropterus salmoides</i>	Achigã
<i>Salmo trutta fario</i>	Truta
<i>Alosa alosa</i>	Sável
<i>Alosa fallax</i>	Savelha
<i>Petromyzon marinus</i>	Lampreia
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Lampreia-de-rio
<i>Cobitis maroccana</i>	Pardelha

8. SUB-SISTEMA NORMATIVO

8.1. Quadro normativo relevante para o planeamento e gestão dos recursos hídricos

Na Tabela 8.1, apresenta-se uma síntese do quadro normativo comunitário com relevância para os Planos de Bacia Hidrográficos.

Directiva comunitária	Âmbito da directiva	Transposição
75/440/CEE	Qualidade das águas superficiais destinadas à produção de água potável nos Estados-membros.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
76/464/CEE e 80/68/CEE	Poliuição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
76/160/CEE	Qualidade das águas balneares.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
77/795/CEE	Institui um procedimento comum de troca de informação relativas às águas doces superficiais na Comunidade.	
78/659/CEE	Qualidade das águas doces que necessitam de ser protegidas ou melhoradas a fim de estarem aptas para a vida dos peixes.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
79/923/CEE	Qualidade das águas conquícolas, sendo aplicável às águas do litoral e salobras que os Estados-membros considerem necessitadas de protecção ou melhoramento para a vida e crescimento de moluscos bivalves e gastrópodes.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
79/409/CEE	Conservação das aves selvagens, sua protecção, gestão e controlo.	Decreto-Lei nº 75/91, de 14 de Fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei nº 224/93, de 18 de Junho
80/68/CEE	Protecção das águas subterrâneas contra a poluição causada por certas substâncias perigosas.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
80/778/CEE	Qualidade das águas destinadas ao consumo humano.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
82/501/CEE	Prevenção dos acidentes graves que possam ser provocados por certas actividades industriais ou de armazenagem, limitando as suas consequências para o homem e para o ambiente.	Decreto-Lei nº 204/93, de 3 de Junho
82/176/CEE	“Directiva-filha” da Directiva nº 76/440/CEE. Valores-limite e objectivos de qualidade para as descargas de mercúrio do sector da electrólise dos cloretos alcalinos	Decreto-Lei nº 236/98 e Portaria nº 1033/93, de 15 de Outubro
83/513/CEE	Valores-limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de cádmio.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
84/156/CEE	Valores-limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de mercúrio de sectores que não o da electrólise dos cloretos alcalinos.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
84/491/CEE	Valores-limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de hexaclorociclohexano.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
85/337/CEE	Avaliação dos efeitos de determinados projectos públicos e privados no ambiente.	Decreto-Lei nº 186/90, de 6 de Junho, parcialmente revogado pelo Decreto-Lei nº 278/97, de 8 de Outubro
86/280/CEE	Valores-limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de certas substâncias perigosas incluídas na Lista I do Anexo da Directiva nº 76/464/CEE.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
86/278/CEE	Regulamentação da utilização de lamas de depuração na agricultura, de modo a evitar efeitos nocivos nos solos, na vegetação, nos animais e no homem.	Decreto-Lei nº 446/91, de 22 de Novembro
88/347/CEE	Valores-limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de certas substâncias perigosas incluídas na Lista I do Anexo da Directiva nº 76/440/CEE.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
90/415/CEE	Valores-limite e aos objectivos de qualidade para as descargas de certas substâncias perigosas incluídas na Lista I do Anexo das Directiva nº 76/464/CEE.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
91/271/CEE	Recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas e ao tratamento e descarga de águas residuais de determinados sectores industriais.	Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto
91/414/CEE	Colocação no mercado, utilização e controlo, no interior da Comunidade, de produtos fitofarmacêuticos apresentados na sua forma comercial.	Decreto-Lei nº 284/94, de 11 de Novembro, e na Portaria nº 563/95, de 12 de Junho
91/676/CEE	Redução da poluição das águas causada por nitratos de origem agrícola ou reduzir a sua propagação.	Decreto-Lei nº 235/97, de 3 de Setembro,
91/692/CEE	Normalização e racionalização dos relatórios sobre a aplicação de determinadas directivas respeitantes ao ambiente.	
92/43/CEE	Preservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens, abordando o tema da Rede Natura 2000.	Decreto-Lei nº 226/97, de 27 de Agosto, e da Resolução do Conselho de Ministros nº 142/97, de 28 de Agosto
96/61/CEE	Prevenção e controlo integrados da poluição, tentando evitar ou minimizar os efeitos poluentes das actividades constantes do Anexo I.	Prazo de transposição desta directiva até 1999
Proposta de Directiva do Conselho que Estabelece um Quadro Comunitário no Domínio da Política da Água	Abordagem integrada da gestão dos recursos hídricos.	

Tabela 8.1 - Síntese do Quadro Normativo Comunitário com Relevância para os Planos de Bacia Hidrográfica

8.2. Situações de incumprimento das directivas comunitárias

Directiva relativa à qualidade das águas superficiais destinadas produção de água potável nos Estados membros (75/440/CEE)

Esta directiva obriga os Estados membros a identificar a classificar e a vigiar as águas superficiais e a estabelecer planos de acção a fim de garantir uma série de parâmetros relativos à qualidade da água de modo a que esta chegue aos consumidores com um tratamento adequado contribuindo para a melhoria da qualidade dos cursos de água usados para abastecimento de água.

Transposta para Portugal através do Dec-Lei 74/90 de 7 de Março e actualmente pelo Dec-Lei 236/98 de 1 de Agosto.

De acordo com a publicação da DGA “Controlo da qualidade de água de abastecimento para consumo humano em 1997”, verificam-se situações de incumprimento muito graves nos seguintes concelhos da bacia hidrográfica:

- Oliveira de Azeméis
- Viseu
- Sever do Vouga
- Aguiar da Beira

Na Tabela 8.2 apresentam-se os indicadores de situações de incumprimento e violação da directiva para o cloro residual, coliformes fecais, coliformes totais e nitratos. Estes indicadores são compostos (incumprimento e violação), tendo-se calculado para cada concelho a população servida por sistemas em que o incumprimento foi superior a 95% acumulado à população servida pelos restantes sistemas (incumprimento inferior a 95%) mas para os quais a violação foi superior a 50%. Analisando este quadro verifica-se que as situações mais gravosas a nível de qualidade da água e do seu controlo ocorrem essencialmente nos concelhos do interior da bacia e nas zonas em que predominam os sistemas de abastecimento com menos de 5 000 habitantes servidos.

CONCELHO	Cloro residual	Coliformes totais	Coliformes fecais	Nitratos
Cantanhede				
Mira				
Vagos				
Ilhavo				
Aveiro				
Murtosa				
Estarreja				
Ovar				
S. João da Madeira				
Oliveira de Azemeis				
Vale de Cambra				
S. Pedro do Sul				
Castro Daire				
Vila Nova de Paiva			Sem inf.	
Aguiar da Beira				
Satão				
Viseu				
Vouzela				
O. de Frades				
Sever do Vouga				
Tondela				
Águeda				
Albergaria a Velha				
Anadia				
O. do Bairro				
Mealhada				

Legenda	
	0% de população abrangida por sistemas com incumprimento superior a 95% ou violação superior a 50%
	0% a 50% de população abrangida por sistemas com incumprimento superior a 95% ou violação superior a 50%
	50% a 80% de população abrangida por sistemas com incumprimento superior a 95% ou violação superior a 50%
	80% a 95% de população abrangida por sistemas com incumprimento superior a 95% ou violação superior a 50%
	Mais de 95% de população abrangida por sistemas com incumprimento superior a 95% ou violação superior a 50%

**Tabela 8.2 - Situações de Incumprimento e Violação da Qualidade da Água para Abastecimento Público.
Bacia Hidrográfica do Rio Vouga**

Directiva relativa à poluição causada por determinadas substâncias poluentes lançadas no meio aquático da Comunidade (76/464/CEE) : Está em curso um inquérito às indústrias cujos resultados poderão ser fundamentais para caracterizar com maior detalhe potenciais situações de incumprimento. Em seguida identificam-se e quantificam-se as indústrias potencialmente mais poluidoras situadas na bacia hidrográfica do rio Vouga.

Indústria das bebidas (CAE 159)

Este grupo encontra-se classificado como sendo dos potencialmente mais poluentes para os recursos hídricos, o que se apresenta como preocupante uma vez que, em número de

empresas, aparece em segundo lugar na bacia do Vouga (468). A actividade mais representada é a produção de aguardentes não preparadas: das 468 empresas apenas cerca de 12 correspondem a ao engarrafamento e gaseificação de águas minerais naturais.

A distribuição espacial desta actividade abrange grande número de freguesias dispersas ao longo da área em estudo. Todavia, denota-se uma concentração destas indústrias na área correspondente ao limite entre os concelhos de Cantanhede, Anadia e Oliveira do Bairro, principalmente na Freguesia de Vilarinho do Bairro (concelho de Anadia) com 41 empresas, abrangendo os rios Levira, Cértima, Serra e Vala da Veiga, e com menores concentrações de empresas os rios Alfusqueiro, Alcofra, Varôso, Teixeira e Mau.

Fabricação de outros produtos químicos (246)

Esta actividade, representada com 75 empresas na bacia hidrográfica concentra-se essencialmente nas freguesias de Ovar, S. João da Madeira e Travasso (concelho de Águeda) e ao longo dos Rios Alfusqueiro, Levira Marnel, Antuã e Ribeira de S. João.

Fabricação de papel e de cartão canelados e de embalagens de papel e cartão (CAE 212)

As actividades incluídas neste grupo são consideradas das mais poluentes para os recursos hídricos, na bacia do Vouga foram identificadas 46 empresas (que decerto estarão relacionadas com a existência de vastas áreas de floresta).

Analisando a distribuição espacial das indústrias relacionadas com esta actividade, verifica-se nitidamente a concentração em Ovar, que detém 6 empresas, em S. João da Madeira e em Águeda, na área dos rios Alfusqueiro, Ínsua, Antuã e Ribeira de S. João. Todavia, dado o carácter poluidor destas indústrias ressalva-se o facto de existirem várias empresas relacionadas com esta actividade dispersas, tal poderá ser considerado como potenciais fontes de poluição.

Fabricação de artigos e matérias plásticas (CAE 252)

Oliveira de Azeméis é a freguesia onde se localizam maior número de empresas relacionadas com esta actividade (10), seguida por S. João da Madeira, verificando-se a concentração destas indústrias em torno do rio Antuã e Ínsua.

Fabricação de produtos químicos de base (CAE241)

Esta actividade engloba a fabricação de corantes e pigmentos orgânicos; a fabricação de resinosos; a fabricação de produtos químicos de base; a fabricação de adubos, preparação de pesticidas; a fabricação e mistura de adubos, a fabricação de polímeros PVC e a fabricação de matérias plásticas. A maior concentração de empresas por freguesia verifica-se na freguesia de Beduído (concelho de Estarreja) com 6 empresas, próxima do rio Antuã.

Fabricação de Alimentos compostos para animais (CAE 157)

Com um total de 20 empresas esta actividade localiza-se sem a existência de um padrão regional específico destacando-se a freguesia de Ovar com 4 empresas.

Indústrias de lacticínios (CAE 155)

Com um total de 10 empresas nas freguesias pertencentes à bacia do rio Vouga a sua distribuição concentra-se especialmente nas áreas envolventes dos Rios Ínsua, Antuã, Vigues e Caima.

Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza e de polimento, perfumes e produtos de higiene (CAE 245)

Quatro das catorze indústrias deste ramo localizam-se na freguesia de Aveiro as restantes localizam-se de forma dispersa ao longo da bacia.

Produção de óleos e gorduras animais e vegetais (CAE 154)

Esta actividade, a seguir às actividades relacionadas com a fabricação de pasta de papel, é considerada a geradora de maiores cargas sobre os recursos hídricos: fabricação de azeite e produção e refinação de óleos alimentares. Na bacia do Vouga foram detectadas 11 empresas. São João da Madeira é a freguesia que apresenta maior número de indústrias 3, no entanto a Sul da bacia na área entre o rio Levira, Cértima e Serra surge uma área onde se identificam cerca de 6 empresas.

Fabricação de pasta de papel e cartão e seus derivados (CAE 211)

A norte da bacia identificaram-se 10 indústrias pertencentes a este ramo de actividade, numa área que engloba as freguesias pertencentes ao concelho de Feira, Souto e Milheirós de Polares e ainda nas freguesias de Ovar, S. João da Madeira, Cacia (concelho de Aveiro) e Branca (concelho de Albergaria-a-Velha), dado o seu elevado potencial poluente esta área e principalmente o rio Antuã, o rio Ínsua e a Ribeira de S. João serão os mais afectados.

Directiva relativa à qualidade das águas balneares (76/160/CEE)

Destina-se a proporcionar condições de qualidade das zonas destinadas a banho não só por razões de saúde pública mas também por razões ligadas ao lazer. Obriga os Estados-membros a identificar as águas marinhas e as águas doces onde o banho é autorizado ou não é explicitamente proibido e tradicionalmente praticado por um largo número de banhistas e a tomar as medidas adequadas para garantir um conjunto de parâmetros de qualidade previstos na directiva. Transposta para Portugal através do Dec-Lei 74/90 de 7 de Março e actualmente pelo Dec-Lei 236/98 de 1 de Agosto.

Na bacia hidrográfica do rio Vouga podem-se identificar 5 praias fluviais integradas no âmbito do programa “PRAIAS FLUVIAIS” do INAG e com investimentos financiados pelo Programa Operacional do Ambiente. Na Tabela 8.3 apresentam-se essas praias, classificadas em função da qualidade da água.

É de salientar que nenhuma das praias identificadas se apresenta designada, nos termos da legislação aplicável, muito em particular no que diz respeito ao estipulado na directiva 76/160/CEE.

Nome da Praia	Nº Processo DRAC	Ano	Concelho	Qualidade da água (95)
Souto do rio	1.1	1995	ÁGUEDA	Aceitável
Vau	25.1	1995	OLIVEIRA DE FRADES	Boa
Ponte de Pessegueiro	39.1	1995	SEVER DO VOUGA	Aceitável
Paraíso	41.1	1995	TONDELA	Não foi caracterizada
Praia do Rio Zela	45.1	1995	VOUZELA	Má

Tabela 8.3 - Praias Fluviais Financiadas pelo Programa Específico do INAG

9. SUB-SISTEMA FINANCEIRO E FISCAL

Em termos gerais, situam-se em dois vectores principais os problemas mais graves que se colocam ao nível do sub-sistema financeiro e fiscal:

- Montantes de investimentos que será necessário canalizar na área do abastecimento de água e do saneamento ambiental.
- Aplicação do decreto – lei nº 47/94

Actualmente cerca de 188 000 habitantes não têm os seus efluentes domésticos tratados, dos quais 234 000 não possuem sequer sistemas de drenagem das águas residuais. Estes números resultam dos níveis de atendimento de drenagem e tratamento de águas residuais que são respectivamente 40% e 30%.

Em termos de sistemas de abastecimento de água a situação é bastante melhor. O nível de atendimento na bacia é, actualmente, de cerca de 73%. As principais carências neste domínio centram-se na falta de fiabilidade do fornecimento de água, ou seja será necessário investir nos próximos anos na construção de infraestruturas para a regularização de afluentes e reservas para fazer frente a estiagens mais prolongadas. Grande parte das captações de água superficial consistem em açudes sem capacidade de armazenamento que permita a regularização intra-anual das afluentes. Assim, a capacidade das origens de água é totalmente dependente do regime hidrológico da rede hidrográfica o que as torna muito vulneráveis durante estiagens mais prolongadas.

Nas tabelas seguintes indicam-se as estimativas dos investimento feitos nos últimos anos nos concelhos pertencentes à bacia hidrográfica, na área dos sistemas de abastecimento de água e de tratamento de águas residuais. Para grande parte dos municípios estes montantes foram estimados por métodos indirectos. No que diz respeito aos montantes a dispender nos próximos anos, foram estimados os seguintes valores, que têm por base os níveis de atendimento actuais na bacia e as metas que a administração central pretende atingir até ao final do ano 2000:

- Sistemas de abastecimento de água 25 milhões de contos
(incluindo o Aproveitamento Hidráulico de Ribeiradio)
- Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais 25 milhões de contos
- Total..... 50 milhões de contos

Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual. Sumário Executivo (data 30/05/99)

Concelho			Subsistemas						Custo (contos de 1997)	
DICC	Designação	Atend.	Captações	Tratamento	Elevação	Reserva	Adutoras	Redes e Ramais	Global	Per capita
0101	Águeda	92%	178.078	311.843	82.568	115.418	73.923	603.541	1.365.371	32
0102	Albergaria-a-Velha	99%	75.056	127.446	38.856	56.174	34.274	291.035	622.842	28
0103	Anadia	97%	131.908	199.126	61.331	74.608	54.069	421.067	942.110	32
0105	Aveiro	97%	147.060	253.641	84.946	162.861	77.743	764.542	1.490.794	22
0108	Estarreja	79%	66.523	93.329	35.171	65.582	35.765	329.045	625.415	30
0109	Santa Maria da feira	20%	71.960	121.156	25.618	74.257	43.510	388.052	724.552	114
0110	Ílhavo	100%	52.020	113.889	34.153	87.087	30.394	345.290	662.833	18
0111	Mealhada	100%	71.868	106.323	34.575	44.389	29.846	239.092	526.093	30
0112	Murtosa	42%	33.300	52.961	13.758	26.341	17.069	141.151	284.580	64
0113	Oliveira de Azeitões	41%	159.203	265.188	73.524	171.273	92.201	833.037	1.594.427	56
0114	Oliveira do Bairro	57%	53.214	79.673	25.351	47.840	27.908	243.498	477.483	43
0115	Ovar	80%	46.164	54.190	29.117	73.237	28.411	306.850	537.970	22
0116	São João da Madeira	97%	17.846	79.401	13.013	43.707	11.934	159.297	325.198	18
0117	Sever do Vouga	56%	72.469	118.654	26.660	34.951	28.898	210.490	492.122	63
0118	Vagos	40%	87.183	143.743	30.237	46.867	38.933	295.070	642.031	79
0119	Vale de Cambra	52%	76.596	131.742	32.586	60.478	37.402	318.986	657.789	50
0602	Cantanhede	90%	124.228	193.103	58.283	78.756	53.538	434.111	942.020	32
0608	Mira	72%	36.716	73.709	17.981	33.149	18.507	168.258	384.321	34
0901	Aguar da Beira	90%	7.577	13.202	2.050	1.094	1.558	7.952	33.432	100
1803	Castro Daire	32%	32.333	54.662	8.570	9.602	10.799	67.284	183.250	147
1808	Mortágua	95%	15.455	26.417	4.759	3.036	3.847	21.698	75.212	71
1810	Oliveira de Frades	60%	92.826	158.521	28.144	27.300	28.267	181.403	516.461	80
1816	São Pedro do Sul	50%	132.156	224.605	41.122	48.355	46.335	318.566	811.138	80
1817	Salão	94%	17.040	26.531	6.911	8.767	5.931	46.441	111.621	35
1818	Sernancelhe	94%	7.616	13.204	2.140	1.214	1.666	8.777	34.616	87
1821	Tondela	85%	15.605	26.427	4.917	3.916	4.341	27.372	82.578	60
1822	Vila Nova de Paiva	80%	15.752	26.430	5.348	4.588	5.011	32.079	89.209	60
1823	Viseu	78%	66.496	105.927	27.135	31.639	26.982	202.291	460.471	43
1824	Vouzela	75%	87.154	145.401	30.084	28.298	29.214	196.046	516.197	57
Total da Bacia			1.998.802	3.353.637	880.507	1.465.411	899.363	7.607.007	16.204.727	37

Tabela 9.1 – Bacia do Vouga: investimento estimado em distribuição de água (já realizados)

Concelho		Custo (contos 1997)
DTCC	Designação	
0101	Águeda	345.000
0102	Albergaria-a-Velha	101.104
0103	Anadia	358.442
0105	Aveiro	370.552
0108	Estarreja	192.160
0109	Santa Maria da feira	98.603
0110	Ílhavo	2.351
0111	Mealhada	147.594
0112	Murtosa	
0113	Oliveira de Azeméis	164.711
0114	Oliveira do Bairro	676.625
0115	Ovar	126.223
0116	São João da Madeira	6.496
0117	Sever do Vouga	126.928
0118	Vagos	80.142
0119	Vale de Cambra	130.510
0602	Cantanhede	423.903
0608	Mira	198.405
0901	Aguiar da Beira	98.437
1803	Castro Daire	198.174
1808	Mortágua	
1810	Oliveira de Frades	215.643
1816	São Pedro do Sul	
1817	Sátão	23.642
1818	Sernancelhe	
1821	Tondela	
1822	Vila Nova de Paiva	183.430
1823	Viseu	
1824	Vouzela	355.636
Total da Bacia		4.624.710

Tabela 9.2

Bacia do Vouga: investimento estimado em ETAR

10. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ACTUAL

10.1. Síntese

Os principais problemas que se impõem ao nível do planeamento dos recursos hídricos na bacia do Vouga são os seguintes:

- Necessidade da **regularização do rio Vouga** como factor primordial para garantir os caudais de água doce, em quantidade e qualidade suficientes, para toda a região e, também, como forma de regularização torrencial;
- Necessidade de **reforço do abastecimento de água**, e garantia da qualidade nas origens, a toda a zona do Baixo Vouga (desde Ovar até Vagos) - em parte coberto pelo sistema do Carvoeiro que se encontra em curso - para evitar a sobreexploração dos aquíferos e, consequentemente a degradação da qualidade das suas águas;
- Insuficiência em termos de quantidade e qualidade do abastecimento de água ao concelho de **Águeda**;
- **Poluição dos rios Caima e Antuã**, em consequência dos efluentes industriais das áreas de S. João da Madeira, Oliveira de Azeméis e Vale de Cambra;
- Poluição na **ria de Aveiro** e dos aquíferos da região de Estarreja, em consequência, sobretudo dos efluentes e dos resíduos industriais da zona industrial de Estarreja;
- Poluição na bacia do rio Águeda, especialmente a jusante da **povoação da Redonda**, impondo-se que se avance com o tratamento dos efluentes e resíduos industriais;
- Degradação da qualidade da água devido às extracções de areia sobre os drenos das captações de água na zona do Carvoeiro. Necessidade de **demarcação de áreas de protecção das captações de água na zona do Carvoeiro**, de modo a preservar a sua qualidade da água;
- **Eutrofização da Pateira de Fermentelos**, o que será resolvido, com a despoluição do rio Cértima, mediante a implementação de sistemas de colecta e tratamento dos efluentes domésticos e agro-industriais da área da bacia;
- **Inundações** na zona de Águeda.
- **Extracção indisciplinada de inertes**, com a consequente instabilização e descaracterização das margens do rio Vouga.

As necessidades de água na bacia do Vouga têm aumentado significativamente nos últimos 10 anos, fundamentalmente na orla costeira da bacia, prevendo-se também que esta tendência se mantenha a curto e médio prazo. Paralelamente tem-se observado um aumento da degradação da qualidade das águas superficiais, devido à poluição urbana e agrícola. A utilização das águas subterrâneas tem-se saldado por uma sobreexploração dos aquíferos, com as consequências negativas que daí advêm.

Face à elevada carga de poluição ainda actualmente descarregada no meio receptor verifica-se uma degradação da qualidade das águas de superfície e águas subterrâneas de toda a zona do Baixo Vouga.

O grande esforço que a generalidade das empresas da zona tem vindo a fazer, muito em particular nos sectores dos lacticínios e dos tratamentos de superfície, começa a dar os primeiros resultados em termos de efeitos sobre a carga afluyente aos meios receptores.

As soluções de tratamento individuais deverão estar equilibradas com os sistemas de tratamento colectivo, nomeadamente em termos de taxas e tarifas, assim como em termos de financiamento para os investimentos iniciais.

A sensibilização ambiental dos empresários, cumulativamente com a certificação ambiental e as imposições da Directiva IPPC, relativa à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição, constituem instrumentos a não descurar no estabelecimento de qualquer estratégia para o sector.

Embora existam um conjunto de problemas abrangendo os diferentes sub-sistemas, os quais estão indicados na Tabela 10.1 deverão desde já serem encaradas como acções e medidas prioritárias as que se apresentam em seguida:

Controlo da Poluição

Dar sequência ao Sistema de Despoluição da Ria de Aveiro, complementando-o com tratamentos adequados dos efluentes domésticos e industriais das zonas de montante da bacia, nomeadamente através da implementação do Sistema de Despoluição da bacia do rio Cértima e das zonas industriais das bacias do rio Alfusqueiro e Águeda.

Reduzir a carga poluente industrial proveniente dos vários sectores de actividade, com particular incidência para os sectores abrangidos pelos contratos de adaptação ambiental em vigor, nomeadamente lacticínios e tratamentos de superfícies.

Reforço da garantia das origens de água

Construção da barragem de Ribeiradio no rio Vouga, para colmatar as carências relativas à falta capacidade de regularização na bacia, à possibilidade de sobreexploração dos aquíferos na orla costeira e para o controle de cheias no rio Vouga.

Recuperação, requalificação e protecção de zonas sensíveis

Determinar cargas máximas de poluição admissíveis nos locais identificados como sensíveis, como é o caso da Pateira de Fermentelos e estabelecer procedimentos para limitação das cargas geradas. Implementar projectos para a recuperação e requalificação ambiental de zonas húmidas, onde se destacam os caso da Barrinha e da Lagoa de Mira.

10.2. Classificação da intensidade dos usos da água na bacia em função de factores sócio-económicos

No que se refere à bacia hidrográfica do rio Vouga, distinguem-se as seguintes características:

- Dinâmica demográfica activa e com índices superiores aos registados na região Centro e no País;
- Concentração da população em aglomerados dispersos com mais de 2.000 habitantes, principalmente nos concelhos litorais, onde existirá a dificuldade urbanística em delimitar os perímetros urbanos e, com ela, a de programar as áreas infra estruturadas (saneamento básico);
- Actividades económicas caracterizadas pelo forte peso da indústria transformadora (Fabricação de Produtos Metálicos e Máquinas e Têxteis), que induzem em movimentos pendulares significativos.

Feita a abordagem da componente demográfica e da componente sócio-económica, adquire especial importância a sistematização da informação com vista à determinação dos concelhos ou agrupamentos de concelhos que deverão ser salientados como alvo de uma maior intervenção ao nível do consumo e da utilização do recursos que é água. Considerou-se que para esta abordagem a classificação a levar a cabo iria dividir os concelhos em três classes:

- A - Uso intensivo da água
- B - Uso intermédio da água
- C - Uso baixo da água

Para obter esta classificação foram seleccionados alguns indicadores. Em cada um destes consideraram-se as três situações acima referidas, atribuindo-lhes uma pontuação. Os indicadores seleccionados foram:

- Persistência
- Densidade populacional
- Distribuição de população por lugares
- População flutuante
- Migrações relativamente às Unidades Geográficas de Emprego (UGE)

- Variação percentual do pessoal ao serviço entre 1991/1996
- Número de empresas do ramo transformador
- Pessoal ao serviço na indústria transformadora
- Acessibilidades

No que se refere às pontuações, foi atribuído o valor de 10 às situações em que existia um uso intensivo da água, o valor 5 às situações com utilização intermédia da água, e o valor 0 às restantes situações. Estabelecidas as pontuações foi efectuada a soma em cada concelho, os valores obtidos encontram-se na Tabela 10.1.

Tal como se irá verificar, para esta classificação não foram utilizados elementos decorrentes da caracterização das estruturas agrícolas. Tal resultou do facto de esta análise não apresentar desagregação ao nível do concelho, não sendo possível proceder à “hierarquização” dos mesmos.

Foi efectuada a seguinte reclassificação:

- Concelhos que apresentavam a pontuação superior a 40 e o valor máximo 90 foi atribuída a classe A;
- Concelhos com pontuações superiores a 25 e os 40 (valor médio), foi atribuída a classe B;
- Concelhos com pontuações inferiores a 25, foi atribuída a classificação C.

Com esta classificação apenas se pretende efectuar uma análise conjunta dos elementos abordados no presente relatório. Quer isto dizer que podem existir situações críticas pontuais, no que se refere aos recursos hídricos, que não tenham sido detectados nesta síntese. No entanto, considera-se que numa fase de análise e diagnóstico, é feita a recolha de informação para posterior tratamento numa análise mais específica que será efectuada nos trabalhos seguintes. O tema em que esta situação poderá eventualmente ocorrer refere-se às fontes poluidoras resultantes da indústria transformadora, que nesta síntese conclusiva foram tratadas como um todo mas que, se tratadas ao nível da sua desagregação a dois ou três dígitos apresentam cargas diferentes no que se refere aos recursos hídricos.

Ao nível dos vários indicadores tentou-se efectuar uma abordagem apenas à área concelhia incluída dentro da bacia, todavia em algumas situações como é o caso das acessibilidades foi considerada a acessibilidade à sede de concelho.

Demografia

- A - Concelhos com persistência igual a 0 - individualizando os concelhos que nas últimas décadas sofreram sucessivos acréscimos de população e por consequência terão registado acréscimos de consumos e acréscimos de efluentes;
- B - Concelhos com persistência igual a 1 - individualizando os concelhos que apenas na última década sofreram decréscimos de população;
- C - Concelhos com persistência entre 4 e 2 – concelhos onde a população residente tem vindo a decrescer sucessivamente pelo que possivelmente tem vindo a diminuir a pressão sobre os recursos hídricos.

Densidade populacional (1995)

- A - Concelhos com densidade populacional superior à registada no país (112 hab/km²);
- B - Concelhos com densidade populacional com valores entre os registados no país (112 hab/km²) e na região Centro (72 hab/km²);
- C - Concelhos com densidades populacionais inferiores às registadas na região Centro.

Distribuição de população por lugares

- A - Concelhos que registaram aumentos superiores a 50 % nos lugares com mais de 2.000 habitantes;
- B - Concelhos que registaram aumentos inferiores a 50% nos lugares com mais de 2.000 habitantes;
- C - Concelhos que não apresentam percentagem significativas de lugares com mais de 2.000 habitantes.

População flutuante

- A – Concelhos com população flutuante superior a 1.000 habitantes equivalente ano;
- B – Concelhos com população flutuante inferior a 1.000 habitantes equivalente ano;
- C – Concelhos com população flutuante entre os 500-1.000 habitantes equivalente ano.

Migrações

- A – Concelhos que constituem pólos de unidades geográficas e consequentemente maiores quantitativos de migrações pendulares;
- B – Concelhos que embora não constituam pólos de unidades geográficas de emprego apresentam atractividade face aos concelhos vizinhos;
- C – Concelhos que não possuem atractividade relevante tendo sido considerados como dependentes.

Variação percentual do pessoal ao serviço entre 1991/1996

- A – Concelhos com aumentos de pessoal ao serviço superiores a 50%;
- B – Concelhos com aumento de pessoal ao serviço entre os 10% e os 49%

- . C – Concelhos aumentos de pessoal ao serviço inferiores a 10% ou mesmo com decréscimo de pessoal ao serviço.

Número de empresas do ramo transformador

- . A – Concelhos com mais de 100 empresas transformadoras;
- . B – Concelhos entre 100 e 50 empresas transformadoras;
- . C – Concelhos com menos de 100 empresas transformadoras.

Pessoal ao serviço no ramo transformador

- . A – Concelhos com mais de 5.000 trabalhadores na indústria transformadora;
- . B – Concelhos nos quais o número de trabalhadores na indústria transformadora se situa entre os 1.000 e os 5.000 trabalhadores;
- . C – Concelhos com menos de 1.000 trabalhadores na indústria transformadora.

Acessibilidades

- . A – Concelhos com acesso directo a IPs, ou a menos de 10 km destas;
- . B – Concelhos com acesso directo a ICs; ou a menos de 10 km destas;
- . C – Restantes concelhos.

Neste indicador considerou-se a rede existente e prevista, que irá potenciar as áreas agora com pouca acessibilidade como é o caso do troço da IP3 entre Viseu e Vila Real, foi igualmente considerada a distância à sede de concelho.

Síntese da Análise e Diagnóstico da Situação Actual Sumário Executivo (data 30/05/99)

	Persistência	Densidade populac. 1995	Lugares com mais de 2000 habitantes	População Flutuante	Unidades Geográficas de Emprego	Variação Pessoal	Pessoal ao Serviço na Ind. Transf.	Nº de Empresas na Ind. Transf.	Acessibil.	Pontuação	Classif. Final
Aveiro	10	10	10	10	10	0	10	10	10	80	A
Ovar	10	10	0	5	5	10	10	10	5	65	A
Ferra	10	10	10	0	0	5	10	10	10	65	A
Ilhavo	10	10	10	10	0	0	5	10	10	65	A
S.J. da Madeira	5	10	10	0	10	0	10	10	5	60	A
Agueda	10	10	5	5	5	0	10	10	5	60	A
Oliveira de Azemeis	10	10	0	5	5	0	10	10	5	55	A
Anadia	5	10	0	10	5	0	5	10	10	55	A
Albergaria-a-velha	10	10	5	0	0	5	5	5	10	50	A
Cantanhede	0	5	0	10	0	10	5	5	10	45	B
Oliveira do Bairro	10	10	0	0	0	5	5	10	5	45	B
Estarreja	10	10	0	0	0	5	5	5	10	45	B
Vagos	10	10	0	5	0	10	0	5	5	45	B
Vale de Cambra	10	10	0	0	0	0	5	10	5	40	B
Mealhada	5	10	0	5	0	5	0	5	10	40	B
Viseu	5	10	0	0	10	0	0	5	10	40	B
S. Pedro do Sul	10	0	5	5	0	5	0	0	5	30	B
Murtosa	5	10	0	5	0	5	0	0	5	30	B
Sever do Vouga	10	5	0	0	0	0	0	5	10	30	B
Oliveira de Frades	10	0	0	0	0	5	5	0	5	25	C
Mira	5	5	5	5	0	0	0	0	5	25	C
Arouca	5	5	0	0	0	10	0	0	0	20	C
Vouzela	5	0	0	0	0	5	0	0	10	20	C
Castro Daire	5	0	0	0	0	5	0	0	10	20	C
Sernac elbe	5	0	0	0	0	10	0	0	0	15	C
Sátão	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	C
Aguiar da Beira	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	C
Mortágua	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	C
Vila Nova de Paiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C

Tabela 10.2 - Classificação dos indicadores para a obtenção do mapa síntese de cargas

Da análise dos resultados obtidos para a bacia denota-se nitidamente a diferenciação de duas áreas distintas:

1. Área litoral onde se identifica o eixo Feira-Anadia constituído por concelhos que, segundo os vários parâmetros apresentados, foram considerados na categoria A - uso intensivo da água, a saber:
 .Ovar; Aveiro; Feira; Ílhavo; S. João da Madeira; Águeda; Oliveira de Azeméis; Anadia; Albergaria-a-Velha.
2. Área interior onde apenas os concelhos de S. Pedro do Sul e Viseu se evidenciam tendo sido incluídos na categoria B – uso intermédio da água (no que se refere ao concelho de Viseu, apenas foi tida em conta a parcela do concelho que abrangida pelo presente plano de bacia).

Desagregando um pouco a análise verifica-se que, mesmo dentro da categoria A – uso intensivo da água, o concelho de Aveiro se destaca dos restantes, apresentando a classificação máxima em todos os indicadores à excepção da variação de pessoal ao serviço entre 1991 e 1996 cujo valor obtido foi inferior a 10%.

No extremo oposto, categoria C - concelhos com baixa utilização da água, destacam-se os concelhos de:

- Sátão; Sernacelhe; Aguiar da Beira; Mortágua; Vila Nova de Paiva.

Os concelhos que apresentaram uma pontuação inferior a 20, à excepção de Mortágua, estão situados em áreas do interior, onde a actividade económica e a dinâmica demográfica são diminutas. No entanto saliente-se que a pontuação obtida nestes concelhos se deve ao *item* acessibilidades, uma vez que se prevê que esta irá aumentar beneficiando estes concelhos.

10.3.Balanço Necessidades – Disponibilidades

10.3.1. Situação actual

Na bacia hidrográfica do rio Vouga não existem situações graves de insuficiência de recursos hídricos potenciais que possam conduzir a consequências negativas no desenvolvimento sócio-económico da região. Verificam-se sim situações de escassez de recursos hídricos devidas fundamentalmente à falta de capacidade de regularização em determinadas bacias hidrográficas.

Apesar dos recursos hídricos serem abundantes, em ano médio, de facto as afluências na rede hidrográfica durante as estiagens não são só por si suficientes para fazer face às necessidades de água. Este facto é tanto mais grave quanto os consumos de água para a rega se concentram nos meses de Maio a Setembro e as necessidades de água para abastecimento público sofrem aumentos significativos durante os meses de verão devido ao aumento da população flutuante nas regiões com maior procura turística. O caso mais preocupante na bacia do Vouga é a falta de garantia nas origens do Carvoeiro, que estão quase exclusivamente dependentes da regularização natural do rio Vouga. Tendo este sistema iniciado a sua operação em Outubro de 1996, nunca passou por uma situação de seca intensa como a que ocorreu nos meses de estiagem de 1995.

Foi realizado um balanço global necessidades de água – recursos hídricos superficiais que veio apenas confirmar que na bacia hidrográfica do rio Vouga os recursos hídricos gerados são muito superiores às necessidades de água actuais na bacia. Na Tabela 10.2 apresentam-se as variáveis do balanço efectuado.

Unidade hidrológica homogénea	Afluência média anual (hm ³ /ano)	Afluência em ano seco (hm ³ /ano)	Necessidades totais (hm ³ /ano)					Balanço médio anual	Balanço em ano seco
			Abast. público	Indústria	Rega	Pecuária	Total		
ALTO VOUGA									
UHH 4 - Cabeceiras	338	165	2	0	19	0	21	317	144
MÉDIO VOUGA									
UHH 3 - Médio Vouga Direito	557	275	5	1	28	0	33	524	242
UHH 2 - Médio Vouga Esquerdo	618	300	7	1	44	0	52	567	248
BAIXO VOUGA									
UHH 1 - Baixo Vouga Sul	112	60	3	0	18	0	22	90	38
UHH 5 - Baixo Vouga Norte	582	290	24	35	53	0	112	470	178
Ribeiras litorais	15	8	0	0	2	0	3	12	5
Total	2223	1098	42	37	164	0	243	1980	855

Tabela 10.3

Balanço a nível anual entre as necessidades de água e os recursos hídricos

É patente a abundância de recursos hídricos potenciais face às necessidades de água actuais na bacia o que não é suficiente para que as populações e os sectores económicos estejam a ser servidos com água em quantidade e qualidade suficientes durante todo o ano.

10.3.2. Enquadramento do Aproveitamento de Ribeiradio

A bacia hidrográfica do rio Vouga não possui actualmente nenhuma obra de armazenamento de água significativa. Face à população residente na bacia do Vouga, que é actualmente de cerca de 595 000 habitantes e às actividades económicas existentes é cada vez mais urgente a criação

de uma reserva de água que permita fazer uma regularização intraanual dos caudais gerados na bacia.

Devido aos problemas de garantia de água na origem que se prevêem no Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Carvoeiro, é cada vez mais urgente o reforço das suas captações, só possível com a regularização de caudais viabilizada pela construção de uma obra de regularização de caudais - a barragem de Ribeiradio. A situação é já preocupante e cada ano que se passa tenderá a agravar-se. É conveniente lembrar que o Sistema do Carvoeiro começou a funcionar em Outubro de 1996 e portanto ainda não foram registados os efeitos de um ano com níveis de precipitação baixos.

Para além dos concelhos abrangidos actualmente pelo Sistema do Carvoeiro, Ribeiradio poderia ser origem de água fiável para outros aglomerados urbanos na região, que hoje enfrentam problemas de garantia de fornecimento de caudais principalmente nos meses de estiagem.

A implementação dos blocos de rega do Baixo Vouga só terá éxito se existir uma origem de água que permita o fornecimento de água durante os meses de rega, com a garantia exigida a este tipo de utilização. Por outro lado, o amortecimento das pontas de cheia promovido pela albufeira de Ribeiradio é fundamental para o controle de cheias necessário no Baixo Vouga, zona muito fustigada por inundações.

A degradação da qualidade das águas superficiais no rio Vouga é um problema que deverá ser equacionado juntamente com Ribeiradio, numa perspectiva da resolução integrada dos problemas da gestão dos recursos hídricos na bacia do Vouga. Esta obra pode ter um contributo importante para a resolução de parte deste problema. Podem considerar-se, como efluentes directos na qualidade da água da bacia, em especial na área do Baixo Vouga, as seguintes descargas:

- no curso inferior do Rio Vouga, os efluentes de duas indústrias de celulose;
- no Rio Cértima os efluentes das diversas destilarias, cerâmicas e galvanoplastia (se bem que em menor número) e de algumas indústrias alimentares;
- no Rio Antuã, os efluentes das unidades industriais concentradas nas áreas de Estarreja, Oliveira de Azeméis e S. João da Madeira;

- próprio estuário da Ria recebe directamente os efluentes de matadouros, metalomecânicas diversas, de uma importante indústria química de formaldeído, dos próprios serviços inerentes ao porto, dos lacticínios e das cerâmicas.

Das unidades industriais mais poluentes, há a salientar uma fábrica de cloro e soda cáustica instalada no complexo químico de Estarreja, que descarrega mercúrio. Neste complexo existem ainda fábricas de ácido sulfúrico, de ácido nítrico, de anilina, de adubos, de policloreto e vinilo e de isocianatos. Outras unidades industriais muito poluidoras são as fábricas de pasta de papel instaladas no Rio Caima e no Rio Vouga (Cacia), que provocam uma acentuada poluição orgânica do principal caudal de água doce afluente à Ria.

A presença de certos contaminantes tóxicos afecta a reprodução, a sobrevivência, o crescimento e a saúde das espécies que residem no ecossistema. Em condições normais, esta seria favorável ao desenvolvimento de certas fases de vida de muitas outras espécies biológicas, que posteriormente se dispersam para os rios afluentes ou para o mar (efeito de viveiro). O possível agravamento da situação da poluição na Ria poderá inviabilizar o aproveitamento dos recursos naturais (aquacultura, pesca, apanha de crustáceos, etc.).

Com a entrada em funcionamento do Sistema de Despoluição da Ria de Aveira, grande parte dos problemas de poluição gerada no Baixo Vouga ficarão resolvidos. No entanto este sistema não englobará várias indústrias do Médio Vouga que continuarão a gerar poluição hídrica. O aproveitamento de Ribeiradio, tal como está concebido (descarga dos caudais regularizados a jusante da barragem) provocará uma significativa minimização da poluição no rio Vouga devido ao efeito de diluição dos caudais.

De tudo o que foi referido anteriormente não sobra margem de dúvida que a construção da barragem de Ribeiradio é inadiável e dela depende o desenvolvimento socio-económico da região do Vouga e consequentemente a melhoria da qualidade de vida das populações.

10.4. Análise dos Riscos de Cheias

Na bacia hidrográfica do rio Vouga existem diversas causas para a ocorrência de cheias com efeitos graves, tais como cotas baixas (extensa zona de planície aluvionar), influência das marés, incêndios florestais e secções de vazão insuficientes em pontes e pontões.

O caso do rio Águeda é sobejamente conhecido da opinião pública. Recentemente, em 26 de Dezembro de 1995 verificou-se a ocorrência da cheia centenária na zona da povoação de Águeda. Este aglomerado urbano localiza-se a jusante da confluência dos rios Águeda e Alfusqueiro, facto este que contribui para o elevado caudal que ocorre frente a Águeda sempre que ocorrem precipitações intensas em toda a bacia. Como agravante do fenómeno das cheias tem-se a diminuição do coberto vegetal devido aos sucessivos incêndios florestais que têm destruído vastas zonas de coberto vegetal aumentando-se assim as velocidades de escoamento e consequentemente diminuindo os tempos de concentração das cheias.

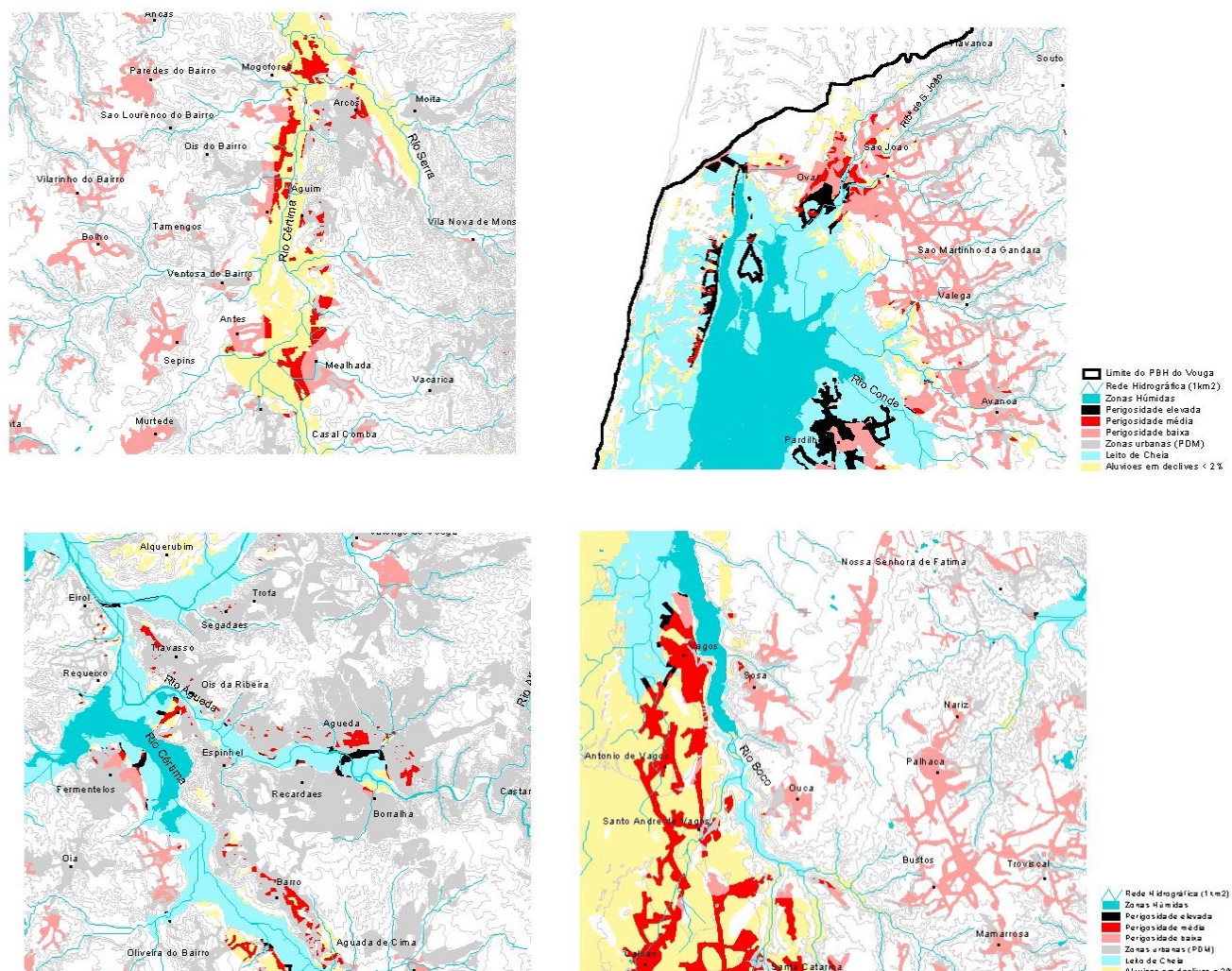
Outra zona problemática situa-se junto ao Monumento ao Emigrante na Pateira de Fermentelos onde são visíveis as marcas das várias cheias ocorridas ao longo dos anos. As frequentes inundações devido às baixas cotas não impediram a instalação de determinados equipamentos em áreas de domínio público hídrico. Apesar de ser, topograficamente, uma área aberta, na Pateira de Fermentelos conflui três linhas de água com importante caudal - os rios Águeda e Cértima, e a ribeira do Pano, contribuindo significativamente para a ocorrência de inundações. Este fenómeno é ainda mais crítico nos períodos de maré alta na ria de Aveiro

Todos os outros casos derivam basicamente de cotas baixas podendo ter ou não o efeito das marés. Estas sentem-se sensivelmente até à zona de Eirol, na confluência entre os rios Vouga e Águeda. As linhas de água com maiores riscos de inundações são as seguintes:

- toda a zona da Ria de Aveiro;
- rio Vouga antes da confluência com o rio Águeda, e desde a confluência com o rio Caima e Macinhata do Vouga;
- troço do Vouga que vai do Carvoeiro a Eirol: os principais problemas de inundação verificam-se na margem esquerda, uma vez que a margem direita tem declives mais acentuados.
- rio Marnel desde Valongo do Vouga até à confluência com o rio Vouga;
- rio Caima nas zonas a montante e a jusante de Albergaria-a-Velha;
- rio Cértima desde a Mealhada até à Pateira de Fermentelos;
- rio da Serra desde Arcos até à confluência com o Cértima;
- rio Levira no troço a jusante de Vendas de Samel;
- rio Boco desde a zona a jusante de Rio Tinto;
- ribeira de Cáster, no troço a jusante de Ovar;
- rio Negro, a jusante de Entre-Águas;

- troço terminal do rio Fontela;
- rio Antuã, desde Pinheiro da Bemposta;
- troço terminal do rio do Jardim;
- zona de Angeja, no troço terminal do rio Fontão.
- Troço do rio Vouga, jusante da confluência com o rio Marnel a planície aluvionar alarga nas duas margens. A ponte de Fontinha fica submersa durante as cheias e as povoações de Amial, Lapa, Pardos e Pinheiro, na margem direita, e Fontinha e Aldeia na margem esquerda são afectadas.
- Povoação de Eirol na zona da confluência dos rios Vouga e Águeda. Trata-se de uma zona muito aplanada e sujeita a inundações frequentes devido aos caudais de qualquer daqueles dois rios. O Águeda e o seu afluente Cértima recebem com frequência os caudais de cheia do Vouga, que atingem a Pateira de Fermentelos. A EN 230 entre Eirol e Aldeia é cortada pelas águas.
- À entrada da ria, na margem direita do Vouga forma-se a pateira de Frossos quando o rio abandona o seu leito menor, e a EN-230-2 é frequentemente submergida.

As imagens seguintes são retiradas da carta de zonas inundáveis e perigosidade das cheias na bacia do Vouga e são aqui apresentadas para ilustrar as zonas referidas nos parágrafos anteriores onde as cheias provocam maiores problemas.



Não foi realizado até hoje qualquer estudo aprofundado sobre o problema da correcção fluvial e defesa contra cheias para a rede hidrográfica do rio Vouga. Nos estudos realizados ao nível de planeamento, foram consideradas algumas soluções, como por exemplo a utilização de albufeiras para amortecer os caudais de ponta de cheia, a regularização de leitos menores, a construção de motas e a introdução de regras disciplinadoras da ocupação das zonas inundáveis. A antiga DGHEA, actual IEHRA, no âmbito do Projecto Hidroagrícola do Baixo Vouga promoveu a construção do dique de protecção contra a maré do Bloco do Baixo Vouga, que é fundamental para a protecção das zonas agrícolas contra as inundações.

Embora a futura barragem de Ribeiradio tenha uma capacidade de armazenamento que lhe permite uma significativa laminagem dos caudais máximos de cheia, nunca esta faceta foi equacionada nos estudos de simulação de exploração do aproveitamento.

10.5.Principais problemas identificados ao nível do Saneamento Básico

Abastecimento de Água:

- *Verifica-se um baixo nível de atendimento às populações, 7 concelhos apresentam níveis de atendimento inferiores ou iguais a 60%, e desses, 3 apresentam valores inferiores a 50% (Vagos, Oliveira de Azeméis e Murtosa).*
- *Os Concelhos da zona alta da bacia apresentam uma grande proliferação de sistemas de abastecimento de muito baixa dimensão, nomeadamente Sever do Vouga e S. Pedro do Sul, cada um com mais de 20 sistemas de dimensão inferior a 1000 habitantes. Esta situação potencia uma elevada vulnerabilidade dos sistemas e uma dificuldade acrescida na sua exploração.*
- *Existe muito pouca capacidade instalada em termos de estações de tratamento de água. Uma maior exigência e controlo da qualidade da água distribuída exigirá forçosamente um aumento da sua capacidade.*
- *O sistema do Carvoeiro, ao potenciar abastecimento para cerca de 270 000 hab. Resolve grande parte dos problemas da zona baixa do Vouga. A sua origem terá de ser no entanto devidamente assegurada.*

Drenagem de efluentes:

- *O nível de atendimento às populações é baixo, 15 concelhos apresentam níveis de atendimento inferiores a 50%, e destes, 7 valores inferiores a 20% (Murtosa, Sever do Vouga, Oliveira de Azeméis, Vagos, Vouzela, Anadia, e Oliveira de Frades). É necessário um grande esforço de investimento em sistemas de drenagem nestes concelhos.*

Tratamento de efluentes:

- *O nível de tratamento dos efluentes é muito baixo, 17 concelhos apresentam níveis de atendimento inferiores a 50%, e destes, 9 valores inferiores a 20% (Murtosa, Oliveira de Azeméis, S. Pedro do Sul, Anadia, Sever do Vouga, Vagos, Vouzela, Estarreja e Oliveira de Frades);*
- *3 concelhos não dispõem de qualquer sistema de tratamento de efluentes em funcionamento (Murtosa, Oliveira de Azeméis e S. Pedro do Sul);*
- *Existe uma capacidade instalada em termos de Estações de Tratamento de águas residuais muito superior à que está a ser utilizada. Tal situação indicia a existência de ETAR com redes de drenagem insuficientes, ou ETARs sobredimensionadas .*

- *O nível de tratamento e ponto de descarga das ETAR deverá ser adequado às exigências do meio receptor, em particular a montante de zonas sensíveis ou destinadas a utilizações mais exigentes.*
- *As eventuais capacidades excedentes das ETAR poderão ser utilizadas na aceitação de efluentes industriais de unidades situadas na malha urbana, após pré tratamento adequado.*

10.6. Riscos de Erosão

Na **Figura 24** indicam-se as zonas com diferentes riscos actuais de erosão. As zonas mais críticas situam-se

As causas para os fenómenos de erosão nas zonas de risco elevado prendem-se com inadequadas práticas agrícolas, insuficiente cobertura do solo em áreas de elevados declives e solos espessos.

10.7. Análise dos potenciais acidentes de poluição

10.7.1. Riscos Relacionados com Actividades Agrícolas

Os principais riscos relacionados com as actividades agrícolas estão relacionados com a utilização de agro-químicos e pesticidas nas áreas de rega. Na **Figura 21** apresentam-se as zonas da bacia mais críticas em termos de poluição difusa. Estas zonas refletem a ocupação dos regadios individuais e tradicionais. O grande problema que decorre desta situação é a contaminação das águas subterrâneas que servem de origem de água a diversos sistemas de abastecimento de água.

10.7.2. Riscos Relacionados com Actividades Industriais

A bacia hidrográfica do Vouga caracteriza-se por uma forte implantação industrial, na qual se incluem diversos sectores potencialmente utilizadores de substâncias perigosas.

Os concelhos onde a ocorrência de unidades industriais destes sectores é mais significativa são o concelho de Águeda (especialmente as freguesias de Aguada de Cima, Águeda, Travasso e Trofa), o concelho de Oliveira do bairro (freguesias de Oiã e Oliveira do Bairro), Albergaria-a-Velha (freguesia de Albergaria-a-Velha) e Aveiro (sobretudo a freguesia de Esgueira).

Seguidamente efectua-se uma descrição muito sumária dos sectores industriais identificados potencialmente utilizadores de substâncias perigosas e identificam-se as zonas do território da bacia, onde se existem riscos significativos de poluição hídrica. A identificação das zonas de risco baseia-se no cruzamento entre o levantamento das indústrias potencialmente utilizadoras de substâncias perigosas fornecido pela DRA e dados sobre as unidades industriais obtidos através de levantamentos de campo.

10.7.2.1 Sectores industriais poluentes presentes na bacia hidrográfica do Vouga

O sector de Revestimento de metais e tratamento de superfícies (CAE 285) apresenta uma expressão muito forte nesta bacia ocorrendo um número significativo de unidades em vários concelhos, nomeadamente : Oliveira do Bairro (freguesias de Oiã e Oliveira do Bairro), Águeda (freguesias de Águeda e Fermentelos), Albergaria-a-velha (freguesia de Albergaria-a-velha), Aveiro (freguesias de Cacia, Esgueira e Glória), Estarreja (freguesia de Beduído), Ílhavo (freguesias de Gafanha da Nazaré e Ílhavo), Oliveira de Azeméis (freguesias de Oliveira de Azeméis e Nogueira do Cravo), Sever do Vouga, Vale de Cambra, Ovar e S. João da Madeira. O número total de unidades industriais deste sector dispersas no território da bacia ronda as duas centenas e meia.

Em relação à Preparação e fiação de fibras têxteis (CAE 17130), foram identificadas duas unidades industriais importantes pertencentes ao sector da indústria têxtil na freguesia de Arrancada do Vouga, concelho de Águeda.

As indústrias de fabricação de papel são responsáveis, em geral, por descargas significativas de efluentes industriais que poderão conter, entre outras substâncias, bifenilo, hidrato de cloral e naftaleno. Aparecem empresas deste grupo nos concelhos de Aveiro, Ovar, Ílhavo, Oliveira de Azeméis e Albergaria-a-Velha. No primeiro, situa-se a fábrica da Portucel, uma grande unidade deste sector, no segundo foram identificadas 5 unidades industriais de pequena dimensão e nos três restantes apenas uma unidade por concelho.

A CAE 241 (Fabricação de produtos químicos de base inclui a fabricação de produtos químicos inorgânicos (CAE 24130), tais como cloro, soda cáustica e hidrogénio, a fabricação de produtos orgânicos de base n.e. (CAE 24143), a fabricação de resinosos e seus derivados (CAE 24141), a fabricação de colas (CAE 24620) e a fabricação de tintas e vernizes (CAE 24301), a

fabricação de produtos farmacêuticos (CAE 24442) e a fabricação de matérias plásticas (CAE 24160). É um sector com uma forte expressão no concelho de Estarreja, no qual estão localizadas algumas unidades industriais de dimensão importante. Outros concelhos onde este sector está também implantado são: Aveiro, Ovar e Santa Maria da Feira, sobretudo com unidades de fabricação de tintas e vernizes, Anadia, na freguesia de Arcos, S. João da Madeira, Ílhavo, Águeda e Oliveira de Azeméis. A indústria química, pela variedade de produtos que utiliza, constitui geralmente uma fonte de descargas de águas residuais contendo diversas substâncias perigosas. Entre estas substâncias pode encontrar-se uma grande quantidade de compostos orgânicos clorados e aromáticos (benzeno, cloreto de benzilideno, clorobenzeno, cloronaftalenos, clorofenol, cloronitrobenzenos, clorotolueno, dicloroetano, etc), sais de dibutilestanho, cloroanilinas, compostos de arsénio (sector das tintas e vernizes) e aminas.

A CAE 26 – Fabricação de produtos minerais não metálicos inclui a indústria de fabricação do vidro e de artigos de vidro e de produtos cerâmicos, apresentando o último maior expressão do que o primeiro, com mais de 18 unidades dispersas pelo território da bacia. Os concelhos onde se verificou a ocorrência de unidades industriais dos sectores do vidro e da cerâmica foram: Mealhada (cerâmica), Albergaria-a-Velha (cerâmica), Oliveira do Bairro (cerâmica), Aveiro (cerâmica e vidro), Anadia (vidro), Cantanhede (vidro) e Oliveira de Azeméis (vidro).

Para a CAE 251 – Fabricação de artigos de borracha, S. João da Madeira é o concelho onde este sector assume maior importância, tendo-se identificado diversas unidades de fabricação de produtos de borracha não especificados (CAE 25130). Em seguida aparece o concelho de Oliveira de azeméis com unidades industriais deste sector em Cesar, Nogueira do Cravo e Oliveira de Azeméis. Outros concelhos onde ocorrem indústrias deste sector, em particular de reconstrução de pneus, são Cantanhede, Ovar, Oliveira de Frades e Oliveira de Azeméis.

Na Fabricação de artigos de matérias plásticas (CAE 252) as indústrias concentram-se no concelho de Águeda, freguesias de Aguada de Cima, Travasso e Águeda.

As unidades industriais do sector de obtenção e primeira fabricação de metais não ferrosos (CAE 274) encontram-se em Aveiro, nas freguesias de Aradas e Eixo, em Albergaria-a-velha, em Águeda, em Oliveira de Azeméis, em Oliveira do Bairro e em S. João da Madeira, na maioria das vezes com apenas uma ocorrência.

O grupo de Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamentos (CAE 28) inclui a fabricação de diversos artigos metálicos e actividades de mecânica em geral. As unidades industriais de fabricação de artigos metálicos e de metalomecânica predominam no concelho de Águeda, no qual foram identificadas 15 unidades deste grupo, sendo também frequentes nos concelhos de Oliveira do Bairro, Albergaria-a-Velha, Cantanhede (freguesias de Cantanhede e Murte) e Oliveira de Frades (freguesia de Ribeiradio).

Os estabelecimentos industriais do sector de Fabricação de material eléctrico (CAE 31) encontram-se sobretudo no concelho de Águeda, nas freguesias de Travasso, Trofa e Aguada de Cima, ocorrendo ainda nos concelhos de Ovar, Albergaria-a-Velha e Mira.

Foi identificada uma fábrica de curtumes na sede do concelho de Ovar.

10.7.2.2 Zonas de Risco de acidentes devido à actividade industrial

A distribuição geográfica das várias unidades industriais potencialmente utilizadoras de substâncias perigosas é apresentada na **Figura 25**, na qual é indicada também a classe de risco, atribuída às diferentes zonas do território da bacia.

A classificação das zonas de riscos foi efectuada através do cruzamento entre o levantamento das indústrias potencialmente utilizadoras de substâncias perigosas fornecido pela DRA e dados sobre as unidades industriais obtidos através de levantamentos de campo. As zonas de maior risco de poluição hídrica correspondem aos locais onde existe uma forte concentração de indústrias potencialmente utilizadoras de substâncias perigosas ou onde existem unidades que, pela sua dimensão ou outras características conhecidas através dos levantamentos de campo, constituem fontes potenciais de poluição significativa.

Zonas de risco 4

As zonas de risco de poluição por substâncias perigosas de classe 4 são:

- Zonas do concelho de Águeda abrangendo as freguesias de Águeda, Borralha, Espinhel e Recardães e Aguada de Cima, Fermentelos, Barro. Nestas duas zonas, os riscos detectados devem-se à grande concentração de indústrias do sector de Revestimento de metais e tratamento de superfícies (CAE 285);
- Freguesia de Valongo do Vouga, na qual se situam duas grandes unidades do sector têxtil;

- Freguesias de Albergaria-a-velha e ValMaior, devido sobretudo à existência de um grande número de unidades do sector de Revestimento de metais e tratamento de superfícies (CAE 285) e ainda de uma unidade de fabricação de papel, no caso de Valmaior;
- Cacia, devido à fábrica da Portucel;
- No concelho de Estarreja, as freguesias de Avanca e Beduído devido à implantação de unidades importantes da indústria química;
- Freguesia de Oliveira de Azeméis, devido ao grande número de empresas implantadas nomeadamente do sector da fabricação de vidro e de artigos de vidro (CAE 261) e de Revestimento de metais e tratamento de superfícies (CAE 285);
- Freguesia de Ovar, na qual se situa uma grande unidade do sector do aço e ainda unidades importantes de fabricação de tintas e vernizes;
- S. João da Madeira, onde a concentração de indústrias é elevada, com unidades industriais dos sectores da química de base, da fabricação de borracha e artigos de borracha e de revestimento de metais;
- Vale de Cambra devido a diversas unidades dos sectores químico e de revestimento de metais.

Zonas de risco 3

Consideraram-se zonas da classe de risco 3, as seguintes:

- Zona das freguesias de Trofa, Travasso e Segadães no concelho de Águeda, devido à existência de diversas unidades do sector de Revestimento de metais e tratamento de superfícies (CAE 285);
- Freguesia de Arcos, onde o risco de poluição dos recursos hídricos está associado ao sector químico;
- No concelho de Aveiro, as freguesias de Glória e Esgueira, devido sobretudo à existência de diversas unidades do sector químico e também de revestimento de metais;
- Freguesia da Gafanha da Nazaré, na qual o risco de poluição está também associado aos sectores da indústria química de base e de revestimento de metais;
- Ílhavo (São Salvador), devido essencialmente à implantação do sector de revestimento de metais;
- No concelho de Oliveira do Bairro, as freguesias de Oiã e Oliveira do Bairro, devido à existência de unidades importantes do sector de fabricação de vidro e artigos de vidro e também do sector de revestimento de metais e tratamento de superfícies.

Zonas de risco 2

As zonas classificadas como zonas de risco 2 foram:

- As freguesias de Eixo, Sever do Vouga, Mealhada e Cantanhede, nas quais o factor de risco é a existência de diversas unidades do sector de revestimento de metais;

- A freguesia de Cesar, no concelho de Oliveira de Azeméis, na qual se situam duas unidades de média dimensão dos sectores da indústria química de base e da fabricação de artigos de borracha;
- A freguesia de Vagos devido à implantação de diversas unidades dos sectores de revestimento de metais e de fabricação de sabões e detergentes.

Zonas de risco 1

Todas as outras freguesias onde foi possível verificar a existência de indústrias potencialmente utilizadoras de substâncias perigosas se consideram zonas de risco da classe 1:

- Macinhata do Vouga; Branca; Sangalhos; S. Lourenço do Bairro; Oliveirinha; Santa Joana; Souto; Romariz; Casal Comba; Fajões; Macieira de Sarnes; Nogueira do Cravo; Ossela; Pindelo; Ul; Vila de Cucujães; Palhaça; Valega; S. João de Ovar; Pessegueiro do Vouga; Murte de; Ourenta; Mira; Oliveira de Frades; Ribeiradio; Souto de Lafões; Campia.

10.8. Situações de conflito relativas à ocupação do solo (espaços artificializados)

As principais conclusões retiradas da análise da ocupação do solo são as seguintes:

- A ocupação do solo no PBH do Rio Vouga é predominantemente florestal e agrícola e os espaços artificializados têm vindo a aumentar progressivamente;
- A análise dos tipos de ocupação do solo que mais interagem com os recursos hídricos, evidencia uma forte intensificação das utilizações que desenvolve-se das Cabeceiras para o Baixo Vouga;
- As propostas de ordenamento dos PDM's no que se refere a espaços urbanos e industriais prevêem aumentos significativos em toda a área do plano;
- A análise das captações de água, inseridas nos espaços urbanos e industriais apontam para uma sobreposição de 37 captações em espaço urbano e 3 captações em espaço industrial;
- Face à sobreposição dos aquíferos com os espaços artificializados verifica-se, principalmente no Baixo e Médio Vouga algumas situações que deverão ser alvo de medidas de prevenção e/ou protecção no âmbito do Programa de Medidas e Acções;
- Existem áreas urbanas e industriais em áreas para a conservação da natureza que, tal como no ponto anterior, deverão ser alvo de uma abordagem integrada com vista à não deterioração dos recursos ambientais existentes.