



**Universidade da Beira Interior**

**AVALIAÇÃO DE RISCO  
PARA OS RECURSOS HÍDRICOS EM CASO DE  
REJEIÇÃO DE  
SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS**

Anabela R. Sequeira Rebelo

Dissertação apresentada como requisito para  
obtenção do Grau de Mestre em Química  
Industrial

Covilhã

Junho de 2009



**Universidade da Beira Interior**

**AVALIAÇÃO DE RISCO  
PARA OS RECURSOS HÍDRICOS EM CASO DE  
REJEIÇÃO DE  
SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS**

Anabela R. Sequeira Rebelo

**Orientação Científica**

Prof. Doutora Maria Isabel Almeida Ferra

**Co-orientação Científica**

Prof. Doutora Isolina Maria da Silva Cabral Gonçalves

Dissertação apresentada como requisito para  
obtenção do Grau de Mestre em Química Industrial

Covilhã

Junho de 2009

*A boa qualidade da água assegurará o  
abastecimento das populações com água potável.*

*Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho,  
de 23 de Outubro de 2000*

## **Agradecimentos**

Às minhas orientadoras, Prof. Doutora Isabel Ferra e Prof. Doutora Isolina Gonçalves pela orientação e apoio ao longo deste trabalho.

À ARH do Algarve, I. P., em particular à sua Presidente, Eng.<sup>a</sup> Valentina Calixto, e seu Vice-Presidente, Eng.º Paulo Cruz, pela disponibilização de dados, sem os quais este estudo não teria sido possível.

Aos colegas que de alguma forma me ajudaram. Em especial, à Andreia, Beatriz, Bina, Edite, Maria José e Sofia um agradecimento pelas sugestões e discussão de ideias e à Ana e Sandra pela preciosa ajuda na componente SIG.

À minha família, com especial afecto ao Zé, à Andreia e à Sara pela compreensão e motivação ao longo deste período.

A todos os que directa ou indirectamente tornaram este trabalho possível, um *Muito Obrigado!*

## Resumo

No presente trabalho desenvolve-se um modelo conceptual, assente numa metodologia estratégica, para avaliação de risco para os recursos hídricos (MARRH) em caso de rejeições de substâncias perigosas (tóxicas, persistentes, bioacumuláveis) para a água, designadamente hidrocarbonetos de origem mineral.

O MARHH, à semelhança dos procedimentos de avaliação estratégica, evolui em três fases: (1) Definição dos Factores Críticos, (2) Análise e Avaliação e (3) Seguimento, nas quais se integram a caracterização e gestão do risco. Os resultados da última fase são utilizados, num processo iterativo, permitindo avaliar diversas opções de gestão face a um mesmo cenário.

A caracterização do risco é obtida através de um processo de integração de matrizes, relativas às características dos recursos hídricos, das fontes de perigo e utilizando como base os instrumentos de ordenamento de território existentes para a área.

Este modelo foi aplicado a um caso-estudo, situado na Região Hidrográfica do Algarve, uma unidade de armazenamento e pré-aquecimento de *Fuelóleo n.º 4 BTE*, por comparação dos dados obtidos via MARRH com dados reais de uma situação de acidente ocorrida em Abril de 2007 nestas instalações.

**Palavras-Chave:** Água, Avaliação de Risco, Factores Críticos, MARRH, Perigo, Poluição, Recursos Hídricos, Risco, Substâncias perigosas e prioritárias.

## **Abstract**

This essay aims to develop a conceptual model for pollution risk assessment, based on a strategic appraisal, related with the dangerous substances (persistent, bioaccumulative and toxic) discharged into water resources (MARRH), specifically in the case of hydrocarbon oil products.

The MARRH, like the strategic assessment procedures, progresses in three phases: (1) Critical Factors Definition, (2) Assay and Appraisal and (3) Development, which involve the risk management and characterization. The results from the last step are used, in an iterative approach, to forecast several management risk options.

The risk quantification is achieved by matrix integration, related to the water resources and the danger focal point characterization, using the local spatial planning policies.

This model was applied to a case-study, a unit of *Fuel oil n.º 4 BTE* storage and pre-heating, located at Algarve's River Basin Region, by comparing the MARRH results with the real data taken from the accident scenario occurred in April 2007.

**Keywords:** Water, Risk Assessment, Critical Factors, MARRH, Danger, Pollution; Water Resources, Risk, Dangerous and Priority Substances.

## Lista de Abreviaturas

AFCEE	– The <b>Air Force Center</b> for <b>Engineering</b> and the <b>Environment</b>
ALARP	– <b>As Low As Reasonably Possible</b>
APA	– <b>Agência Portuguesa do Ambiente</b>
ARH	– <b>Administração da Região Hidrográfica</b> , I. P.
BPEO	<b>Best Practicable Environmental Options</b>
CAP	– <b>Concentração Ambiental Previsível</b>
CAPse	– <b>Concentração Ambiental Previsível sem efeito</b>
CAS	– <b>Chemical Abstracts Service</b>
CCDR	– <b>Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional</b>
COMMPS	– <b>Combined Monitoring-based and Modelling-based Priority Setting scheme</b>
DEFRA	– <b>Department for Environment, Food and Rural Affairs</b>
DQA	– <b>Directiva Quadro da Água</b>
DRAOT	– <b>Direcção Regional do Ambiente e do Ordenamento do Território</b>
EEA	– <b>European Environmental Agency</b>
EINECS	– <b>European Inventory of Existing Commercial chemical Substances</b>
ELINCS	– <b>European List of Notified Chemical Substances</b>
ERA	– <b>Environmental Risk Assessment</b>
ESIS	– <b>European chemical Substances Information System</b>
FC	<b>Factor Crítico</b>
FDS	– <b>Fichas de Dados de Segurança</b>
FLNA	– <b>Fase Líquida Não Aquosa</b>
FLNAL	– <b>Fase Líquida Não Aquosa Leve</b>
HPA	– <b>Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos</b>
INAG	– <b>Instituto da Água</b> , I. P.
MAOT	– <b>Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território</b>
MARRH	– <b>Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos</b>
MBVRP	– <b>Mais Baixo Valor Razoavelmente Possível</b>
NAPL	– <b>NonAqueous Phase Liquid</b>
NAS	– <b>Nacional Academy of Sciences</b>
NQA	– <b>Norma de Qualidade Ambiental</b>
OQ	– <b>Objectivo de Qualidade</b>
PGBH	– <b>Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica</b>
PRP	– <b>Programa de Redução de Poluição</b>
q <sub>R</sub>	– <b>Quociente de Risco</b>
SIG	– <b>Sistema de Informação Geográfica</b>
SMWW	– <b>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</b>
TURH	– <b>Título de Utilização dos Recursos Hídricos</b>
UE	– <b>União Europeia</b>
VLE	– <b>Valor Limite de Emissão</b>

## Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Política da Água .....	1
1.2.	Enquadramento .....	2
1.3.	Objectivos.....	3
1.4.	Estrutura do Trabalho.....	3
2.	Região Hidrográfica do Algarve .....	5
2.1.	Enquadramento .....	5
2.2.	Hidrogeologia .....	7
2.3.	Zonas Húmidas.....	9
3.	Substâncias Perigosas .....	11
3.1.	Substâncias Perigosas no âmbito da Directiva 67/548/CEE.....	11
3.2.	Substâncias Perigosas para o Meio Aquático .....	14
3.3.	Substâncias Perigosas para as Águas Marinhas no âmbito das Convenções Internacionais....	18
3.4.	Substâncias Prioritárias .....	19
4.	Avaliação de Risco Ambiental .....	23
4.1.	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição.....	23
4.2.	Perigo.....	24
4.3.	Risco .....	25
4.4.	Acidentes de Poluição .....	25
4.5.	Bases de Dados de Acidentes .....	28
4.6.	Avaliação de Risco .....	29
5.	Definição de um Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos.....	41
5.1.	Desenvolvimento do MARRH.....	42
5.1.1.	1ª Fase.....	42
5.1.2.	2ª Fase.....	45
5.1.3.	3ª Fase.....	52
6.	Aplicação do Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos.....	55
6.1.	Identificação dos Factores Críticos .....	55
6.1.1.	Enquadramento .....	55
6.1.2.	Identificação da Fonte de Perigo (Caso-Estudo) .....	57

6.1.3.	Localização da Fonte de Perigo .....	59
6.1.4.	Quantificação das Substâncias Químicas Presentes no Local .....	62
6.2.	Análise e Avaliação .....	63
6.2.1.	Avaliação das Emissões .....	63
6.2.2.	Cenários de Exposição .....	65
6.2.3.	Caracterização do Risco .....	73
6.2.4.	Gestão do Risco .....	74
6.2.4.1.	Medidas de Mitigação .....	74
6.2.4.2.	Medidas para Retenção ou Transferência de Riscos .....	76
6.3.	Seguimento .....	76
6.3.1.	Gestão do Risco .....	76
6.3.2.	Monitorização Ambiental .....	80
6.3.2.1.	Definição de locais a amostrar .....	80
6.3.2.2.	Parâmetros e Amostragem .....	84
6.3.2.3.	Métodos Analíticos e Resultados .....	86
6.3.2.4.	Evolução dos Planos de Monitorização .....	90
6.3.2.5.	Medidas de Recuperação .....	95
7.	Conclusões .....	97
	Referências Bibliográficas .....	103
	Glossário .....	111
Apêndice I	Escalas de Risco	
Apêndice II	Enquadramento Espacial do Caso-Estudo	
Apêndice III	Caracterização do Risco Associado ao Caso-Estudo	
Anexo I	Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976: Lista I efectiva de Substâncias Perigosas para o Meio Aquático	
Anexo II	Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976: Lista II de Substâncias Perigosas para o Meio Aquático	
Anexo III	Extracto de Título de Utilização dos Recursos Hídricos para Rejeição de Águas Residuais	
Anexo IV	Fuelóleo n.º 4 BTE: Ficha de Dados de Segurança e Ficha de Especificação Comercial	

## Índice de Figuras

- Figura 1.1 – Ria Formosa
- Figura 2.1 – Região Hidrográfica do Algarve – PTRH08
- Figura 2.2 – Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve
- Figura 2.3 – Ordenamento biofísico do Algarve
- Figura 2.4 – Sistemas aquíferos na Região Hidrográfica do Algarve
- Figura 2.5 – Ria Formosa
- Figura 2.6 – Porto comercial na Ria Formosa
- Figura 2.7 – Localização de infra-estruturas na Ria Formosa
- Figura 3.1 – Símbolo de perigo N
- Figura 3.2 – Pontos de amostragem de substâncias perigosas no Algarve – águas interiores, estuarinas e costeiras
- Figura 4.1 – Derrame de ácido clorídrico junto à Estrada Nacional 125, perto da Ribeira de Bensafrim, Lagos
- Figura 4.2 – Lindano
- Figura 4.3 – Pentaclorofenóxido de sódio
- Figura 4.4 – Aldrina
- Figura 4.5 – Ciclo de vida de uma substância química
- Figura 4.6 – *Árvore Papillon* – Evolução de um acidente numa instalação industrial
- Figura 4.7 – Vias de exposição química
- Figura 4.8 – Vias de exposição para o meio hídrico
- Figura 4.9 – Matriz para caracterização do risco
- Figura 4.10 – Formas de gestão de risco
- Figura 4.11 – Metodologia de avaliação de risco estratégica da Environment Agency, United Kingdom
- Figura 4.12 – Avaliação das melhores opções ambientais (BPEO), segundo a Environment Agency, United Kingdom
- Figura 5.1 – Matrizes de Risco
- Figura 5.2 – Esquema de afectação
- Figura 5.3 – Diagrama do MARRH

- Figura 6.1 – Unidades produtoras/utilizadoras de substâncias perigosas inventariadas no Algarve
- Figura 6.2 – Caso-Estudo: Sistema de armazenamento e pré-aquecimento de fuelóleo, para abastecimento de sistema de geração de vapor
- Figura 6.3 – Localização da fonte de perigo
- Figura 6.4 – Localização da fonte de perigo na sub-bacia da Ribeira do Tronco, bacia hidrográfica das Ribeiras da Ria Formosa
- Figura 6.5 – Aquífero S. João da Venda-Quelfes
- Figura 6.6 – Aquífero com níveis argilosos descontínuos mas confinantes
- Figura 6.7 – Depósito de armazenamento de fuelóleo e respectiva bacia de retenção
- Figura 6.8 – Árvore de Falhas
- Figura 6.9 – Árvore de Incidentes
- Figura 6.10 – Localização da fonte de perigo e captações de água subterrânea
- Figura 6.11 – Sistema de drenagem de águas pluviais do caso-estudo contendo derrame
- Figura 6.12 – Sistema de drenagem de águas pluviais do caso-estudo contendo derrame - Zona de ligação à linha de água
- Figura 6.13 – Trabalhos de limpeza de fuelóleo na linha de água junto ao caso-estudo
- Figura 6.14 – Vestígios de fuelóleo na linha de água
- Figura 6.15 – Zona saturada e não saturada
- Figura 6.16 – Evolução da contaminação nas camadas subsuperficiais
- Figura 6.17 – Fluidos imiscíveis nos espaços porosos de um meio granular
- Figura 6.18 – Modelo simples da evolução da FLNA através de bolsas horizontais e fracturas ou fissuras verticais
- Figura 6.19 – Evolução do risco na sequência da aplicação de medidas de mitigação
- Figura 6.20 – Sistema de armazenamento de fuelóleo para abastecimento de sistema de geração de vapor
- Figura 6.21 – Sistema de armazenamento de fuelóleo para abastecimento de sistema de geração de vapor
- Figura 6.22 – Evolução real do risco associado ao caso-estudo
- Figura 6.23 – Poço com engenho – Nora
- Figura 6.24 – Zona eventualmente afectada em caso de acidente
- Figura 6.25 – Captações de água subterrânea monitorizadas
- Figura 6.26 – Recolha de amostras
- Figura 6.27 – Evolução do plano de monitorização
- Figura 6.28 – Resultados analíticos da captação 607/640

- Figura 6.29 – Resultados analíticos da captação 607/641
- Figura 6.30 – Resultados analíticos da captação 607/642
- Figura 6.31 – Alargamento da zona a monitorizar

## Índice de Tabelas

- Tabela 3.1 – Directivas-Filhas e transposição para direito interno
- Tabela 3.2 – Programas de acção em vigor
- Tabela 3.3 – Substâncias prioritárias e perigosas prioritárias
- Tabela 4.1 – Bases de dados sobre acidentes químicos
- Tabela 6.1 – Propriedades físico-químicas do Fuelóleo N° 4BTE (Galp Energia, 2006)
- Tabela 6.2 – Vias de exposição e cenários de contaminação
- Tabela 6.3 – Quantificação do risco associado ao caso-estudo
- Tabela 6.4 – Evolução do risco associado ao caso-estudo na sequência da implementação de melhorias
- Tabela 6.5 – Evolução do risco associado ao caso-estudo na sequência da substituição do combustível
- Tabela 6.6 – Quantificação do risco associado ao caso-estudo (situação actual)
- Tabela 6.7 – Substâncias químicas a monitorizar
- Tabela 6.8 – Material de amostragem e conservação das amostras
- Tabela 6.9 – Métodos analíticos utilizados para determinação de parâmetros no cenário real de acidente no caso-estudo
- Tabela 6.10 – Resultados analíticos (campanhas de 12/04/2007 e 25/09/2007)
- Tabela 6.11 – Comparação dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados com as normas de qualidade da Directiva 2008/105/CE
- Tabela 6.12 – Resultados analíticos da campanha de 29 de Setembro

## 1. Introdução

### 1.1. Política da Água

Dada a importância e a elevada necessidade de protecção dos recursos hídricos, em 23 de Outubro de 2000, foi aprovada a Directiva 2000/60/CE, vulgarmente designada por Directiva-Quadro da Água (DQA) que estabelece princípios visando a protecção e gestão integrada da água, porque:

*A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal (União Europeia, 2000).*

No âmbito das políticas estabelecidas pela DQA, a gestão da água deve observar, entre outros, os seguintes princípios:

- **Princípio da dimensão ambiental da água**, nos termos do qual se reconhece a necessidade de um elevado nível de protecção da água, de modo a garantir a respectiva utilização sustentável;
- **Princípio da precaução**, segundo o qual as medidas, destinadas a evitar o impacto negativo de uma acção sobre o ambiente, devem ser adoptadas mesmo na ausência de certeza científica da existência de uma relação causa-efeito entre eles;
- **Princípio da prevenção**, por força do qual, as acções com efeitos negativos no ambiente devem ser consideradas de forma antecipada de forma a eliminar as próprias causas de alteração do ambiente ou reduzir os seus impactos quando tal não seja possível;
- **Princípio da correcção**, prioritariamente na fonte, dos danos causados ao ambiente e da imposição ao emissor poluente de medidas de correcção e recuperação e dos respectivos custos.

A DQA prevê ainda o desenvolvimento de Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica (PGBH), os quais, entre outros aspectos para a prevenção da poluição, terão de:

- Assegurar o estabelecimento de um programa de medidas de base destinadas à prevenção de riscos de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas;

- Identificar e avaliar os riscos de poluição de todas as potenciais fontes e de estabelecer um sistema de aviso e alerta, com diferentes níveis de actuação.

A nível nacional, as entidades competência na gestão dos recursos hídricos são:

- O Instituto da Água (INAG) – autoridade nacional da água – representa o Estado como garante da política nacional das águas;
- As Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH), a nível de região hidrográfica, que prosseguem atribuições de gestão das águas, incluindo o respectivo planeamento, licenciamento e fiscalização.

## 1.2. Enquadramento

Diariamente são utilizadas, manuseadas, transportadas inúmeras substâncias químicas, nos mais diferentes contextos, desde o uso doméstico, ao processamento e utilização industrial.

Durante o transporte, manuseio ou utilização de determinadas substâncias, podem ocorrer acidentes ou situações anómalas que podem levar à emissão de poluentes perigosos e conseqüentemente a contaminação, por via directa ou indirecta, das águas superficiais e/ou subterrâneas.

Embora o tecido industrial no Algarve seja constituído por uma diversidade relativamente pequena de sectores de actividades, nomeadamente no que concerne à produção de águas residuais industriais, existem alguns passíveis de utilizar substâncias perigosas. Também, no dia-a-dia é vulgar o uso de misturas e de compostos químicos, inclusive a nível doméstico, havendo algumas práticas que poderão conduzir à produção de substâncias perigosas e conseqüentemente à rejeição destas para o meio hídrico (Rebelo, 2006).

A nível do meio hídrico, existem na região hidrográfica do Algarve algumas zonas de especial interesse, particularmente as zonas húmidas, donde se destacam as zonas estuarinas,



Figura 1.1 – Ria Formosa (imagem cedida pela ARH do Algarve)

em especial a Ria Formosa (figura 1.1) que sustenta um ecossistema de elevada importância nacional e internacional (e.g. a nível da avifauna como local de criação, de invernada ou de permanência temporária durante a migração) e que integra uma área protegida – Parque Natural da Ria Formosa (Turismo do Algarve et CCDR-Algarve<sup>1</sup>, 2007).

Para prevenção e protecção das águas contra a poluição por substâncias químicas perigosas torna-se essencial identificar as fontes de perigo e proceder à avaliação do risco ambiental associado a essas mesmas fontes.

### 1.3. Objectivos

Com este trabalho pretende-se desenvolver um modelo conceptual para avaliação de risco de contaminação dos recursos hídricos, resultante de rejeições de substâncias perigosas (tóxicas, persistentes, bioacumuláveis) para a água, particularmente hidrocarbonetos de origem mineral. numa dada região do País – Região Hidrográfica do Algarve.

A avaliação de risco para o ambiente (no presente caso, especificamente para os recursos hídricos) associada a eventuais cenários de acidentes ou situações anómalas que envolvam substâncias químicas perigosas, permitirá, à partida, identificar os pontos críticos na utilização, manuseio e transporte desse tipo de matérias, o que por sua vez irá facilitar a definição de métodos de actuação adequados em caso de situação real de adversidade e poderá auxiliar as autoridades competentes na tomada de decisão perante tais cenários.

### 1.4. Estrutura do Trabalho

Para além da presente introdução e da conclusão, o presente trabalho desenvolve-se em cinco capítulos. Os três primeiros reportam-se à caracterização do tema, designadamente em termos de:

- Ordenamento do território: caracterização da região hidrográfica do Algarve, no que concerne aos recursos hídricos (subterrâneos e superficiais) e à importância que estes representam para a área em estudo;

---

<sup>1</sup> CCDR-Algarve – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve.

- Classificação de perigo das substâncias químicas e a definição destas como perigosas para a água, perante o risco que apresentam para o meio hídrico, em caso de poluição;
- Actual estado da arte para a avaliação de risco ambiental, incluindo as várias fases do processo e as metodologias de caracterização (quantitativa e qualitativa) e de gestão do risco.

Nos dois capítulos seguintes apresenta-se:

- O desenvolvimento de um modelo de avaliação de risco para os recursos hídricos, aplicado à Região Hidrográfica do Algarve;
- A aplicação do referido modelo por comparação dos dados obtidos através do mesmo com dados reais de uma situação de acidente.

## 2. Região Hidrográfica do Algarve

### 2.1. Enquadramento

A Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve abrange uma área de 3 837 km<sup>2</sup>, repartida por quinze concelhos do Algarve<sup>2</sup> e três da Região do Alentejo<sup>3</sup>. Destes, oito<sup>4</sup> apenas são abrangidos parcialmente (MAOT<sup>5</sup>, 2000)<sup>6</sup>.

*A bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou por um sistema interligado de cursos de água tal que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída (Lencastre et al, 1992).*

A região hidrográfica é a unidade principal de planeamento e gestão das águas, tendo por base a bacia hidrográfica, conforme previsto na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, que transpõe para direito interno a DQA.

A Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (figura 2.1), com uma área total de 5 509 km<sup>2</sup>, integra a bacia hidrográfica das ribeiras do Algarve (figura 2.2) incluindo as respectivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes (ARH do Algarve et INAG, 2009).

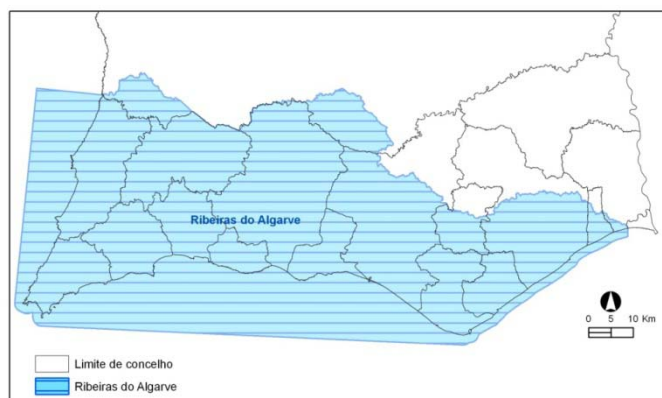


Figura 2.1 – Região Hidrográfica do Algarve - PTRH08 (Fonte: ARH do Algarve)

<sup>2</sup> Albufeira, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António.

<sup>3</sup> Almodôvar, Odemira e Ourique.

<sup>4</sup> Almodôvar, Odemira, Ourique, Loulé, São Brás de Alportel, Tavira, Castro Marim e Vila Real de Santo António.

<sup>5</sup> MAOT – Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

<sup>6</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. I. O Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve foi aprovado pelo Decreto-Regulamentar n.º 12/2002, de 9 de Março.



Figura 2.2 – Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (Fonte: ARH do Algarve)

Genericamente, a região é composta por três unidades geológica, morfológica e pedologicamente distintas (figura 2.3): a Serra, o Barrocal e o Litoral (MAOT, 2000)<sup>7</sup>.

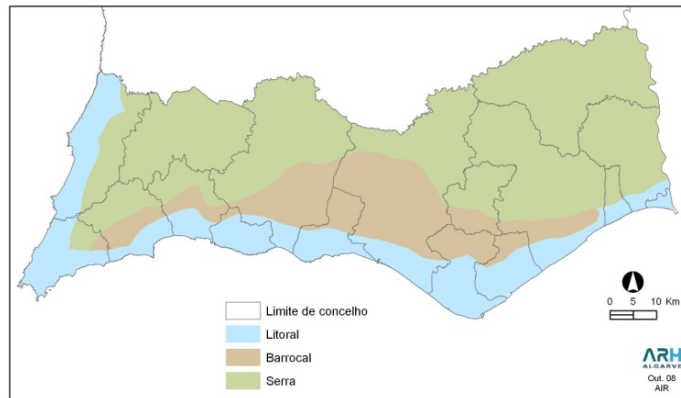


Figura 2.3 – Ordenamento biofísico do Algarve (Fonte: ARH do Algarve)

Na zona da Serra Algarvia nascem os principais cursos de água da região hidrográfica, que escoam para o Litoral Oeste e Sul em direcção ao Oceano Atlântico, sendo o mais importante, o Rio Arade.

A maior parte dos cursos de água possui um regime torrencial com caudais nulos ou muito reduzidos durante uma parte do ano, correspondente ao período de estiagem. A orientação geral das linhas de água principais é perpendicular à linha de costa, destacando-se a pequena extensão dos seus cursos, em geral inferior a 30 km. Constituem excepção o Rio Arade e as Ribeiras de Odelouca, Seixe, Algibre, Alportel e Gilão, quer em extensão, quer relativamente à orientação geral que apresentam (MAOT, 2000)<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. I.

Na Serra (cerca de 47% da área da bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve), correspondente aos afloramentos de rochas mais antigas (xistos argilosos e grauvaques), predominam as formas arredondadas nos topos. No Barrocal, com área mais reduzida (cerca de 26% da área) os calcários e dolomitos representam formas que apresentam por vezes algum vigor, testemunhadas por numerosos relevos estruturais que se elevam da superfície calcária. O Litoral é dominado por vastas áreas planas, correspondentes às formações mais recentes que cobrem a Orla Algarvia e que constituem a faixa costeira, na qual se integram os sistemas lagunares da Ria Formosa e de Alvor (MAOT, 2000)<sup>8</sup>.

## 2.2. Hidrogeologia

Ao nível da bacia das Ribeiras do Algarve, a aptidão aquífera das diversas unidades estratigráficas que ocorrem nesta é variável, podendo algumas delas constituir sistemas aquíferos de importância regional e outras serem apenas susceptíveis de assegurar pequenas explorações.

As formações que dispõem de maiores recursos hídricos subterrâneos, quase todas de natureza carbonatada, situam-se numa faixa ocupando parte do Barrocal e Litoral. Actualmente reconhecem-se dezasseis sistemas aquíferos principais (figura 2.4) instalados em rochas carbonatadas, e um em areias de duna, dispendo de recursos médios renováveis que se estimam ser da ordem dos 190 hm<sup>3</sup>/ano (MAOT, 2000)<sup>8</sup>.

De um modo geral, as condições hidrogeológicas da região podem ser sintetizadas da seguinte forma:

- As áreas que correspondem à Serra Algarvia (maior parte da bacia) são cobertas por formações paleozóicas pouco produtivas, formadas fundamentalmente por xistos e grauvaques;
- As áreas correspondentes ao Barrocal Algarvio são as que dispõem de recursos hídricos subterrâneos mais abundantes devido à extensão das formações calcárias, do Jurássico inferior, médio e superior, que se apresentam muitas vezes altamente carsificadas, condições que permitem uma recarga abundante e uma circulação a armazenamento elevados;
- As áreas correspondentes ao Litoral são ocupadas, essencialmente, por formações mais recentes, com boas aptidões aquíferas nalgumas regiões,

---

<sup>8</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. I.

embora dispondo de recursos muito mais limitados e, em geral, com qualidade fraca, senão mesmo imprópria para abastecimento. Trata-se de uma região sujeita a elevada procura, onde uma exploração intensiva pode produzir situações pontuais, ou em alguns casos mais significativas, de intrusão salina (MAOT, 2000)<sup>9</sup>.

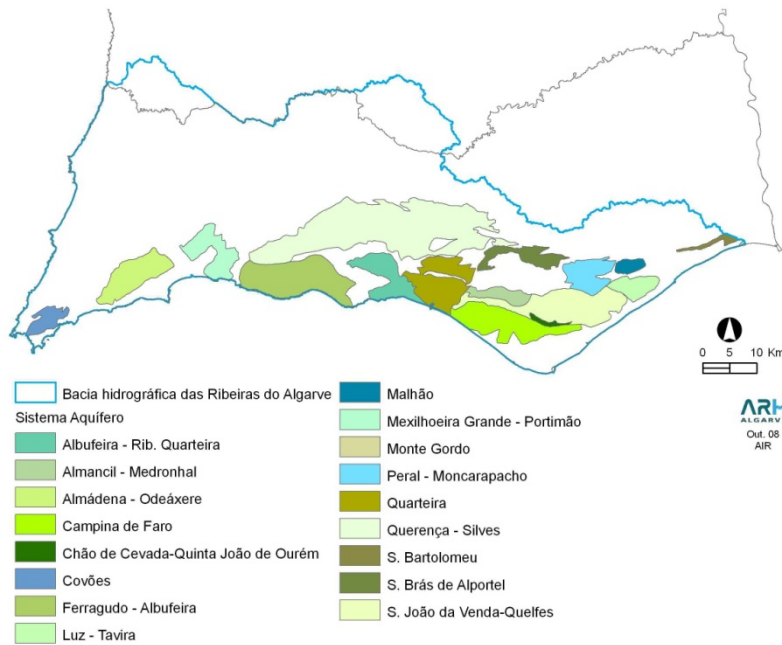


Figura 2.4 – Sistemas aquíferos na Região Hidrográfica do Algarve (Fonte: ARH do Algarve)

Dentro dos 16 principais sistemas aquíferos na bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve, sobressai o sistema aquífero Querença-Silves, que ocupa uma área de 320,6 km<sup>2</sup>, sendo limitado a Norte pelos “Grés de Silves” e a Sul pelos calcários margosos e margas do Caloviano-Oxfordiano-Kimeridgiano, ambos com comportamento menos permeável. No entanto, devido à complexidade dos padrões de afloramento, algumas áreas não apresentam qualquer interesse hidrogeológico, enquanto outras têm um funcionamento hidráulico independente.

As formações aquíferas carbonatadas do Jurássico constituem um sistema aquífero cársico, livre a confinado. De facto, devido à estrutura tectónica destas formações, o sistema aquífero é dividido em subunidades com comportamento hidráulico próprio (MAOT, 2000)<sup>10</sup>.

Relativamente aos aspectos geomorfológicos com incidência na capacidade de infiltração destacam-se as depressões cársicas de grande tamanho e alguns

<sup>9</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. I.

<sup>10</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. III.

sumidouros activos. No entanto, o fundo de algumas dessas depressões, assim como outras superfícies, encontram-se cobertos por sedimentos (aluviões, terraços e/ou *terra rossa*) com permeabilidade vertical por vezes baixa ou nula (MAOT, 2000)<sup>11</sup>.

Do ponto de vista de ocupação dos solos, este sistema aquífero é atravessado por várias vias rodoviárias, das quais se evidenciam a A2 (auto-estrada que liga Lisboa ao Algarve) e a linha ferroviária Lisboa-Algarve, que suportam uma parte significativa do transporte de mercadorias para a região, incluindo as mercadorias perigosas.

### 2.3. Zonas Húmidas

Segundo a metodologia usada no Plano de Bacia das Ribeiras do Algarve, na área da bacia foram identificadas as seguintes zonas húmidas: Ria de Alvor, Rio Arade/Odelouca, Ria Formosa e a Ribeira de Menalva, dentro das quais se distingue a Ria Formosa que, pela sua dimensão (160 km<sup>2</sup>) e complexidade estrutural, é considerada a zona húmida mais importante do sul do país (figura 2.5).

A Ria Formosa é um sistema lagunar de grandes dimensões que inclui uma faixa bem conservada de ilhas barreira que asseguram a protecção de uma vasta área de sapais, bancos de vasa e areias. Na zona de interface, existem charcos de água salobra e pequenas linhas de água com grande valor para as comunidades vegetais e faunísticas.



Figura 2.5 – Ria Formosa (imagem cedida pela ARH do Algarve)

Estas características naturais e a sua situação geográfica elegeram-na como área de grande importância do ponto de vista da avifauna (MAOT, 2000)<sup>12</sup>.

A Ria Formosa é ladeada pelas cidades de Faro, Olhão e Tavira e dentro deste sistema lagunar encontram-se implantadas três infra-estruturas de elevada importância e complexidade: o parque de armazenamento de

<sup>11</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. III.

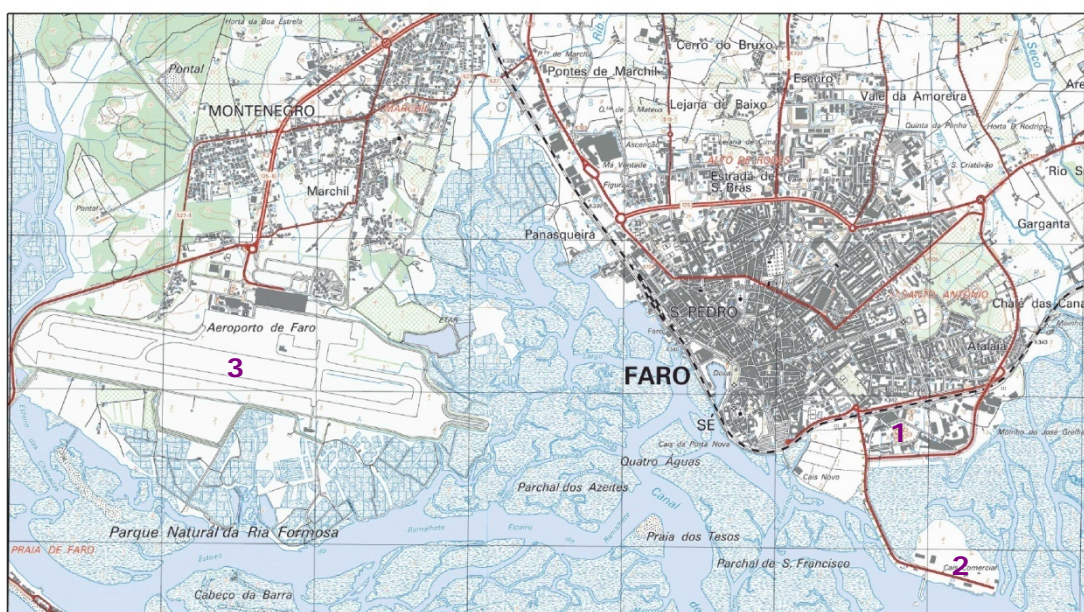
<sup>12</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. I.

combustíveis, o porto comercial de Faro e o Aeroporto Internacional de Faro (figura 2.6).

Estas três instalações (figura 2.7) representam um factor de risco sobre o meio hídrico muito importante, dado que em caso de acidente, as consequências poderão ser muito prejudiciais para a laguna, tendo em conta as características e propriedades das substâncias químicas passíveis de estarem presentes nestas unidades.



Figura 2.6 – Porto comercial na Ria Formosa (imagem cedida pela ARH do Algarve)



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas n.º 610 e 611, 2005 e 2006, escala 1:25 000.  
Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsóide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.

- 1 - Parque de Armazenamento de Combustíveis
- 2 - Porto Comercial
- 3 - Aeroporto Internacional de Faro



Figura 2.7 – Localização de infra-estruturas na Ria Formosa (Fonte: ARH do Algarve)

### 3. Substâncias Perigosas

A nível mundial existem cerca de 39 milhões de compostos orgânicos e inorgânicos registados no *Chemical Abstracts Service* (CAS)<sup>13</sup>, a maior base de dados a nível mundial sobre substâncias químicas.

De acordo com o *European chemical Substances Information System* (ESIS) existem cerca de 100 204 substâncias químicas que são comercializadas no espaço europeu (*European Inventory of Existing Commercial chemical Substances – EINECS*)<sup>14</sup>, entre as quais, 4381 estão notificadas como perigosas (*European List of Notified Chemical Substances – ELINCS*)<sup>14</sup>.

#### 3.1. Substâncias Perigosas no âmbito da Directiva 67/548/CEE

O Regulamento para a Classificação, Embalagem, Rotulagem e Fichas de Dados de Segurança de Preparações Perigosas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 82/2003, de 23 de Abril, define como “Substâncias”, *os elementos químicos e seus compostos no seu estado natural ou tal como obtidos por qualquer processo de produção, incluindo qualquer aditivo necessário para preservar a estabilidade do produto e qualquer impureza derivada do processo de produção, com excepção de qualquer solvente que possa ser separado sem afectar a estabilidade da substância nem alterar a sua composição.* As “Preparações” são definidas como *as misturas ou soluções compostas por duas ou mais substâncias.*

O referido regulamento estabelece ainda que as substâncias ou preparações podem classificar-se como perigosas se estiverem incluídas nas categorias abaixo indicadas:

- *Explosivas – substâncias e preparações sólidas, líquidas, pastosas ou gelatinosas que podem reagir exotermicamente e com uma rápida libertação de gases mesmo sem a intervenção do oxigénio do ar e que, em determinadas condições de ensaio, detonam, deflagram rapidamente ou, sob o efeito do calor, explodem em caso de confinamento parcial;*

<sup>13</sup> American Chemical Society, CAS REGISTRY<sup>SM</sup>.

<sup>14</sup> Consumer Products Safety & Quality Unit, European chemical Substances Information System.

- *Comburentes – substâncias e preparações que, em contacto com outras substâncias, especialmente com substâncias inflamáveis, apresentam uma reacção fortemente exotérmica;*
- *Extremamente inflamáveis – substâncias e preparações líquidas cujo ponto de inflamação é extremamente baixo e cujo ponto de ebulição é baixo e substâncias e preparações gasosas que, à temperatura e pressão normais, são inflamáveis ao ar;*
- *Facilmente inflamáveis:*
  - *Substâncias e preparações que podem aquecer até ao ponto de inflamação em contacto com o ar a uma temperatura normal, sem emprego de energia; ou*
  - *Substâncias e preparações no estado sólido, que se podem inflamar facilmente por breve contacto com uma fonte de inflamação e que continuam a arder ou a consumir-se após a retirada da fonte de inflamação; ou*
  - *Substâncias e preparações no estado líquido cujo ponto de inflamação é muito baixo; ou*
  - *Substâncias e preparações que, em contacto com a água ou ar húmido, libertam gases extremamente inflamáveis em quantidades perigosas;*
- *Inflamáveis – substâncias e preparações líquidas cujo ponto de inflamação é baixo;*
- *Muito tóxicas – substâncias e preparações que, quando inaladas, ingeridas ou absorvidas através da pele, mesmo em muito pequena quantidade, podem causar a morte ou riscos de afecções agudas ou crónicas;*
- *Tóxicas – substâncias e preparações que, quando inaladas, ingeridas ou absorvidas através da pele, mesmo em pequena quantidade, podem causar a morte ou riscos de afecções agudas ou crónicas;*
- *Nocivas – substâncias e preparações que, quando inaladas, ingeridas ou absorvidas através da pele, podem causar morte ou riscos de afecções agudas ou crónicas;*
- *Corrosivas – substâncias e preparações que, em contacto com tecidos vivos, podem exercer sobre estes uma acção destrutiva;*
- *Irritantes – substâncias e preparações não corrosivas que, em contacto directo, prolongado ou repetido com a pele ou as mucosas, podem provocar uma reacção inflamatória;*
- *Sensibilizantes – substâncias e preparações que, por inalação ou penetração cutânea, podem causar uma reacção de hipersensibilização tal que uma*

*exposição posterior à substância ou à preparação produza efeitos nefastos característicos;*

- *Cancerígenas – substâncias e preparações que, por inalação, ingestão ou penetração cutânea, podem provocar cancro ou aumentar a sua incidência;*
- *Mutagénicas – substâncias e preparações que, por inalação, ingestão ou penetração cutânea, podem produzir defeitos genéticos hereditários ou aumentar a sua incidência;*
- *Tóxicas para a reprodução – substâncias e preparações que, por inalação, ingestão ou penetração cutânea, podem causar ou aumentar a frequência de efeitos prejudiciais não hereditários na progenitura ou atentar contra as funções ou capacidades reprodutoras masculinas ou femininas;*
- *Perigosas para o ambiente – substâncias e preparações que, se presentes no ambiente, representam ou podem representar um risco imediato ou diferido para um ou mais compartimentos do ambiente.*

Desta classificação são excluídas as substâncias classificadas como perigosas devido ao risco radiológico ou biológico, por serem tratadas em legislação específica.

As substâncias designadas como perigosas para o ambiente, no âmbito da Directiva 67/548/CEE, foram classificadas atendendo à correspondente degradabilidade, toxicidade aguda para o meio aquático e bioacumulação.

Para as substâncias que apresentam toxicidade aguda são aplicáveis três frases de risco:



Figura 3.1 – Símbolo de perigo N (ESIS)

R50: Muito Tóxico para os organismos aquáticos;  
R51: Tóxico para os organismos aquáticos;  
R52: Nocivo para os organismos aquáticos.

Para as substâncias persistentes é aplicável uma frase de risco:

R53: Pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático

Desta forma, foram classificadas como perigosas para o ambiente, pela Directiva 67/548/CEE, as substâncias caracterizadas pelas seguintes combinações de frases

de risco: R50, R50/53 e R51/53 e rotuladas com o símbolo N (figura 3.1) e dada a indicação de "Perigosas para o Ambiente".

As substâncias abrangidas pela combinação de frases R52/R53, embora tenham sido classificadas como perigosas, não são rotuladas como tal nem lhes é dada qualquer indicação de perigo (Major Accident Hazards Bureau, 2000).

### 3.2. Substâncias Perigosas para o Meio Aquático

A poluição química das águas envolve sérios riscos para o Homem e para os seres vivos em geral, tendo vindo a suscitar desde a década de 70 o desenvolvimento de disposições legais para a prevenção e protecção dos meios aquáticos, designadamente ao nível da União Europeia.

Existe um número muito significativo de poluentes que podem provocar a degradação da qualidade do meio hídrico, como por exemplo matérias orgânicas, nutrientes e um grande número de substâncias químicas. Estas poderão ser produzidas para utilização intencional (e.g. pesticidas) ou poderão constituir subprodutos de reacções químicas (e.g. hidrocarbonetos policíclicos aromáticos gerados em processos de combustão).

Ao nível das águas superficiais, a poluição química pode introduzir alterações nos ecossistemas aquáticos, provocando perda de habitats e de biodiversidade. Os poluentes podem acumular-se ao longo da cadeia trófica, podendo atingir os seres humanos através do consumo de espécies aquáticas, de água potável ou mesmo em resultado de actividades recreativas.

Alguns poluentes apresentam ainda tempos de semi-vida muito longos, podendo manter-se no ambiente muitos anos, mesmo depois de o seu uso ter sido proibido. Este tipo de substâncias podem também ser transportadas a longas distâncias e ser encontradas em zonas remotas.

A libertação para o ambiente pode ocorrer a partir de fontes tóxicas ou difusas, como por exemplo agricultura, indústria, redes viárias, águas residuais urbanas ou domésticas (produtos de utilização doméstica), etc. (União Europeia, 2006).<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> COM/2006/0398 final (2006).

Em 4 de Maio de 1976 foi publicada a Directiva 76/464/CEE que estabelece a necessidade da protecção do meio aquático contra a poluição causada por determinadas substâncias persistentes, tóxicas e bioacumuláveis, designadas por substâncias perigosas (*dangerous substances*).

Esta Directiva estabelece um programa ambicioso destinado a prevenir e limitar a poluição decorrente de substâncias perigosas, agrupando os poluentes químicos em duas listas: Lista I e Lista II.

A Lista I considera um grupo de substâncias particularmente tóxicas, persistentes e bioacumuláveis, cuja regulamentação ficou a cargo da Comunidade. Em 1982, a Comissão apresentou uma lista substâncias candidatas à Lista I, tendo até 1990, sido fixados Valores Limite de Emissão (VLE) e normas de qualidade relativas a 17 substâncias individuais (lista efectiva) do conjunto de 132 substâncias e grupos de substâncias em cinco Directivas, vulgarmente conhecidas por Directivas-Filhas (tabela 3.1) (Comunidade Económica Europeia, 1982; Comunidade Económica Europeia, 1983).

**Tabela 3.1 – Directivas-Filhas e transposição para direito interno**

Legislação Comunitária	Legislação Nacional de Transposição
Directiva 82/176/CEE	Decreto-Lei n.º 431/99, de 22 de Outubro
Directiva 83/513/CEE	Decreto-Lei n.º 53/99, de 20 de Fevereiro, rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 10-R/99, de 30 de Abril
Directiva 84/156/CEE	Decreto-Lei n.º 52/99, de 20 de Fevereiro
Directiva 84/491/CEE	Decreto-Lei n.º 54/99, de 20 de Fevereiro
Directiva 86/286/CEE, com as alterações introduzidas pela Directiva 88/347CEE	Decreto-Lei n.º 56/99, de 20 de Fevereiro, revisto pelo Decreto-Lei n.º 390/99, de 30 de Setembro

No Anexo I apresentam-se as 17 substâncias que integram a Lista I efectiva.

A Lista II inclui substâncias menos problemáticas, cuja regulamentação ficou ao critério dos Estados-Membros e inclui substâncias que têm um efeito prejudicial sobre o meio aquático, que todavia, pode ser limitado a uma determinada zona e que depende das características das águas de recepção e da respectiva localização.

Para as substâncias da Lista II, cabe aos Estados-Membros estabelecer os VLE, que terão de ser estipulados com base nas normas de qualidade das águas fixadas para as substâncias da Lista II que estejam presentes no meio aquático.

A lista II é constituída por um total de 139 substâncias e grupos de substâncias, que se distribuem do seguinte modo:

- 114 Substâncias e grupos de substâncias candidatas à Lista I;
- 25 Substâncias individualmente mencionadas em anexo à Directiva como pertencentes à Lista II:
  - 20 Metais e metalóides;
  - Amoníaco, nitritos, fósforo, cianetos e fluoretos.

No Anexo II, indicam-se as substâncias que foram identificadas como integrantes da Lista II e para as quais foram fixados objectivos de qualidade, a nível nacional, a cumprir nos meios aquáticos, através dos Decretos-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro, e n.º 261/2003, de 21 de Outubro.

Em 17 de Dezembro de 1979, a União Europeia estendeu a protecção contra a poluição provocada por substâncias perigosas às águas subterrâneas, com a aprovação da Directiva 80/68/CEE.

Os objectivos destas Directivas pressupunham:

- A eliminação da poluição causada por substâncias da Lista I;
- A redução da poluição causada por substâncias da Lista II.

As Directivas 76/464/CEE e 80/68/CEE foram transpostas para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

Com vista ao cumprimento da Directiva 76/464/CEE e às respectivas Directivas-Filhas, a ex-Direcção Geral do Ambiente (actual Agência Portuguesa do Ambiente - APA) realizou, a pedido do INAG, um programa de monitorização das substâncias perigosas (figura 3.2)<sup>16</sup>, com os seguintes objectivos:

- Avaliar os níveis existentes de contaminação aquática, tendo em conta a concentração dos contaminantes em mexilhões, sedimentos e água (interiores, estuarinas e costeiras);
- Avaliar a eficiência das medidas a serem tomadas com vista à redução da contaminação aquática (Vinhas et al., 2002).

---

<sup>16</sup> Todos os pontos de monitorização situam-se na região hidrográfica do Algarve à excepção de dois situados na bacia do Rio Guadiana (Alcoutim e Foz do Guadiana).

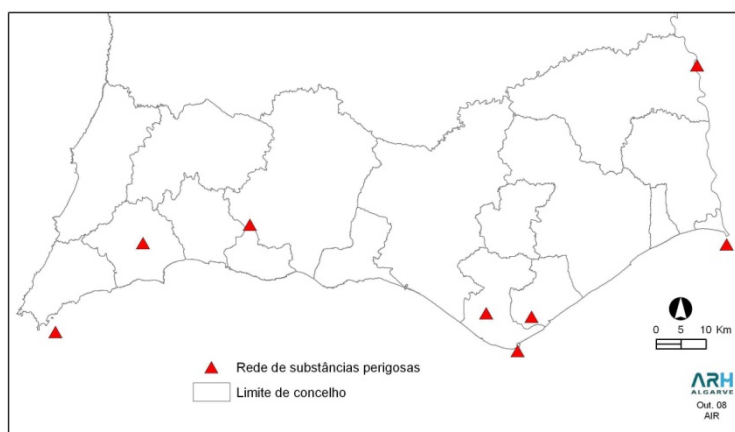


Figura 3.2 – Pontos de amostragem de substâncias perigosas no Algarve – águas interiores, estuarinas e costeiras (Fonte: ARH do Algarve)

Deste estudo resultou a necessidade de serem definidos Programas de Acção para algumas substâncias da Lista I, designadamente para o mercúrio, hexaclorobutadieno e clorofórmio, associados a alguns sectores e processos industriais (tabela 3.2).

**Tabela 3.2 – Programas de acção em vigor**

Legislação Nacional	Descrição
Portaria n.º 744-A/99, de 25/08	Programas de acção específicos para evitar ou eliminar a poluição proveniente de fontes múltiplas de Mercúrio
Portaria n.º 39/2000, de 28/01	Programa de acção específico para evitar ou eliminar a poluição proveniente de fontes múltiplas de Hexaclorobutadieno
Portaria 91/2000, de 19/02	Programas de acção específicos para evitar ou eliminar a poluição proveniente de fontes múltiplas de Clorofórmio

Relativamente às substâncias da Lista II houve a necessidade de serem adoptados 15 Programas de Redução de Poluição (PRP), publicados na Portaria n.º 50/2005, de 20 de Janeiro, aplicáveis aos seguintes poluentes: antraceno, 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético), MCPA (ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético), simazina, óxido tributilestanho, 2,4,6-triclorofenol, amoníaco, compostos de fósforo, nitritos, 1,2-dicloropropano, linurão, naftaleno, 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético), atrazina e cianetos.

Os PRP prevêem a necessidade de se estabelecer VLE para as descargas das substâncias em apreço, adequados à escala regional e da bacia hidrográfica ou local em função das características técnicas das unidades industriais existentes,

respectiva localização geográfica e objectivos de qualidade específicos para o meio receptor hídrico, cuja definição é da responsabilidade das actuais ARH.

Uma metodologia para o cálculo destes VLE, para fontes tóxicas de poluição, poderá basear-se nos tempos de semi-vida das substâncias em apreço, nos caudais das bacias, nos caudais de descarga e nos objectivos de qualidade para os meios receptores, previstos nos diplomas legais em vigor (Rebelo, 2004).

Os Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos (TURH)<sup>17</sup> para rejeição de águas residuais que contemplem substâncias perigosas da Lista II têm de ter em conta o disposto nos referidos PRP, bem como têm de estabelecer, para além dos VLE, as cargas máximas diárias possíveis de serem emitidas para o meio hídrico, expressas em unidades de massa, de forma a dar cumprimento ao disposto na Directiva 76/464/CEE.

No Anexo III apresentam-se as condições de descarga de um TURH para rejeição de águas residuais, contendo substâncias perigosas.

### 3.3. Substâncias Perigosas para as Águas Marinhas no âmbito das Convenções Internacionais

Para promover a protecção das águas marinhas, a União Europeia (representada pela Comissão) e os Estados-Membros são signatários de vários acordos internacionais, nomeadamente:

- Convenção para a Protecção do Meio Marinho na Zona do Mar Báltico (HELCOM), Helsínquia/1992;
- Convenção para a Protecção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste (OSPAR), Paris/1992;
- Convenção para a Protecção do Mar Mediterrâneo contra a Poluição, Barcelona/1976, Protocolo relativo à Protecção do Mar Mediterrâneo contra a Poluição de Origem Telúrica, Atenas/1980.

No âmbito das Convenções acima referidas, as Partes Contratantes comprometem-se a tomar medidas adequadas a fim de prevenir e combater a poluição e proteger e melhorar os meios marinhos abrangidos.

---

<sup>17</sup> A competência da emissão dos TURH é das ARH, conforme estabelecido na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro conjugada com o Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio.

A estratégia da Convenção de OSPAR baseia-se no desenvolvimento de programas para identificar, definir prioridades, monitorizar e controlar as substâncias perigosas (*hazardous substances*, na língua inglesa) através da prevenção, redução e/ou eliminação das descargas, emissões e perdas dos poluentes susceptíveis de atingirem as águas marinhas.

No âmbito da Convenção OSPAR, foi assinado pelas Partes Contratantes em Sintra, em 1998, uma declaração em que estas se comprometem a reduzir de forma contínua as *descargas, emissões e perdas de substâncias perigosas (hazardous substances)* com o *objectivo último de atingir concentrações no ambiente marinho próximas do valor de referência para as substâncias que ocorrem naturalmente e próximas de zero para as substâncias sintéticas* e que devem ser empreendidos todos os esforços para se atingir o *objectivo de cessação das descargas, emissões e perdas de substâncias perigosas no ano 2020* (Pio et al, 2000).

#### 3.4. Substâncias Prioritárias

A DQA estabelece, de uma forma integrada e coerente, um sistema que visa a protecção e utilização sustentável das águas superficiais e subterrâneas, através de uma abordagem comum e com princípios, objectivos e medidas coordenadas entre si, estabelecendo também a necessidade de evitar ou reduzir o impacto dos casos de poluição accidental das águas.

Deste modo, a prevenção e controlo da poluição deverá efectuar-se na fonte através da imposição de valores limite para as emissões e de normas de qualidade ambiental.

Embora as disposições da DQA não se apliquem às águas marinhas, pretende-se, através da sua execução, contribuir para o cumprimento dos objectivos dos vários acordos e compromissos internacionais referentes à protecção das águas do mar (Pio et al, 2000).

Um número limitado de poluentes químicos presentes nas águas da União Europeia foi identificado como especialmente preocupante devido a uma utilização generalizada e ao facto de estarem presentes em concentrações significativas em águas interiores, estuarinas e costeiras.

Esses poluentes são definidos como substâncias prioritárias (*priority substances*) e são constituídos por substâncias ou grupos de substâncias que são particularmente tóxicas, persistentes e passíveis de bioacumulação e ainda outros poluentes que podem comprometer o cumprimento dos objectivos ambientais.

Dentro destes poluentes, existe um subconjunto de substâncias às quais terão de ser aplicáveis objectivos ambientais mais rigorosos devido à sua elevada persistência, bioacumulação e toxicidade, sendo as mesmas designadas como substâncias perigosas prioritárias (*priority hazardous substances*) (União Europeia, 2006)<sup>18</sup>.

A DQA estabelece que a prioridade das substâncias para efeitos de tomada de medidas será estabelecida com base no risco que estas representam para o meio aquático, ou por seu intermédio.

Para a avaliação desse risco foi elaborado um sistema de fixação de prioridades que combina dados de monitorização e de modelação (combined monitoring-based and modelling-based priority setting scheme – COMMPS), o qual numa primeira fase, efectua a selecção das substâncias candidatas com base na consulta das listas estabelecidas noutros contextos e consideradas relevantes em termos da poluição do meio aquático (Fraunhofer-Institut, 1999).

A lista de substâncias prioritárias foi assim obtida a partir de um conjunto inicial de 658 poluentes, definido com base em outras listas já existentes e dados de programas de monitorização de alguns Estados-Membros (Pio et al, 2000). Esta lista, incluindo as substâncias classificadas como perigosas prioritárias, encontra-se definida na Directiva 2008/105/CE, de 16 de Dezembro de 2008, que altera o Anexo X da DQA e inclui 33 substâncias e grupos de substâncias<sup>19</sup> (tabela 3.3).

A Directiva 2008/105/CE define ainda uma lista de substâncias sujeitas a revisão para eventual identificação como substâncias prioritárias ou substâncias perigosas prioritárias: AMPA<sup>20</sup>, bentazona, bisfenol A, dicofol, EDTA, cianetos livres, glifosato, mecoprope (MCP), xileno de almíscar, ácido sulfónico perfluoroctano (PFOS) e quinoxifena (5,7-dicloro-4-(p-fluorofenoxi)quinolina), dioxinas e PCB (União Europeia, 2008).

---

<sup>18</sup> COM/2006/0398 final (2006).

<sup>19</sup> A Directiva 2008/105/CE preconiza que nos casos em que tenham sido seleccionados grupos de substâncias, mencionam-se representantes característicos como parâmetros indicativos (entre parêntesis). Para estes grupos de substâncias, o parâmetro indicativo deve ser definido através do método analítico.

<sup>20</sup> Ácido aminometilfosfónico.

**Tabela 3.3 – Substâncias prioritárias e perigosas prioritárias**

Substâncias Prioritárias	Substâncias Perigosas Prioritárias
Alacloro	Antraceno
Atrazina	Éter difenílico bromado <sup>1</sup>
Benzeno	Cádmio e compostos de cádmio
Éter pentabromodifenílico (números congêneres 28, 47, 99, 100, 153 e 154)	Cloroalcanos C <sub>10-13</sub> <sup>2</sup>
Clorfenvinfos	Endossulfão
Clorpirifos (Clorpirifos-etilo)	Hexaclorobenzeno
1,2-Dicloroetano	Hexaclorobutadieno
Diclorometano	Hexaclorociclohexano
Ftalato di(2-etilhexilo) (DEHP)	Mercúrio e compostos de mercúrio
Diurão	Nonilfenol (4-nonilfenol)
Fluoranteno <sup>3</sup>	Pentaclorobenzeno
Isoproturão	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)
Chumbo e compostos de chumbo	(Benzo(a)pireno)
Naftaleno	(Benzo(b)fluoranteno)
Níquel e compostos de níquel	(Benzo(g,h,i)perileno)
Octilfenol (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol)	(Benzo(k)fluoranteno)
Pentaclorofenol	(Indeno(1,2,3-cd)pireno)
Simazina	Compostos de tributilestanho (Catião tributilestanho)
Triclorobenzenos	
Triclorometano	
Trifluralina	

<sup>1</sup> Apenas o éter pentabromodifenílico (n.º CAS 32534-81-9).

<sup>2</sup> Estes grupos de substâncias incluem normalmente um número considerável de compostos. Não é actualmente possível definir parâmetros indicativos adequados.

<sup>3</sup> O fluoranteno figura na lista como indicador de outros hidrocarbonetos aromáticos policíclicos mais perigosos.

As emissões de substâncias prioritárias e perigosas prioritárias terão assim de ser devidamente controladas, prevendo a própria DQA, em alguns casos, a necessidade de cessação das mesmas, a fim de garantir o bom estado químico e ecológico das massas de água. Para o efeito, os PGBH (ver ponto 1.1) terão de assegurar o estabelecimento de um programa base que compreenderá medidas, projectos e acções para garantir o cumprimento dos objectivos ambientais em 2015 (União Europeia, 2000).

A DQA integra e revoga progressivamente a Directiva 76/464/CEE, sendo a lista de substâncias da Comunicação ao Conselho, de 22/06/1982, relativa às substâncias perigosas susceptíveis de figurar na Lista I da Directiva 76/464/CEE, substituída

pela lista de substâncias prioritárias. O período de transição para todas as outras disposições da Directiva 76/464/CEE é de 13 anos. Deste modo, a necessidade de implementação e aplicação de PRP mantém-se em vigor até 22 de Dezembro de 2013.

## 4. Avaliação de Risco Ambiental

### 4.1. Prevenção e Controlo Integrados da Poluição

Em 1996 foi aprovada a Directiva 96/61/CE<sup>21</sup> relativa à prevenção e ao controlo integrados da poluição (PCIP), cujo objectivo consiste no alcance de um nível elevado de protecção global do ambiente, preceituando a adopção de medidas destinadas a evitar e, quando tal não seja possível, a reduzir as emissões de algumas actividades para o ar, a água e o solo, incluindo medidas relativas aos resíduos. Esta Directiva foi entretanto revogada pela Directiva 2008/1/CE, que mantém no entanto o mesmo objectivo.

Assim, alguns tipos de actividade, em função das respectivas dimensões e capacidades (indicadas em anexo à Directiva), estão sujeitas a uma abordagem integrada do controlo da poluição produzida, que deverá favorecer a aplicação do princípio do desenvolvimento sustentável.

As unidades abrangidas por esta legislação estão obrigadas à utilização das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), que representam *a fase de desenvolvimento mais eficaz e avançada das actividades e dos respectivos modos de exploração, que demonstre a aptidão prática de técnicas específicas para constituir, em princípio, a base dos valores-limite de emissão com vista a evitar e, quando tal não seja possível, a reduzir de um modo geral as emissões e o impacto no ambiente no seu todo*. Neste âmbito entende-se por:

- Técnicas – As técnicas utilizadas e o modo como a instalação é projectada, construída, conservada, explorada e desactivada;
- Disponíveis – As técnicas desenvolvidas a uma escala que possibilite a sua aplicação no contexto do sector industrial em causa, em condições económica e tecnicamente viáveis, avaliando os custos e os benefícios, quer essas técnicas sejam ou não utilizadas ou produzidas no território do Estado-Membro em questão, desde que sejam acessíveis ao operador em condições razoáveis;
- Melhores – As técnicas mais eficazes para alcançar um nível geral elevado de protecção do ambiente no seu todo.

Estas instalações estão ainda obrigadas a tomarem as medidas necessárias para prevenir os acidentes e limitar os seus efeitos.

---

<sup>21</sup> Esta Directiva foi transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto, entretanto revogado pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de Agosto.

Quando extraídas, transformadas ou processadas, as substâncias químicas podem gerar emissões, descargas ou perdas para a atmosfera, para a água e para o solo. A eliminação dos resíduos e dos efluentes decorrentes dessas actividades pode igualmente resultar em emissões para o ambiente (União Europeia, 2000)<sup>22</sup>.

Independentemente do tipo de actividade e correspondente dimensão, a manipulação, utilização, transporte, armazenamento e deposição de poluentes perigosos envolve riscos para o ambiente. No caso dos recursos hídricos, a emissão de poluentes pode provocar a contaminação directa dos mesmo, ao nível das águas subterrâneas e/ou superficiais, podendo pôr em causa os respectivos usos. Estas contaminações podem persistir por longos períodos de tempo, dependendo das substâncias envolvidas, áreas e natureza do meio afectado (Rebelo et al, 2007).

Por exemplo, em meio abiótico (susceptível de ocorrer num aquífero), o triclorometano (clorofórmio) apresenta um tempo de semi-vida na água de cerca de 3500 anos (European Commission, 2000)<sup>23</sup>.

Desta forma, uma das medidas contempladas na DQA implica a prevenção de perdas significativas de poluentes e prevenção e/ou redução do impacte da poluição accidental.

#### 4.2. Perigo

De uma maneira geral, o perigo pode ser definido como o potencial para provocar danos. A Directiva 96/82/CE, vulgarmente conhecida como Directiva *Seveso II*<sup>24</sup>, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, define perigo como a propriedade intrínseca de uma substância perigosa ou de uma situação física passível de provocar danos à saúde humana e/ou ao ambiente.

A Directiva *Seveso II* é aplicável às unidades onde existam substâncias perigosas em quantidades iguais ou superiores a dados limiares dispostos em anexo ao diploma. Segundo esta Directiva, entende-se por “presença de substâncias perigosas”, a sua presença real ou prevista no estabelecimento ou a presença de substâncias que se considera poderem produzir-se aquando da perda de controlo de um processo industrial químico.

---

<sup>22</sup> COM/2006/0398 final (2006).

<sup>23</sup> Substance ID 67-66-3.

<sup>24</sup> Transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 164/2001, de 23 de Maio.

#### 4.3. Risco

O risco é algo mais complexo de se definir, podendo ser descrito, usualmente como a possibilidade de desastre, i.e., pode ser medido como a hipótese de ocorrência de determinados danos sobrevirem numa dada unidade de tempo (Lohani et al, 1997).

A Directiva *Seveso II* estabelece que o risco representa a probabilidade de um efeito específico surgir dentro de um período particular ou em determinadas circunstâncias.

Segundo Tinti, o risco é a medida da probabilidade e a intensidade de um efeito adverso sobre a vida humana, saúde, bens, ambiente, etc., podendo ser descrito pelas seguintes relações (Tinti, 2007):

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Consequência} \quad (1)$$

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Potencial de Danos} \quad (2)$$

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Vulnerabilidade} \times \text{Danos} \quad (3)$$

#### 4.4. Acidentes de Poluição

Um acidente grave é descrito na Directiva *Seveso II* como um acontecimento tal como uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções resultante do desenvolvimento incontrolado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, tanto no interior como no exterior do estabelecimento, e/ou para o ambiente, e que envolva uma ou mais substâncias perigosas.

A localização e a proximidade de estabelecimentos que produzam, utilizem, manipulem ou armazenem substâncias perigosas, podem aumentar a probabilidade e a possibilidade de acidentes ou agravar as consequências de um acidente ocorrido num destes estabelecimentos. Esta situação é designada como efeito de dominó e embora seja mais visível nas empresas abrangidas pela Directiva *Seveso II*, também podem ocorrer noutras situações (Rebelo et al, 2007).

Em caso de acidente, os danos provocados nos recursos hídricos decorrentes de emissões de substâncias perigosas são determinados por inúmeros parâmetros, designadamente:

- As propriedades intrínsecas das substâncias – toxicidade, persistência, bioacumulação, solubilidade em meio aquoso, etc.;
- Comportamento da substância no meio aquático – evaporação, sedimentação, diluição, reactividade química, degradação, etc.;
- As condições físicas do meio hídrico – características físicas e biofísicas da bacia, propriedades físico-químicas da água, poluição existente, etc. (Major Accident Hazards Bureau, 2000).

Um acidente de poluição pode ocorrer em fontes fixas, e.g. unidades industriais, ou fontes móveis, e.g. transporte rodoviário (figura 4.1).



Figura 4.1 – Derrame de ácido clorídrico junto à Estrada Nacional 125, perto da Ribeira de Bensafrim, Lagos (imagem cedida pela ARH do Algarve)

A título de exemplo, a seguir descrevem-se alguns acidentes, envolvendo substâncias perigosas, decorridos no passado e analisados pelo *Technical Working Group 7 (TWG7)*<sup>25</sup> da União Europeia, criado no âmbito da aplicação da Directiva *Seveso II* (Major Accident Hazards Bureau, 2000):

### 1. *Acidente Sandoz, Basileia, Suíça, 1996*

Rejeição de águas de combate a incêndio contaminadas com pesticidas e insecticidas, estimando-se que tenham chegado ao Rio Reno entre 6 a 22 t de poluentes, o que provocou uma eliminação massiva da vida aquática, estendendo-se os efeitos por cerca de 400 km.

<sup>25</sup> Grupo criado pelo Committee of Competent Authorities da União Europeia.

2. *Descarga de Pentaclorofenol, Hattiesburg, Mississippi, Estados Unidos da América, 1974*

Rejeição de uma quantidade desconhecida de pentaclorofenol para um lago e para um rio, por extravasamento de uma lagoa de armazenamento de águas residuais, o que provocou a afectação da vida aquática, tendo sido detectados resíduos desta substância nos sedimentos dezoito meses após o incidente.

3. *Descarga de Lindano e Pentaclorofenóxido de sódio, Dampniat, França, 1988*

Descarga de 40 kg de lindano (figura 4.2) e de solução de pentaclorofenóxido de sódio (figura 4.3), devido a falha humana, para o Rio *La Correze*. O ecossistema foi afectado até cerca 14 km para jusante do ponto de descarga.

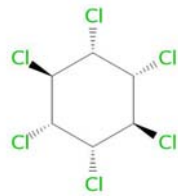


Figura 4.2 - Lindano (ESIS)

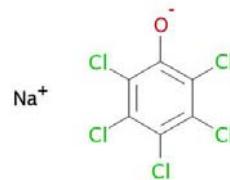


Figura 4.3 - Pentaclorofenóxido de sódio (ESIS)

4. *Derrame de pesticidas usados numa casa particular, Strongstown, Pennsylvania, Estados Unidos, 1975*

Rejeição de clordano, *hystachlor*, dialdrina e aldrina (figura 4.4) –  $9,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  de pesticidas misturados em  $9,0 \times 10^{-1} \text{ m}^3$  de água – para o solo e para uma linha de água, o que provocou mortandade da vida aquática para jusante do derrame, na linha de água.

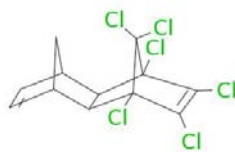


Figura 4.4 - Aldrina (ESIS)

5. *Descarga de nonilfenol etoxilado, Meurthe, França, 1997*

Descarga provocada por erro humano de 21 t de nonilfenol etoxilado para um colector de águas pluviais, que originou a poluição do Rio *Meurthe* em mais de 15 km.

6. *Rejeição de Pesticidas, Erre, França, 1995*

Descarga de pesticidas provocada por erro humano, com origem num armazém agrícola, que originou a poluição do Rio *Erre* em cerca de 12 km.

7. *Descarga de substâncias petrolíferas, Floreffe, Pennsylvania, Estados Unidos, 1988*

Colapso de um tanque de armazenamento de fuelóleo que provocou um derrame que afectou a rede hidrográfica para jusante (Rio *Monogahela* e o Rio *Ohio*) e consequentemente o sistema público de águas de abastecimento.

8. *Descarga de kerosene, Stansted Airport, Reino Unido, 1991*

Derrame de combustível a partir de um oleoduto, que afectou o Rio *Stort*.

9. *Descarga de ácido sulfúrico, Quebec, Canadá, 1995*

Descarga de 234 m<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado para uma linha de água tendo sido atingido um lago, que levou ao encerramento da linha de água e do lago para fins recreativos, por um período de 5 e 8 anos respectivamente.

Como se pode constatar dos acidentes decorridos, estes podem ter consequências mais ou menos danosas para o ambiente, podendo provocar efeitos a curto e a longo prazo, dependendo da extensão e características das zonas afectadas e das propriedades das substâncias envolvidas (e.g. poluentes persistentes).

#### 4.5. Bases de Dados de Acidentes

O desenvolvimento de bases de dados sobre acidentes envolvendo substâncias químicas revela-se de grande importância na avaliação destes acontecimentos,

porquanto o processamento dos dados armazenados permite retirar conclusões úteis para o auxílio no controlo de outros acidentes.

Por exemplo, a relação de bases de dados de histórico de acidentes com a informação sobre as propriedades físico-químicas e toxicológicas das substâncias químicas<sup>26</sup> pode, através da avaliação de informação por analogia, ajudar na tomada de decisões perante um cenário de acidente, em que não é possível a identificação atempada das substâncias efectivamente envolvidas (Kourniotis et al, 1999).

A nível mundial existem várias bases de dados sobre acidentes químicos que podem cobrir apenas determinado país ou grupo de países, ou conter informação sobre todo o globo (tabela 4.1).

**Tabela 4.1 – Bases de dados sobre acidentes químicos (Kourniotis et al, 1999)**

Base de Dados	Data de primeiros dados	Área Geográfica Coberta	Agência Responsável pela Gestão
MARS	1980	União Europeia	MAHB
FACTS		Mundo Inteiro	TNO
MHIDAS	1964	Mundo Inteiro	HSE
ERNS	1987	Estados Unidos da América	EPA
CHEMAX		Mundo Inteiro	JRC
APELL	1970	Mundo Inteiro	UNEP
ARIP <sup>27</sup>	1986	Estados Unidos da América	EPA
ADID	1968		ADIC
IRAS		Principalmente os Estados Unidos da América	CCPS

#### 4.6. Avaliação de Risco

Na produção, manuseamento, armazenamento, transporte de substâncias perigosas e deposição dos respectivos resíduos existem perigos e consequentemente riscos, quer para os seres humanos, quer para o ambiente.

Para prevenção de acidentes envolvendo substâncias perigosas e desenvolvimento de planos de emergência para fazer face a este tipo de situações é necessário proceder-se à avaliação dos riscos associados a este tipo de substâncias químicas.

<sup>26</sup> Bases de dados contendo Fichas de Dados de Segurança (FDS).

<sup>27</sup> Só contém dados até 1995.

A avaliação de risco é o método científico de confronto e expressão da incerteza na previsão de acontecimentos futuros (Lohani et al, 1997), ou segundo a *European Environmental Agency* (EEA) consiste na identificação dos perigos associados a um dado processo ou situação e na estimativa qualitativa e quantitativa do risco associado a estes mesmos perigos (Fairman et al, 1998).

Existem diferentes metodologias para a avaliação do risco, distinguindo-se à partida duas formas básicas, conforme preconiza a EEA:

1. Avaliação de um risco em vários cenários;
2. Avaliação *in-situ*, isto é, avaliação dos vários riscos possíveis associados a um único local.

Os procedimentos de avaliação de risco iniciaram-se pela análise dos efeitos sobre a saúde humana. Contudo, os mesmos tem vindo a evoluir, tendo a avaliação de risco sobre o ambiente, *Environmental Risk Assessment* (ERA), ganho uma força significativa nos últimos anos (Fairman et al, 1998).

Por exemplo, nos Estados Unidos foi largamente desenvolvida a avaliação de risco sobre a saúde humana, em especial no caso das substâncias cancerígenas (Lohani et al, 1997). Um dos modelos norte americanos, usados para este fim, foi desenvolvido pela *National Academy of Sciences* (Modelo NAS) e efectua a avaliação do risco ao longo de quatro etapas (Fairman et al, 1998):

1. Identificação do perigo (qual o agente que provoca o efeito adverso?);
2. Avaliação da resposta à dose de exposição (qual a relação entre a dose e a incidência nos humanos?);
3. Avaliação de cenários de exposição (quais os tipos e exposição sob diferentes condições?);
4. Caracterização do risco (qual a estimativa do incidente sobre uma dada população?).

A avaliação de risco ambiental (modelo ERA) baseia-se numa primeira fase na formulação do problema, enquadrando quatro questões fundamentais:

1. O que pode correr mal e provocar efeitos adversos?
2. Qual a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos?
3. Qual a gama e distribuição da severidade dos efeitos adversos?

4. O que pode ser feito e quais os custos para gerir e reduzir os danos e os riscos considerados inaceitáveis? (Lohani et al, 1997).

Após a formulação do problema, o modelo ERA desenvolve-se em cinco etapas (Lohani et al, 1997; Fairman et al, 1998):

- *Etapa 1 – Identificação do Perigo*

Consiste na identificação dos factores passíveis de provocarem danos (e.g. classificação e quantificação de substâncias químicas presentes no local a avaliar) no receptor em estudo (água, ar, solo e biota).

Por exemplo, num estabelecimento industrial a identificação do perigo poderá consistir na avaliação global do processo de produção, verificando todas as possíveis falhas nas operações de rotina e identificando as consequências dos desvios ao normal funcionamento da unidade (Fairman et al, 1998).

Esta primeira etapa tenta responder à primeira questão abordada na formulação do problema.

- *Etapa 2 – Avaliação das Emissões*

Tem por base a identificação das potenciais fontes de risco para a emissão de perigos para o ambiente.

Nesta fase considera-se a totalidade do sistema, no qual se insere o problema formulado e definem-se os limites geográficos, temporais e processuais, para a respectiva análise de risco, nem sempre sendo possível de se dissociar da etapa seguinte, designadamente no que concerne à estimativa das emissões (Lohani et al, 1997).

- *Etapa 3 – Avaliação dos Cenários de Exposição*

Consiste na descrição e quantificação das condições e características da exposição ambiental (e humana) aos perigos produzidos ou emitidos a partir de uma dada fonte.

Esta fase inclui a descrição da intensidade, frequência e duração da exposição ao perigo, vias de exposição e a natureza dos receptores em estudo (Fairman et al, 1998), o que leva a que inicialmente se estimem as quantidades de substâncias passíveis de serem rejeitadas. Numa segunda fase deverão ser consideradas as vias de exposição e por fim calcula-se a concentração das substâncias nos vários compartimentos ambientais – ar, água, solo e sedimentos (Environment Protection Branch, 2007).

As emissões para o ambiente (ar, solo, água e sedimentos) podem ocorrer em qualquer uma das fases do ciclo de vida das substâncias químicas, desde a produção até à deposição<sup>28</sup> ou recuperação (figura 4.5). Assim, as emissões deverão ser calculadas considerando as fases do ciclo de vida das substâncias (European Commission, 2003).

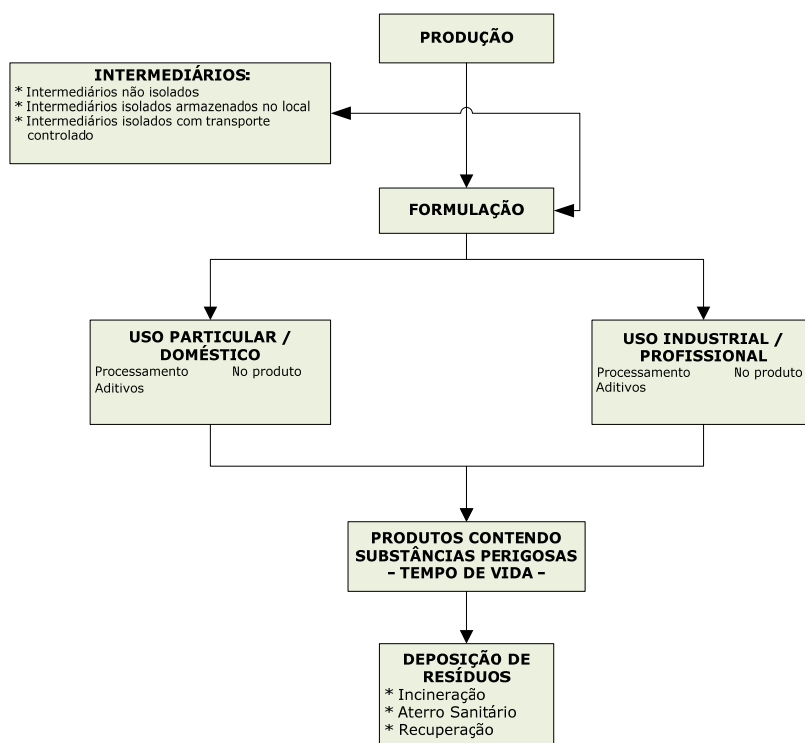


Figura 4.5 – Ciclo de vida de uma substância química (European Commission, 2003)

No processo de estimativa das emissões terá de se ter em conta a existência de contaminação prévia à análise que se pretende efectuar (compartimento ambiental com contaminação de fundo), a qual poderá ter um efeito cumulativo.

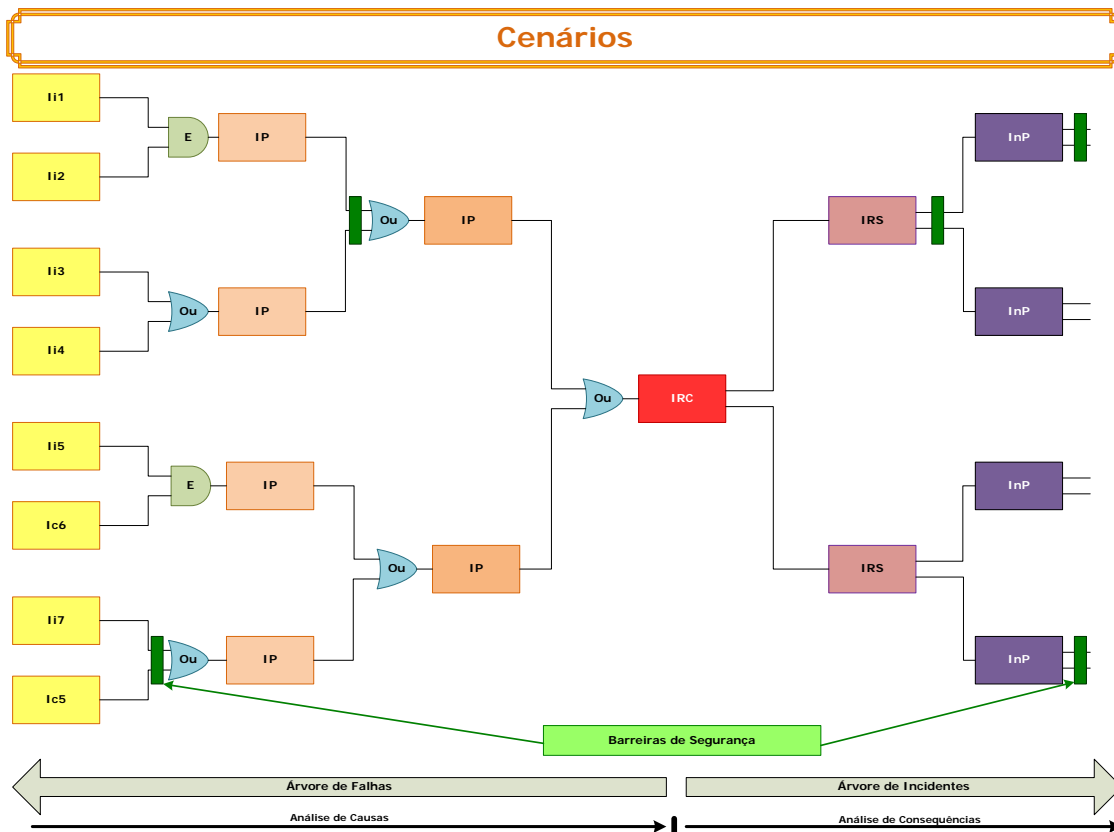
<sup>28</sup> Algumas substâncias químicas persistentes podem não ser tóxicas ou passíveis de bioacumulação no estado em que são inicialmente introduzidas no ambiente. Contudo, são acumuladas nos solos, sedimentos e águas subterrâneas podendo reagir e transformar-se em poluentes tóxicos e bioacumuláveis devido a alterações no uso dos solos, clima, acidificação, potencial redox ou capacidade de troca catiónica (Lohani et al, 1997).

A exposição pode ainda ocorrer a partir de fontes não directamente relacionadas com o ciclo e vida da substância a avaliar, como por exemplo, substâncias de origem natural, substâncias resultantes dos processos de combustão e outras emissões indirectas (e.g. subprodutos, contaminantes ou produtos de degradação de outras substâncias). Estes tipos de fontes são designados por fontes involuntárias (European Commission, 2003).

Como já se viu, um acidente pode provocar efeitos adversos mais ou menos significativos, podendo resultar num conjunto de incidentes perigosos, que se traduzem em emissões para o ambiente. Estes incidentes podem decorrer de uma sucessão de falhas técnicas e/ou organizacionais, as quais podem ser representadas num *Árvore de Falhas*. A análise gráfica deste tipo de diagramas permite não só avaliar as várias falhas como as relações entre as mesmas e correlacioná-las com os incidentes perigosos (Lohani et al, 1998).

Outro tipo de análise consiste na avaliação dos incidentes susceptíveis de ocorrer num cenário de acidente – *Árvore de Incidentes*. A evolução de um eventual acidente e das respectivas consequências pode assim ser estudada através do cruzamento do *Árvore de Falhas* com o *Árvore de Incidentes* – *Árvore Papillon* (Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 2007). Estes diagramas (figura 4.6) deverão processar-se do seguinte modo (Lohani et al, 1997):

- *Árvore de Falhas*  
Análise inversa: Avaliação dos efeitos do acidente e estimativa das causas que poderão ter estado na origem das falhas.
- *Árvore de Incidentes*  
Análise directa: Avaliação dos incidentes decorrentes de uma falha central e estimativa do grau de acidente a que estes podem conduzir.



Legenda da Figura:

Designação	Significado	Definição	Exemplos
IRC	Incidente Redundante Central	Perda de isolamento de um equipamento perigoso ou perda de integridade física de uma substância perigosa	Ruptura, brecha ou danificação de equipamento; decomposição da substância
IRS	Incidente Redundante Secundário	Consequência directa do IRC. O incidente redundante secundário caracteriza o limite da origem do acidente	Formação de poças ou de nuvem tóxica resultante de um derrame de substância bifásica
InP	Incidente Perigoso	Fenómeno físico capaz de provocar danos severos	Incêndio, explosão, dispersão de uma nuvem tóxica
IP	Incidente Principiador	Causa directa de uma perda de isolamento ou de integridade física de uma substância perigosa	Corrosão, desgaste, agressão mecânica
Ii	Incidente indesejável	Decorrente ou devido a falhas nas condições de exploração usuais	Derrames, início de incêndios junto a equipamentos perigosos
Ic	Incidente corrente	Incidentes considerados correntes num estabelecimento	Testes e manutenção de equipamentos

Figura 4.6 – Árvore Papillon – Evolução de um acidente numa instalação industrial (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2007)

As vias de exposição podem ser variadas e também neste caso, deverá considerar-se todo o ciclo de vida das substâncias. A figura 4.7 representa as várias vias de exposição para o ambiente e a possível afectação dos seres humanos:

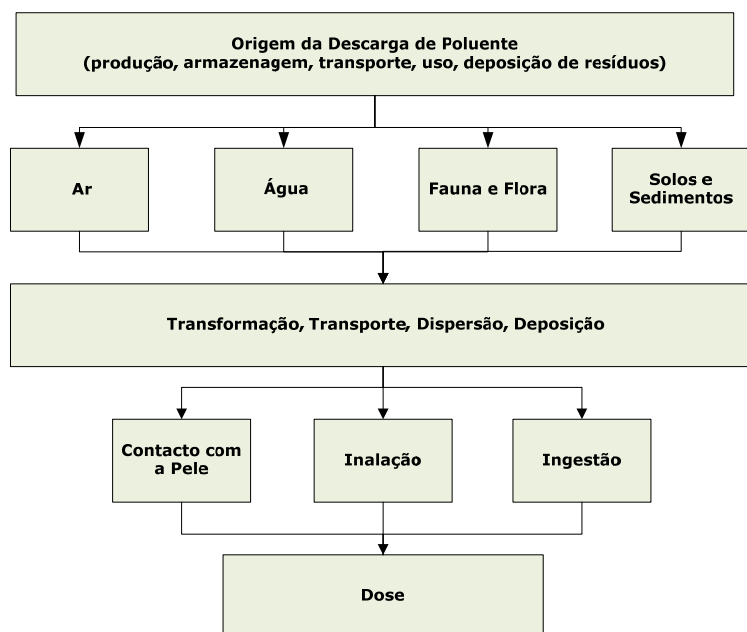


Figura 4.7 – Vias de exposição química (Lohani et al, 1997)

No processo de avaliação das vias e modos de exposição dever-se-á ter em conta a interligação entre os vários compartimentos (figura 4.8).

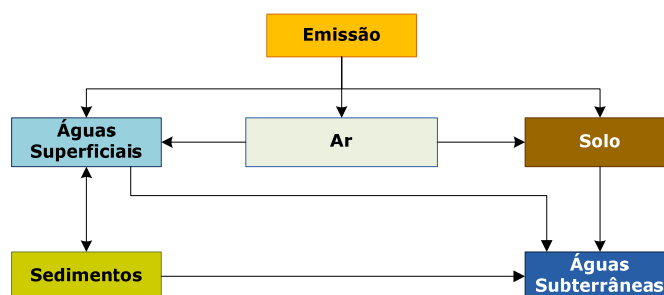


Figura 4.8 – Vias de exposição para o meio hídrico

Após se estimar as quantidades de poluentes emitidas para o ambiente e as respectivas vias e modos de exposição é necessário proceder-se ao cálculo das concentrações ambientais previsíveis (CAP) na água, ar, solo e biota (Environment Protection Branch, 2007).

Deverão ser estimadas as concentrações ambientais previsíveis (CAP) considerando as situações mais críticas e as concentrações ambientais previsíveis sem efeito (CAPse), i.e., os limiares para os quais não é expectável a existência de efeitos adversos sobre o ambiente.

Diante do nível de incerteza existente na avaliação dos cenários de exposição, as CAP devem ser obtidas por cálculo indirecto e, caso existam, a partir de dados reais de monitorização e proceder à comparação dos resultados obtidos. No caso se dispor de dados relevantes de monitorização de substâncias com utilização e vias de exposição análogas ou propriedades semelhantes, estes também deverão ser considerados para o cálculo indirecto das CAP. Sempre que possível deverão ser usados dados adequados e representativos das emissões em estudo.

Na estimativa das CAP deverá avaliar-se a degradação biótica e abiótica das substâncias e a formação de produtos de reacção estáveis ou tóxicos. Em alguns compartimentos (e.g. sedimentos e águas subterrâneas) e sistemas de tratamento e deposição e resíduos (e.g. aterros sanitários, estações de tratamento de lamas de depuração) para além da degradação aeróbia, terá também de ser considerada a degradação anaeróbia.

Deverá também ter-se sempre presente que algumas condições ambientais, como por exemplo o pH ou a salinidade poderão ter influência nas reacções de degradação (European Commission, 2003).

- *Etapa 4 – Caracterização do Risco*

A caracterização do risco, de uma forma simplista, consiste na comparação dos cenários de exposição com as CAP susceptíveis de provocarem efeitos adversos, devendo ser efectuada para todos os compartimentos ambientais.

A caracterização de risco baseia-se num processo iterativo, sendo iniciado pelo cenário mais desfavorável e subsequentes afinações de modo a torná-lo mais realístico. Este processo deverá seguir uma abordagem quantitativa. Contudo, para algumas situações ter-se-á que recorrer a métodos qualitativos, como por exemplo, no caso de um dado compartimento sofrer uma exposição pouco significativa (Environment Protection Branch, 2007).

#### Caracterização Quantitativa do Risco

A caracterização quantitativa do risco baseia-se no cálculo do quociente de risco ( $q_R$ ), para cada compartimento ambiental:

$$q_R = \frac{CAP}{CAP_{SE}} \quad (4)$$

- Se  $q_R < 1$ , considera-se que o risco é aceitável, não sendo necessário efectuar-se qualquer afinação no processo de cálculo da CAP ou CAP<sub>se</sub>. Nestes casos não há necessidade de serem tomadas medidas de redução de risco.
- Se  $q_R > 1$ , O risco é inaceitável e deverão ser efectuadas afinações, considerando medidas de minimização. O risco será tanto maior quanto mais elevado for o  $q_R$ .

Um outro modo de proceder à quantificação dos riscos é a partir do cálculo da probabilidade de um dado risco ocorrer mediante uma certa exposição. No entanto esta abordagem apresenta algumas limitações, uma vez que o risco lida com a incerteza (não mensurável) e, por outro lado, também existe alguma incerteza na expressão do risco dada a variabilidade dos dados que podem ser usados para estimar a frequência e magnitude dos danos adversos. Por exemplo um projecto *A* (e.g. nova tecnologia) tem, à partida, menos risco que um dado acontecimento *B* (e.g. derrame de um camião cisterna), mas *A* tem uma maior probabilidade para um acidente catastrófico (e.g. em caso de explosão, dispersão de nuvem tóxica sobre uma área densamente habitada) (Lohani et al, 1997).

#### Caracterização Qualitativa do Risco

Em algumas situações não é possível quantificar-se o risco, pelo que será necessário proceder-se a uma análise qualitativa do mesmo, perante os cenários de exposição e a perigosidade das substâncias envolvidas (e.g. alguns poluentes poderão não demonstrar efeitos tóxicos a curto prazo, mas não significa que não os tenham a longo prazo. Esta situação é especialmente visível em substâncias com baixa solubilidade na água e/ou elevada hidrofobicidade) (European Commission, 2003).

Com base na caracterização (quantitativa ou qualitativa) dos riscos, estes podem dividir-se do seguinte modo<sup>29</sup>:

- Riscos Inaceitáveis – Riscos considerados injustificáveis, apesar de poderem existir alguns benefícios económicos;
- Riscos Intermédios – Riscos para os quais têm de ser definidas medidas de minimização até se atingirem um nível aceitável;

<sup>29</sup> Classificação prevista na legislação britânica (Statutory Instrument 1999, n.º 743, publicado em 17/03, e 2005, n.º 1088, publicado em 07/04).

- Riscos Aceitáveis – Riscos que não requerem outras acções para além de uma eventual monitorização dos compartimentos ambientais (United Kingdom, 1999; United Kingdom, 2005).

A aplicação de uma matriz (figura 4.9) de frequência de ocorrências de acidentes (passíveis de ocorrerem) *versus* o grau e severidade dos danos provocados (passíveis de serem provocados) demonstra de forma clara a categorização dos riscos:

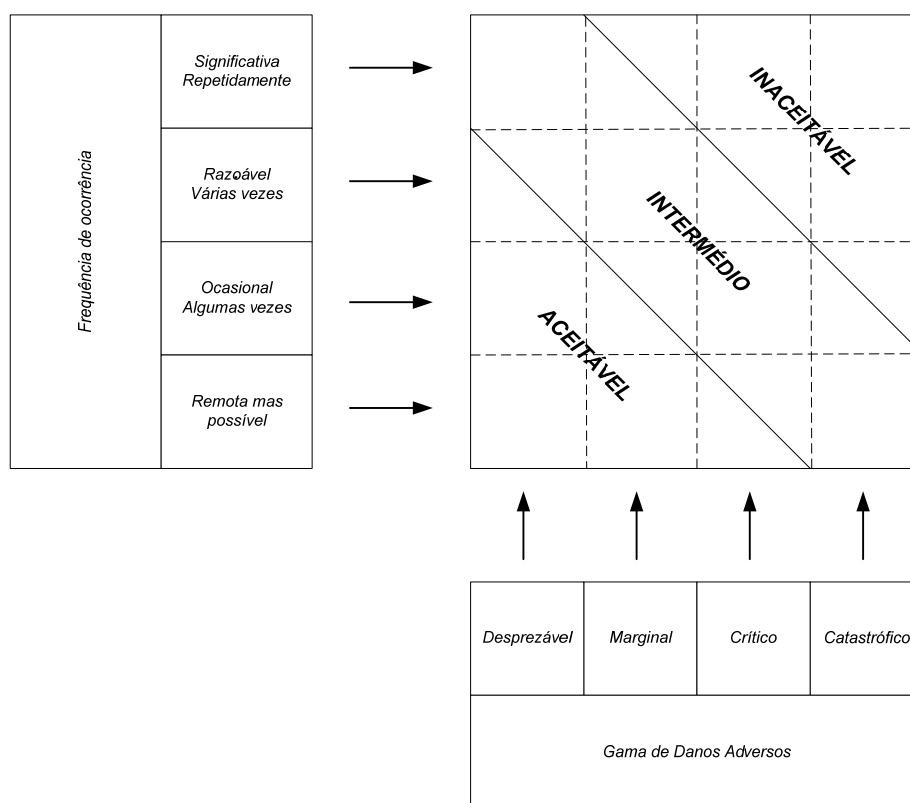


Figura 4.9 – Matriz para caracterização do risco (Lohani et al, 1997)

- *Etapa 5 – Gestão do Risco*

A gestão do risco consiste na utilização dos dados obtidos nas etapas anteriores para mitigar ou eliminar os riscos considerados inaceitáveis ou intermédios (Lohani et al, 1997).

Um dos modelos previstos, na legislação britânica em vigor<sup>30</sup>, para a redução de riscos, designado por ALARP (As Low As Reasonably Possible), baseia-se numa

<sup>30</sup> Classificação de acordo com a legislação britânica (Statutory Instrument 1999, n.º 743, publicado em 17/03, e 2005, n.º 1088, publicado em 07/04).

análise de custos/benefícios e no pressuposto de que o risco residual (risco remanescente mesmo após se terem tomado todas as medidas de redução/prevenção possíveis) seja o mais baixo possível.

Para além da redução, existem outras formas de gestão (figura 4.10) nomeadamente a eliminação, transferência, retenção e redução (Fairman et al, 1998).

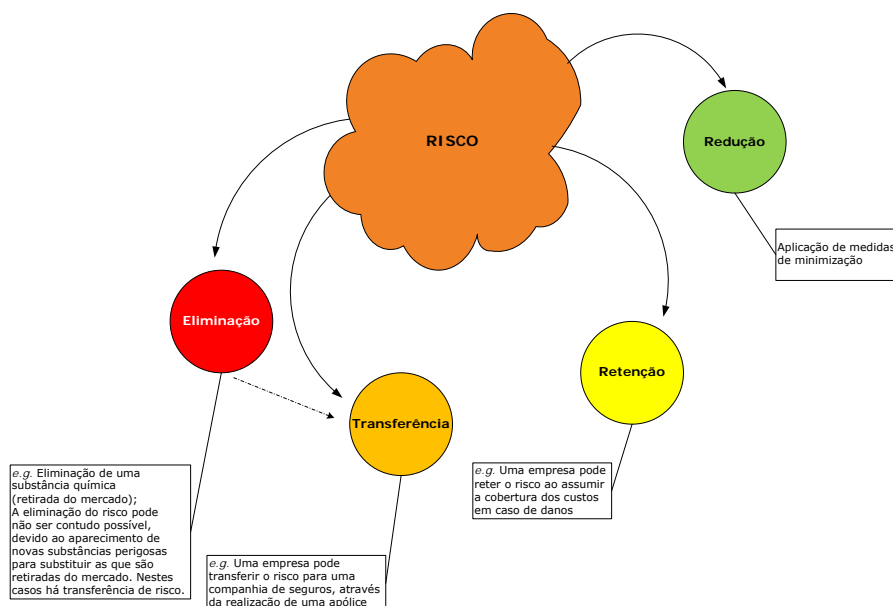


Figura 4.10 – Formas de gestão de risco

A gestão do risco pode ser efectuada *in-situ*, através da adopção de medidas a aplicar directamente aos locais, unidades, sistemas de transporte, etc., alvo do processo de análise de risco ambiental ou poderá resultar na necessidade de definição de medidas a nível regional ou nacional, através da adopção de regulamentos ou mesmo diplomas legais, com vista à protecção do ambiente.

Nesta fase, caso se tenha procedido à caracterização quantitativa do risco, mediante o cálculo do  $q_R$ , e seja necessário proceder-se à afinação do mesmo, deverão ser definidas as condições de minimização de risco a aplicar para a afinação das CAP e CAP<sub>se</sub> (Environment Protection Branch, 2007).

A Agência do Ambiente Britânica, a Environmental Agency (EA), propõe um modelo algo diferente do anterior exposto, baseado numa avaliação de risco ambiental estratégica (figura 4.11), que assenta em quatro módulos que caracterizam os principais componentes da avaliação de risco (Slater et al, 1999).

Para avaliação das rejeições de substâncias perigosas para o ambiente, quer sejam acidentais ou de rotina (e.g. descargas dos sistemas de tratamento de águas residuais), a EA propõe uma metodologia integrada (figura 4.12) utilizando o princípio das melhores opções ambientais – *Best Practicable Environmental Option* (BPEO) (Slater et al, 1999).

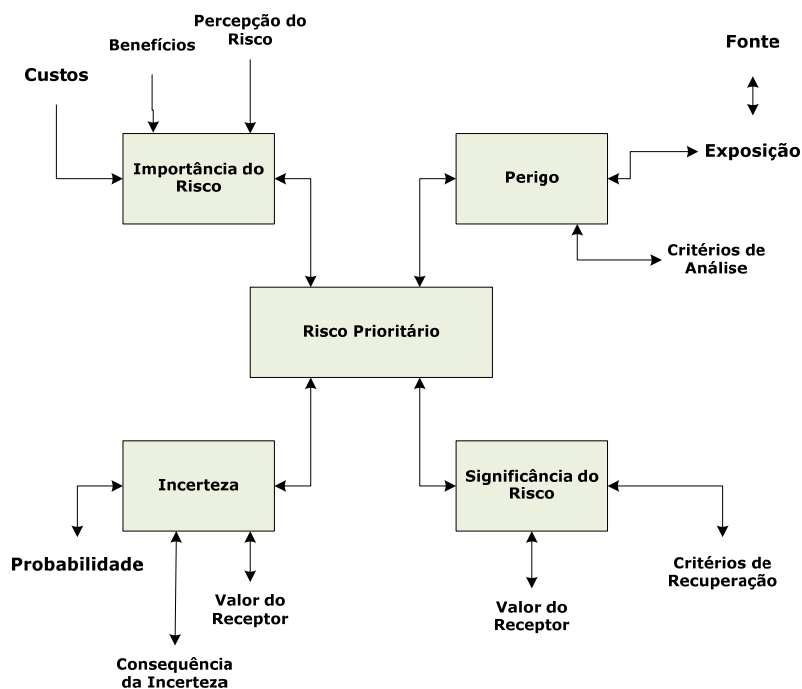


Figura 4.11 – Metodologia de avaliação de risco estratégica da Environment Agency, United Kingdom (Slater et al, 1999)

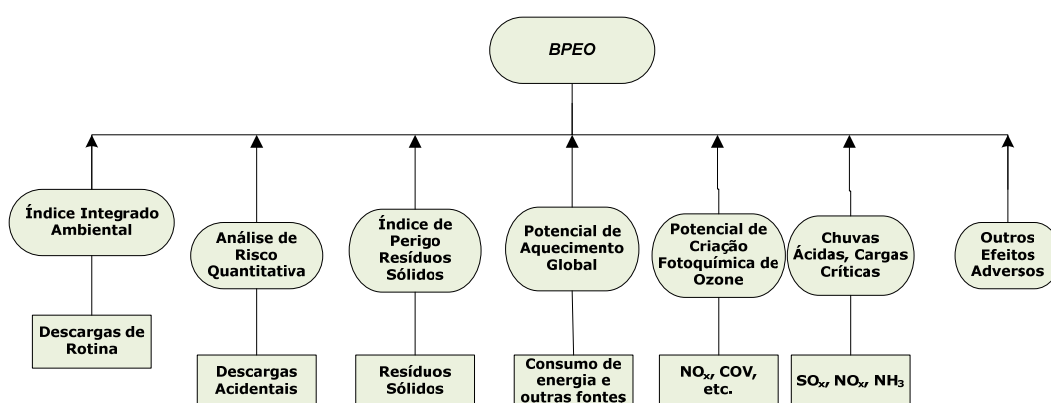


Figura 4.12 – Avaliação das melhores opções ambientais (BPEO), segundo a Environment Agency, United Kingdom (Slater et al, 1999)

## 5. Definição de um Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos

No presente capítulo apresenta-se uma proposta de um **Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos (MARRH)**, em caso de rejeição de substâncias perigosas para a água, designadamente hidrocarbonetos de origem mineral.

A necessidade de definição do MARRH resulta da percepção de que o manuseio de combustíveis fósseis, na ausência de rotinas apropriadas de gestão ambiental, podem originar derrames passíveis de provocarem a contaminação do meio hídrico, por longos períodos de tempo.

Dado que se tratam de misturas de substâncias com tempos de semi-vida muito longos, por vezes superiores ao tempo de vida útil do ser humano, a rejeição para o meio hídrico deste tipo de preparações poderá constituir um impacto negativo que poderá ser irreversível.

Os hidrocarbonetos de origem mineral, por conterem HPA, consoante a respectiva origem, em termos de fracção da destilação petrolífera (Matar et al, 2000), contêm substâncias classificadas como perigosas prioritárias, no âmbito da DQA.

Com este trabalho, pretende-se definir um modelo (MARRH) conceptual que permita identificar as zonas passíveis de virem a ser afectadas em caso de acidente e o possível grau de afectação, em função da definição de uma escala de risco associada quer aos recursos hídricos em presença, quer às características da fonte de perigo.

Com o MARRH pretende-se ainda determinar diversas opções de actuação possíveis face a diferentes cenários, de forma a auxiliar as autoridades competentes e os responsáveis pelas fontes de perigo, na tomada de decisões para contrariar os efeitos adversos, particularmente ao nível das:

- Práticas adequadas para prevenção da contaminação das massas de água;
- Definição de medidas de mitigação para reduzir os riscos inerentes à fonte de perigo;
- Definição de Planos de Monitorização para seguimento de situações de acidente.

O MARRH não constitui um modelo matemático e não pretende avaliar os:

- Riscos de acidentes graves de poluição, abrangidos pela Directiva *Seveso II*;
- Riscos ou vulnerabilidades directas sobre os ecossistemas;
- Riscos associados à deposição de partículas atmosféricas (cenários de exposição por via aérea).

#### 5.1. Desenvolvimento do MARRH

O modelo proposto assenta nas metodologias descritas no capítulo 4 do presente trabalho desenvolvendo-se em cinco etapas (Lohani et al, 1997; Fairman et al, 1998), distribuídas por três fases, integrando uma metodologia estratégica à semelhança do modelo utilizado pela EA (Slater et al, 1999) e aplicando alguns dos conceitos do processo de Avaliação Ambiental Estratégica (Partidário, 2007).

Assim, propõe-se um modelo com a seguinte estrutura base:

- 1ª Fase – Identificação de Factores Críticos:
  - Fonte de Perigo;
- 2ª Fase – Análise e Avaliação:
  - Avaliação das Emissões;
  - Cenários de Exposição;
  - Caracterização do Risco;
  - Gestão do Risco;
- 3ª Fase – Seguimento:
  - Gestão do Risco.

Seguidamente descreve-se em pormenor o modelo e a interligação entre as etapas e fases que o constituem.

##### 5.1.1. 1ª Fase

Na primeira fase identificam-se os Factores Críticos (FC) para o objecto de avaliação – *Recurso Hídrico*, ou seja, as questões fundamentais sobre as quais devem incidir os procedimentos de avaliação de risco.

O MARRH determina como FC os seguintes pontos: Identificação, localização e quantificação da fonte de perigo.

### *Identificação da Fonte de Perigo*

Consiste na identificação da unidade a estudar, o tipo de unidade (indústria, serviços, transporte ou outra) e na identificação de substâncias perigosas que são armazenadas e/ou manuseadas nessa mesma unidade.

### *Localização da Fonte de Perigo*

Baseia-se no enquadramento espacial da unidade atrás identificada, em que no caso de unidades fixas serão identificadas as coordenadas geográficas (ponto médio), enquanto no caso de unidades móveis (e.g. camião-cisterna) deverão ser identificadas as respectivas rotas de transporte.

A análise espacial é efectuada com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (SIG)<sup>31</sup>, para determinação das condicionantes presentes (instrumentos de ordenamento do território) com interesse para os recursos hídricos, designadamente:

- Águas Subterrâneas:
  - Plano Director Municipal (carta de condicionantes) – Zonas de protecção a captações;
  - Reserva Ecológica Nacional (cartas publicadas ou em revisão) – Áreas de recarga de aquíferos;
  - Reserva Agrícola Nacional – Áreas de agricultura condicionada por necessidade de protecção das águas subterrâneas (e.g. áreas de agricultura condicionada I);
  - Zonas classificadas como vulneráveis à poluição por nitratos de origem agrícola, de acordo com o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro;
  - Captações de água, usos, estado (activas, de reserva ou abandonadas) e respectivas distâncias à fonte de perigo;
  - Perímetros de protecção às captações públicas (quando existentes);
  - Cartas de vulnerabilidade específica (quando existentes);
  - Fluxo da água subterrânea<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Um Sistema de Informação Geográfica é um sistema que integra ferramentas de hardware e software com vários tipos de dados, relacionando-os e permitindo a obtenção das relações espaciais entre os mesmos (ESRI, GIS.com).

<sup>32</sup> Sentido do escoamento geral no aquífero.

- Águas Superficiais
  - Reserva Ecológica Nacional (cartas publicadas ou em revisão) – Zonas ameaçadas pelas cheias; Cursos de água, respectivos leitos e margens; Lagoas e lagos e respectivos leitos, margens e faixas; Albufeiras leitos, margens e faixas de protecção; Áreas de elevado risco de erosão hídrica;
  - Cursos de água, usos e respectivas distâncias à fonte de perigo;
  - Albufeiras (planos de ordenamento em vigor se aplicável), usos e respectivas distâncias à fonte de perigo;
  - Zonas estuarinas ou costeiras, usos e respectivas distâncias à fonte de perigo;
  - Zonas sensíveis<sup>33</sup>;
  - Áreas protegidas;
  
- Outras Informações:
  - Massas de água – massas de água superficial e subterrânea<sup>34</sup>;
  - Bacias e sub-bacias hidrográficas;
  - Informação de campo.

Esta cartografia permite identificar as características dos recursos hídricos em presença, quer ao nível da vulnerabilidade quer ao nível dos respectivos usos, sendo essencial para a etapa de caracterização do risco, como adiante se demonstrará.

#### *Quantificação da Fonte de Perigo*

Baseia-se na determinação das quantidades armazenadas e/ou manuseadas na unidade em estudo. Deverão ser obtidos, sempre que possível, dados de quantidades médias diárias presentes na unidade e de capacidades máximas de armazenamento.

Os dados relativos às quantidades médias diárias deverão ser identificados por época alta e por época baixa, pois em algumas situações, e.g. no período de Verão, é natural um aumento das quantidades armazenadas por necessidades de

<sup>33</sup> Zonas classificadas como sensíveis de acordo com a Directiva 91/271/CEE, transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro, n.º 149/2004, de 22 de Junho e 198/2008, de 8 de Outubro.

<sup>34</sup> Delimitadas pelo INAG no âmbito da aplicação da DQA em Portugal.

incremento face à variação populacional (unidades sujeitas ao factor sazonalidade) e/ou para fazer face ao período de encerramento para férias das empresas fornecedoras/fabricantes dos produtos químicos.

### 5.1.2. 2ª Fase

#### *Avaliação das emissões e cenários de exposição*

Esta etapa pretende dar resposta a três questões fundamentais, designadamente:

- Qual a probabilidade do perigo ocorrer?
- Qual a probabilidade do meio receptor ser exposto ao perigo?
- Qual a probabilidade da exposição provocar danos? (DEFRA<sup>35</sup>, 2000).

A primeira questão é estimada através da avaliação das condições de armazenamento e práticas de manuseamento das substâncias perigosas, sendo a probabilidade de ocorrência de acidente tanto maior quanto maiores forem as deficiências nestes procedimentos.

A existência e manutenção nas devidas condições de funcionamento de sistemas de segurança para fazer face a situações de acidente, nomeadamente, barreiras de segurança, para evitar a escorrência para linhas de água ou solos, diminuem a probabilidade de afectação dos recursos hídricos.

Para resposta à terceira questão é necessário avaliar e analisar as vias de exposição, as quais poderão ser directas ou indirectas, como já se referiu no capítulo 4, definindo-se, para efeitos da aplicação do MARRH:

- Vias Directas:  
Rejeição para águas superficiais;  
Infiltração para águas subterrâneas.
- Vias Indirectas:  
Lixiviação de substâncias adsorvidas em solos;  
Ressuspensão, de substâncias adsorvidas em sedimentos, para as águas superficiais.

---

<sup>35</sup> DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs.

No que concerne às águas subterrâneas, o risco depende da vulnerabilidade destas à poluição, ou seja *a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero* (Lobo-Ferreira et al, 1997).

Um aquífero define-se como um estrato ou formação geológica que permite a circulação da água através dos seus poros ou fracturas, de modo a que o Homem possa aproveitá-la em quantidades economicamente viáveis tendo em conta um determinado uso<sup>36</sup>.

A análise dos parâmetros do índice DRASTIC<sup>37</sup> permite perceber como as características de um aquífero determinam as vias e modos de exposição das águas subterrâneas aos poluentes, i.e.:

Parâmetro D (profundidade do topo do aquífero) – Espessura de material que um dado poluente tem que atravessar para atingir o aquífero.

Parâmetro R (recarga do aquífero) – Quantidade de água que entra num aquífero num dado período de tempo. Quanto maior for a recarga, maior será o risco de afectação das águas subterrâneas. Contudo, um grande volume de recarga pode levar a um menor risco de poluição por favorecer a diluição das substâncias contaminantes.

Parâmetro A (material do aquífero) – Capacidade do aquífero para atenuar os efeitos dos poluentes. O material do aquífero também condiciona o fluxo da água subterrânea ao determinar, em conjunto com a condutividade hidráulica e com o gradiente hidráulico<sup>38</sup>, o tempo disponível para a ocorrência dos fenómenos de atenuação.

Parâmetro S (tipo de solo) – Material da zona alterada da superfície terrestre (de um modo geral apresenta uma espessura inferior a dois metros). O tipo de solo tem impacto na quantidade de recarga e potencial atenuador de poluição.

Parâmetro T (topografia) – Declive do terreno. A topografia condiciona a probabilidade de uma dada substância escoar superficialmente ou permanecer à

---

<sup>36</sup> Léxico de Termos Hidrogeológicos

<sup>37</sup> Índice DRASTIC - Índice de vulnerabilidade formado por parâmetros hidrogeológicos, morfológicos e outras formas de parametrização das características dos aquíferos (Lobo-Ferreira et al, 1997).

<sup>38</sup> Declive do lençol freático, medido através da diferença de altura entre dois pontos, dividida pela distância entre os mesmos pontos (LEET, 1982).

superfície durante um intervalo de tempo suficiente para se poder infiltrar e também influencia o desenvolvimento de solos e conseqüentemente o modo de atenuação dos contaminantes.

Parâmetro I (influência da zona vadosa<sup>39</sup>) – As características do material da zona vadosa condicionam o tempo de contacto com o poluente, permitindo a ocorrência de processos de biodegradação, neutralização, filtração mecânica, reacção química, volatilização e dispersão.

Parâmetro C (condutividade hidráulica do aquífero) – Capacidade do aquífero para transmitir água, que em conjunto com o gradiente hidráulico, controla o fluxo das águas subterrâneas. A condutividade hidráulica depende da quantidade e conectividade dos espaços vazios dentro do aquífero, que podem ser poros, fracturas, cavidades ou planos de estratificação (Lobo-Ferreira et al, 1997).

Deste modo, constata-se a importância de na primeira fase localizar-se de forma clara a fonte de perigo e enquadrá-la espacialmente, para que na segunda fase se analise os cenários de exposição e se avalie a probabilidade de contaminação das águas subterrâneas, face à vulnerabilidade hidrogeológica dos locais identificados.

As condições climatéricas também poderão influenciar de forma significativa os cenários de exposição. Por exemplo, uma rejeição para a linha de água, em situações de pluviosidade intensa, poderá provocar o arrastamento dos contaminantes a uma distância superior face a um mesmo derrame em período seco. Esta situação será tanto mais visível em linhas de água intermitentes, que desaparecem no período de estiagem.

A avaliação das respostas às questões atrás identificadas, permitirão delimitar as massas de água passíveis de virem a ser afectadas, estabelecer um horizonte temporal teórico de afectação, com base nas quantidades, tempos de semi-vida das substâncias presentes na unidade e mobilidade das substâncias na água e nos solos e determinar a transferência de risco a terceiros em função dos usos das massas de água.

Contudo, esta avaliação é sujeita a um elevado grau de incerteza, uma vez que depende de inúmeros factores externos à fonte de perigo, tais como, características

---

<sup>39</sup> A zona vadosa de um aquífero corresponde à espessura da zona não saturada por água no subsolo. Nos casos em que a superfície do terreno intercepta o lençol freático (áreas de nascentes) a zona vadosa é inexistente (Oliveira, 2005).

dos aquíferos e solos existentes na zona, captações de água subterrânea e caudais em extracção e condições climáticas.

Como principal consequência desta incerteza resulta o facto dos limites temporais e espaciais que se definam pela aplicação do MARRH estarem associados a uma incorrecção indeterminada, levando à necessidade de serem efectuadas rectificações e ajustes em situação real de acidente.

Uma outra incerteza que deverá ser considerada é o facto de pontualmente, numa unidade fixa, poderem estar presentes quantidades superiores à capacidade máxima de armazenamento de uma dada substância, ou mesmo, outras substâncias perigosas não identificadas na primeira fase do MARRH. Estas situações são passíveis de ocorrerem durante o reabastecimento ou entrega de mercadorias, donde resulta que a quantidade de substâncias presentes na fonte fixa seja:

$$[SP]_{Local} = [SP]_{Unidade Fixa} + [SP]_{Unidade Móvel} \quad (5)$$

sendo [SP] a quantidade de substâncias perigosas presentes, expressa em unidades de massa, num dado instante.

Assim, em certos instantes temporais, poderá haver um efeito cumulativo de difícil quantificação na avaliação de risco.

#### *Caracterização do Risco*

Esta etapa preconiza a quantificação e priorização do risco resultante dos factores associados à fonte de perigo (e.g. substâncias perigosas presentes, sistemas de segurança instalados e respectivo estado de conservação) e o risco decorrente da interferência com os recursos hídricos.

Para o efeito e com base na caracterização de risco descrita no capítulo 4 do presente estudo (Lohani et al, 1997), propõe-se matrizes (figura 5.1) para categorizar os riscos em função dos recursos hídricos e sistemas de segurança instalados *versus* o grau e severidade dos danos passíveis de serem provocados.

### Factores de Risco

Recursos Hídricos	Fonte de Perigo					
	Fonte Fixa	Fonte Móvel				
Vulnerabilidade à Poluição	Substâncias Perigosas	Substâncias Perigosas				
Captações de Água Subterrânea	Bacias de Retenção (Armazenamento)	Quantidades Transportadas				
Linhas de Água	Sistemas Retenção (nas redes de águas pluviais)	---				
Albufeiras	Sistemas de Detecção de Fugas	---				
Zonas Ameaçadas Pelas Cheias	Sistemas de Alerta					

	↑	↑	↑	↑
	0	2	4	6
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo

Figura 5.1 – Matrizes de Risco

A classificação dos factores é determinada em função do risco de afectação, no caso dos recursos hídricos, e em função do risco de provocar dano, no caso da fonte de perigo (figura 5.2). No Apêndice I apresenta-se a classificação adoptada para cada um dos factores de risco acima considerados.

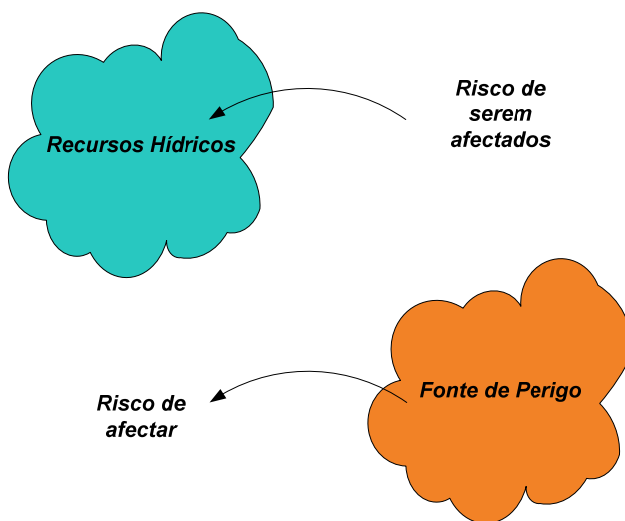


Figura 5.2 – Esquema de afectação

O risco global (R) obtém-se assim a partir da soma dos riscos parciais afectos aos recursos hídricos ( $R_{RH}$ ) e às fontes de perigo ( $R_{FP}$ ). Os riscos parciais são obtidos a partir do quociente entre somatório dos diversos factores de risco e o valor de risco máximo (risco severo).

Tendo presente que o MARRH tem por base a avaliação do risco para protecção do recurso hídrico, propõe-se a ponderação dos factores associados à água, face aos factores associados à fonte de perigo. Esta ponderação serve também como factor de compensação face aos graus de incerteza presentes e difíceis de quantificar à semelhança do previsto por alguns modelos de avaliação britânicos (DEFRA, 2000).




Resumindo, R pode variar entre um valor nulo e um valor máximo de cinco e é calculado através da seguinte expressão:

$$R = R_{RH} + R_{FP} = \frac{\sum r_{iRH}}{r_{Severo}} \times f_{pRH} + \frac{\sum r_{iFP}}{r_{Severo}} \times f_{pFP} \quad (6)$$

Sendo,

- $r_{iRH}$  – Factor de risco associado aos recursos hídricos
- $r_{iRH}$  – Factor de risco associado à fonte de perigo
- $r_{Severo}$  – Valor máximo da escala de riscos parciais ( $r_{Severo} = 6$ )
- $f_p$  – Factor de ponderação:
  - Recursos Hídricos ( $f_{pRH} = 0,65$ )
  - Fonte de Perigo ( $f_{pFP} = 0,35$ )

A priorização do risco é efectuada com base nos resultados obtidos, através da expressão (6) numa escala qualitativa (United Kingdom, 1999; United Kingdom, 2005), seguindo a seguinte correspondência:

Riscos Inaceitáveis	$R \geq 4$	
Riscos Intermédios	$2 \leq R < 4$	
Riscos Aceitáveis	$R < 2$	

Uma vez identificado o grau de risco associado à unidade, deverá ser definido um plano de gestão que permita a redução, retenção, transferência ou eliminação do risco.

Sempre que possível os riscos deverão ser reduzidos para um nível mínimo de aceitação, designado como o Mais Baixo Valor Razoavelmente Possível<sup>40</sup> (MBVRP), através de uma análise de custo/benefício, à semelhança do preconizado na legislação britânica em vigor (United Kingdom, 1999; United Kingdom, 2005), através da implementação de barreiras e procedimentos de segurança.

Contudo, caso a redução não permita uma relação custo/benefício viável, o plano deverá definir directrizes, para:

- Retenção de riscos – A unidade poderá assumir a cobertura dos custos em caso de danos;
- Transferência de riscos – A unidade poderá transferir os riscos através da realização de uma apólice de seguro para cobertura de danos, em caso de acidente.

Quando se verificarem situações críticas de riscos inaceitáveis, em que as medidas de redução, retenção ou transferência não sejam passíveis de serem aceites, o risco deverá ser eliminado. Por exemplo, se uma unidade estiver a usar uma substância não autorizada, o risco deve ser suprimido através da cessação do uso da referida substância.

Os planos de gestão devem ainda incluir a definição de planos de monitorização de dois tipos:

- Monitorização de equipamentos e procedimentos de segurança para fazer face a situações de avaria ou acidente;
- Monitorização ao nível dos recursos hídricos (quando se justifique).

---

<sup>40</sup> Nível ALARP (Classificação segundo a legislação britânica (Statutory Instrument 1999, n.º 743, publicado em 17/03, e 2005, n.º 1088, publicado em 07/04).

### 5.1.3. 3ª Fase

#### *Gestão do Risco*

A terceira fase do MARRH, enquadra-se na ainda quinta etapa do modelo, relativa à gestão, e prevê uma fase de seguimento, onde se pretende a definição de um programa de acção para os recursos hídricos afectados ou passíveis de virem a ser afectados em caso de acidente, com diferentes níveis de actuação e alerta. Os resultados desta fase serão utilizados para nova avaliação de risco, num processo iterativo, para análise das opções tomadas.

A fase de seguimento deve assim contemplar os seguintes passos:

- A análise dos resultados do processo minimização dos riscos para avaliação das opções tomadas e verificação dos novos cenários de risco face às mesmas;
- A análise dos resultados da monitorização e adaptação dos respectivos planos, sempre que se justifique;
- A definição de critérios de recuperação dos meios receptores, perante um cenário de acidente (e.g. limpeza de zonas afectadas, remediação de solos, descontaminação de águas subterrâneas).

Com a integração de uma base de avaliação estratégica (Partidário, 2007) o MARRH (figura 5.3) pretende analisar as diversas opções possíveis face aos diferentes cenários, priorizando os riscos e assim permitir uma escolha do melhor modo de actuação e não apenas a mitigação dos impactes negativos sobre a água.

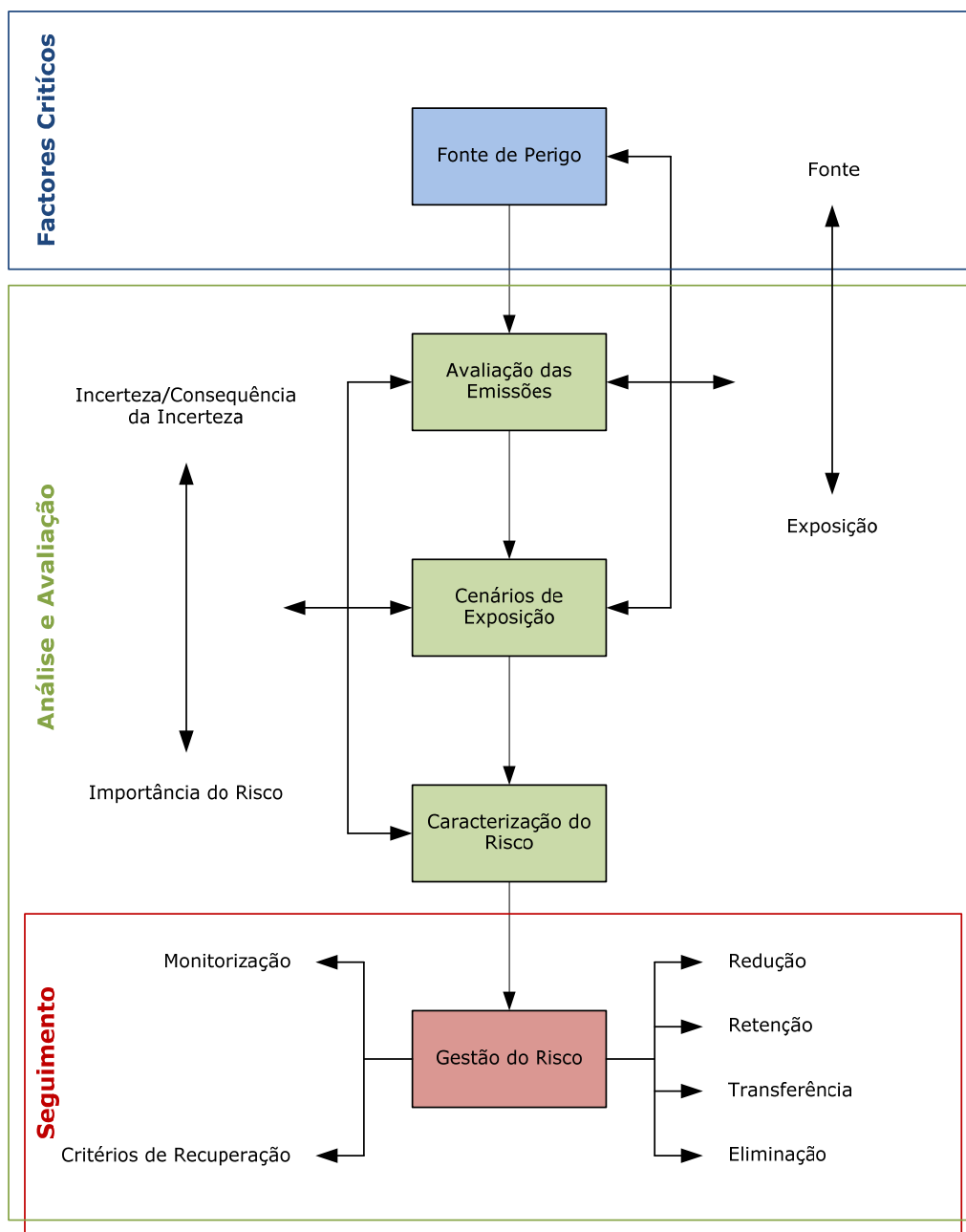


Figura 5.3 – Diagrama do MARRH



## 6. Aplicação do Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos

No presente capítulo pretende-se comprovar a aplicabilidade do MARRH através do uso da metodologia desenvolvida no capítulo anterior a uma unidade específica, adiante designada por *Caso-Estudo*, localizada na área da Região Hidrográfica do Algarve, perante dois cenários:

- Situação para prevenção de acidente;
- Situação de acidente real.

Pretende-se ainda ao longo deste estudo verificar a fase de seguimento do modelo perante um cenário real de acidente ocorrido no caso-estudo.

### 6.1. Identificação dos Factores Críticos

#### 6.1.1. Enquadramento

Para aplicação do MARRH, um dos primeiros FC consiste na identificação das fontes de perigo, i.e., os locais onde haja armazenamento e/ou manuseamento de substâncias perigosas para a água.

Um levantamento deste tipo de informação foi efectuado em 1999, com o objectivo de dar cumprimento às Directiva 76/464/CEE e 80/68/CEE, pelo INAG em colaboração com as ex-Direcções Regionais de Ambiente (actuais ARH) que procederam ao inventário das unidades industriais que potencialmente descarregam para o meio receptor substâncias classificadas como perigosas para o meio aquático e águas subterrâneas (substâncias das Listas I e II)<sup>41</sup>.

Este inventário apoiou-se no cruzamento da informação do tipo de indústria com o tipo de substâncias passíveis de utilização nos correspondentes processos industriais. No Algarve foi inventariado um total de 1143 unidades, distribuídas por 23 sectores de actividade, divididos pelos 16 concelhos da região (figura 6.1).

---

<sup>41</sup> Substâncias classificadas como perigosas no âmbito das Directivas 76/464/CEE e 80/68/CEE: Tóxicas, persistentes e bioacumuláveis (ver ponto 3.2).

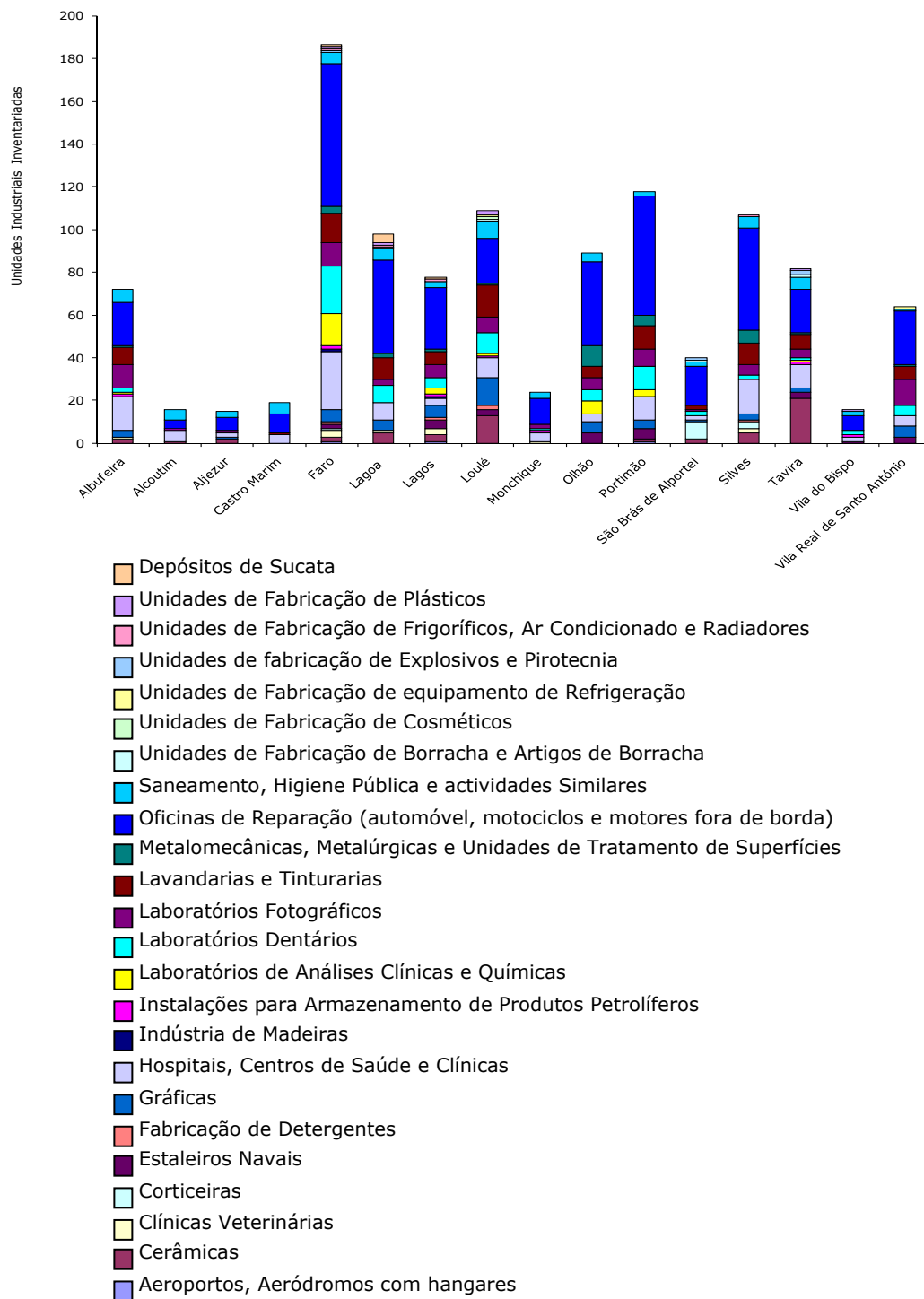


Figura 6.1 – Unidades produtoras/utilizadoras de substâncias perigosas inventariadas no Algarve (CCDR-Algarve, 2005)

Destas 1143 unidades foram seleccionadas 185, de 12 sectores de actividade<sup>42</sup>, para elaboração de um estudo de caracterização das unidades potencialmente

<sup>42</sup> Aeroportos e aeródromos com hangares; Cerâmicas; Estaleiros navais; Fabricação de detergentes; Gráficas; Hospitais, centros de saúde e clínicas; Indústria de madeiras; Instalações para armazenamento de produtos petrolíferos; Metalomecânicas e metalúrgicas; Unidades de tratamento de superfície; Saneamento, higiene pública e actividades similares; Unidades de fabricação de explosivos e pirotecnia.

produtoras/utilizadoras de substâncias perigosas na região do Algarve, que decorreu entre 2000 e 2003 (CCDR-Algarve, 2005).

Os resultados deste estudo revelaram que pelo facto do tecido industrial da região ser, em geral, constituído por unidades de pequena e média dimensão, as mesmas não constituem à partida fontes significativas de emissões de substâncias perigosas para os efluentes líquidos. Contudo, este trabalho também demonstrou que a existência de dificuldades em assumir práticas adequadas de gestão ambiental, por parte das unidades, poderá traduzir-se em situações de potenciais emissões para o meio hídrico<sup>43</sup>.

No que concerne a sistemas de armazenamento de combustíveis, este trabalho apenas incluiu os grandes parques de produtos petrolíferos<sup>41</sup> – *Parques da Petrogal, BP e Aeroporto de Faro* (figura 2.7). Porém, e dadas as conclusões do estudo atrás referido, é expectável que as pequenas unidades de armazenamento também constituam fontes de perigo para os recursos hídricos. Neste contexto englobam-se não só os postos de abastecimento de combustível como também os sistemas de armazenamento para abastecimento de unidades de aquecimento e/ou de produção de vapor.

#### 6.1.2. Identificação da Fonte de Perigo (Caso-Estudo)

Deste modo, para aplicação do MARRH identificou-se como fonte de perigo um sistema de armazenamento e pré-aquecimento associado a uma unidade de produção de vapor para aquecimento de uma exploração agrícola (estufas)<sup>44</sup>, com utilização de combustível do tipo fuelóleo, designado comercialmente por *Fuelóleo N.º 4 BTE*, CAS n.º 68476-33-5 (tabela 6.1). Considera-se como integradas no caso-estudo as respectivas redes de drenagem, nomeadamente as de águas pluviais por conterem um ponto de ligação directa ao meio hídrico.

No Anexo IV apresenta-se a ficha de dados de segurança e a ficha de especificação comercial do *Fuelóleo N.º 4 BTE*.

Os fuelóleos constituem a fracção residual da destilação atmosférica<sup>45</sup> do petróleo bruto e são constituídos por misturas complexas de hidrocarbonetos, uma vez que durante o processo de destilação a maioria dos compostos policíclicos aromáticos,

<sup>43</sup> Fonte: ARH do Algarve.

<sup>44</sup> Elementos de base (quantitativos e qualitativos) referentes ao Caso-Estudo fornecidos pela ARH do Algarve.

<sup>45</sup> Destilação à pressão atmosférica.

asfaltenos e metais pesados presentes no petróleo bruto são concentrados na fracção residual (Matar et al, 2000).

**Tabela 6.1 – Propriedades físico-químicas do Fuelóleo N° 4BTE (Galp Energia, 2006)**

<i>Fuelóleo N° 4 BTE</i>	
Características	Valores
Forma	Líquido
Cor	Castanha
Odor	Característico
Mudança de estado:	
Ponto de fluxo <sup>46</sup>	30 °C (max.)
Ponto de inflamação	65 °C (min.)
Risco de explosão	Risco de explosão relativamente reduzido
Limites de explosão:	
Inferior	1 % (v/v)
Superior	6 % (v/v)
Massa volúmica a 15°C	0,983-0,987 gcm <sup>-3</sup>
Solubilidade/Miscibilidade	
Em água	Praticamente imiscível
Em solventes orgânicos	Miscível com a maior parte dos solventes orgânicos
Coeficiente de distribuição (n-octanol/água)	2,7-6+ log Kow
Viscosidade cinemática a 100 °C	40 mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> (max.)

Na exploração agrícola em estudo, o sistema de produção de vapor funciona durante o período frio, entre Outubro a Abril, incidindo o aquecimento essencialmente nos meses de Novembro a Março, dependendo da temperatura ambiente. O sistema de armazenamento de combustível é constituído por um tanque de armazenamento, a partir do qual é bombada diariamente a quantidade necessária de fuelóleo para satisfazer as necessidades de aquecimento da exploração.

Este fuel, devido ao facto de apresentar um ponto de fluxo alto (tabela 6.1), face à temperatura ambiente durante os meses frios, tem de ser pré-aquecido, de modo a poder ser utilizado na caldeira para produção de vapor. Assim, o fuelóleo é bombado para um tanque de pré-aquecimento, denominado *tanque diário*, sendo o nível de combustível neste tanque controlado por meio de uma bóia, que fornece informação de fecho a uma válvula, quando o nível máximo é atingido. O abastecimento do tanque diário efectua-se durante o período nocturno, durante o qual se encerra a ligação ao sistema de geração de vapor (figura 6.2).

<sup>46</sup> Temperatura mais baixa à qual um fluido ainda consegue fluir, quando arrefecido em determinadas condições (Lyons, 1996).

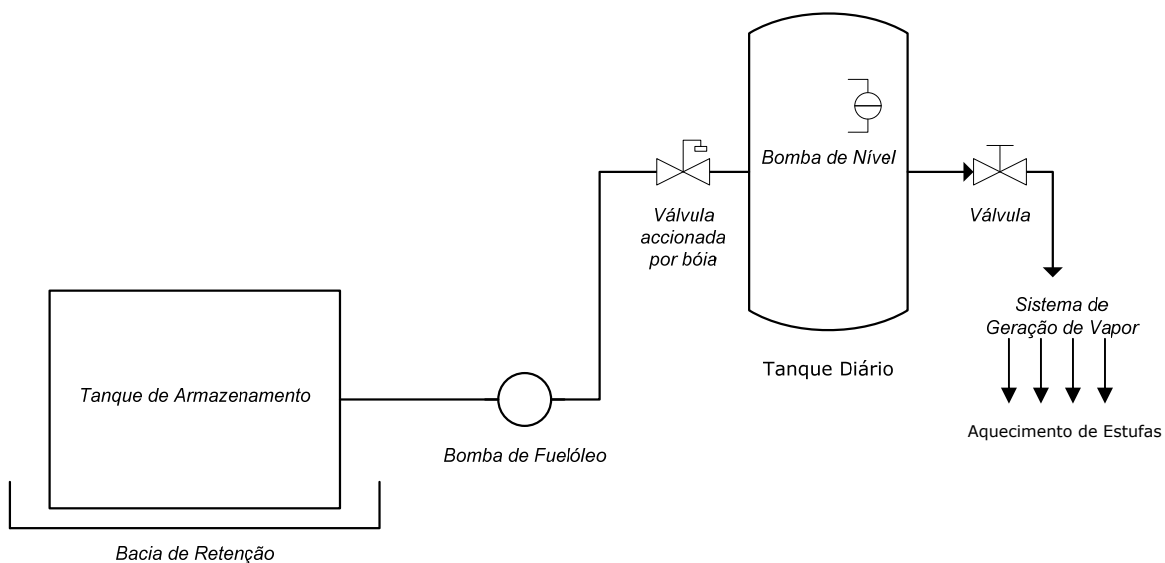
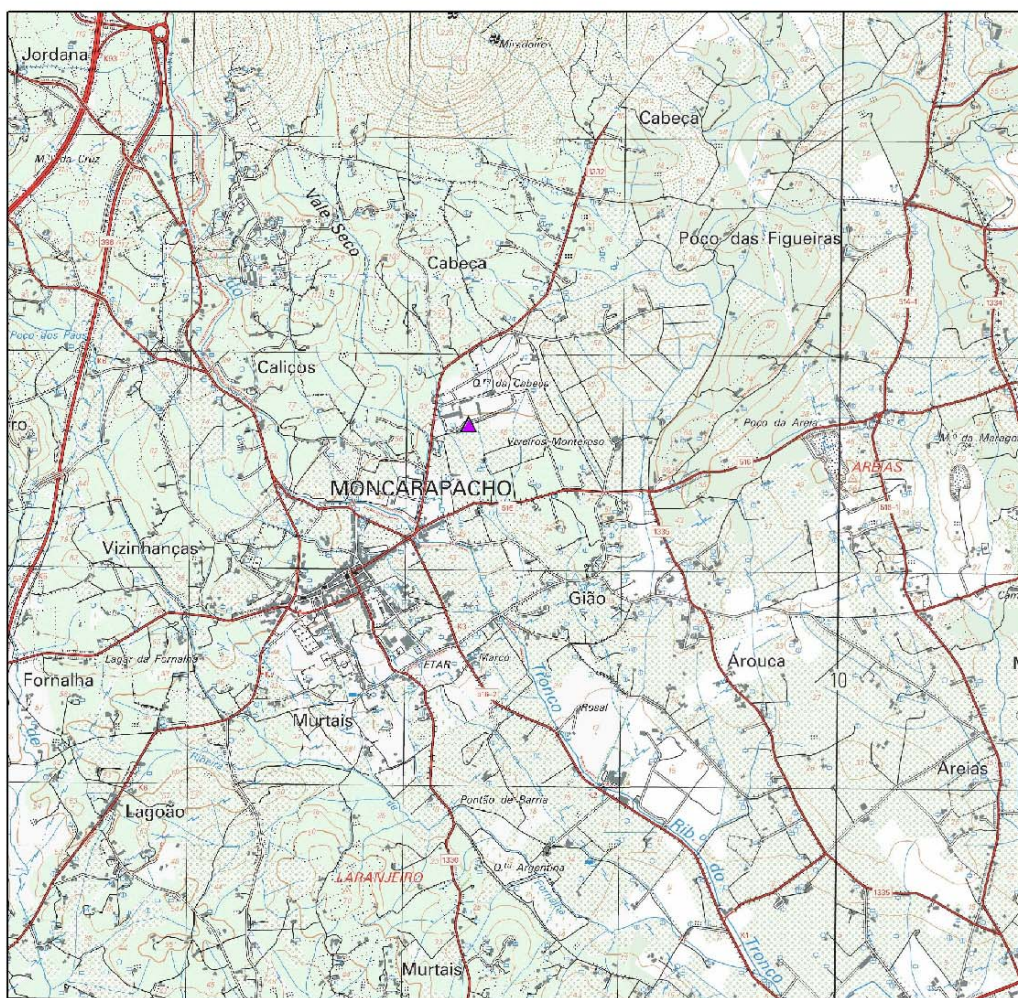


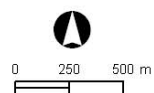
Figura 6.2 – Caso-Estudo: Sistema de armazenamento e pré-aquecimento de fuelóleo, para abastecimento de sistema de geração de vapor (Fonte: ARH do Algarve)

### 6.1.3. Localização da Fonte de Perigo

O caso-estudo situa-se na freguesia de Moncarapacho, no concelho de Olhão, numa área delimitada pela sub-bacia da Ribeira do Tronco, na bacia hidrográfica das Ribeiras da Ria Formosa (figuras 6.3 e 6.4).



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 607 e 608, 2006, escala 1:25 000.  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.



▲ Fonte de Perigo

**ARH**  
 ALGARVE  
 Mai 09  
 SPC

Figura 6.3 – Localização da fonte de perigo (Fonte ARH do Algarve)

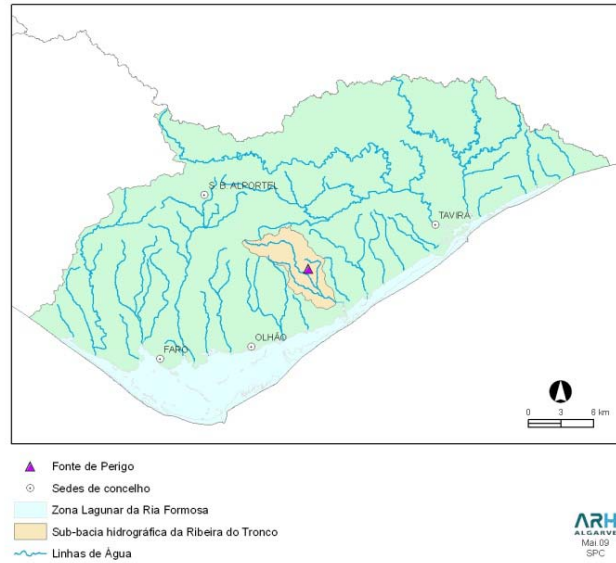


Figura 6.4 – Localização da fonte de perigo na sub-bacia da Ribeira do Tronco, bacia hidrográfica das Ribeiras da Ria Formosa (Fonte: ARH do Algarve)

No Apêndice II apresenta-se a análise de enquadramento espacial do caso-estudo, de acordo com as condicionantes descritas no ponto 5.1.1.

O caso-estudo localiza-se no aquífero S. João da Venda-Quelfes (figura 6.5) caracterizado por arenitos, conglomerados, argilas, calcários margosos e margas, do Cretácico (Lobo-Ferreira et al, 1997).

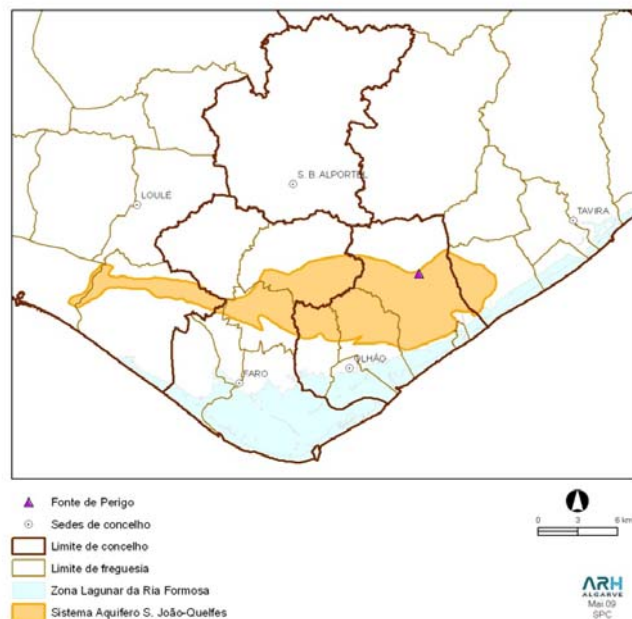


Figura 6.5 – Aquífero S. João da Venda-Quelfes (Fonte: ARH do Algarve)

O Plano de Bacia das Ribeiras do Algarve descreve este sistema aquífero como sendo constituído por duas sub-unidades, uma associada aos arenitos de fácies wealdeana e outra associada à sequência margo-calcária que se lhe segue. Embora as duas sub-unidades provavelmente tenham um funcionamento independente, e possam ter características hidroquímicas distintas, as diferenças em termos de produtividade, não são muito marcadas. Por isso, e por serem adjacentes, foram agrupadas num sistema único. A alternância de camadas com permeabilidades distintas, nomeadamente na série margo-calcária, confere ao sistema um carácter multicamada. A recarga é feita por infiltração directa das precipitações (MAOT, 2000)<sup>47</sup>.

Localmente, esta zona é constituída por solos resultantes da alteração das formações carbonatadas cretácicas, que se caracterizam por uma certa componente argilosa (figura 6.6) que impede que mecanismos de infiltração se dêem significativamente, ou seja, estão presentes no local formações com baixa a média vulnerabilidade hidrogeológica<sup>48</sup>.

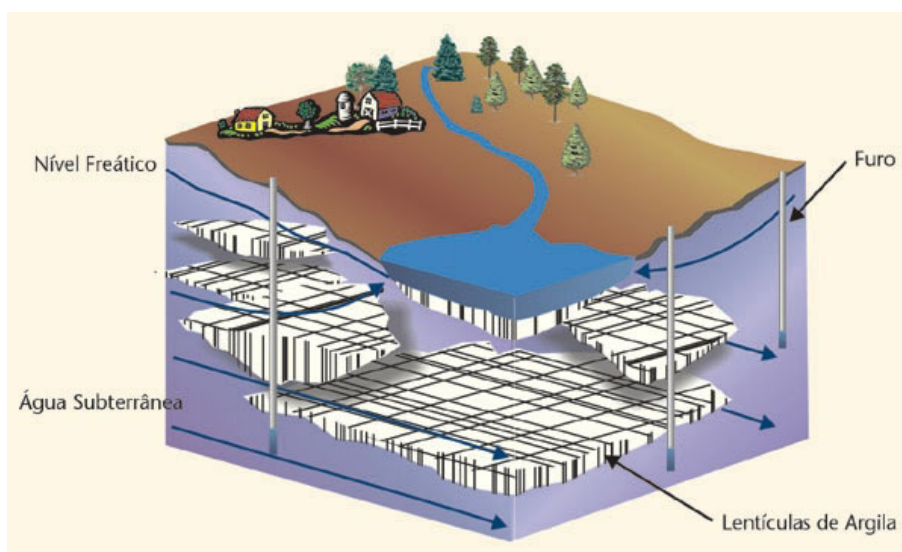


Figura 6.6 – Aquífero com níveis argilosos descontínuos mas confinantes (Instituto Geológico e Mineiro, 2001)

#### 6.1.4. Quantificação das Substâncias Químicas Presentes no Local

A capacidade de armazenagem instalada no caso-estudo é de:

- Tanque de armazenagem: 100 t;
- Tanque diário: 2,5 t.

<sup>47</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Anexo IV.

<sup>48</sup> Fonte: ARH do Algarve.

Para o caso-estudo não foi possível determinar as quantidades médias diárias presentes na unidade. No período quente (Abril/Maio a Outubro/Novembro) apesar de não haver aquecimento há manutenção do armazenamento de combustível.

## 6.2. Análise e Avaliação

### 6.2.1. Avaliação das Emissões

No caso-estudo, os sistemas de segurança instalados, à data de Abril de 2007, consistiam em:

- Bacia de retenção, no tanque de armazenamento, sito ao ar livre, para fazer face a eventuais derrames, com capacidade máxima para 2,5 t (quantidade de fuelóleo utilizado diariamente);
- Bóia de nível associada a válvula, no tanque diário, para controlo do nível de combustível neste tanque.

O sistema de retenção instalado apresentava uma capacidade diminuta (2,5%) da capacidade máxima do tanque de armazenamento e, junto à boca de alimentação, eram visíveis vestígios de fuelóleo, o que indicava a ocorrência de fugas durante as operações de trasfega de combustível (figura 6.7).

Toda esta zona, bem como a área envolvente ao tanque diário e à caldeira, drenam para o sistema de águas pluviais que descarrega numa vala natural não impermeabilizada afluente da Ribeira do Tronco. Esta vala, à semelhança da



Figura 6.7 – Depósito de armazenamento de fuelóleo e respectiva bacia de retenção (imagem cedida pela ARH do Algarve)

maioria das linhas de água da região hidrográfica das Ribeiras do Algarve apresenta um carácter intermitente, só apresentando caudal durante o período húmido (MAOT, 2000)<sup>49</sup>.

Face às características electromecânicas dos equipamentos do caso-estudo (e.g. sistema de bombagem, medição de nível, válvulas) e existência de poucas redundâncias (sistemas de apoio para fazer face a situações de avaria ou acidente), é possível observar-se, através da análise de uma árvore de falhas (figura 6.8), que, por falha técnica e/ou erro humano, haveria a probabilidade de suceder um acidente.

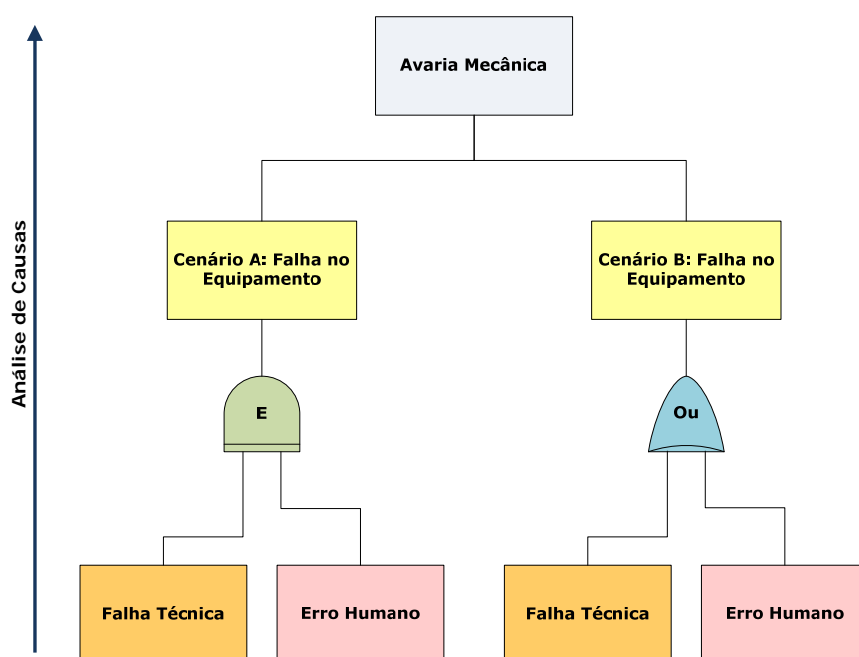


Figura 6.8 – Árvore de Falhas

A capacidade diminuta da bacia de retenção do tanque de armazenamento, a ausência de um sistema de contenção no tanque diário e a ausência de barreiras de segurança no sistema de águas pluviais implicava que em caso de derrame de combustível existiria a probabilidade destes afectarem os recursos hídricos, através da rejeição para a linha de água.

Tendo em conta as características dos meios receptores em presença e o perigo da preparação<sup>50</sup> em causa, verifica-se assim que, neste cenário, haveria a probabilidade da exposição provocar dano, designadamente ao nível da alteração da qualidade das águas subterrâneas e consequente afectação do respectivo uso.

<sup>49</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve, 1ª Fase, Vol. I.

<sup>50</sup> Mistura contendo substâncias perigosas prioritárias.

## 6.2.2. Cenários de Exposição

Para análise das vias de exposição, a partir do caso-estudo, considerou-se o cenário de uma avaria mecânica no equipamento instalado. Da aplicação de uma árvore de incidentes a este tipo de ocorrência (figura 6.9) resulta o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, por via directa e indirecta (tabela 6.2).

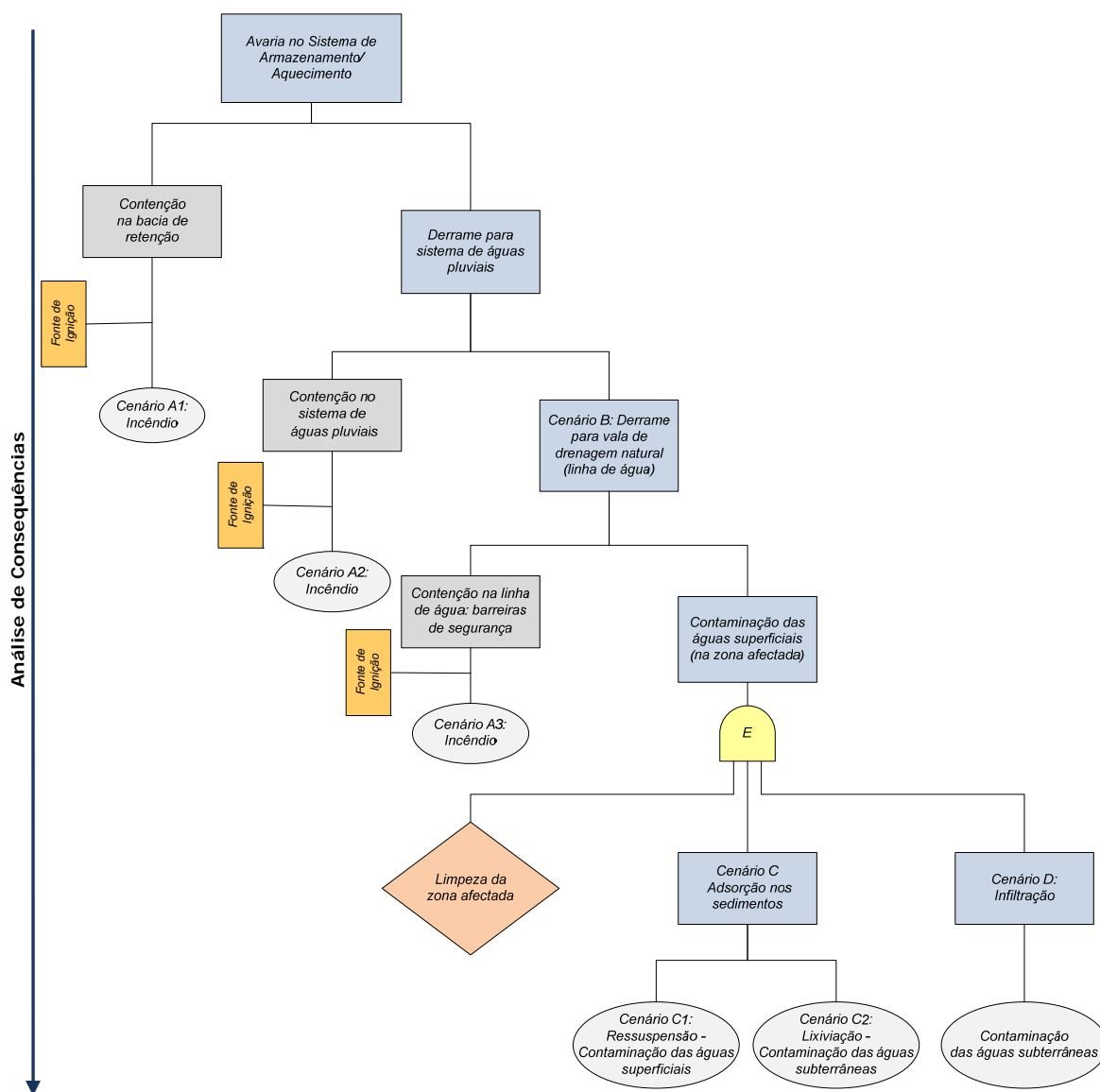


Figura 6.9 – Árvore de Incidentes

O MARRH não pretende avaliar os riscos decorrentes da exposição via atmosférica (deposição de partículas) pelo que os cenários A1 e A2 não serão considerados no presente trabalho. No cenário A3 apenas será considerada a contaminação directa das águas presentes no curso de água.

**Tabela 6.2 – Vias de exposição e cenários de contaminação**

Vias de Exposição	Recursos Hídricos	Cenário	
Directa	Águas Superficiais	Descarga directa para a linha de água	Cenário B
		Incêndio no material contido na linha de água	Cenário A3
	Águas Subterrâneas	Infiltração	Cenário D
Indirecta	Águas Superficiais	Ressuspensão de material adsorvido em sedimentos	Cenário C1
	Águas Subterrâneas	Lixiviação de material adsorvido em sedimentos	Cenário C2
	Águas Superficiais	Deposição de partículas em caso de incêndio	Cenário A1, A2 ou A3
	Águas Subterrâneas	Deposição de partículas em caso de incêndio	Cenário A1, A2 ou A3

Da análise dos dados do enquadramento espacial (Apêndice II) constata-se a existência, para além da linha de água já referida, de várias captações de água subterrânea (figura 6.10), predominando o uso para rega, existindo contudo a cerca de 45 m do caso-estudo uma captação que também é utilizada para consumo humano (habitação).

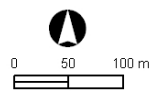
O combustível manuseado no caso-estudo (*Fuelóleo N° 4 BTE*) consiste numa combinação complexa de hidrocarbonetos produzidos pela destilação do petróleo bruto, com predominância de cadeias de átomos de carbono de C<sub>9</sub> até C<sub>25</sub> (Galp Energia, 2004) que, nas condições normais de pressão e temperatura, não são passíveis de sofrerem reacções de hidrólise.

Esta mistura de hidrocarbonetos no solo apresenta um tempo de semi-vida superior a 336 dias. Vários testes efectuados indicam que estas substâncias tendem a ser muito persistentes, observando-se que cerca de 80% das mesmas permanecem adsorvidas nos solos após o período de um ano, mesmo na presença de compostos de azoto e fósforo introduzidos para promoverem a bioremediação de solos contaminados (European Commission, 2000)<sup>51</sup>.

<sup>51</sup> Substance ID 68476-33-5.



Base cartográfica: IGP, Ortofotomapas digitais, 2007  
Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.



- ▲ Fonte de Perigo
- Captações de água subterrânea

**ARH**  
ALGARVE  
Mai.09  
SPC

Figura 6.10 – Localização da fonte de perigo e captações de água subterrânea (Fonte: ARH do Algarve)

Nos pontos seguintes procede-se à descrição dos vários cenários identificados na árvore de incidentes (figura 6.9) e a respectiva comparação com uma situação real de avaria mecânica, ocorrida em Abril de 2007, no caso-estudo, que provocou um acidente, o qual teve como consequência o derrame de cerca de 25 m<sup>3</sup> a 30 m<sup>3</sup> de *Fuelóleo n.º 4 BTE* para a linha de água.

#### *Cenário B: Derrame para Vala de Drenagem Natural (Linha de Água)*

Em caso de avaria no sistema de armazenamento e/ou de aquecimento, que provoque um derrame de fuelóleo que não seja contido antes de entrar no sistema de drenagem de águas pluviais (figuras 6.11 e 6.12), nem seja retido dentro desta rede, há rejeição para a linha de água (cenário B da árvore de incidentes, figura 6.9).



Figura 6.11 – Sistema de drenagem de águas pluviais do caso-estudo contendo derrame (imagem cedida pela ARH do Algarve)

Esta preparação constitui um produto muito viscoso, com um ponto de fluxo máximo de 30 °C (Galp Energia, 2006) e uma vez que a linha de água em presença só apresenta caudal no período húmido, não é expectável que um derrame (em tempo seco) atinja as águas superficiais a longas distâncias, dado que o produto abaixo da temperatura mencionada deixa de se comportar como um fluido.



Figura 6.12 – Sistema de drenagem de águas pluviais do caso-estudo contendo derrame - Zona de ligação à linha de água (imagem cedida pela ARH do Algarve)

O fuelóleo na presença do meio hídrico forma uma Fase Líquida Não-Aquosa (FLNA<sup>52</sup>) que se pode deslocar em conjunto com o fluxo de água (Reis, 1996). Assim, perante episódios de precipitação, um dado derrame pode atingir zonas mais afastadas, face a uma rejeição semelhante em período seco. A extensão total da zona contaminada irá depender não só do volume de combustível descarregado, mas também

da precipitação ocorrida, do tipo de episódio de precipitação (e.g. chuva torrencial) e da capacidade de escoamento superficial da linha de água.

<sup>52</sup> Correspondente a NAPL (Nonaqueous Phase Liquid).

De outra forma, os períodos húmidos podem favorecer alguma diluição da FLNA (fenómenos de dispersão nas águas superficiais), contudo podem promover fenómenos de lixiviação para as águas subterrâneas, bem como dificultam os trabalhos de limpeza das zonas afectadas (figura 6.13).



Figura 6.13 – Trabalhos de limpeza de fuelóleo na linha de água junto ao caso-estudo (imagem cedida pela ARH do Algarve)

No caso-estudo, em situação real de acidente (num momento de período seco), um derrame de cerca de 25 m<sup>3</sup> a 30 m<sup>3</sup> de fuelóleo atingiu uma extensão aproximada de 120 m, na linha de água. Após um episódio de precipitação<sup>53</sup>, em três dias, a mancha progrediu, sendo visíveis vestígios de fuelóleo até aos 300 m (figura 6.14).



Figura 6.14 – Vestígios de fuelóleo na linha de água (imagem cedida pela ARH do Algarve)

<sup>53</sup> Precipitação Mensal (Abril 2007) = 16,5 mm (Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, 2007).

### Cenário C: Adsorção nos Sedimentos e Cenário D: Infiltração

Os derivados de petróleo, quando entram em contacto com o solo ou rocha penetram na rede de porosidade existente, podendo migrar de quatro formas distintas:

- A FLNA flui através da rede de porosidade;
- Os contaminantes passíveis de dissolução na água podem ser transportados pelo fluxo de água subterrânea;
- As partículas coloidais poderão ser transportadas pela água (Fase Líquida Não-Aquosa Leve – FLNAL);
- Os contaminantes voláteis são transportados sob a forma de vapor através da zona vadosa (Reis, 1996).

Nas camadas subsuperficiais, a FLNA migra no sentido descendente, através dos poros livres, na zona não saturada<sup>54</sup> (figura 6.15). Se a quantidade de poluente descarregado não for significativa, o volume total da FLNA poderá ficar adsorvido ou retido na zona vadosa. Contudo, quantidades maiores de poluente poderão dar origem a uma FLNA móvel, que se continuará a deslocar até atingir a zona saturada<sup>55</sup> (cenário C3 da árvore de incidentes, figura 6.9). Neste ponto, os

contaminantes susceptíveis de dissolução e as fracções mais leves (FLNAL) são transportados pelo fluxo de água subterrânea, podendo atingir as zonas de extracção, i.e., as captações de água subterrânea (figura 6.16).

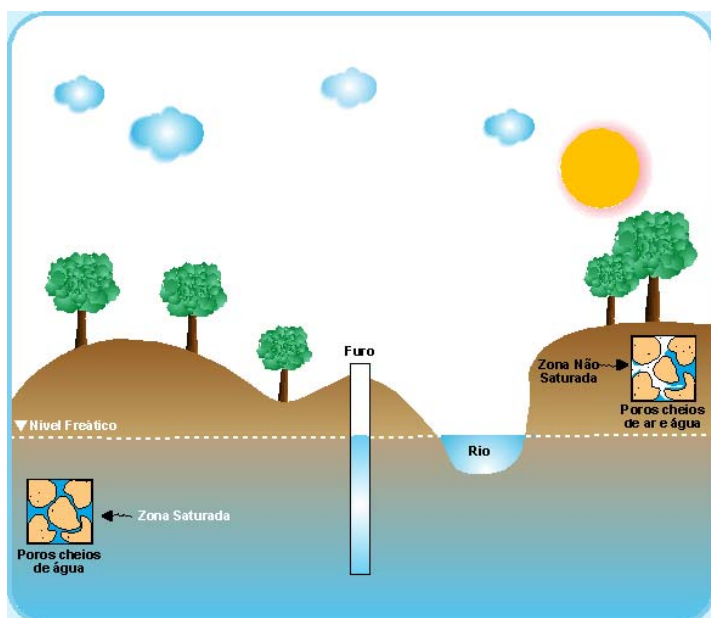


Figura 6.15 – Zona saturada e não saturada (Léxico de Termos Hidrogeológicos)

<sup>54</sup> Zona que se situa imediatamente abaixo da superfície topográfica e acima do nível freático, onde os espaços vazios entre as partículas estão parcialmente preenchidos por gases (essencialmente ar e vapor de água) e por água. A água contida nesta zona encontra-se à pressão atmosférica, podendo ser utilizada pelas raízes das plantas ou contribuir para o aumento das reservas de água subterrânea (Léxico de Termos Hidrogeológicos).

<sup>55</sup> Zona que pode ser constituída por diferentes níveis ou camadas de solo ou formações rochosas, onde todos os espaços porosos ou fracturas existentes estão completamente preenchidos por água. O limite superior desta zona é designado nível freático (Léxico de Termos Hidrogeológicos).

As fracções líquidas retidas na zona vadosa, bem como as fracções voláteis, poderão ainda ser arrastadas para a zona saturada por processos de lixiviação e percolação (cenário C2 da árvore de incidentes, figura 6.9) da água através da rede de porosidade na zona não saturada (AFCEE, 2007)<sup>56</sup>.

A contaminação das águas subterrâneas será tanto maior, quanto mais significativos forem os processos de lixiviação, dessorção e percolação (Reis, 1996).

A rede de porosidade nas camadas subsuperficiais contém sempre água, contudo, na zona

não saturada, o ar coexiste com a água nos espaços porosos, sendo as moléculas de água preferencialmente atraídas para os sólidos, formando uma "fase molhada" que adere ao material sólido e que tende a preencher os poros de menor dimensão. Nos poros de maior dimensão, a água tende a ocupar as zonas laterais (figura 6.17), ficando a zona central cheia de ar, formando uma "fase não-molhada" imiscível com a água, semelhante à FLNA (AFCEE, 2007).

A natureza imiscível das FLNA e o respectivo fraco poder molhante influenciam o movimento e a distribuição deste tipo de fracções líquidas na camada subsuperficial. Para que as FLNA invadam o meio poroso saturado de água, a fase aquosa terá de ser deslocada, pelo que a pressão da FLNA terá de ser superior à pressão da água. A diferença de pressão entre a FLNA e a água, num dado ponto, são distintas devido à tensão superficial que se desenvolve na interface entre dois fluidos.

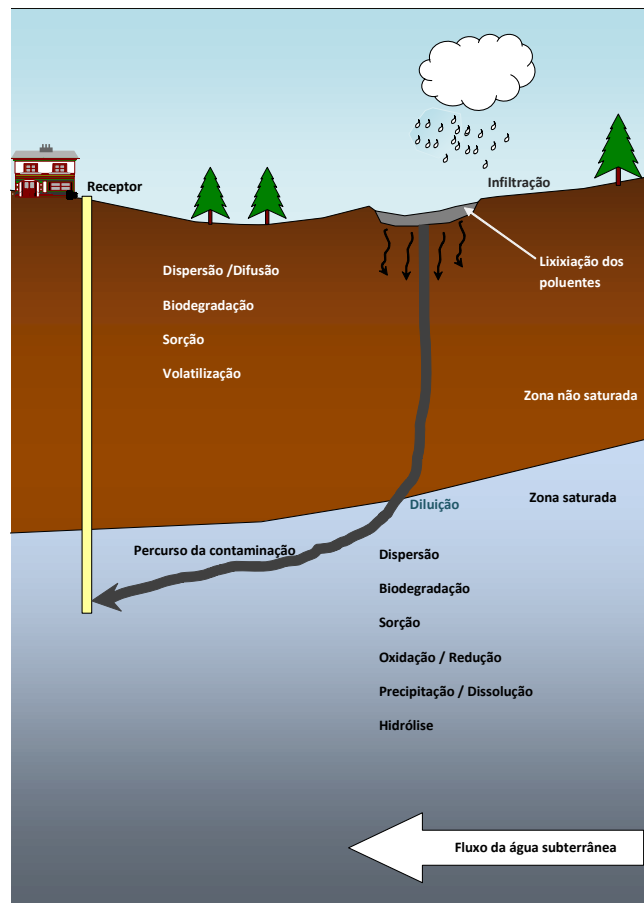


Figura 6.16 – Evolução da contaminação nas camadas subsuperficiais (Jonathan Smith, Environment Agency Science Group)

<sup>56</sup> AFCEE – The Air Force Center for Engineering and the Environment.

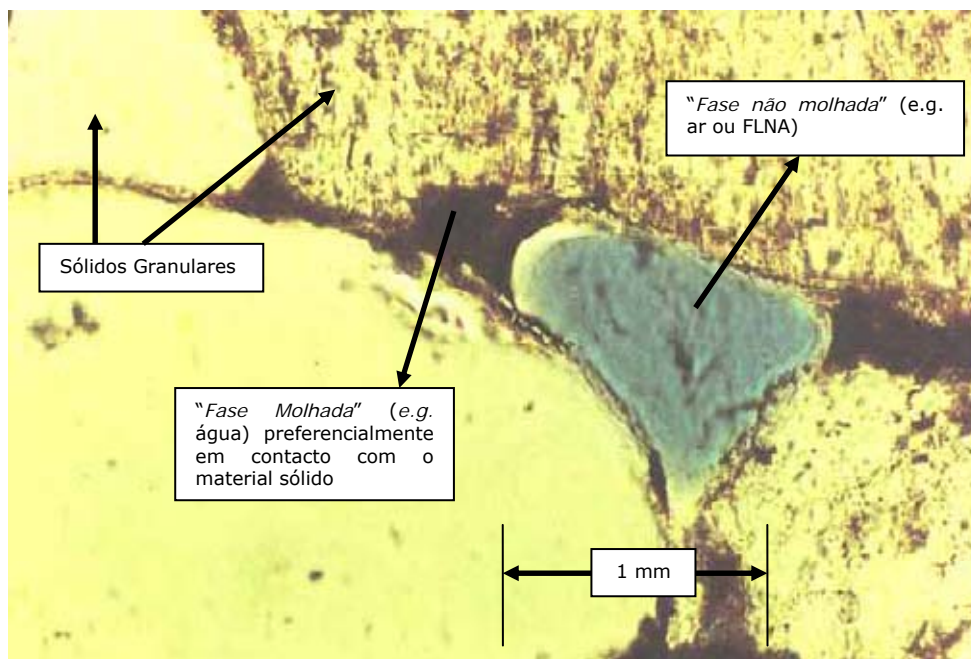


Figura 6.17 – Fluidos imiscíveis nos espaços porosos de um meio granular (AFCEE, 2007)

A pressão da FLNA necessária para provocar o deslocamento da água de um dado poro é designada por pressão de deslocamento que depende das características da FLNA e da dimensão dos espaços porosos. Para poros de maiores dimensões, a pressão de deslocamento é menor, o que leva a que este tipo de fases líquidas não-aquosas migre preferencialmente, e em primeiro lugar, através deste tipo de porosidades (AFCEE, 2007).

Este tipo de movimento selectivo através de zonas de menor resistência, em conjunto com alguns resultados experimentais<sup>57</sup>, demonstrou que as FLNA dispersam-se inicialmente em subzonas horizontais (bolsas) podendo atingir as zonas mais profundas da zona vadosa através da existência de fracturas e/ou fissuras verticais (figura 6.18).

A ocorrência de FLNA em subzonas horizontais está directamente relacionada com a presença de

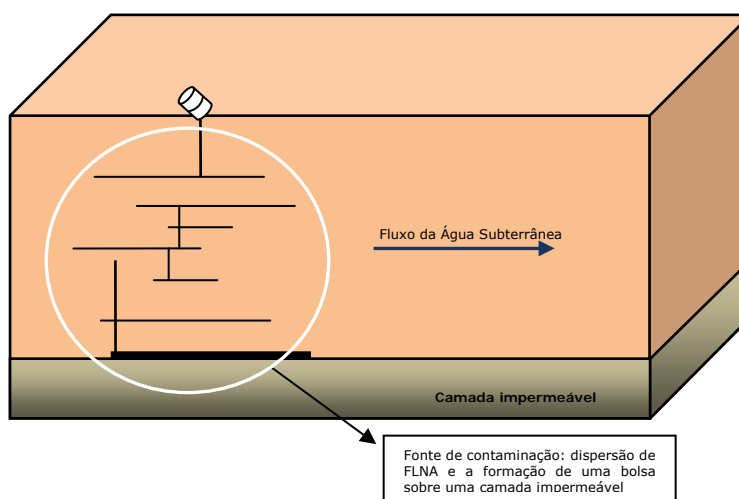


Figura 6.18 – Modelo simples da evolução da FLNA através de bolsas horizontais e fracturas ou fissuras verticais (AFCEE, 2007)

<sup>57</sup> Bases aéreas canadianas de Borden e Ontário (AFCEE, 2007).

camadas impermeáveis, com pressões de deslocamento suficientemente elevadas para impedir a migração das FLNA, no sentido descendente, através da correspondente rede de porosidade. Assim, observa-se que:

- As bolsas de FLNA encontram-se na maioria dos casos aprisionadas sobre camadas impermeáveis;
- O percurso das FLNA depende significativamente da heterogeneidade geológica da zona de contaminação (AFCEE, 2007).

Da observação do tipo de formações rochosas presentes na área do caso-estudo (formações carbonatadas cretácicas, que se caracterizam por uma certa componente argilosa) deduz-se que, de uma forma geral, se poderão formar bolsas horizontais sobre as camadas argilosas ou com tendência a argilosas.

As captações mais próximas da fonte de perigo, são três poços (captações pouco profundas) que serão à partida as mais prováveis de virem a ser afectadas em caso derrame.

As fracções adsorvidas nos solos, perante situações de ressuspensão de sólidos (e.g. episódios de precipitação), poderão sofrer processos de dessorção, evoluindo para a fase líquida da linha de água (cenário C1 da árvore de incidentes, figura 6.9).

Outra fonte de contaminação das águas superficiais será a migração das fracções voláteis através da rede de porosidade, no sentido ascendente, nas situações em que a pressão de vapor seja inferior à pressão atmosférica (AFCEE, 2007).

Perante o tempo de semi-vida do fuelóleo (>336 dias) na água (European Commission, 2000)<sup>58</sup> e os respectivos processos de migração nos aquíferos, em caso de contaminação das águas subterrâneas, o horizonte temporal de afectação destas será, à partida, longo.

### 6.2.3. Caracterização do Risco

Aplicando o método de cálculo definido no ponto 5.1.2, para estimativa do risco associado ao caso-estudo, obtém-se um risco parcial para os recursos hídricos de

---

<sup>58</sup> Substance ID 68476-33-5.

1,7 e para a fonte de perigo de 1,6, que se traduz num risco global de 3,4 (tabela 6.3). Os respectivos cálculos são descritos no Apêndice III.

**Tabela 6.3 – Caracterização quantitativa do risco associado ao caso-estudo**

Recursos Hídricos		Risco	
		Fonte de Perigo	
Vulnerabilidade à Poluição	2	Substâncias Perigosas	6
Captações de Água Subterrânea	6	Bacias de Retenção (Armazenamento)	4
Linhas de Água	6	Sistemas Retenção (Sistema de águas pluviais)	6
Albufeiras	0	Sistemas de Detecção de Fugas	6
Zonas Ameaçadas Pelas Cheias	2	Sistemas de Alerta	6
R <sub>i</sub>	1,7		1,6
R		3,4	

Correlacionando o valor obtido com a escala qualitativa, verifica-se que o caso-estudo apresenta um nível de risco intermédio, pelo que carece da definição de um plano de gestão com vista à minimização do risco para o nível aceitável.

#### 6.2.4. Gestão do Risco

Para o caso-estudo, de modo a que se consiga obter o nível de risco desejável (risco aceitável) o plano de gestão deverá ser constituído por:

- Medidas de mitigação para redução e/ou eliminação dos riscos parciais;
- Medidas para retenção ou transferência de riscos, nas situações em que a redução não se traduza numa relação custo/benefício viável;

##### 6.2.4.1. Medidas de Mitigação

As medidas de mitigação definem-se como qualquer procedimento ou acção para reduzir os impactes adversos que um dado projecto ou actividade possa ter sobre o ambiente<sup>59</sup>.

<sup>59</sup> European Environmental Agency, Environmental Terminology and Discovery Service.

Para o caso-estudo, as medidas de mitigação a aplicar deverão contemplar correcções no sistema de armazenamento e de aquecimento, de forma a:

- Aumentar a capacidade de retenção do sistema de segurança do tanque de armazenamento e de aquecimento;
- Incrementar o nível de redundâncias para fazer face a situações de acidente.

Propõem-se assim intervenções ao nível de:

- Reabilitação da bacia de retenção e aumento da capacidade;
- Levantamento da arquitectura da rede de drenagem de águas pluviais, para identificação dos pontos de risco e implementação de um sistema de retenção nesta rede;
- Implementação de um sistema de detecção de fugas;
- Implementação de um sistema de alerta.

Complementarmente a estas medidas deverão ser implementadas boas práticas de gestão, ao nível da trasfega de combustível e manutenção de equipamentos (verificação de equipamentos e procedimentos de segurança), de forma a evitar situações de pequenos derrames ou fugas que possam vir a atingir o meio receptor.

Periodicamente deverão ser verificadas as zonas envolventes ao sistema de armazenamento e de aquecimento, incluindo o sistema de drenagem de águas pluviais, para detecção de quaisquer fugas ou escorrências, para contenção das mesmas, através da adsorção em material apropriado, o qual deverá posteriormente devidamente contentorizado e encaminhado para destino adequado (para unidade apropriada para o tratamento e/ou deposição deste tipo de resíduos).

Em alternativa, para eliminação do risco associado à fonte de perigo, pode-se optar pela substituição do combustível utilizado no sistema de aquecimento, por exemplo por gás natural.

O gás natural consiste numa mistura de hidrocarbonetos leves e de alguns compostos não orgânicos (e.g. sulfureto de hidrogénio, dióxido de carbono, azoto e hélio). O principal constituinte desta matéria é o metano ( $\text{CH}_4$ ), podendo este ainda conter hidrocarbonetos de maior peso molecular ( $\text{C}_2\text{-C}_7$ ) em pequenas quantidades,

variando as respectivas concentrações em função do local de origem do gás natural (Matar et al, 2000).

#### 6.2.4.2. Medidas para Retenção ou Transferência de Riscos

Em conjunto com as medidas de mitigação atrás identificadas, podem tomar-se outras acções para retenção ou transferência de riscos, como por exemplo a realização de apólice de seguro, prestação de caução para recuperação ambiental, em caso de avaria ou acidente e/ou a adopção de custos relativos ao abastecimento de água, nas situações em que o uso destas venha a ser desaconselhado ou interdito.

Na situação real de acidente, houve alguma retenção de risco na medida em que a empresa em causa suportou os custos de limpeza da linha de água na zona afectada, bem como os custos associados ao plano de monitorização definido para seguimento da ocorrência.

### 6.3. Seguimento

#### 6.3.1. Gestão do Risco

Nesta fase pretende-se avaliar os resultados do processo de minimização de riscos da fase anterior. Desta forma, aplicando o processo iterativo, descrito no ponto 5.1.3, os resultados das medidas de mitigação são utilizados para nova caracterização do risco, designadamente para novo cálculo do risco parcial associado à fonte de perigo, através da expressão (6), definida no ponto 5.1.2. O risco parcial afecto aos recursos hídricos mantém-se inalterado atendendo a que não há variação dos respectivos factores. Os resultados obtidos (tabela 6.4, figura 6.19) indicam que mesmo levando a cabo todas as intervenções propostas, não se consegue baixar o risco para o nível aceitável.

A substituição do fuelóleo por gás natural traduz-se numa melhoria muito significativa (risco parcial nulo para a fonte de perigo), por este apresentar a vantagem de não conter substâncias classificadas como perigosas e/ou prioritárias para a água (tabela 6.5, figura 6.19).

**Tabela 6.4 – Evolução do risco associado ao caso-estudo na sequência da implementação de melhorias**

Cenários de redução do risco	Melhorias a aplicar sequencialmente para redução do risco	$R_{RH}$	$R_{FP}$	R
A	Reabilitação da bacia de retenção e aumento da capacidade	1,7	1,4	3,1
B	Implementação de um sistema de retenção na rede de drenagem de águas pluviais	1,7	1,1	2,8
C	Implementação de um sistema de detecção de fugas	1,7	0,7	2,4
D	Implementação de um sistema de alerta	1,7	0,4	2,1

**Tabela 6.5 – Evolução do risco associado ao caso-estudo na sequência da substituição do combustível**

Cenários de redução do risco	Melhorias a aplicar Para eliminação do risco	$R_{RH}$	$R_{FP}$	R
E	Substituição do combustível (e.g. por gás natural)	1,7	0,0	1,7

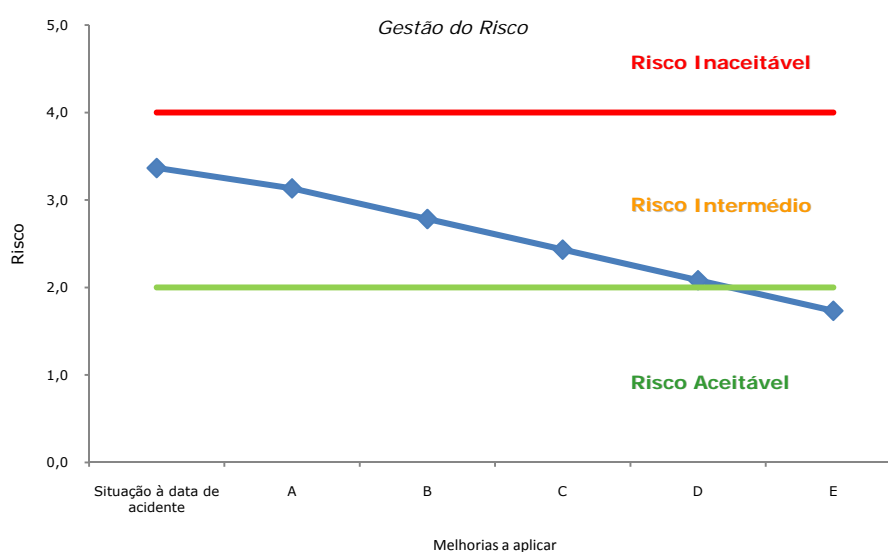


Figura 6.19 – Evolução do risco na sequência da aplicação de medidas de mitigação

É assim possível verificar que com a aplicação das medidas correctivas atrás descritas consegue-se diminuir o risco para o MBVRP, que representa o risco remanescente mesmo após se terem tomado todas as medidas de redução e prevenção exequíveis.

A escolha, entre aplicação de medidas de redução de risco no sistema de armazenamento existente e entre a substituição do combustível, deverá ser definida com base numa análise de custo/benefício, cujo resultado determinará o MBVRP efectivo para o risco associado ao caso-estudo (2,1 ou 1,7).

No cenário real de acidente decorrido no caso-estudo, as medidas correctivas implementadas prendem-se com o aumento da capacidade de bacia de retenção do sistema de armazenamento (figura 6.20) e implantação de uma segunda válvula de segurança no tanque diário (figura 6.21), pelo que o risco actual ainda se situa num nível intermédio (3,3) muito próximo do risco inicial (tabela 6.6, figura 6.22), o que significa que as medidas tomadas são insuficientes.



Figura 6.20 – Sistema de armazenamento de fuelóleo para abastecimento de sistema de geração de vapor (imagem cedida pela ARH do Algarve)

Embora se tenha aumentado a capacidade da bacia de retenção do sistema de armazenamento, a torneira de abastecimento do tanque continua a situar-se fora da zona de contenção e no tanque diário não foi implantada qualquer bacia de segurança, pelo que se considera que ainda se está perante um factor de risco marginal (figura 5.1).

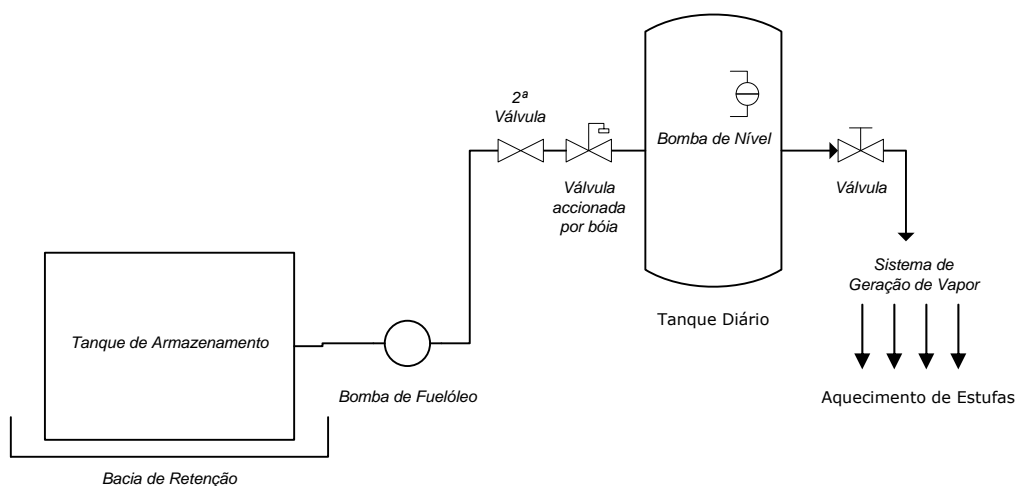


Figura 6.21 – Sistema de armazenamento de fuelóleo para abastecimento de sistema de geração de vapor (Fonte: ARH do Algarve)

**Tabela 6.6 – Quantificação do risco associado ao caso-estudo (situação actual)**

Recursos Hídricos		Risco	
		Fonte de Perigo	
Vulnerabilidade à Poluição	2	Substâncias Perigosas	6
Captações de Água Subterrânea	6	Bacias de Retenção (Armazenamento)	2
Linhas de Água	6	Sistemas Retenção (Sistema de águas pluviais)	6
Albufeiras	0	Sistemas de Detecção de Fugas	6
Zonas Ameaçadas Pelas Cheias	2	Sistemas de Alerta	6
$R_i$	1,7		1,5
$R$		3,3	

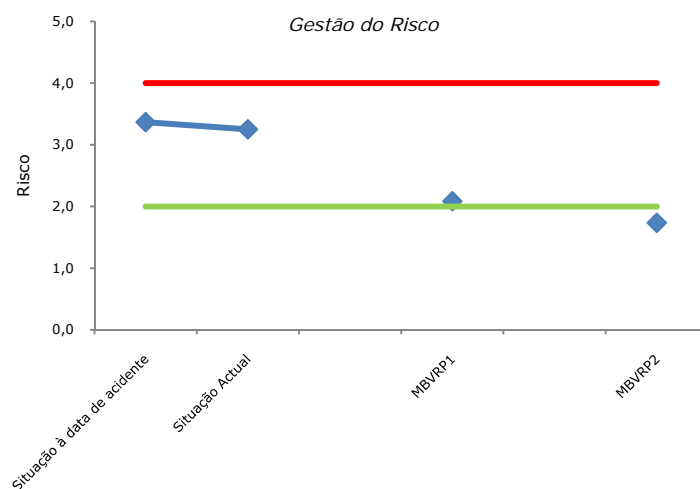


Figura 6.22 – Evolução real do risco associado ao caso-estudo

Cabe ainda salientar que a retenção de risco levada a cabo não abrange a totalidade dos recursos hídricos afectados por não contemplar a retenção/eliminação da contaminação das águas subterrâneas.

Nesta fase apresenta-se também um plano de monitorização ambiental, para fazer face a situações de eventuais acidentes ou a situações reais de acidente.

### 6.3.2. Monitorização Ambiental

#### 6.3.2.1. Definição de locais a amostrar

Tendo em conta a localização do caso-estudo (ver ponto 6.1.3) e os cenários de exposição associados à fonte de perigo (ver ponto 6.2.2), em caso de acidente, a zona crítica abrangerá:

- A linha de água, na extensão afectada;
- Captações circundantes ao derrame, principalmente poços (figura 6.23), por ser expectável que devido às camadas argilosas ou com tendência a argilosas presentes no local, a FLNA se desenvolva principalmente em subzonas horizontais (bolsas).

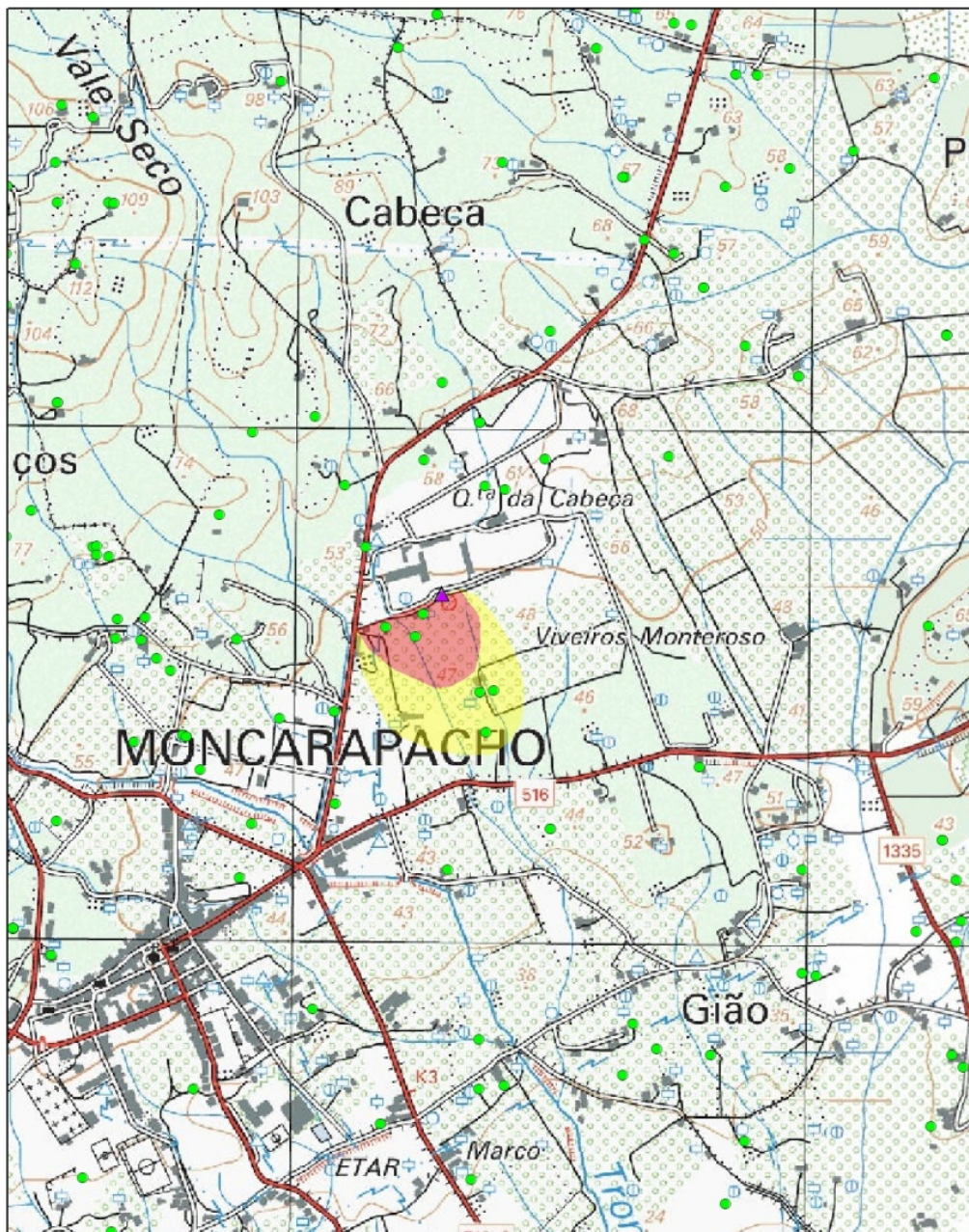


Figura 6.23 – Poço com engenho – Nora (imagem cedida pela ARH do Algarve)

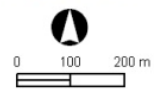
Numa aproximação empírica, baseada apenas na informação cartográfica e nas características físicas e geológicas da zona em causa (observação de campo), prevê-se que, em caso de acidente, haverá uma zona crítica imediata (zona 1) que abrange as três captações próximas do caso-estudo. Contudo, a contaminação poderá evoluir (zona 2) dependendo da dimensão do derrame e de outros factores externos,

como por exemplo, condições climatéricas adversas (figura 6.24).

A aplicação de modelação matemática ou modelos hidrogeológicos conceptuais permitirão estabelecer com maior detalhe e maior precisão a delimitação das áreas contaminadas. (Bahrig et al, 2003).



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 607 e 608, 2006, escala 1:25 000.  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.



- ▲ Fonte de Perigo
- Captações de água subterrânea
- Zona 1
- Zona 2

**ARH**  
 ALGARVE  
 Mai.09  
 SPC

Figura 6.24 – Zona eventualmente afectada em caso de acidente (Fonte: ARH do Algarve)

Nas águas superficiais, deverão definir-se os seguintes pontos a monitorizar, caso ocorra um derrame numa altura em que haja água na vala de drenagem natural:

- Na vala de drenagem, no ponto onde forem visíveis os últimos vestígios de fuelóleo;
- Na vala de drenagem, a montante da confluência com a Ribeira do Tronco;
- Na Ribeira do Tronco, imediatamente a jusante da confluência com a vala de drenagem;
- Na Ribeira do Tronco a montante da confluência com a vala de drenagem (ponto de referência).

Se o derrame atingir visivelmente a Ribeira do Tronco, os pontos de amostragem deverão ser:

- Na Ribeira do Tronco a montante da confluência com a vala de drenagem (ponto de referência).
- Na linha de água, no ponto onde forem visíveis os últimos vestígios de fuelóleo;
- 100 m a jusante do ponto anterior;
- 500 m a jusante do ponto anterior;
- Imediatamente a montante da zona de influência das marés;
- Na Ria Formosa, na zona de influência da foz da Ribeira do Tronco, em situação de baixa-mar e preia-mar.

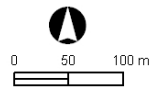
A monitorização das águas subterrâneas vai depender da extensão do derrame. Na área do caso-estudo, dada a proximidade das três captações do ponto de descarga da rede de águas pluviais, estas devem fazer sempre parte do plano de inicial, aumentando-se o número de pontos em função da dimensão do acidente (figura 6.24).

Caso se justifique poderá também ser prevista a monitorização de sedimentos, dependendo da severidade do acidente.

Na situação real de acidente não eram visíveis quaisquer vestígios para jusante dos 300 m na linha de água. Por outro lado, apesar do episódio de precipitação ocorrido após o derrame, a linha de água escoou rapidamente, tendo ficado seca, pelo que apenas se identificou para monitorização as três captações atrás mencionadas (três poços: um para consumo humano e rega e dois para rega) (figura 6.25).



Base cartográfica: IGP, Ortofotomapas digitais, 2007  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.



- ▲ Fonte de Perigo
- Captações de água subterrânea

**ARH**  
 ALGARVE  
 Mai.09  
 SPC


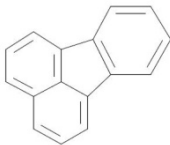
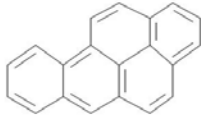
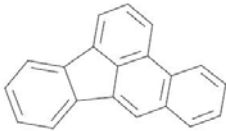
Figura 6.25 – Captações de água subterrânea monitorizadas (Fonte: ARH do Algarve)

Em 2007, foram realizadas colheitas de amostras após o acidente (12 de Abril) e passados cerca de cinco meses (25 de Setembro).

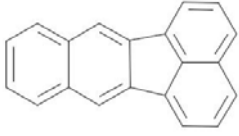
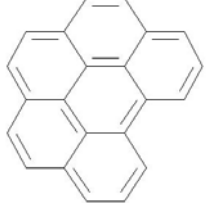
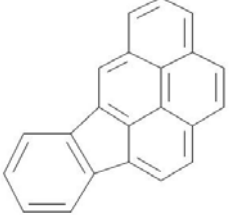
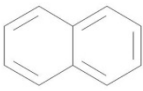
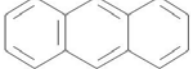
### 6.3.2.2. Parâmetros e Amostragem

Conforme já se descreveu no ponto 6.2.2, o fuelóleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, com predominância das cadeias  $C_9$  até  $C_{25}$ , no caso do *Fuelóleo nº 4 BTE* (Galp Energia, 2006), com características muito persistentes, pelo que o parâmetro base a monitorizar será sempre *Hidrocarbonetos Totais* (fracção particulada e fracção dissolvida ou emulsionada). Deverão ainda ser monitorizadas as substâncias perigosas prioritárias potencialmente presentes neste tipo de preparações (tabela 6.7). Apesar deste tipo de mistura não apresentar tendência para sofrer reacções de hidrólise, deverá também despistar-se o benzeno por ser a cadeia aromática base neste tipo de substâncias.

**Tabela 6.7 – Substâncias químicas a monitorizar**

Nome da Substância	Formula Química	Formula Estrutural
Benzeno	$C_6H_6$	
Fluoranteno	$C_{16}H_{10}$	
Benzo(a)pireno	$C_{20}H_{12}$	
Benzo(b)fluoranteno	$C_{20}H_{12}$	

**Tabela 6.7 – Substâncias químicas a monitorizar (continuação)**

Nome da Substância	Formula Química	Formula Estrutural
Benzo(k)fluoranteno	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	
Benzo(g,h,i)perileno	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	
Indeno(1,2,3,cd)pireno	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	
Naftaleno	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	
Antraceno	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	

Deverão ser utilizados métodos convencionais de amostragem, em função da especificidade dos parâmetros a determinar e das características dos meios a amostrar (águas superficiais ou subterrâneas – poços ou furos, com ou sem bombagem). Consoante os parâmetros a analisar, deverá ser utilizado material apropriado para recolha e proceder-se à conservação das respectivas amostras (tabela 6.8), a fim de evitar a deterioração das mesmas.

Por exemplo, no caso de água em superfície livre deverá utilizar-se um recipiente apropriado para recolha, a partir do qual se enchem os frascos de amostras (figura 6.26). Contudo, se a recolha for efectuada numa torneira, deverá deixar-se a mesma correr, no caudal máximo, até a temperatura da água estabilizar (cerca de 10 minutos, aproximadamente), reajustar o caudal e recolher a amostra directamente (Clesceri et al, 1989).



Figura 6.26 – Recolha de amostras (imagem cedida pela ARH do Algarve)

No caso específico, dos compostos orgânicos voláteis (e.g. benzeno), deverão ser colhidas amostras de água com a menor perturbação possível, a fim de minimizar os processos de volatilização, usando ampolas de vidro, com anel de rosca e tampão de silicone. Deverão ser sempre colhidas amostras em duplicado e os recipientes cheios até transbordarem, sem que haja passagem de bolhas de ar para amostra (Clesceri et al, 1989).

**Tabela 6.8 – Material de amostragem e conservação das amostras**

Parâmetros	Frasco de Recolha	Conservação da Amostra
Hidrocarbonetos Totais	Frasco de Vidro Escuro, com capacidade de 1 L	Acidificação da amostra, com ácido clorídrico a pH 2; Conservação no frio, abaixo de 4 °C, sem congelação
HPA, Naftaleno e Antraceno	Frasco de Vidro Escuro, com capacidade de 2,5 L	Conservação no frio, abaixo de 4 °C, sem congelação
Benzeno	Ampola de Vidro transparente, com capacidade de 40 mL. Tampa com rosca e tampão vedante	Conservação no frio, abaixo de 4 °C, sem congelação

### 6.3.2.3. Métodos Analíticos e Resultados

Para a determinação analítica dos parâmetros seleccionados deverão ser utilizadas boas práticas internacionais de laboratório a fim de reduzir ao mínimo a degradação das amostras entre a colheita e a análise. A Directiva-Quadro da Água e a Directiva-Filha relativa às substâncias prioritárias<sup>60</sup> estabelecem como desafios a definição de novos métodos analíticos para determinação das substâncias na água,

<sup>60</sup> Directiva 2008/105/CE.

matéria em suspensão, sedimentos e biota, o desenvolvimento de novas práticas analíticas que possibilitem a existência de limites de detecção concordantes com as normas de qualidade ambiental estabelecidas para as substâncias prioritárias e a organização de ensaios inter-laboratoriais para melhorar o desempenho laboratorial a nível europeu (Viana, 2006).

A determinação analítica dos parâmetros descritos no ponto 6.3.2.2. (tabela 6.9) foi efectuada por laboratório externo à ARH do Algarve, devidamente acreditado para o efeito, tal com o disposto no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, tendo sido utilizados os seguintes métodos:

**Tabela 6.9 – Métodos analíticos utilizados para determinação de parâmetros no cenário real de acidente no caso-estudo**

Parâmetros	Métodos Analíticos	Referência <sup>61</sup>
Hidrocarbonetos totais	Espectrometria no infravermelho após extracção por solvente	SMWW 5520-F
Benzeno, naftaleno e antraceno	Cromatografia Gasosa/ Espectrometria de Massa	SMWW 6220
HPA, Fluoranteno	Extracção Líquido-Líquido e Cromatografia Gasosa	SMWW 6440-B

Os resultados (tabela 6.10) obtidos nas duas primeiras campanhas (na altura do acidente e após cinco meses) indicam que houve uma afectação imediata de duas das três captações e que no período seguinte ao acidente continuou a haver fenómenos de percolação e lixiviação que provocaram uma subida do nível de contaminação nas captações 607/641 e 607/642<sup>62</sup> (figura 6.25). É de salientar que esta situação revela-se de alguma gravidade na medida em que a água deste último poço era utilizada para consumo humano.

As únicas substâncias detectadas foram os hidrocarbonetos totais, tendo todos os resultados relativos aos outros parâmetros ficado abaixo dos limites de detecção dos respectivos métodos analíticos utilizados.

<sup>61</sup> SMWW – Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (Clesceri et al, 1989).

<sup>62</sup> N.º de inventário da captação definido pela ARH do Algarve.

**Tabela 6.10 – Resultados analíticos (campanhas de 12/04/2007 e 25/09/2007)**

Parâmetros	Unidades	Captação	
		12/04/2007	25/09/2007
Hidrocarbonetos totais	$\mu\text{gL}^{-1}$	<10	<10
Benzeno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,5	<0,5
Fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(b)fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(k)fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(a)pireno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(g,h,i)perileno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Indeno(1,2,3,cd)pireno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Naftaleno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<1	<1
Antraceno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<1	<1

Parâmetros	Unidades	Captação	
		12/04/2007	25/09/2007
Hidrocarbonetos totais	$\mu\text{gL}^{-1}$	28	45
Benzeno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,5	<0,5
Fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(b)fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(k)fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(a)pireno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(g,h,i)perileno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Indeno(1,2,3,cd)pireno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Naftaleno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<1	<1
Antraceno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<1	<1

Parâmetros	Unidades	Captação	
		12/04/2007	25/09/2007
Hidrocarbonetos totais	$\mu\text{gL}^{-1}$	19	500
Benzeno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,5	<0,5
Fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(b)fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(k)fluoranteno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(a)pireno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Benzo(g,h,i)perileno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Indeno(1,2,3,cd)pireno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<0,005	<0,005
Naftaleno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<1	<1
Antraceno	$\mu\text{gL}^{-1}$	<1	<1

A comparação dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados com as Normas de Qualidade Ambiental (NQA) da Directiva 2008/105/CE (NQA para águas

interiores, a directiva não determina valores para as águas subterrâneas) demonstra que para alguns parâmetros a NQA é inferior ao limite de detecção (tabela 6.11), o que exemplifica claramente os desafios que esta nova legislação vem criar em termos de determinações analíticas, como atrás exposto.

**Tabela 6.11 – Comparação dos limites de detecção dos métodos analíticos utilizados com as normas de qualidade da Directiva 2008/105/CE**

Parâmetros	Unidades	Limite de Detecção do Método	Norma de Qualidade Ambiental NQA-MA <sup>63</sup>	Norma de Qualidade Ambiental NQA-CMA <sup>64</sup>
Hidrocarbonetos totais	µgL <sup>-1</sup>	<10	---	---
Benzeno	µgL <sup>-1</sup>	<0,5	10	50
Fluoranteno	µgL <sup>-1</sup>	<0,005	0,1	1
Benzo(b)fluoranteno	µgL <sup>-1</sup>	<0,005	Σ=0,03	Não aplicável
Benzo(k)fluoranteno	µgL <sup>-1</sup>	<0,005		
Benzo(a)pireno	µgL <sup>-1</sup>	<0,005	0,05	0,1
Benzo(g,h,i)perileno	µgL <sup>-1</sup>	<0,005	Σ=0,002	Não aplicável
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µgL <sup>-1</sup>	<0,005		
Naftaleno	µgL <sup>-1</sup>	<1	2,4	Não aplicável
Antraceno	µgL <sup>-1</sup>	<1	0,1	0,4

Cabe referir que a determinação das NQA teve por base procedimentos de avaliação de risco, tendo presente que a determinação do bom estado químico<sup>65</sup> das massas de água é dado pela análise dos três compartimentos ambientais (água, sedimentos e biota) em paralelo. Para a estimativa das NQA poderão ter sido assim usados diferentes métodos, designadamente:

- Utilização de dados disponíveis relativos à toxicidade sobre os ecossistemas;
- Utilização de métodos estatísticos de extrapolação de dados, referentes à sensibilidade das espécies;
- Utilização de dados obtidos através de estudos de simulação de ecossistemas, à escala laboratorial, em detrimento de dados de estudos de toxicidade sobre espécies individuais (Lepper, 2005).

Uma vez que o ambiente aquático pode ser afectado por poluição química, tanto a curto como a longo prazo, são estabelecidas NQA com base em dados relativos aos efeitos agudos e crónicos, sendo estas expressas em valor médio anual a um nível que proporciona protecção contra a exposição a longo prazo, e ainda em

<sup>63</sup> NQA-MA – Norma de Qualidade Ambiental – Média Anual.

<sup>64</sup> NQA-CMA – Norma de Qualidade Ambiental – Concentração Máxima Admissível.

<sup>65</sup> Estado químico necessário para alcançar os objectivos ambientais para as águas de superfície ou subterrâneas de acordo com as disposições da DQA.

concentrações máximas admissíveis para fins de protecção contra a exposição a curto prazo (União Europeia, 2008)<sup>66</sup>.

#### 6.3.2.4. Evolução dos Planos de Monitorização

Na sequência dos resultados obtidos, realizou-se nova campanha analítica, em 29/07/2008, com extensão a novos locais. Assim, incluíram-se dois novos poços, a sul das três captações iniciais (tendo em conta o fluxo de água subterrânea<sup>67</sup>), tendo-se escolhido um poço a nascente (P<sub>4</sub>) da linha de água, onde ocorreu o derrame e outro a poente (P<sub>5</sub>).

A escolha destes poços baseou-se em informação de campo, designadamente a respectiva localização e acessibilidade. Optou-se ainda por incluir uma captação mais afastada (P<sub>5</sub>), fora da área de afectação inicialmente prevista (zona 2, figura 6.27) na tentativa de se delimitar a zona efectivamente contaminada.

Os resultados obtidos (tabela 6.12, figuras 6.28, 6.29 e 6.30) revelam uma diminuição da contaminação nas captações 607/641 e 607/642, contudo demonstram que a carga poluente se estendeu para lá da zona 2 (figura 6.27), bem como a ocorrência de migração de uma eventual bolsa no sentido da captação 607/640.

Nesta campanha não se procedeu à determinação de outros parâmetros para além dos hidrocarbonetos totais, por nas campanhas anteriores todos os resultados obtidos se terem situado abaixo dos respectivos limites de detecção analíticos.

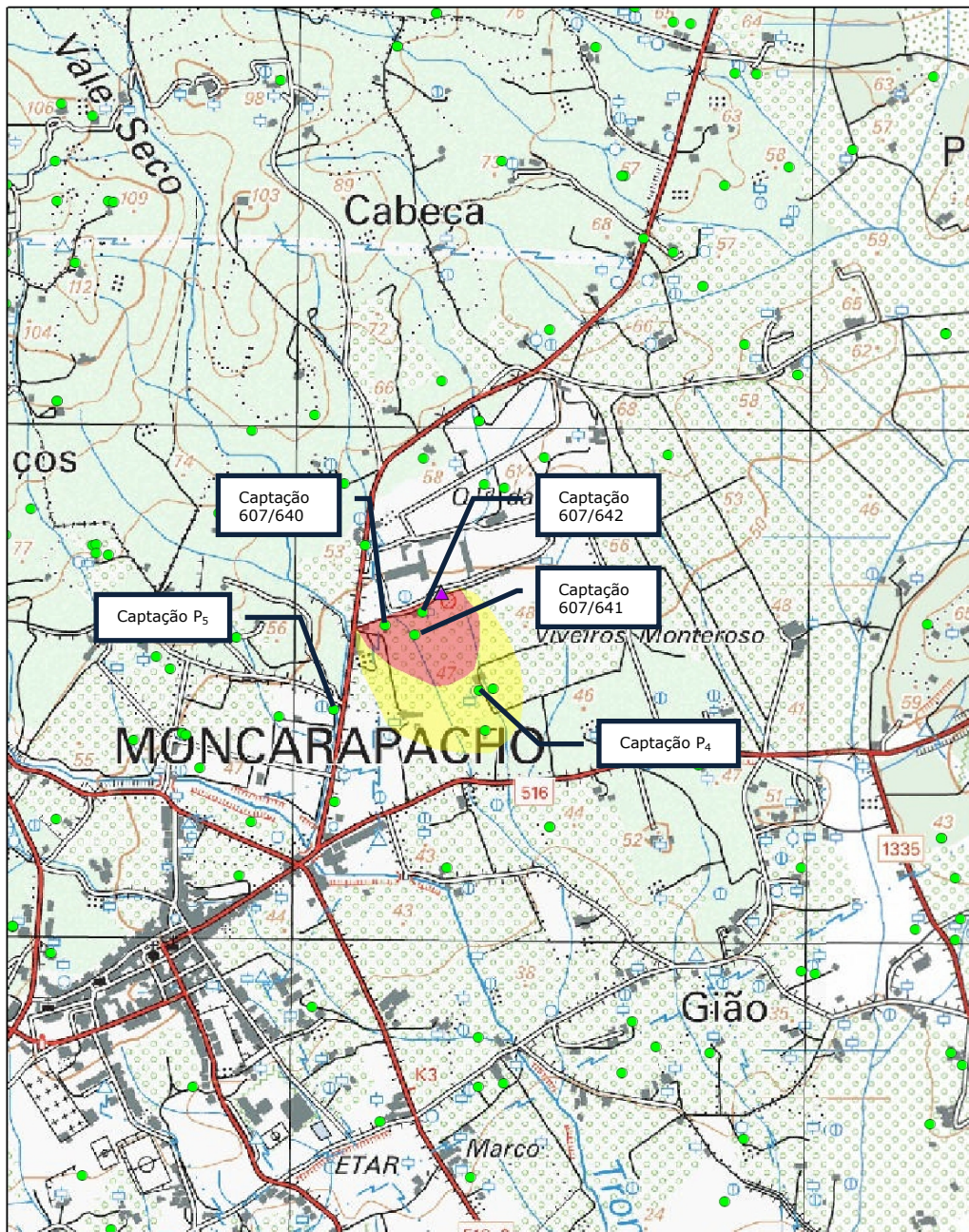
Para o parâmetro hidrocarbonetos, não está definido na legislação em vigor nenhum objectivo de qualidade (OQ) para as águas subterrâneas, havendo apenas normas de qualidade, definidas no Anexo I, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, relativas ao teores máximos de hidrocarbonetos (fracção dissolvida ou emulsionada) nas águas superficiais<sup>68</sup> destinadas à produção de água para consumo humano, sendo o valor mais restritivo (Classe A1) de 50 µgL<sup>-1</sup>. Aplicando o princípio da precaução, definido na DQA, utiliza-se esta norma de qualidade como valor de referência para comparação dos dados obtidos para as captações em estudo.

---

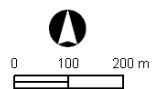
<sup>66</sup> Directiva 2008/105/CE.

<sup>67</sup> Ver Apêndice II.

<sup>68</sup> Origens de água.



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 607 e 608, 2006, escala 1:25 000.  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.



- ▲ Fonte de Perigo
- Captações de água subterrânea
- Zona 1
- Zona 2

**ARH**  
 ALGARVE  
 Mai.09  
 SPC

Figura 6.27 – Evolução do plano de monitorização (Fonte: ARH do Algarve)

**Tabela 6.12 – Resultados analíticos da campanha de 29 de Setembro**

Parâmetros	Unidades	Objectivo de Qualidade	29-07-2008				
			607/640	607/641	607/642	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
Hidrocarbonetos totais	µgL <sup>-1</sup>	50	12	12	70	49	31

Da comparação dos dados obtidos para as três captações constata-se que a captação 607/642 apresenta um nível de contaminação superior ao objectivo de qualidade.

A ocorrência destes resultados pode ser devida à heterogeneidade do aquífero e à falta de tomada de medidas correctivas ao nível do sistema de águas pluviais, após o acidente, nomeadamente a limpeza das redes enterradas. Desta forma, o fuelóleo adsorvido nas paredes destes colectores continuou a ser lixiviado para a linha de água, quer pelas águas da chuva, quer pelo excesso de águas de rega da exploração agrícola.

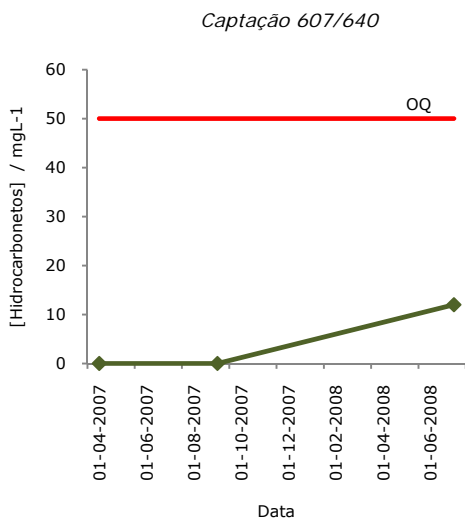


Figura 6.28 – Resultados analíticos da captação 607/640

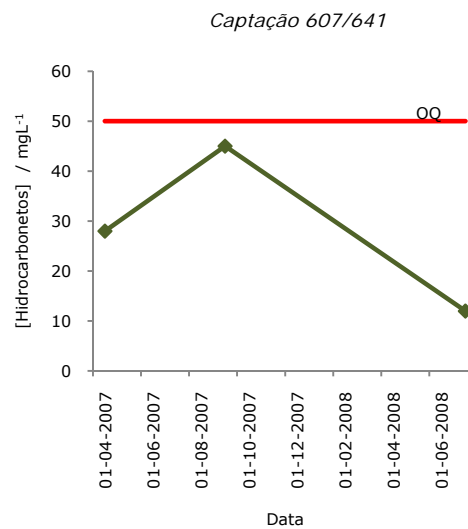


Figura 6.29 – Resultados analíticos da captação 607/641

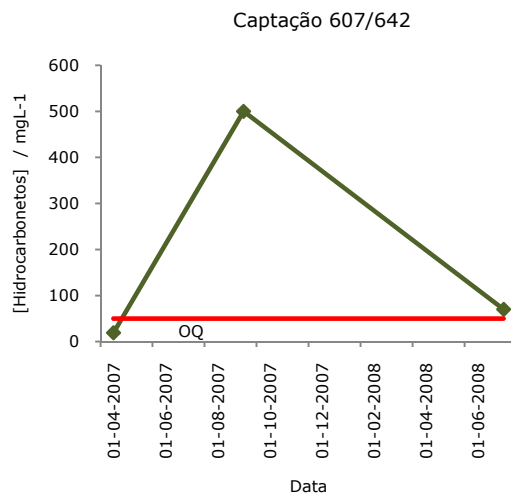


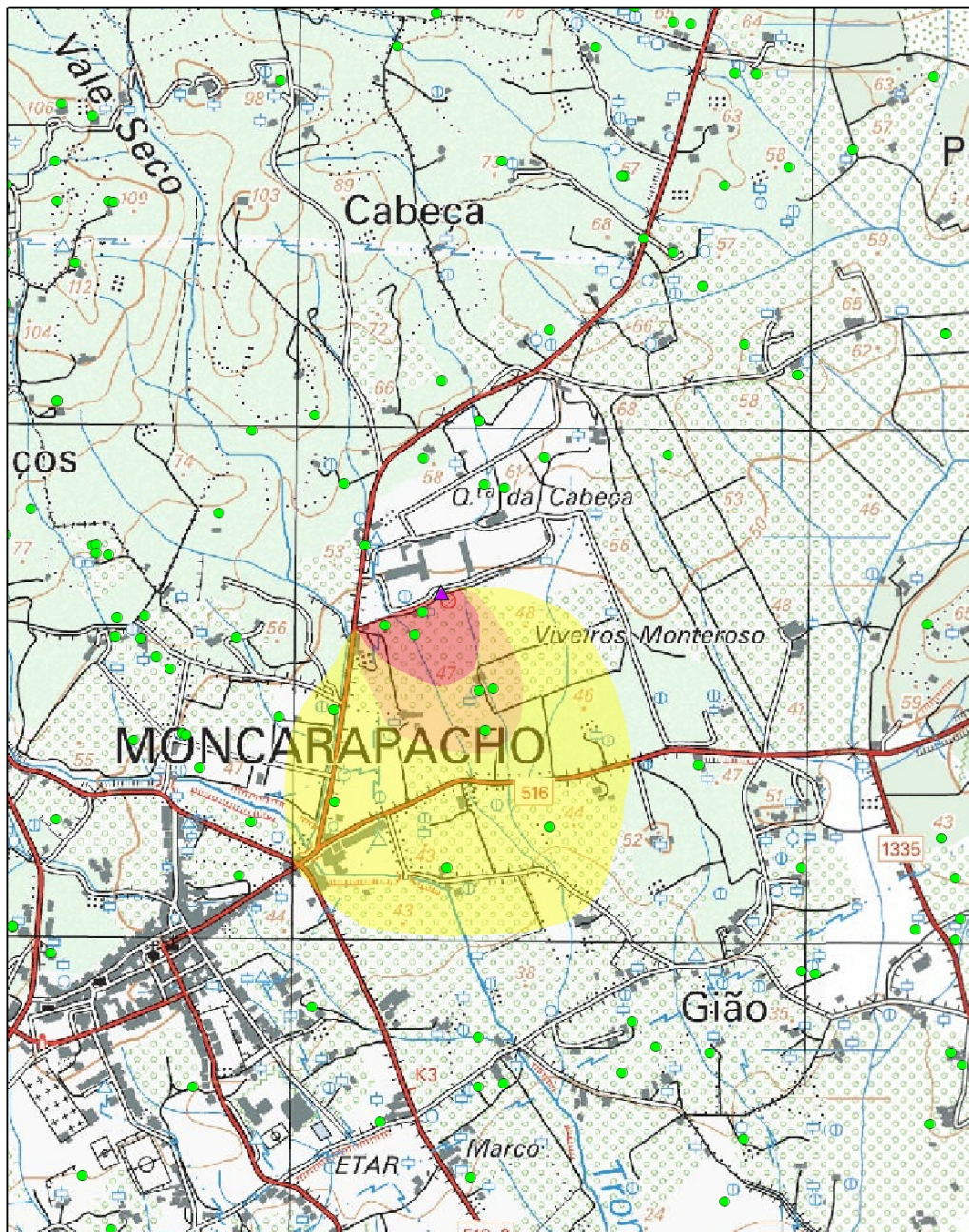
Figura 6.30 – Resultados analíticos da captação 607/642

Estes resultados revelam a necessidade de uma nova avaliação do plano de monitorização, com novo alargamento da zona a estudar (Zona 3). Dado o tempo decorrido, nesta fase deverão ser incluídas captações de água mais profundas (furos), por ser possível que as FLNA tenham migrado no sentido descendente através de fracturas ou fissuras verticais (figura 6.31).

Um outro cenário interessante de avaliar corresponde à evolução previsível da contaminação das águas subterrâneas se não tivessem sido tomadas quaisquer medidas correctivas perante a situação real de acidente, i.e., se não se tivesse procedido à limpeza da linha de água na extensão afectada.

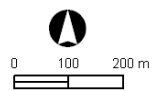
Neste caso, os cerca de 25 m<sup>3</sup> a 30 m<sup>3</sup> de fuelóleo ter-se-iam infiltrado e dado a concentração de poluente era previsível a formação de FLNA móveis com pressões de deslocamento suficientemente elevadas para determinar, de forma mais célere, a migração no sentido horizontal e no sentido vertical.

A ressuspensão de sólidos na linha de água, nos períodos húmidos, levaria à contaminação das águas superficiais a distâncias que poderiam atingir a Ria Formosa, que suporta um importante ecossistema e constitui uma área de elevado valor económico (e.g. pesca, produção de bivalves e sal).



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 607 e 608, 2006, escala 1:25 000.  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.

- |                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| ▲ Fonte de Perigo               | ■ Zona 1 |
| ● Captações de água subterrânea | ■ Zona 2 |
|                                 | ■ Zona 3 |



**ARH**  
 ALGARVE  
 Mai.09  
 SPC

Figura 6.31 – Alargamento da zona a monitorizar (Fonte: ARH do Algarve)

#### 6.3.2.5. Medidas de Recuperação

Por último, o MARRH contempla a definição de critérios de recuperação dos meios receptores, perante cenários de acidentes envolvendo substâncias perigosas, pelo que em caso de derrame, a primeira medida a tomar deverá ser a contenção do mesmo, de modo a evitar a rejeição para a linha de água e em caso desta acontecer ou estar em risco de acontecer deverão ser alertadas de imediato as autoridades competentes, para que possam actuar, no âmbito das respectivas proficiências, ao nível da protecção da saúde humana e ambiente.

Nas situações em que o derrame atinja a linha de água, deverão ser prontamente colocadas barreiras de contenção no curso hídrico, de forma a evitar a evolução da mancha de poluente ao longo desta. Deverão também ser definidas medidas de alerta sobre a utilização das captações de água existentes nas proximidades da área afectada, devendo sempre ser desaconselhado de imediato o uso para consumo humano (nos casos em que as captações se destinem a este fim), até à obtenção de dados analíticos que indiquem a não contaminação.

Dependendo da severidade do acidente e do grau de afectação dos recursos hídricos, a fase de seguimento poderá apenas contemplar a monitorização ambiental e avaliar a recuperação natural dos meios receptores, ou propor a necessidade de implementação de medidas para remediação e descontaminação de solos e águas subterrâneas.

Os processos de descontaminação e remediação de solos e águas subterrâneas são complexos, podendo envolver, de um modo geral, uma combinação de três principais estratégias:

- Imobilização ou contenção dos poluentes (processos de estabilização, solidificação ou contenção física);
- Destruição ou alteração dos poluentes, para redução ou eliminação do risco (processos biológicos, térmicos ou químicos);
- Remoção ou separação dos poluentes dos solos (através de lavagem de solos ou utilização da água ou ar, presentes nestes, como veículo condutor e extractor das substâncias nocivas).

Estes processos podem ainda ser *in-situ*, onde a operação de descontaminação e remediação ocorre na área afectada ou *ex-situ* que implica a remoção dos solos

contaminados para serem submetidos a descontaminação e posterior devolução ao local de origem.

Os processos *ex-situ* podem ainda distinguir-se entre *on-site*, i.e., a operação de descontaminação ocorre no local (e.g. através de uma unidade de lavagem de solos) e *off-site*, nos casos em que os solos são conduzidos a uma central de tratamento.

A escolha dos processos a aplicar vão depender das especificidades do local (características geológicas e nível de contaminação) e dos objectivos que se propõem alcançar com este tipo de projectos (Correia, 2002).

Dada a complexidade e custos das operações de descontaminação e remediação de solos e águas subterrâneas, as mesmas só são viáveis em situações de afectações severas dos recursos hídricos, i.e., perante situações de risco inaceitável.

Desta forma, na sequência do acidente ocorrido no caso-estudo e em função dos resultados das campanhas analíticas efectuadas, as medidas de recuperação a aplicar deverão ser ao nível da continuação da monitorização ambiental, com extensão da área a avaliar, e análise da evolução da contaminação *versus* recuperação natural do meio hídrico.

## 7. Conclusões

A poluição química dos recursos hídricos por substâncias perigosas envolve riscos para os seres humanos e para os seres vivos em geral, que poderão ser mais ou menos severos, dependendo das propriedades intrínsecas destas substâncias, designadamente o seu potencial para provocar dano.

Atendendo a que estes poluentes tendem a ser persistentes e são passíveis de provocar efeitos adversos nos ecossistemas, particularmente a alteração e perda de habitats e de biodiversidade, urge a necessidade de se proceder à avaliação dos riscos associados à manipulação, utilização, transporte, armazenamento e deposição de substâncias perigosas para a água, não só ao nível das instalações onde possam ocorrer acidentes graves de poluição<sup>69</sup>, mas também nas unidades industriais ou serviços, de menor dimensão, onde práticas inadequadas de gestão ambiental podem conduzir à ocorrência de acidentes com consequências mais ou menos severas, no imediato ou a longo prazo, para o meio hídrico – águas superficiais (interiores, estuarinas e costeiras) e subterrâneas.

Deste modo, com o presente trabalho pretendeu-se proceder à avaliação de risco para os recursos hídricos em caso de rejeição de substâncias perigosas, definindo para o efeito um modelo conceptual, baseado em avaliação estratégica e análise cartográfica (recurso a sistema de informação geográfica), para a Região Hidrográfica do Algarve, denominado por Modelo de Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos, ou abreviadamente MARRH.

A aplicação do modelo foi efectuada a um caso-estudo – uma unidade de armazenamento e pré-aquecimento de *Fuelóleo n.º 4 BTE* – com comparação dos dados obtidos via MARRH com dados reais de uma situação de acidente ocorrida em Abril de 2007 nestas instalações, que envolveu a rejeição de uma quantidade significativa fuelóleo (entre 25 m<sup>3</sup> a 30 m<sup>3</sup>) para os recursos hídricos.

A aplicação do MARRH permite constatar que o caso-estudo constitui uma situação de risco global intermédio, mas com alguns riscos parciais severos e críticos, atendendo à proximidade dos recursos hídricos (linha de água e captações de água subterrânea) e às características da unidade de armazenamento da preparação química em causa.

---

<sup>69</sup> Abrangidos pela Directiva *Seveso II*.

A introdução de uma metodologia de avaliação estratégica permite a apreciação de vários cenários de evolução decorrente da aplicação de medidas de mitigação para diminuir o risco para níveis aceitáveis ou resultante de uma situação real de acidente.

Assim, a avaliação estratégica proporciona a definição atempada de várias opções para que se consiga alcançar os objectivos definidos (minimização do risco). A integração de uma análise de custo/benefício com a priorização dos riscos, permite a tomada de decisões quanto à melhor opção a seleccionar, ou seja, a implementação de medidas, individuais ou combinadas, de redução, retenção, transferência ou eliminação de riscos.

Os resultados do caso-estudo indicam que, para protecção do meio hídrico, a opção mais favorável será a substituição do fuelóleo por outro tipo de combustível, e.g. gás natural, o qual não contém substâncias classificadas como perigosas para a água. Caso não se opte por esta solução terão de ser implementadas diversas medidas correctivas na unidade para que se consiga baixar o risco para um nível mínimo residual, que contudo continua a situar-se na gama de risco intermédio (MBVRP = 2,1). A substituição do sistema de combustível reporta apenas um risco residual associado aos recursos hídricos em presença, o qual se situa na gama aceitável (MBVRP = 1,7).

A escolha entre ambas as soluções possíveis para a redução do risco deverá ser baseada numa análise de custo/benefício.

A inclusão de uma fase de seguimento permite avaliar a evolução da contaminação no caso de um acidente ou os diversos cenários possíveis de contaminação perante um potencial acidente.

A implementação de programas de monitorização de equipamentos e de procedimentos de segurança conduz a uma avaliação de risco em tempo real, permitindo a tomada de medidas correctivas de forma atempada sempre que se justifique, de modo a manter o nível de risco o mais o mais próximo possível do MBVRP.

A aplicação do MARRH com recurso a SIG implica a necessidade de se dispor de informação fidedigna associada a este sistema, nomeadamente ao nível das utilizações dos recursos hídricos.

Perante o cenário de um acidente, a aplicação do MARRH, permite avaliar se as decisões tomadas para mitigação das consequências do mesmo foram ou não suficientes para a redução ou eliminação do risco sobre a água.

Os resultados da aplicação do MARRH ao caso-estudo indicam que:

- A não implementação de medidas de contenção no sistema de águas pluviais originou uma rejeição sobre os recursos hídricos;
- A não contenção da mancha de poluente na linha de água levou a uma evolução da mesma, no seguimento de um episódio de precipitação (o fuelóleo é menos denso que a água e em contacto com esta desloca-se em conjunto com o respectivo fluxo);
- As medidas de mitigação implementadas (aumento da capacidade da bacia de retenção e nível e segurança no pré-aquecimento) são insuficientes, dado que o risco ainda se situa acima do MBVRP.

A monitorização das captações de água subterrânea permitiu determinar que o fuelóleo atingiu rapidamente o aquífero, uma vez que o acidente ocorreu nos primeiros dias de Abril e na data da primeira campanha de amostragem (12/04/2009) foram detectados hidrocarbonetos em duas, das três captações avaliadas.

Na segunda campanha de amostragem (25/09/2007) observa-se que há uma subida dos níveis de contaminação nas duas captações afectadas, com especial relevância na captação 607/642, onde o aumento do teor de hidrocarbonetos foi muito significativo (subida de  $19 \text{ mgL}^{-1}$  para  $500 \text{ mgL}^{-1}$ ).

Esta alteração do nível de contaminação está associada à deslocação das FLNA no sentido das extracções de água e terá sido eventualmente potenciada pela continuação da rejeição de fuelóleo para o meio receptor, devido a uma deficiente limpeza da zona afectada, designadamente nas redes enterradas de águas pluviais, pelo que continuou a ocorrer lixiviação de hidrocarbonetos pelas águas da chuva e excedentes de águas de rega.

A extensão do plano de monitorização a novos poços confirmou a migração das FLNA, à qual deverá também estar associada alguma volatilização deste tipo de compostos através da rede de porosidade, apesar da água dos dois poços

inicialmente afectados terem recuperado, em particular a captação 607/642 (descida para  $70 \text{ mgL}^{-1}$ ).

Embora não esteja definida nenhuma norma de qualidade ambiental para os hidrocarbonetos nas águas subterrâneas, aplicando o princípio da precaução os resultados do plano de monitorização poderão ser comparados com os objectivos de qualidade definidos para as águas superficiais destinadas à produção para consumo humano, cujo valor mais restritivo é de  $50 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ .

Desta análise observa-se que há efectiva alteração da qualidade das águas subterrâneas, na medida em que, à data da última campanha de amostragem, a contaminação numa captação (607/642) se situava acima do OQ e muito próximo deste limiar no poço P<sub>4</sub>.

Quando o fuelóleo atinge as camadas subsuperficiais, a caracterização das plumas de contaminação e respectiva remoção é muito problemática, uma vez que:

- A determinação da direcção (horizontal e vertical) de migração depende de inúmeros factores, incluindo a heterogeneidade geológica das zonas afectadas;
- Os tempos de semi-vida destes poluentes são muito longos pelo que poderão manter-se no ambiente muitos anos após o acidente.

A complexidade e onerosidade das operações de remediação e descontaminação de solos e águas subterrâneas determina que este tipo de trabalhos só sejam viáveis em situações de contaminação muito significativa, e.g. antigas zonas industriais, mineiras ou de deposição de resíduos perigosos. Deste modo, no caso-estudo a fase de seguimento deverá continuar a ser a monitorização das águas subterrâneas, com alargamento a novas captações, incluindo furos verticais de maior profundidade que os poços, porquanto a FLNA poderá ter migrado no sentido descendente através de fracturas ou fissuras verticais.

O acidente decorrido no caso-estudo permite assim tirar ilações sobre os efeitos dos poluentes sobre os recursos hídricos, nomeadamente ao nível da alteração da qualidade e afectação do uso, e respectivos meios de contaminação, demonstrando também que não só os estabelecimentos abrangidos pela Directiva *Seveso II* são passíveis de provocarem acidentes com efeitos críticos ou severos no ambiente.

A avaliação de risco ambiental é assim de extrema importância para a definição de medidas de protecção dos recursos hídricos e consequentemente para o cumprimento das obrigações dispostas na DQA, enquadrando-se a aplicação do MARRH nos princípios base desta directiva, designadamente no Princípio da Precaução, no Princípio da Prevenção e no Princípio da Correção.

Neste tipo de avaliação deverá ter-se sempre em conta que há um dado grau de incerteza associado, não quantificável (e.g. condições climatéricas adversas, actos de vandalismo, etc.), o qual poderá ser compensado através da inclusão de factores de ponderação nas opções a tomar ao longo do processo de avaliação, devendo optar-se pelas soluções que conduzam ao MBVRP de risco.

Dadas as especificidades do Algarve (região com forte actividade turística, visitada por um número muito significativo de indivíduos das mais diversas nacionalidades, i.e., com forte projecção a nível internacional), e a presença de “zonas críticas” (e.g. sistema aquífero Querença-Silves – maior reserva de água subterrânea do Algarve; Ria Formosa – zona húmida de grande importância quer a nível ambiental, quer a nível económico) torna-se importante a aplicação de metodologias para avaliação de risco ambiental nesta região, ao nível das fontes de perigo fixas e móveis.

A aplicação do MARRH a fontes móveis terá alguma relevância no sentido em que poderá permitir a definição de opções e apoiar a decisão sobre as melhores rotas de transporte de substâncias perigosas para prevenção de riscos sobre os recursos hídricos.

No âmbito da aplicação de metodologias para avaliação de risco ambiental na Região Hidrográfica do Algarve, o modelo desenvolvido no presente trabalho poderá ser incluído

- No Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Algarve com vista à definição de um sistema de aviso e alertas, com diferentes níveis de actuação, no âmbito do previsto na DQA;
- No *Manual de Procedimentos para Prevenção da Poluição em Caso de Acidentes Envolvendo Substâncias Perigosas*, que está ser desenvolvido pela ARH do Algarve em conjunto com outras Entidades, e eventualmente constituir a base

de definição de um Sistema de Alerta Precoce<sup>70</sup> para reduzir ou evitar danos decorrentes de perigo químico.

---

<sup>70</sup> Os sistemas de alerta precoce consistem no fornecimento atempado de informação oportuna e eficaz, através de organismos devidamente identificados que permite aos indivíduos expostos ao perigo, a tomada de medidas para evitar ou reduzir o risco e a respectiva preparação de uma resposta adequada (Billing, 2007).

## Referências Bibliográficas

ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO ALGARVE, I. P.; INSTITUTO DA ÁGUA – *Questões Significativas da Gestão da Água - Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve*. Participação Pública – Informação de Suporte, 2009. [http://www.arh Algarve.pt/site/parameters/arh Algarve/files/File/upload/Participacao\\_Publica/PGRH\\_Algarve\\_QS\\_Informacao\\_Suporte.pdf](http://www.arh Algarve.pt/site/parameters/arh Algarve/files/File/upload/Participacao_Publica/PGRH_Algarve_QS_Informacao_Suporte.pdf). Consultada em 2009-05-06 22:20.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY – *CAS Registry*<sup>SM</sup>. <http://www.cas.org/expertise/cascontent/registry/index.html>. Consultada em 2008-10-23 11:45.

BAHRIG, B. ; BREHMER, M. ; BURGER, H. ; HALDIMANN, P. ; HUGGENBERGER, P. ; PHILIPP, R. ; REINKER, D. ; ROSSEL, D. ; SCHMID, B. ; VON ALLMEN, M. ; ZIEGLER, U. – *Prélèvements d'Eau Souterraine en Relation avec les Sites Pollués*. Berne: Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage, 2003.

BILING, Peter – *State of the Art on Early Warning Systems: General Introduction*. Seminar on Early Warning Systems, Albufeira (Portugal). 2007.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; TRUSSEL, R. R. – *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 17<sup>th</sup> Ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1989.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO ALGARVE – *Relatório do Estado do Ambiente do Algarve 2003*. Faro: CCDR-Algarve, 2005. ISBN 972-95734-7-6.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Comunicação ao Conselho, de 22 de Junho de 1982: JO C 176, 1982-07-14 (1982)*, p.3.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Directiva 67/548/CEE do Conselho, de 27 de Junho de 1967: JO 196, 1967-08-16 (1967)*, p.1–98.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976: JO L 129, 1976-05-18 (1976)*, p.23–29.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Directiva 80/68/CEE do Conselho, 17 de Dezembro de 1979: JO L 20, 1980-01-26 (1980)*, p.43–48.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Directiva 82/176/CEE do Conselho, de 22 de Março de 1982: JO L 081, 1982-03-27 (1982)*, p.0029–0034.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Directiva 83/513/CEE do Conselho, de 26 de Setembro de 1983: JO L 291, 1983-10-24 (1983)*, p.1–8.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – *Directiva 84/156/CEE do Conselho, de 8 de Março de 1984: JO L 74, 1984-03-17 (1984)*, p.49–54.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – Directiva 84/491/CEE do Conselho, de 9 de Outubro de 1984: JO L 274, 1984-10-17 (1984), p.11-17.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – Directiva 86/280/CEE do Conselho, de 12 de Junho de 1986: JO L 181, 1986-07-04 (1986), p.16-27.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – Directiva 88/347/CEE do Conselho, de 16 de Junho de 1988: JO L 158, 1988-06-25 (1988), p.35-41.

COMUNIDADE ECONÓMICA EUROPEIA – Resolução do Conselho, de 7 de Fevereiro de 1983: JO C 46, 1983-02-17 (1983), p.0017.

CONSUMER PRODUCTS SAFETY & QUALITY UNIT – *ESIS: European chemical Substances Information System*. <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>. Consultada em 2008-10-22 16:25.

CORREIA, Joana B. – *Processos de Descontaminação de Solos e Águas Subterrâneas. Tecnologias do Ambiente*. 46 (2002); p.18-19.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS – *Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management*. 2000.<http://www.defra.gov.uk/environment/risk/eramguide/index.htm>. Consultada em 2009-05-11 22:00.

ENVIRONMENT PROTECTION BRANCH – *Environmental Risk Assessment Guidance Manual for industrial chemicals (Draft for Public Comment)*. Canberra: Environment Protection and Heritage Council, 2007. ISBN 1 9211 73 22 X.

ESRI – *GIS.com*. <http://www.gis.com/whatisgis/index.html>. Consultada em 2009-05-17 15:25.

EUROPEAN COMMISSION – *Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market*. Part II. 2<sup>nd</sup> Edition. European Chemicals Bureau, 2003.

EUROPEAN COMMISSION. IUCLID: International Uniform Chemical Information Database – *IUCLID Data Set, Substance ID 68476-33-5*. European Chemicals Bureau, 2000-02-19 (2000).

EUROPEAN COMMISSION. IUCLID: International Uniform Chemical Information Database – *IUCLID Data Set, Substance ID 67-66-3*. European Chemicals Bureau, 2000-02-19 (2000).

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY – *Environmental Terminology and Discovery Service*. [http://glossary.pt.eea.europa.eu/terminology/concept\\_html](http://glossary.pt.eea.europa.eu/terminology/concept_html). Consultada em 2009-05-10 11:45.

FAIRMAN, R.; MEAD, C. D; WILLIAMS, P. W. – *Environmental Risk Assessment – Approaches, Experiences and Information Sources*. Environmental Issue Report n.º 4. European Environment Agency, 1998.

FRAUNHOFER-INSTITUT – *Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive (COMMPS Procedure)*. Final Report, 1999. Declaration ref.: 98/788/3040/DEB/E1.

GALP ENERGIA – *Ficha de Dados de Segurança: Fuelóleo n.º 4 BTE*. Revisão n.º 7. 2006-03-20 (2006).

GALP ENERGIA – *Ficha de Especificação Comercial Fuelóleo n.º 4 BTE*. Revisão n.º 04. Galp Empresas – Ambiente Qualidade e Segurança, 2004-04-29 (2004). FEC-006.

INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO – *Água Subterrânea: Conhecer para Preservar o Futuro*. INETI, 2001. [http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes\\_online/diversos/agua\\_subterranea/indice.htm](http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/agua_subterranea/indice.htm). Consultada em 2009-05-17 17:30.

INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, I. P. – *Léxico de Termos Hidrogeológicos*. [http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico\\_hidro/lexico.aspx?Termo=Geologia](http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_hidro/lexico.aspx?Termo=Geologia). Consultada em 2009-04-28 23:40.

KOURNIOTIS, S. P.; KIRANOUDIS, C. T.; MARKATOS, N. C. – *Chemical Accident Databases – There are still Lessons to be learned*. Athens: Department of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, 1999. <http://mahbsrv.jrc.it/proceedings/greece-nov-1999/D1-KOURNIOTIS-z.pdf>. Consultada em 2008-11-04 22:20.

LEET, L. D. – *Physical Geology*. 6<sup>th</sup> Ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1982.

LENCASTRE, A.; FRANCO, F. M. – *Lições de Hidrologia*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 1992.

LEPPER, Peter – *Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC)*. Schmallenberg: Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, 2005.

LOBO-FERREIRA, J. P.; OLIVEIRA, M. M.; MOINANTE, M. J.; HENRIQUES, M. J.; SANTOS, B.; CUPETO, C.; MAIO, C.; LOPES, A. R.; ORLANDO, M. – *Cartografia Automática da Vulnerabilidade de Aquíferos com Base na Aplicação do Método Drástico*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997. Relatório 60/97 – GIAS.

LOHANI, B.; EVANS, J.W.; LUDWIG, H.; EVERITT, R. R.; CARPENTER, R. A.; TU, S. L. – *Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia*. Volume I – Overview, 1997.

LYONS, William C. – *Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering*. Houston: Gulf Publishing Company, 1996. Vol. 1.

MAJOR ACCIDENT HAZARDS BUREAU. Institute for Systems Informatics and Safety – *Substances Dangerous for the Environment in the Context of Council Directive 96/82/EC*. Report by Technical Working Group 7. Michalis D. Christou, Joint Research Centre – European Commission, 2000.

MATAR, S.; LEWIS, F. – *Chemistry of Petrochemical Processes*. 2<sup>nd</sup> Ed. Houston: Gulf Publishing Company, 2000.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE – *Guide pour l'estimation des dommages matériels potentiels aux biens de tiers en cas d'accidents majeurs*. 2007. <http://www.ecologie.gouv.fr/Guide-pour-l-estimation-des,7404.html>. Consultada em 2008-10-27 16:30.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO – *Plano Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve*. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Volume I – Síntese. 2000.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO – *Plano Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve*. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Volume III – Análise. Capítulo I - Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica. 2000.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO – *Plano Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve*. 1ª Fase, Análise e Diagnóstico da Situação de Referência. Anexo IV – Recursos Hídricos Subterrâneos. 2000.

OLIVEIRA, Luiz A. – *Vulnerabilidade do Aquífero Livre no Perímetro Urbano de Rio Verde/GO: Análise Preliminar Utilizando-se Dados de Espessura da Zona Vadosa*. Caminhos de Geografia. 5:14 (2005) p.54-61.

PARTIDÁRIO, Maria do Rosário – *Guia de Boas Práticas para Avaliação Ambiental Estratégica - Orientações Metodológicas*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007.

PIO, S.; WEST, C. A.; HENRIQUES, A. G. – *Protecção das Águas de Superfície contra a Poluição por Substâncias Perigosas no Âmbito da Directiva-Quadro da Água*. 5º Congresso da Água, Lisboa (Portugal), 2000.

PORTUGAL. Assembleia da República – *Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro: D.R. n.º 249: Série I-A, 2005-12-29 (2005)*, p.7280–7310.

PORTUGAL. Ministério da Economia – *Decreto-Lei n.º 82/2003, de 23 de Abril: D.R. n.º 95, Série I-A, 2003-04-23 (2003)*, p.2578–2614.

PORTUGAL. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente – *Decreto-Lei n.º 261/2003, de 21 de Outubro: D.R. n.º 244, Série I-A, 2003-10-21 (2003)*, p.7032–7033.

PORTUGAL. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e do Ambiente, – *Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho*: D.R. n.º 145, Série I-A, 2004-06-22 (2004), p.3805–3809.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho*: D.R. n.º 139, Série I-A, 1997-06-19 (1997), p.2959–2966.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro*: D.R. n.º 203, Série I-A, 1997-09-03 (1997), p.4640–4644.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto*: D.R. n.º 176: Série I-A, 1998-08-01 (1998), p.3676–3722.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro*: D.R. n.º 259, Série I-A, 1999-11-09 (1998), p.5892–5893.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 431/99, de 22 de Outubro*: D.R. n.º 247, Série I-A de 1999-10-22 (1999), p.7069–7073.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro*: D.R. n.º 271, Série I-A, 1999-11-20 (1999), p.8273–8275.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 52/99, de 20 de Fevereiro*: D.R. n.º 43, Série I-A de 1999-02-20 (1999), p.994–998.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 53/99, de 20 de Fevereiro*: D.R. n.º 43, Série I-A de 1999-02-20 (1999), p.998–1002.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 54/99, de 20 de Fevereiro*: D.R. n.º 43, Série I-A de 1999-02-20 (1999), p.1002–1005.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 56/99, de 26 de Fevereiro*: D.R. n.º 48, Série I-A de 1999-02-26 (1999), p.1067– 074.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território – *Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto*: D.R. n.º 192, Série I-A, 2000-08-21 (2000), p.4116–4131.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território – *Decreto-Lei n.º 164/2001, de 23 de Maio*: D.R. n.º 119, Série I-A de 2001-05-23 (2001), p.2991–3007.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território – *Decreto-Regulamentar n.º 12/2002, de 9 de Março*: D.R. n.º 58, Série I-B, 2002-03-09 (2002), p.2016–2065.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional – *Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de Agosto*: D.R. n.º 164, 1ª Série, 2008-08-26 (2008), p.5967–5980.

PORTUGAL. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional – *Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio*: D.R. n.º 105, 1ª Série, 2.º Suplemento, 2007-05-31 (2007), p.3644-(24)–3644-(48).

PORTUGAL. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional – *Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro*: D.R. n.º 195, 1ª Série, 2008-10-08 (2008), p.7130–7133.

PORTUGAL. Ministérios da Economia e do Ambiente e do Ordenamento do Território – *Portaria n.º 39/2000, de 28 de Janeiro*: D.R. n.º 23, Série I-B, 2000-01-28 (2000), p.393–394.

PORTUGAL. Ministérios da Saúde e do Ambiente – *Portaria n.º 744-A/99, de 25 de Agosto*: D.R. n.º 198, Série I-B, 1999-08-25 (1999), p.5780(2)–5780(5).

PORTUGAL. Ministérios da Saúde e do Ambiente e do Ordenamento do Território – *Portaria n.º 91/2000, de 19 de Fevereiro*: D.R. n.º 42, Série I-B, 2000-02-19 (2000), p.630–632.

PORTUGAL. Presidência do Conselho de Ministros – *Declaração de Rectificação n.º 10-R/99, de 30 de Abril*: D.R. n.º 101, Série I-A de 1999-04-30 (1999), p.2342(3).

REBELO, A.; NEVES, B. – *Definição de Manual de Procedimentos para Prevenção da Poluição em Caso de Acidentes Envolvendo Substâncias Perigosas*. Primeiro Relatório do estudo com o mesmo nome. Faro: CCDR-Algarve, 2007.

REBELO, Anabela – *Caracterização de Fontes Potencialmente Produtoras/Utilizadoras de Substâncias Prioritárias*. 5º Congresso Ibérico sobre Gestão e Planeamento da Água Bacias Partilhadas: Bases para a Gestão Sustentável da Água e do Território, Faro (Portugal), 2006.

REBELO, Anabela – *Determinação de Valores Limite de Emissão para Substâncias Perigosas da Lista II da Directiva 76/464/CEE*. 11º Encontro Nacional de Saneamento Básico, Faro (Portugal), 2004.

REIS, John C. – *Environmental Control in Petroleum Engineering*. Houston: Gulf Publishing Company, 1996.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – *Boletim de Precipitação do Ano Hidrológico de 2006/07, Estação de São Brás de Alportel*. <http://snirh.pt>. Consultada em 2009-05-09 18:00.

SLATER, D.; HUW J. – *Environmental Risk Assessment and the Environment Agency*. Journal of Hazardous Materials. 65 (1999); p.77–91.

SMITH, JONATHAN – *Data, Knowledge and Decision Making in the Environment Agency*. Environment Agency Science Group. [www.shef.ac.uk/content/1/c6/04/66/27/Jonathan%20Smith.ppt](http://www.shef.ac.uk/content/1/c6/04/66/27/Jonathan%20Smith.ppt). Consultada em 2009-04-20 23:40.

THE AIR FORCE CENTER FOR ENGINEERING AND THE ENVIRONMENT – *AFCEE Source Zone Initiative*. Boulder: University of Colorado, 2007. Final Report. <http://www.afcee.af.mil/shared/media/document/AFD-071205-059.pdf>. Consultada em 2009-05-09 17:30.

TINTI, Stefano – *From Risk Assessment to Early Warning: Risk of Tsunami*. Seminar on Early Warning Systems, Albufeira (Portugal). 2007.

TURISMO DO ALGARVE; COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO ALGARVE – *Guia de Percursos Pedestres*. Faro: Região de Turismo do Algarve, 2007. Depósito Legal 256370/07.

UNIÃO EUROPEIA – *Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu: COM/2006/0398 final, 2006-07-17 (2006)*.

UNIÃO EUROPEIA – *Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000: JO L 327, 2000-12-22 (2000), p.1-72*.

UNIÃO EUROPEIA – *Directiva 2008/1/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de Janeiro de 2008: JO L 24, 2008-01-15 (2008), p.8-29*.

UNIÃO EUROPEIA – *Directiva 2008/105/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008: JO L 348 de 2008-12-24, (2008), p.84-97*.

UNIÃO EUROPEIA – *Directiva 91/271/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1971: JO L 135 de 1991-05-30, (1991), p.40-52*.

UNIÃO EUROPEIA – *Directiva 96/61/CE do Conselho de 24 de Setembro de 1996: JO L 257, 1996-10-10 (1996), p.26-40*.

UNIÃO EUROPEIA – *Directiva 96/82/CE do Conselho de 9 de Dezembro de 1996: JO L 10 de 1997-01-14, (1997), p.13-33*.

UNIÃO EUROPEIA – *Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho: COM/2006/0397 final - COD 2006/0129, 2006-07-17 (2006)*.

UNITED KINGDOM. Statutory Instrument 1999, n.º 743 – *The Control of Major Accident Hazards Regulations, 1999-03-17 (1999)*.

UNITED KINGDOM. Statutory Instrument 2005, n.º 1088 – *The Control of Major Accident Hazards Regulations (Amendment), 2005-04-07 (2005)*.

VIANA, Paula – *Substâncias Prioritárias: da Directiva das Substâncias Perigosas no Meio Aquático à Directiva Quadro da Água*. Sessão Técnica – Substâncias Prioritárias integrada no Ciclo de Debates Biénio 2006/07 da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa (Portugal), 2006.

VINHAS, T.; VIANA, P.; MOURA, I.; CAVACO, C. – *Monitorização de Substâncias Perigosas no Meio Aquático*. 6º Congresso da Água, Porto (Portugal), 2002.



## Glossário

Acidente	Um evento indesejável e inesperado, resultante de desenvolvimentos incontrolados, que constitua perigo para a saúde humana e ou para o ambiente.
Águas Residuais Domésticas	Águas residuais de instalações residenciais e serviços, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de actividades domésticas.
Águas Residuais Industriais	Todas as águas residuais provenientes de qualquer tipo de actividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem sejam águas pluviais.
Águas Residuais Urbanas	Águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais ou com águas pluviais.
Aquífero	Uma ou mais camadas subterrâneas de rocha ou outros estratos geológicos suficientemente porosos e permeáveis para permitirem um escoamento significativo de águas subterrâneas ou a captação de quantidades significativas de águas subterrâneas.
Bacia Hidrográfica	Área terrestre a partir da qual todas as águas fluem, através de uma sequência de ribeiros, rios e eventualmente lagos para o mar, desembocando numa única foz, estuário ou delta.
Bom Estado Químico	Estado químico necessário para alcançar os objectivos ambientais para as águas de superfície ou subterrâneas de acordo com as disposições da Directiva-quadro da Água.
Desenvolvimento Sustentável	O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração actual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.
Emissão	Libertação directa ou indirecta de substâncias, vibrações, calor ou ruído para o ar, a água ou o solo, a partir de fontes pontuais ou difusas.
Estado Ecológico	A expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície, classificada nos termos do anexo V da Directiva-Quadro da Água.
Fonte Involuntária	Fontes de emissão de poluentes não directamente relacionadas com o ciclo e vida da substância a avaliar, como por exemplo, substâncias de origem natural, substâncias resultantes dos processos de combustão e outras emissões indirectas ( <i>e.g.</i> , subprodutos, contaminantes ou produtos de degradação de outras substâncias).
Massa de Água:	
Massa de Água Artificial	Uma massa de água superficial criada pela actividade humana.
Massa de Água Fortemente Modificada	A massa de água superficial cujas características foram consideravelmente modificadas por alterações físicas resultantes da actividade humana e que adquiriu um carácter substancialmente diferente, designada como tal em normativo próprio.

Massa de Águas Subterrâneas	Um meio de águas subterrâneas delimitado que faz parte de um ou mais aquíferos.
Massa de Águas Superficiais	Uma massa distinta e significativa de águas superficiais, designadamente uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal, um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras.
Norma de Qualidade Ambiental	Concentração de um determinado poluente ou grupo de poluentes na água, nos sedimentos ou biota que não deve ser ultrapassada para efeitos de protecção da saúde humana e do ambiente.
Objectivos Ambientais	Objectivos definidos no Art.º 4, da Directiva-Quadro da Água (Art.º 45º a 48º, da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro).
Perigo	A propriedade intrínseca de uma substância perigosa ou de uma situação física de poder provocar danos à saúde humana e ou ao ambiente.
Poluente	Qualquer substância susceptível de provocar poluição, definida em normativo próprio.
Poluição	A introdução directa ou indirecta, em resultado da actividade humana, de substâncias ou de calor no ar, na água ou no solo que possa ser prejudicial para a saúde humana ou para a qualidade dos ecossistemas aquáticos ou dos ecossistemas terrestres daqueles directamente dependentes, que dê origem a prejuízos para bens materiais ou que prejudique ou interfira com o valor paisagístico ou recreativo ou com outras utilizações legítimas do ambiente.
Preparação	Mistura ou soluções compostas por duas ou mais substâncias.
Região Hidrográfica	Área de terra e de mar constituída por uma ou mais bacias hidrográficas vizinhas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas, definida como a principal unidade para a gestão das bacias hidrográficas.
Risco	A probabilidade de que um efeito específico ocorra dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas.
Risco Residual	Risco remanescente mesmo após se terem tomado todas as medidas de redução/prevenção possíveis.
Sistema de Informação Geográfica	É um sistema que integra ferramentas de <i>hardware</i> e <i>software</i> com vários tipos de dados, relacionando-os e permitindo a obtenção das relações espaciais entre os mesmos.
Substância	Os elementos químicos e seus compostos no seu estado natural ou tal como obtidos por qualquer processo de produção, incluindo qualquer aditivo necessário para preservar a estabilidade do produto e qualquer impureza derivada do processo de produção, com excepção de qualquer solvente que possa ser separado sem afectar a estabilidade da substância nem alterar a sua composição.
Substâncias Perigosas	Substâncias classificadas no âmbito da Directiva 67/548/CEE.

Substâncias Perigosas para as Águas Subterrâneas	Substâncias classificadas no âmbito da Directiva 80/68/CEE.
Substâncias Perigosas para o Meio Aquático	Substâncias classificadas no âmbito da Directiva 76/464/CEE.
Substâncias Prioritárias	Substâncias classificadas na Directiva 2008/105/CE, de 16 de Dezembro de 2001, que altera a Directiva 2000/60/CE, cujas emissões terão de ser controladas.
Substâncias Prioritárias Perigosas	Substâncias classificadas na Directiva 2008/105/CE, de 16 de Dezembro de 2001, que altera a Directiva 2000/60/CE, cujas emissões, descargas e perdas estão sujeitas a eliminação progressiva ou cessação.
Tempo de Semi-Vida	Tempo que metade da quantidade de uma dada substância leva a decompor-se num dado meio.
Unidade	Unidade industrial ou Serviço onde decorre uma actividade de indústria ou comércio.
Utilizador	Responsável pela utilização dos recursos hídricos, incluindo nomeadamente a captação de água e a rejeição de águas residuais no meio hídrico.
Valor Limite de Emissão (VLE)	A massa, expressa em unidades específicas para cada parâmetro, a concentração ou o nível de uma emissão de determinada substância que não deve ser excedido durante um ou mais períodos determinados de tempo por uma instalação na descarga no meio aquático.
Zona Insaturada	Zona que se situa imediatamente abaixo da superfície topográfica e acima do nível freático, onde os espaços vazios entre as partículas estão parcialmente preenchidos por gases (essencialmente ar e vapor de água) e por água. A água contida nesta zona encontra-se à pressão atmosférica, podendo ser utilizada pelas raízes das plantas ou contribuir para o aumento das reservas de água subterrânea.
Zona Saturada	Zona que pode ser constituída por diferentes níveis ou camadas de solo ou formações rochosas, onde todos os espaços porosos ou fracturas existentes estão completamente preenchidos por água. O limite superior desta zona é designado nível freático.
Zona Vadosa	Corresponde à espessura da zona não saturada por água no subsolo. Nos casos em que a superfície do terreno intercepta o lençol freático (áreas de nascentes) a zona vadosa é inexistente.

# *Apêndice I*

*Escalas de Risco*

## ***Escalas de Risco***

### **Recursos Hídricos**

<i>Factores</i>	<i>Grau de Risco</i>	<i>Classificação</i>
Vulnerabilidade Hidrogeológica (à poluição)	Baixa	0
	Média	2
	Elevada	4
	Muito Elevada	6
Captações de Água Subterrânea (grau obtido através da matriz abaixo indicada águas subterrâneas)	Grau 1	0
	Grau 2	2
	Grau 3	4
	Grau 4	6
Linhas de Água, Zonas Estuarinas ou Costeiras (distância à fonte de perigo) (grau obtido através da matriz abaixo indicada águas superficiais)	Grau 1	0
	Grau 2	2
	Grau 3	4
	Grau 4	6
Áreas Ameaçadas pelas Cheias (distância à fonte de perigo) (grau obtido através da matriz abaixo indicada águas superficiais)	Grau 1	0
	Grau 2	2
	Grau 3	4
	Grau 4	6
Albufeiras (distância à fonte de perigo) (grau obtido através da matriz abaixo indicada águas superficiais)	Grau 1	0
	Grau 2	2
	Grau 3	4
	Grau 4	6

Matriz para definição do grau de risco para as captações de água subterrânea

	d > 500 m	300 m < d ≤ 500 m	50 m < d ≤ 300 m	d ≤ 50 m			
Captação sem extracção <sup>1</sup> (excepto captações de reserva para abastecimento público)	0	0	2	4	←	0	Desprezável
Captação com extracção mínima (consumo humano) ou rega de áreas inferiores a 1 ha	0	2	4	4	←	2	Marginal
Captação com extracção (rega agrícola superior a 1 ha, campos de golfe e uso industrial)	2	4	4	6	←	4	Crítico
Captações com grande extracção (captações para abastecimento público)*	4	6	6	6	←	6	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	0	2	4	6			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

\* Captações cujos perímetros de protecção ainda não tenham sido definidos pelas respectivas entidades gestoras.

- Quando existam vários pontos de água passíveis de afectação, deve ser efectuado o cálculo para cada um dos mesmos e utilizar-se o grau mais elevado que se obtenha.
- Para captações para abastecimento público com perímetro de protecção aprovado, de acordo com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro<sup>2</sup>, o grau de risco é obtido da seguinte forma:

<sup>1</sup> Captações sem extracção de água – Poços ou furos abandonados ou em reserva.

<sup>2</sup> PORTUGAL. Ministério do Ambiente – Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro; D.R. n.º 222, Série I-A, 1999-09-22 (1999), p.6623-6627.

<i>Factores</i>	<i>Grau de Risco</i>	<i>Classificação</i>
<i>Captações de água subterrânea para abastecimento público com perímetros de protecção aprovados</i>	Fora do Perímetro	0
	Zona de Protecção Alargada <sup>3</sup>	4
	Zona de Protecção Intermédia <sup>3</sup>	6

Se a fonte de perigo se localizar na zona de protecção imediata, o risco global será logo determinado como inaceitável e obriga à realocação da unidade, uma vez que de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 382/99, 22 de Setembro, a zona de protecção imediata *define-se como área da superfície do terreno contígua à captação em que, para a protecção directa das instalações da captação e das águas captadas, todas as actividades são, por princípio, interditas.*

---

<sup>3</sup> Zonas de protecção definidas no Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro.

## Matriz para definição do grau de risco para as águas superficiais

	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4			
Zonas não classificadas	0	2	4	6	←	0	Desprezável
Zonas adjacentes a zonas sensíveis ou a áreas protegidas (e.g. pré-parque)	2	2	4	6	←	2	Marginal
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas e/ou Zonas de risco de erosão hídrica	2	4	4	6	←	4	Crítico
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas e Zonas de risco de erosão hídrica	4	4	6	6	←	6	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	0	2	4	6			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

### Factores

Linhas de Água, Zonas Estuarinas ou Costeiras (distância à fonte de perigo)

Nível 1	$d > 50 \text{ m}$
Nível 2	$25 \text{ m} < d \leq 50 \text{ m}$
Nível 3	$10 \text{ m} < d \leq 25 \text{ m}$
Nível 4	$d \leq 10 \text{ m}$

Áreas Ameaçadas pelas Cheias<sup>4</sup> (distância à fonte de perigo)

Nível 1	$d > 50 \text{ m}$
Nível 2	$10 \text{ m} < d \leq 50 \text{ m}$
Nível 3	$d \leq 10 \text{ m}$
Nível 4	Dentro da área

Albufeiras<sup>5</sup> (distância à fonte de perigo)

Nível 1	$d > 100 \text{ m}$
Nível 2	$50 \text{ m} < d \leq 100 \text{ m}$
Nível 3	$25 \text{ m} < d \leq 50 \text{ m}$
Nível 4	$d \leq 25 \text{ m}$

### Grau de Risco

<sup>4</sup> Considera-se toda a área da sub-bacia hidrográfica onde se insere a fonte de perigo.

<sup>5</sup> Consideram-se todas as albufeiras situadas a jusante da fonte de perigo.

No caso das albufeiras de águas públicas, sujeitas a Plano de Ordenamento, deverá ser utilizada a seguinte escala:

*Factores*

*Grau de Risco*

Albufeiras de águas públicas (distância à fonte de perigo)

Nível 1	$d > 500 \text{ m}$
Nível 2	$100 \text{ m} < d \leq 500 \text{ m}$
Nível 3	$25 \text{ m} < d \leq 100 \text{ m}$
Nível 4	$d \leq 25 \text{ m}$

Quando não exista qualquer albufeira a jusante da fonte de perigo, o grau de risco a considerar será sempre nível 1, independentemente das condicionantes de localização da fonte de perigo.

*Legenda:*

d – distância da fonte de perigo<sup>6</sup> ao recurso hídrico, medida em metros lineares.

---

<sup>6</sup> Unidade ou ponto(s) de descarga de redes de drenagem no meio hídrico.

## Fonte de Perigo - Fontes Fixas

<i>Factores</i>	<i>Grau de Risco</i>	<i>Classificação</i>
Substâncias Perigosas	Substâncias Perigosas não enquadradas na legislação específica para a água	0
	Substâncias Perigosas não designadas pela Comissão como pertencentes à Lista II, mas enquadradas dentro das famílias de substâncias designadas na Directiva 76/464/CEE	2
	Substâncias Prioritárias ou Substâncias da Lista II	4
	Substâncias Prioritárias Perigosas ou Substâncias da Lista I	6
Bacias de Retenção (Armazenamento)	Presente e em bom estado de conservação	0
	Presente mas com deficiências	2
	Presente mas em mau estado de conservação e/ou sem capacidade adequada (min. 80 % da capacidade total do sistema de armazenamento)	4
	Ausente	6
Sistemas Retenção (Sistema de águas pluviais)	Presente e em bom estado de conservação	0
	Presente mas com deficiências	2
	Presente mas em mau estado de conservação	4
	Ausente	6

<i>Factores</i>	<i>Grau de Risco</i>	<i>Classificação</i>
Sistemas de Detecção de Fugas		
	Presente e em bom estado de conservação	0
	Presente mas com deficiências	2
	Presente mas em mau estado de conservação	4
	Ausente	6
Sistemas de Alerta (Alarmes)		
	Presente e em bom estado de conservação	0
	Presente mas com deficiências	2
	Presente mas em mau estado de conservação	4
	Ausente	6

## Fonte de Perigo - Fontes Móveis

<i>Factores</i>	<i>Grau de Risco</i>	<i>Classificação</i>
Substâncias Perigosas	Substâncias Perigosas não enquadradas na legislação específica para a água	0
	Substâncias Perigosas não designadas pela Comissão como pertencentes à Lista II, mas enquadradas dentro das famílias de substâncias designadas na Directiva 76/464/CEE	2
	Substâncias Prioritárias ou Substâncias da Lista II	4
	Substâncias Prioritárias Perigosas ou Substâncias da Lista I	6
Quantidades Transportadas	---	0
	Inferior ao limite de isenção ADR <sup>7</sup>	2
	Igual ou superior ao limite de isenção ADR, excepto mercadorias perigosas de alto risco <sup>1</sup>	4
	Mercadorias perigosas de alto risco <sup>1</sup>	6

<sup>7</sup> Classificação de acordo com Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada – ADR.: PORTUGAL. Ministérios das Obras Públicas, Transportes e Comunicações – *Decreto-Lei n.º 170-A/2007, de 4 de Maio: D. R. n.º 86, 1ª Série, 2007-05-04 (2007)*, p.2972(2)–2972(685); PORTUGAL. Ministérios das Obras Públicas, Transportes e Comunicações – *Decreto-Lei n.º 63-A/2008, de 3 de Abril: D. R. n.º 66, 1ª Série, 2008-04-03 (2008)*, p.2050(2)–2050(834)

# *Apêndice II*

*Enquadramento Espacial do Caso-Estudo*

## Enquadramento Espacial

### 1. Análise do Enquadramento Espacial

#### Águas Subterrâneas

Condicionantes	Interferência	Observações
Plano Director Municipal (PDM) <sup>1</sup> , carta de condicionantes – Zonas de protecção a captações	Não interfere	Fonte de perigo <sup>2</sup> a cerca de 160 m (em linha recta) de <i>Zona de Protecção Remota</i> de acordo com a carta de condicionantes especiais do PDM de Olhão.
Reserva Ecológica Nacional <sup>3</sup> (cartas publicadas ou em revisão) – Áreas de recarga de aquíferos	Não interfere	
Reserva Agrícola Nacional – Áreas de agricultura condicionada por necessidade de protecção das águas subterrâneas (e.g. áreas de agricultura condicionada I)	Não interfere	Fonte de perigo <sup>2</sup> a cerca de 180 m (em linha recta) de <i>Espaços Agrícolas Condicionados I</i> , de acordo com a carta de ordenamento do PDM de Olhão.
Zonas classificadas como vulneráveis à poluição por nitratos de origem agrícola, de acordo com o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro	Não interfere	
Captações de água, usos, estado (activas, de reserva ou abandonadas) e respectivas distâncias à fonte de perigo	Três captações nas imediações	Distância à fonte de perigo <sup>4</sup> : Captações para rega a cerca de 25 e 50 m, respectivamente e uma captação para rega e consumo humano a cerca de 45 m.
Perímetros de protecção às captações públicas	Não aplicável	A Câmara Municipal de Olhão ainda não procedeu à definição dos perímetros de protecção às captações públicas <sup>5</sup> .
Cartas de vulnerabilidade específica	Não aplicável.	
Fluxo da água subterrânea <sup>6</sup>	(ver mapa)	

<sup>1</sup> Regulamento do Plano Director Municipal de Olhão, ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 50/95, de 31/05, alterado pelo Regulamento n.º 15/2008, de 10 de Janeiro: PORTUGAL: Presidência do Conselho de Ministros – *Resolução do Conselho de Ministros n.º 50/95, de 31 de Maio: D.R. n.º 126, Série I-B, 1995-05-31 (1995)*, p.3490-3426; PORTUGAL. Câmara Municipal de Olhão – *Regulamento n.º 15/2008, de 10 de Janeiro: D.R. n.º 7, 2ª Série, 2008-01-10 (2008)*, p.1263-1284.

<sup>2</sup> Ponto médio

<sup>3</sup> PORTUGAL: Presidência do Conselho de Ministros – *Resolução do Conselho de Ministros n.º 84/2000, de 14 de Julho: D.R. n.º 161, Série I-B, 2000-07-14 (2000)*, p.3200.

<sup>4</sup> Ponto de rejeição da rede de drenagem de águas pluviais no meio receptor.

<sup>5</sup> PORTUGAL. Ministério do Ambiente – Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro: D.R. n.º 222, Série I-A, 1999-09-22 (1999), p.6623-6627.

<sup>6</sup> DIRECÇÃO GERAL DE GEOLOGIA E MINAS - *Carta Hidrogeológica da Orla Costeira - Vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos*. Folhas B1 e B2 Escala 1/100 000, 1983.

## Águas Superficiais

Condicionantes	Interferência	Observações
Reserva Ecológica Nacional (cartas publicadas ou em revisão):		
Zonas ameaçadas pelas cheias	Não interfere	Fonte de perigo <sup>7</sup> a cerca de 1000 m de distância do limite de <i>Áreas Ameaçadas pelas Cheias</i> <sup>8</sup> .
Cursos de água, respectivos leitos e margens	Não interfere	
Lagoas e lagos e respectivos leitos, margens e faixas	Não interfere	
Albufeiras leitos, margens e faixas de protecção	Não interfere	
Áreas de elevado risco de erosão hídrica	Não interfere	
Cursos de água, usos e respectivas distâncias à fonte de perigo	Descarga directa numa linha de água afluente da Ribeira do Tronco	d < 1 m (distância da captação à fonte de perigo <sup>7</sup> ).
Albufeiras (planos de ordenamento em vigor se aplicável), usos e respectivas distâncias à fonte de perigo	Não interfere	
Zonas estuarinas ou costeiras, usos e respectivas distâncias à fonte de perigo	A cerca de 4000 m da Ria Formosa	Actividades conculcolas, aquícolas, de salicultura, recreativas, incluindo águas balneares.
Zonas sensíveis <sup>9</sup>	Área de influência de zona sensível	
Áreas protegidas	Não aplicável	A cerca de 3700 m, em linha recta, do Parque Natural da Ria Formosa.

<sup>7</sup> Ponto de rejeição da rede de drenagem de águas pluviais no meio receptor.

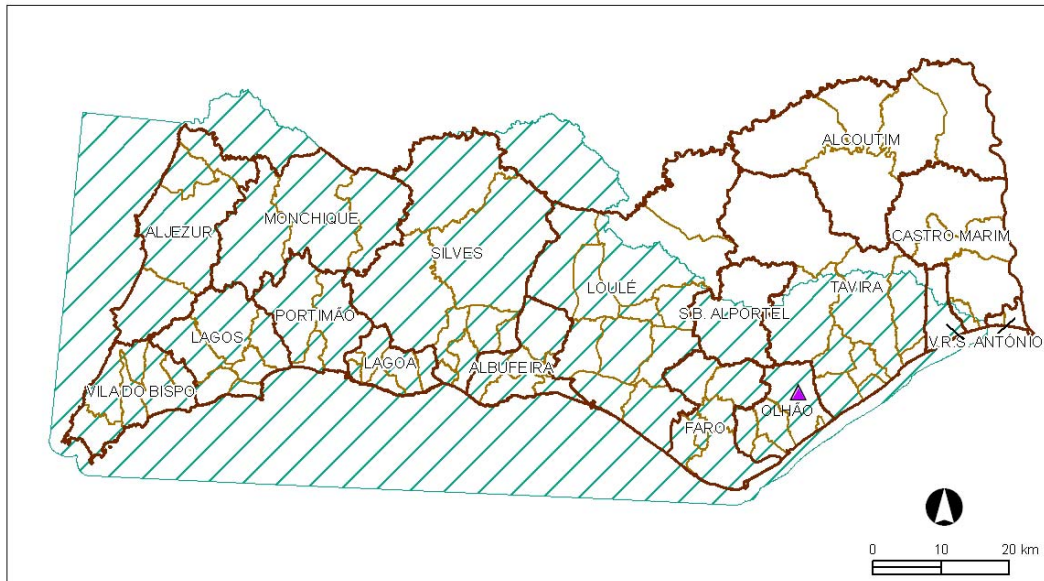
<sup>8</sup> Fonte: ARH do Algarve (Cartas em revisão)

<sup>9</sup> Zonas classificadas como sensíveis de acordo com a Directiva 91/271/CEE, transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro, n.º 149/2004, de 22 de Junho e 198/2008, de 8 de Outubro: PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho*: D.R. n.º 139, Série I-A, 1997-06-19 (1997), p.2959–2966; PORTUGAL. Ministério do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro*: D.R. n.º 259, Série I-A, 1998-11-09 (1998), p.5892–5893; PORTUGAL. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e do Ambiente – *Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de Junho*: D.R. n.º 145, Série I-A, 2004-06-22 (2004), p.3805–3809; PORTUGAL. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional – *Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro*: D.R. n.º 195, 1ª Série, 2008-10-08 (2008), p.7130–7133.

## Outras Informações

Outros Dados	
Massas de Água	
Massa de Água Superficial	PT08RDA1709
Massa de água Subterrânea	PTM10
Bacia Hidrográfica Unitária	Ribeiras da Ria Formosa
Sub-Bacia Hidrográfica	Ribeira do Tronco
Informação de campo	Zona constituída por solos resultantes da alteração das formações carbonatadas cretácicas, que se caracterizam por uma certa componente argilosa que impede que mecanismos de infiltração se dêem significativamente, ou seja, estão presentes no local formações com baixa a média vulnerabilidade hidrogeológica <sup>5</sup>

## 2. Análise Cartográfica

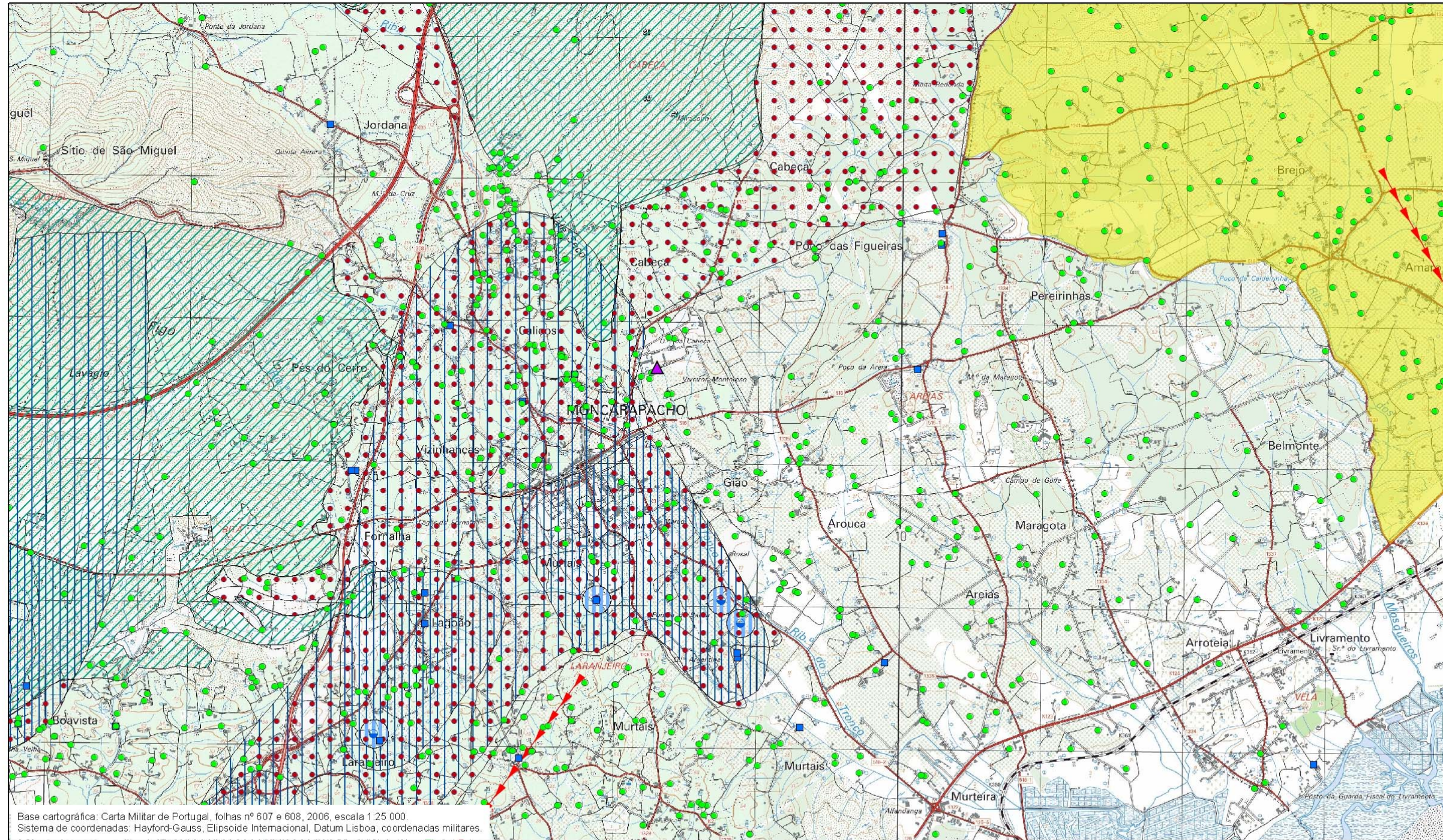


- ▲ Fonte de Perigo
- ▭ Limite de concelho
- ▭ Limite de freguesia
- ▨ Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve

ARH  
ALGARVE  
Mar. 09  
SPC

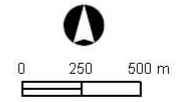
Região Hidrográfica das Ribeiras do Algarve: PTRH08<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Fonte: INAG.



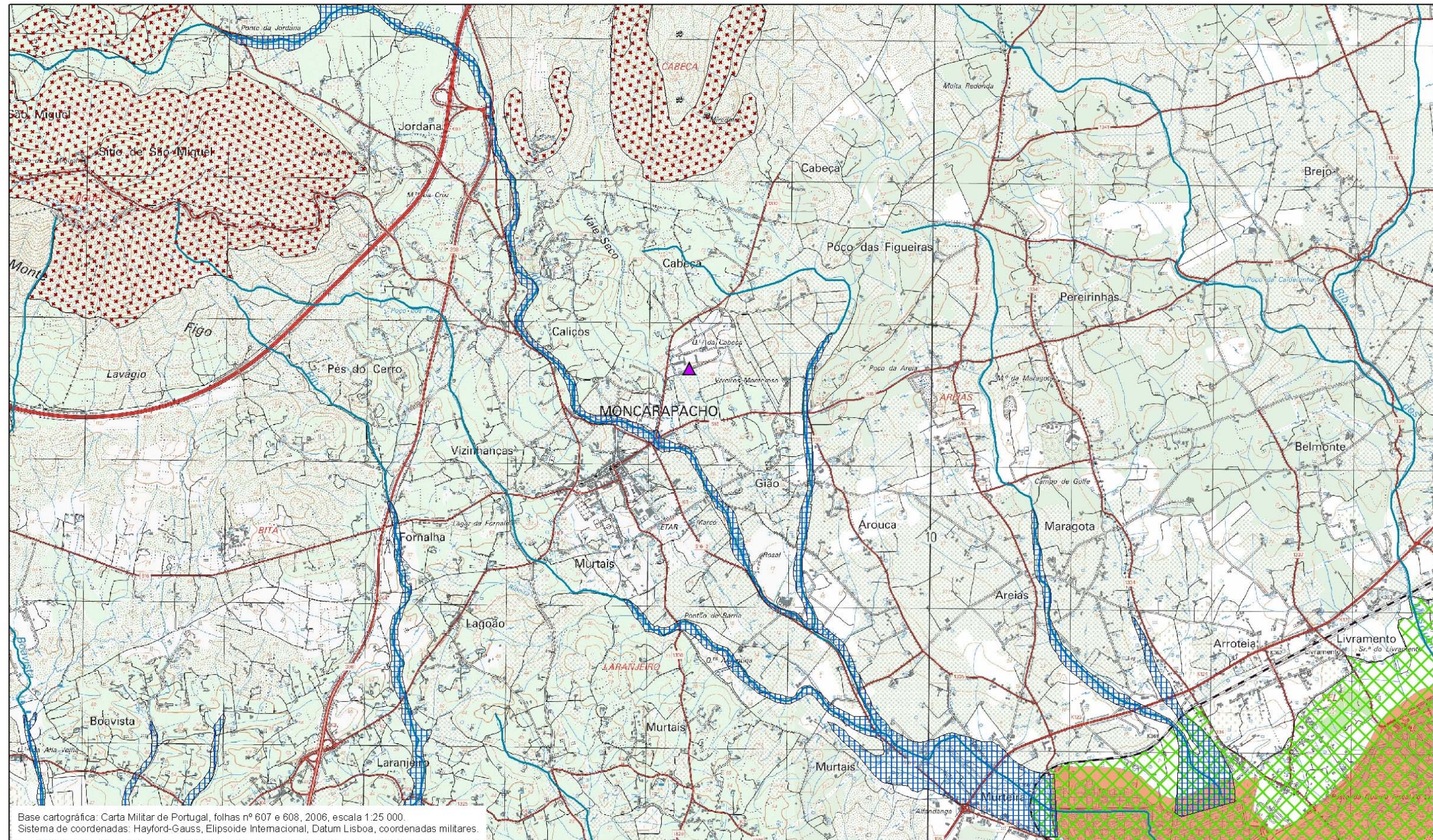
Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 607 e 608, 2006, escala 1:25 000.  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| ▲ Fonte de Perigo                        | ● Espaço Agrícola Condicionado I definido em PDM            | ■ Zonas vulneráveis à poluição difusa causada por nitratos de origem agrícola |
| ● Captações privadas de água subterrânea | ■ Zonas de protecção às captações públicas definidas em PDM | ■ Reserva Ecológica Nacional  |
| ■ Captações públicas de água subterrânea | ▨ Zona Próxima  | ▨ Áreas de Recarga de Aquíferos   |
| ○ Furo de captação definido em PDM       | ▨ Zona Afastada   |   |
| → Fluxo subterrâneo                      | ▨ Zona Remota   |   |

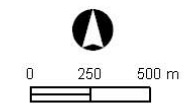


ARH  
 ALGARVE  
 Mai.09  
 SPC

Enquadramento Espacial: Águas Subterrâneas

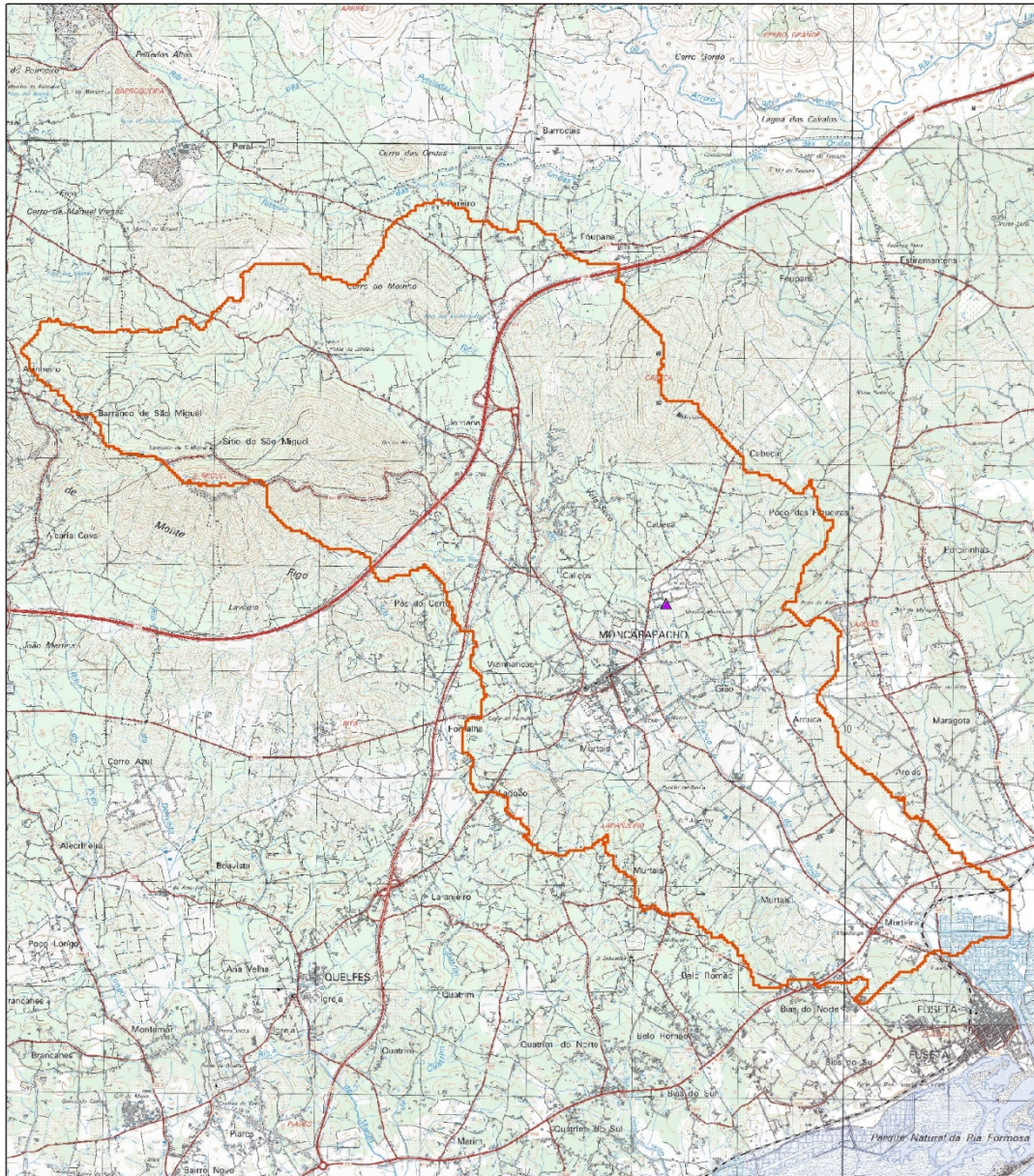


- Fonte de Perigo
- Parque Natural da Ria Formosa
- Zonas Sensíveis - Águas Residuais Urbanas
- REN publicada - Áreas com Risco de Erosão Hidrica
- REN em revisão pela ARH - Zonas Ameaçadas pelas Cheias
- Linhas de água principais



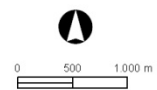
**ARH**  
 ALGARVE  
 Mai 09  
 SPC

Enquadramento Espacial: Águas Superficiais



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 607 e 608, 2006, escala 1:25 000.  
 Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.

- ▲ Fonte de Perigo
- Bacia própria da massa de água



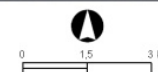
ARH  
 ALGARVE  
 Mai.09  
 SPC

Massa de Água Superficial: PTO8RDA1709<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Fonte: INAG.



Base cartográfica: Carta Militar de Portugal, folhas nº 606, 607 608, 610, 611 e 612, 2005 e 2006, escala 1:25 000.  
Sistema de coordenadas: Hayford-Gauss, Elipsoide Internacional, Datum Lisboa, coordenadas militares.



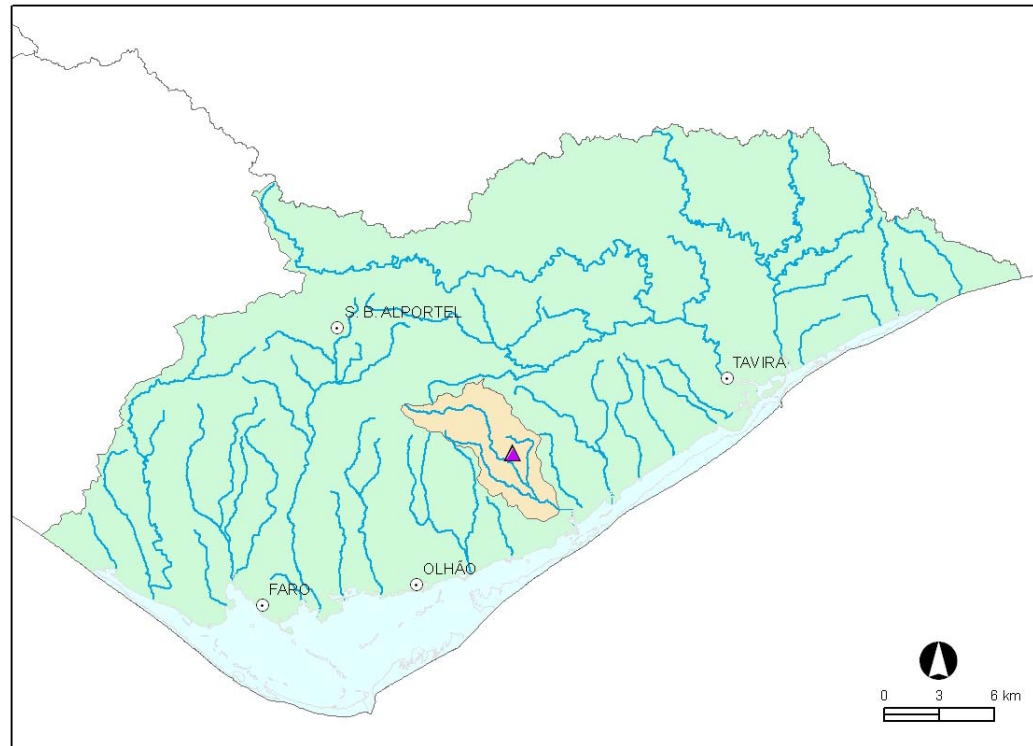
- ▲ Fonte de Perigo
- Massa de água subterrânea

ARH  
ALGARVE  
Mapa de  
SPC

Massa de Água Subterrânea: PTM10<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Fonte: INAG.



- ▲ Fonte de Perigo
- Sedes de concelho
- Zona Lagunar da Ria Formosa
- Sub-bacia hidrográfica da Ribeira do Tronco
- Linhas de Água

ARH  
ALGARVE  
Mai 09  
SPC

Bacia Hidrográfica Unitária<sup>13</sup>: Ribeiras da Ria Formosa / Sub-bacia Hidrográfica<sup>14</sup>: Ribeira do Tronco

<sup>13</sup> Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve: PORTUGAL. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território – *Decreto-Regulamentar n.º 12/2002, de 9 de Março: D.R. n.º 58, Série I-B, 2002-03-09 (2002)*, p.2016–2065.

<sup>14</sup> Fonte: ARH do Algarve.

## *Apêndice III*

*Caracterização do Risco Associado ao Caso-  
Estudo*

## Recursos Hídricos

### *Vulnerabilidade Hidrogeológica (à poluição)*

Grau de Risco	Classificação	Observações
Média	2	De acordo com a observação da área afectada, localmente, esta zona é constituída por solos resultantes da alteração das formações carbonatadas cretácicas, que se caracterizam por uma certa componente argilosa que impede que mecanismos de infiltração se dêem significativamente, ou seja, estão presentes no local formações com <b>baixa a média</b> vulnerabilidade hidrogeológica <sup>1</sup> .

### *Captações de Água Subterrânea*

Captação	Grau de Risco	Classificação	Observações <sup>2</sup>
607/640	Grau 3	4	d ≈ 25 m (distância da captação à fonte de perigo <sup>3</sup> ). Uso: Captação para rega de área inferior a 1 ha.
607/641	Grau 3	4	d ≈ 50 m (distância da captação à fonte de perigo <sup>3</sup> ). Uso: Captação para rega de área inferior a 1 ha.
607/642	Grau 4	6	d ≈ 45 m (distância da captação à fonte de perigo <sup>3</sup> ). Uso: Captação para consumo humano e rega de área superior a 1 ha.

<sup>1</sup> Fonte: ARH do Algarve.

<sup>2</sup> Distâncias medidas em SIG. Usos das captações – Fonte: ARH do Algarve.

<sup>3</sup> Ponto de rejeição da rede de drenagem de águas pluviais no meio hídrico.

## Águas Superficiais

Fonte de Perigo	Condicionantes de Localização		
Localização	A fonte de perigo localiza-se em espaço delimitado por área de influência de zona sensível, de acordo com o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro, n.º 149/2004, de 22 de Junho e 198/2008, de 8 de Outubro <sup>4</sup> .		
	Grau	Classificação	Observações <sup>5</sup>
Linhas de Água	Grau 3	6	d < 1 m (distância da captação à fonte de perigo <sup>6</sup> ).  d ≈ 1000 m (distância do limite das <i>Áreas Ameaçadas pelas Cheias</i> à fonte de perigo <sup>6</sup> ).
Áreas Ameaçadas pelas Cheias	Grau 3	4	A linha de água para onde drenam as águas pluviais do caso-estudo descarrega, a cerca de 1000 m, na Ribeira do Tronco <sup>7</sup> , em zona classificada como <i>Áreas Ameaçadas pelas Cheias</i> de acordo com o trabalho de campo efectuado pela ARH do Algarve/CCDR do Algarve, no âmbito da revisão da carta de Reserva Ecológica Nacional.
Albufeiras	Grau 1	0	Não existe qualquer albufeira a jusante do caso-estudo, pelo que não há lugar à correlação com as condicionantes de localização.

<sup>4</sup> Transposição da Directiva 91/271/CEE.

<sup>5</sup> Distâncias medidas em SIG.

<sup>6</sup> Ponto de rejeição da rede de drenagem de águas pluviais no meio hídrico.

<sup>7</sup> Fonte: ARH do Algarve (cartas em revisão).

## Matrizes

### Captações de Água Subterrânea

- Captação 607/640

	d > 500 m	300 m < d ≤ 500 m	50 m < d ≤ 300 m	<u>d ≤ 50 m</u>			
Captação sem extracção (excepto captações de reserva para abastecimento público)					←	<b>0</b>	Desprezável
<b><u>Captação com extracção mínima (consumo humano) ou rega de áreas inferiores a 1 ha</u></b>				<b>4</b>	←	<b>2</b>	Marginal
Captação com extracção (rega agrícola superior a 1 ha, campos de golfe e uso industrial)					←	<b>4</b>	Crítico
Captações com grande extracção (captações para abastecimento público)					←	<b>6</b>	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

- Captação 607/641

	d > 500 m	300 m < d ≤ 500 m	50 m < d ≤ 300 m	<u>d ≤ 50 m</u>			
Captação sem extracção (excepto captações de reserva para abastecimento público)					←	<b>0</b>	Desprezável
<b><u>Captação com extracção mínima (consumo humano) ou rega de áreas inferiores a 1 ha</u></b>				<b>4</b>	←	<b>2</b>	Marginal
Captação com extracção (rega agrícola superior a 1 ha, campos de golfe e uso industrial)					←	<b>4</b>	Crítico
Captações com grande extracção (captações para abastecimento público)					←	<b>6</b>	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

- Captação 607/642

	d > 500 m	300 m < d ≤ 500 m	50 m < d ≤ 300 m	<u>d ≤ 50 m</u>			
Captação sem extracção (excepto captações de reserva para abastecimento público)					←	<b>0</b>	Desprezável
Captação com extracção mínima (consumo humano) ou rega de áreas inferiores a 1 ha					←	<b>2</b>	Marginal
<b>Captação com extracção (rega agrícola superior a 1 ha, campos de golfe e uso industrial)</b>				<b>6</b>	←	<b>4</b>	Crítico
Captações com grande extracção (captações para abastecimento público)					←	<b>6</b>	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

### Linhas de Água

	d > 50 m	25 m < d ≤ 50 m	10 m < d ≤ 25 m	<u>d ≤ 10 m</u>			
Zonas não classificadas					←	<b>0</b>	Desprezável
<b>Áreas de influência de zona sensível ou áreas protegidas (e.g. pré-parque)</b>				<b>6</b>	←	<b>2</b>	Marginal
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas ou Zonas de risco de erosão hídrica					←	<b>4</b>	Crítico
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas e Zonas de risco de erosão hídrica					←	<b>6</b>	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

## Áreas Ameaçadas pelas Cheias

	d > 50 m	10 m < d ≤ 50 m	d ≤ 10 m	Dentro da área			
Zonas não classificadas					←	<b>0</b>	Desprezável
<b>Áreas de influência de zona sensível ou áreas protegidas (e.g. pré-parque)</b>	<b>2</b>				←	<b>2</b>	Marginal
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas ou Zonas de risco de erosão hídrica					←	<b>4</b>	Crítico
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas e Zonas de risco de erosão hídrica					←	<b>6</b>	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

## Albufeiras

- Não Aplicável

	d > 100 m	50 m < d ≤ 100 m	25 m < d ≤ 50 m	d ≤ 25 m			
Zonas não classificadas					←	<b>0</b>	Desprezável
<b>Áreas de influência de zona sensível ou áreas protegidas (e.g. pré-parque)</b>					←	<b>2</b>	Marginal
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas ou Zonas de risco de erosão hídrica					←	<b>4</b>	Crítico
Zonas sensíveis e/ou Áreas protegidas e Zonas de risco de erosão hídrica					←	<b>6</b>	Severo
	↑	↑	↑	↑			
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>			
	Desprezável	Marginal	Crítico	Severo			

## Cálculo do Risco Parcial – Recursos Hídricos

Risco Parcial – Recursos Hídricos	
Factores	Classificação
Vulnerabilidade à Poluição	2
Captações de Água Subterrânea	6 <sup>8</sup>
Linhas de Água	6
Zonas Ameaçadas Pelas Cheias	2
Albufeiras	0

$$R_{RH} = \frac{\sum r_{iRH}}{r_{Severo}} \times f_{pRH}$$

$r_{Severo}$	6
$f_{pRH}$	0,65
$R_{RH}$	1,7(3)

<sup>8</sup> Adota-se o maior valor de risco de todas as captações avaliadas.

## Fonte de Perigo

Factores	Grau de Risco	Classificação	Observações <sup>9</sup>
Substâncias Perigosas	Substâncias Prioritárias Perigosas ou Substâncias da Lista I	6	Substâncias químicas presentes: Fuelóleo – Mistura complexa de hidrocarbonetos, contendo HPA: substâncias classificadas como perigosas Lista II pela Directiva 76/464/CEE e como substâncias perigosas prioritárias pela Directiva 2008/105/CE.
Bacias de Retenção (Armazenamento)	Presente mas em mau estado de conservação e/ou sem capacidade adequada (min. 80 % da capacidade total do sistema de armazenamento)	4	Bacia de Retenção: Presente, mas com capacidade insuficiente (apenas dispunha de 2,5% da capacidade total do tanque de armazenamento, à data do acidente e com vestígios de derrames na zona de abastecimento).
Sistemas Retenção (nas redes de águas pluviais)	Ausente	6	Não está instalado qualquer sistema de retenção na rede de drenagem enterrada.
Sistemas de Detecção de Fugas	Ausente	6	Não estão instalados sistemas de detecção de fugas.
Sistemas de Alerta (Alarmes)	Ausente	6	Não estão instalados sistemas de alerta.

<sup>9</sup> Fonte: ARH do Algarve.

## Cálculo do Risco Parcial – Fonte de Perigo

Risco Parcial – Recursos Hídricos	
Factores	Classificação
Substâncias Perigosas	6
Bacias de Retenção (Armazenamento)	4
Sistemas Retenção (Sistema de águas pluviais)	6
Sistemas de Detecção de Fugas	6
Sistemas de Alerta	6

$$R_{FP} = \frac{\sum r_{iFP}}{r_{Severo}} \times f_{pFP}$$

$r_{Severo}$	6
$f_{pRH}$	0,35
$R_{RH}$	1,6(3)

## Caracterização Quantitativa do Risco

$$R = R_{RH} + R_{FP} = \frac{\sum r_{iRH}}{r_{Severo}} \times f_{pRH} + \frac{\sum r_{iFP}}{r_{Severo}} \times f_{pFP} = 1,7 + 1,6 = 3,4$$

## Caracterização Qualitativa do Risco

$R = 3,4 \Rightarrow$  *Risco Intermédio*



# *Anexo I*

*Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976*

*Lista I efectiva de Substâncias Perigosas para o Meio Aquático*

***Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976***

**Lista I efectiva de Substâncias Perigosas para o meio aquático**

Aldrina	Hexoclorobenzeno (HCB)
Dialdrina	Hexoclorociclohexano (HCH)
Endrina	Mercúrio e seus compostos
Isodrina	Pentaclorofenol (PCP)
Cádmio e seus compostos	Percloroetileno (PER)
Clorofórmio	Tetracloroeto de Carbono
1,2-Dicloroetano (EDC)	Triclorobenzeno (TCB)
DDT	Tricloroetileno (TRI)
Hexaclorobutadieno (HCBD)	

## *Anexo II*

*Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976*

*Lista II de Substâncias Perigosas para o Meio Aquático*

**Directiva 76/464/CEE do Conselho, de 4 de Maio de 1976**

**Lista II de Substâncias Perigosas para o meio aquático**

(Diclorobenzidinas) 2,2-diclorobenzidina	1-Cloronaftaleno	4-Cloroanilina
1,1,1-Tricloroetano	2,3-Dicloropropeno	4-Clorofenol
1,1,2,2-Tetracloroetano	2,4,5-T (incluindo sais e ésteres)	4-Cloronitroanilina
1,1,2-Triclo-cloro-tri-fluoro-etano (freon 113)	2,4-D (com os respectivos sais e ésteres)	4-Clorotolueno
1,1,2-Tricloroetano	2,4-Diclorofenol	Acetato de trifenilestanho
1,1-Dicloroetano	2-Amino-4-clorofenol	Ácido cloroacético
1,1-Dicloroetileno	2-Cloroanilina	Antraceno
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	2-Cloroetanol	Atrazina
1,2-Dibromoetano	2-Clorofenol	Azinfos-etilo
1,2-Diclorobenzeno	2-Cloro-p-toluidina	Azinfos-metilo
1,2-Dicloroetileno	2-Clorotolueno	Bentazona
1,2-Dicloropropano	3,4-Dicloroanilina e 2,5-dicloroanilina	Benzeno
1,3-Dicloropronano-2-ol	3-Cloroanilina	Benzidina
1,3-Dicloropropeno	3-Clorofenol	Bifenilo
1-Cloro-2,4-dinitrobenzeno	3-Cloropreno (cloreto de alilo)	Clordano
1-Cloro-2-nitrobenzeno	3-Clorotolueno	Cloreto cianúrico (2,4,6-tricloro-1,3,5-triazina)
1-Cloro-3-nitrobenzeno	4-Cloro-2-nitrotolueno	Cloreto de benzilideno (a,a-diclorotolueno)
1-Cloro-4-nitrobenzeno	4-Cloro-3-metilfenol	Cloreto de benzilo (a-clorotolueno)

Cloreto de trifenilestanho	Etilbenzeno	Cloreto de vinilo (ou cloroetileno)
Cloronaftalenos (mistura técnica)	Fentião	Óxido de tributilestanho
Cloronitrotoluenos	Fosfato de tributilo	PAH - ref. <sup>a</sup> especial a 2,4-benzopireno e 3,4-benzofluoranteno
Cloropreno (2-Cloro-1,3-butadieno)	Foxime	Paratião (incluindo metil-paratião)
Clorotoluidinas	Heptacloro (incluindo epóxido)	PCB (incluindo PCT)
Coumafos	Hexacloroetano	Pirazona
Demetão (incluindo demetão-O; -S; -S-metil; -S-metil-sulfona)	Hidrato de cloral	Propanilo
Dicloreto de dibutilestanho	Hidróxido de trifenilestanho	Simazina
Diclorometano	Isopropil benzeno	Tetrabutilestanho
Dicloro-nitro-benzenos	Linurão	Tolueno
Dicloroprope	Malatião	Triafuralina
Diclorvos	MCPA	Triazofos
Dietilamina	Mecoprop	Triclorfão
Dimetilamina	Metamidofos e metil-paratião	Triclorofenóis ( <i>e.g.</i> 2,4,5-TCP e 2,4,6-TCP)
Dimetoato	Metil-oxi-demeteão	Xilenos (mistura de isómeros)
Dissulfotão	Mevinfos	
Endossulfão	Mono-clorobenzeno	
Epicloridrina	Monolinurão	
Éter de dicloro-di-isopropilo	Naftaleno	
Fenitrotião	Ometoato	

<b>Metais e metalóides</b>	<b>Biocidas</b>	<b>Outras</b>
Antimónio	Alacloro	Amoníaco
Arsénio	Bromofos-etilo	Cianetos
Bário	Bromofos-metilo	Compostos orgânicos de silício
Berílio	Clorfenvinfos	Fluoretos
Boro	Clorpirifos	Fósforo total
Chumbo	Diazinon	Nitritos
Cobalto	Diclorfentião	
Cobre	Fenclorfos	
Crómio	Metalocloro	
Estanho	Metidatião	
Molibdénio	Molinato	
Níquel	Terbutilazina	
Prata		
Selénio		
Tálio		
Telúrio		
Titânio		
Urânio		
Vanádio		
Zinco		

## *Anexo III*

*Extracto de Título de Utilização dos Recursos  
Hídricos para Rejeição de Águas Residuais*

# Extracto de Título e Utilização dos Recursos Hídricos para Rejeição de Águas Residuais

(Anexos da Licença de Utilização dos Recursos Hídricos para Descarga de Águas Residuais n.º 43-AR/2008, de 2008/08/14)<sup>1</sup>

## ANEXO 1

### Localização e caracterização da obra

Peça(s) desenhada(s) com a localização da obra.

## ANEXO 2

### Condições de descarga das águas residuais em condições normais de funcionamento

As condições de descarga do efluente final, de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto a respeitar pelo titular da licença são as indicadas no quadro seguinte:

Parâmetro	Valor Limite de Emissão	Carga Máxima Admissível* <sup>4</sup> (mg/d)	Legislação aplicável
	Concentração*		
pH	6 a 9	---	DL n.º 236/98, de 01/08
CQO	150 mgL <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	---	DL n.º 236/98, de 01/08
SST	60 mgL <sup>-1</sup>	---	DL n.º 236/98, de 01/08
Naftaleno	1,5 mgL <sup>-1</sup>	0,008***	Port. n.º 50/2005, de 20/01
Óleos Minerais	15 mgL <sup>-1</sup>	0,3***	DL n.º 236/98, de 01/08

\* As condições de descarga poderão vir a ser alteradas em função dos resultados do autocontrolo.

\*\*De acordo com o n.º 7, do Art.º 67º, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

\*\*\* Valor calculado para o caudal de ponta horário (só admissível em situação de ponta).

Análise de conformidade de acordo com o n.º 6, do artigo 69º, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

## ANEXO 3

### Programa de autocontrolo a implementar

Os resultados do programa de autocontrolo serão enviados à entidade licenciadora, em formato digital, com uma periodicidade semestral. Com a mesma periodicidade deve ser remetida à entidade licenciadora, cópia dos respectivos boletins analíticos.

### Efluentes rejeitados

Descrição do equipamento de controlo instalado: Caixa de visita para recolha de amostras.

### Medição de Caudais

O registo dos caudais médios diários e dos caudais médios mensais deve efectuar-se de acordo com a seguinte estrutura:

Ponto n.º	Coordenadas		Data e hora/período(s) de amostragem (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal médio afluente à ETAR (m <sup>3</sup> /dia)		Caudal médio descarregado pela ETAR (m <sup>3</sup> /dia)		Observações
	M	P		diário	mensal	diário	mensal	

<sup>1</sup> Fonte: ARH do Algarve.

## Qualidade do efluente bruto e após tratamento

O programa de autocontrolo deverá realizar-se mediante as seguintes condições\*:

Local de amostragem	Parâmetro	Método Analítico	Frequência de Amostragem	Tipo de Amostragem
Entrada/Saída do sistema de tratamento	pH	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Entrada/Saída do sistema de tratamento	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO <sub>5</sub> )	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Entrada/Saída do sistema de tratamento	Carência Química de Oxigénio (CQO)	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Entrada/Saída do sistema de tratamento	Sólidos suspensos totais (SST)	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Entrada/Saída do sistema de tratamento	Azoto Total	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Entrada/Saída do sistema de tratamento	Fósforo Total	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Saída do sistema de tratamento	Óleos minerais	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Saída do sistema de tratamento	Ferro	Anexo XXII, do DL n.º 236/98, de 01/08	Semestral**	Amostra composta, representativa de um dia normal de laboração
Saída do sistema de tratamento	Naftaleno	Anexo XVII, da Port. n.º 50/2005, de 20/01	Semestral**	Amostra pontual
Saída do sistema de tratamento	Antraceno	Anexo XVII, da Port. n.º 50/2005, de 20/01	Semestral**	Amostra pontual
Saída do sistema de tratamento	Aldeídos		Semestral**	Amostra pontual
Saída do sistema de tratamento	Tolueno		Semestral**	Amostra pontual
Saída do sistema de tratamento	Xilenos (o, m, p)		Semestral**	Amostra pontual
Saída do sistema de tratamento	Tricloroetileno		Semestral**	Amostra pontual

\* O programa de autocontrolo poderá vir a ser alterados em função do autocontrolo efectuado nos dois primeiros anos de validade da presente licença.

\*\* Deverá ser colhida uma amostra no período seco, quando surgem as primeiras chuvas (Setembro a Outubro) e outra no período húmido (Dezembro a Março).

As determinações analíticas conducentes à verificação do cumprimento do presente programa de autocontrolo devem ser preferencialmente realizadas por laboratórios acreditados para o efeito, devendo, nos restantes casos, ser realizadas por laboratórios que mantenham um sistema de controlo de qualidade analítica devidamente documentado e actualizado.

O registo dos dados provenientes do programa de autocontrolo deve efectuar-se de acordo com a seguinte estrutura:

Ponto n.º	Coordenadas		Data e hora/período(s) de amostragem	Parâmetro			Tipo de amostragem	Observações
	M	P		Designação	Valor	Unidade		

# *Anexo IV*

*Fuelóleo n.º 4 BTE*

*Ficha de Dados de Segurança*

*Ficha de Especificação Comercial*

# Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

## 1 Identificação da substância/preparação e da sociedade/empresa

### Identificação da substância/preparação

**Nome comercial:** FUELÓLEO Nº4 BTE**Outras designações do produto:** Fuel 1%.**Código Segurança de Produto:** COMB-004**Utilização da substância /da preparação:**

Combustível líquido para instalações de queima.

**Fabricante/fornecedor:**

Petrogal

R. Tomás da Fonseca, Torre C, 1600-209 Lisboa, Portugal

Tel: (351) 21 724 25 00

Fax: (351) 21 724 29 65

**Informações em caso de emergência:**

Petrogal (24H)

Refinaria do Porto

Tel: (351) 22 998 21 15

Refinaria de Sines

Tel: (351) 269 86 25 70; (351) 269 86 23 12

Nº Nacional de Emergência: 112

INEM - Instituto Nacional de Emergência Médica

Centro de Informação Antivenenos

Tel: 808 250 143

Fax: (351) 21 330 32 75

## 2 Composição/informação sobre os componentes

**Caracterização química:****CAS: nº e designação**

68476-33-5 fuel-oil, residual

**Números de identificação**

nº EINECS/ELINCS: 270-675-6

Nº do anexo I da Directiva 67/548/CE: 649-024-00-9

**Caracterização:****Descrição:**

Combinação complexa de hidrocarbonetos obtida como destilados ou resíduos da destilação e de processos de cracking e contendo hidrocarbonetos saturados, aromáticos e olefinicos.

# Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**

## 3 Identificação dos perigos

### Classificação:



T (Cancerígeno, categoria 2)

### Avisos sobre os perigos para o homem e o ambiente :

R 45 Pode causar cancro.

R 52/53 Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.

R 66 Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida.

### Critério de classificação:

Directiva 67/548/CE com a 29ª APT.

É complementada com dados de literatura técnica e informação da empresa.

### Indicações adicionais:

Perigo na exposição a vapores libertados pelo produto aquecido devido à existência de gás sulfídrico (gás muito tóxico/asfixiante).

O manuseamento do produto a altas temperaturas pode causar queimaduras.

O contacto do líquido ou do vapor com os olhos pode causar irritação.

Podem concentrar-se vapores inflamáveis no espaço vazio de recipientes, especialmente por acção do calor.

Risco de geração de electricidade estática durante o manuseamento.

Ver também as secções 11 e 12.

## 4 Primeiros socorros

### Avisos gerais:

Protecção dos socorristas: utilizar equipamento de protecção respiratória autónomo se houver suspeita da presença de sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S).

### Em caso de inalação:

Pode haver libertação de sulfureto de hidrogénio quando aquecido.

Remover para local arejado. Se necessário, administrar respiração artificial. Manter o paciente aquecido. Se estiver inconsciente, colocá-lo em posição de segurança. Vigiar o pulso e a respiração. Se necessário, providenciar massagem cardíaca externa por pessoal habilitado.

Consultar um médico COM URGÊNCIA.

### Em caso de contacto com a pele:

Retirar cuidadosamente o vestuário contaminado tendo em conta a possível geração de electricidade estática. Lavá-lo ou limpá-lo a seco antes de nova utilização.

Lavar imediatamente a zona afectada com água e sabão e enxaguar abundantemente.

Em caso de irritação persistente, consultar um médico.

No caso de queimaduras, por contacto com o produto quente, proteger a zona afectada com um penso esterilizado, de preferência gordo.

Se a queimadura for extensa, consultar um médico.

## Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE****Em caso de contacto com os olhos:**

Lavar os olhos com água corrente mantendo as pálpebras abertas, durante alguns minutos. Se ocorrer irritação persistente ou se houver suspeita de lesão provocada por produto quente, obter assistência médica imediata.

**Em caso de ingestão:**

Não é normal ocorrer ingestão a não ser deliberadamente. Contudo, se tal acontecer, não induzir o vômito e CONSULTAR IMEDIATAMENTE UM MÉDICO. Se a vítima estiver inconsciente, não dar nada a comer ou a beber. Em caso de contaminação da boca, lavar abundantemente com água.

**Avisos para o médico:**

A aspiração do líquido para os pulmões pode provocar pneumonia química. A penetração do produto a alta pressão através da pele pode provocar lesões graves nos tecidos subcutâneos, mesmo que não surjam sintomas nem lesões evidentes imediatos.

### 5 Medidas de combate a incêndios

**Meios adequados para extinção:** CO2, pó químico, espuma ou água pulverizada.

**Por razões de segurança, meios não recomendados para extinção:** Jacto de água.

**Riscos especiais causados pela substância, seus produtos de combustão ou gases libertados:**

Pode libertar-se sulfureto de hidrogénio.  
Em caso de incêndio podem libertar-se gases tóxicos.  
Em caso de combustão incompleta liberta-se monóxido de carbono.

Propriedades relacionadas: ver secção 9

**Equipamento especial de protecção:**

Equipamento de protecção respiratória autónomo:  
Em caso de incêndio de grandes dimensões ou em espaços com deficiência de oxigénio.  
Vestuário completo de protecção:  
Em caso de incêndio de grandes dimensões.  
Máscara de protecção respiratória:  
Em caso de incêndio de pequenas dimensões.

**Outras indicações:**

Refrigerar os reservatórios em perigo, por meio de jacto de água pulverizada.  
Evitar e controlar o alastramento do produto desde que tal não constitua perigo.  
Manter as pessoas envolvidas na operação, afastadas dos reservatórios e com o vento pelas costas.  
As pessoas desnecessárias à operação devem ser mantidas afastadas do local de perigo.  
A água de extinção contaminada deve ser recolhida separadamente. Impedir a entrada na rede de esgotos.  
Os resíduos do incêndio, assim como os fluidos de extinção contaminados, devem ser eliminados de acordo com a legislação em vigor.

## Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**

### 6 Medidas a tomar em caso de fugas acidentais

**Medidas de protecção relacionadas com o homem:**

Manter afastadas as fontes de ignição. Não fumar.

Evitar a inalação dos vapores.

Utilizar filtro respiratório adequado a vapores orgânicos quando houver uma exposição reduzida ou durante um curto espaço de tempo; quando esta for mais longa ou então mais intensa, utilizar um equipamento de protecção respiratória autónomo.

Evitar o contacto com os olhos.

Se forem previsíveis projecções de produto quente utilizar viseira de protecção ou óculos de protecção de acordo com as situações.

Evitar o contacto com a pele.

Usar luvas de protecção.

Utilizar calçado de protecção.

Se necessário, utilizar vestuário de protecção.

Tomar medidas contra descargas de electricidade estática.

Utilizar ferramentas e equipamentos antideflagrantes.

Manter as pessoas envolvidas na operação, afastadas dos reservatórios e com o vento pelas costas.

**Medidas de protecção do ambiente:**

Evitar e controlar o alastramento do produto desde que tal não constitua perigo.

Impedir a entrada do produto em canalizações, esgotos ou caves.

Em caso de infiltrações no solo ou entrada significativa de produto nos esgotos avisar as Autoridades.

Em caso de derrames na via pública avisar as Autoridades.

Em caso de derrames no mar ou em vias navegáveis, avisar as Autoridades e as outras embarcações.

**Métodos de limpeza:**

Derrames significativos: remover por bombagem (utilizando equipamento antideflagrante).

Derrames no mar: confinar por meio de barreiras flutuantes e remover por bombagem (com equipamento antideflagrante) ou por absorvente adequado.

Em águas não confinadas e se as Autoridades o permitirem, dispersar o produto.

Recolher os resíduos em contentores devidamente rotulados.

Tratar os materiais contaminados como resíduos perigosos de acordo com a Secção 13.

### 7 Manuseamento e armazenagem

**Manuseamento:****Recomendações gerais de segurança:**

Assegurar uma boa ventilação / exaustão no local de trabalho.

Manusear longe de fontes de calor e evitar a radiação directa do sol.

Evitar a inalação dos vapores.

Evitar o contacto com os olhos.

Evitar o contacto com a pele.

Abrir e manusear os recipientes com cuidado.

Não comer nem beber durante o manuseamento.

Controlo da exposição/protecção individual: consultar a secção 8.

# Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**
**Avisos para protecção contra incêndios e explosões:**

Manter afastadas as fontes de ignição. Não fumar.  
 Não acumular nos locais de trabalho materiais impregnados com produto.  
 Proteger contra descargas electrostáticas.  
 Utilizar ferramentas e equipamentos antideflagrantes.  
 Não usar ar comprimido nas operações de esvaziamento de contentores.

**Armazenagem:**
**Exigências para armazéns e recipientes:**

A inspecção, a manutenção e a limpeza dos tanques de armazenagem deverão ser efectuadas por pessoal especializado e com equipamento de protecção adequado.  
 Deverão ser efectuadas medidas de explosividade da atmosfera.  
 Deve ser detectada a presença de H<sub>2</sub>S (gás sulfídrico).

**Incompatibilidades de armazenagem:**

Reacções perigosas com agentes oxidantes fortes (ácidos fortes concentrados, peróxidos, cloratos, nitratos, etc).

**Condições de armazenagem:**

Ter em atenção que os recipientes vazios podem conter resíduos do produto.

**Utilizações adequadas** Combustível líquido para instalações de queima.

## 8 Controlo da exposição/protecção individual

**Valores limite de exposição ocupacional a considerar:**
**68476-33-5 fuel-oil, residual**

TLV (P)	Valor de curta exposição: 10 mg/m <sup>3</sup> Valor de longa exposição: 5 mg/m <sup>3</sup> aerossóis. NP 1796/2004
TLV (USA)	Valor de curta exposição: 10 mg/m <sup>3</sup> Valor de longa exposição: 5 mg/m <sup>3</sup> Oil mist, mineral (névoas)

**Valores limite de exposição ocupacional adicionais para possíveis riscos durante o processamento:**
**7783-06-4 sulfureto de hidrogénio**

VLE (P)	Valor de curta exposição: (15) ppm Valor de longa exposição: (10) ppm NP 1796/2004
PEL (USA)	Valor de curta exposição: C 20; 50* ppm *10-min pico; turno de 8 horas
REL (USA)	Valor de curta exposição: C 15* mg/m <sup>3</sup> , C 10* ppm *10-min
TLV (USA)	Valor de curta exposição: (21) mg/m <sup>3</sup> , (15) ppm Valor de longa exposição: (14) mg/m <sup>3</sup> , (10) ppm

## Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**

### Equipamento de protecção pessoal:

#### Medidas gerais de protecção e higiene:

Assegurar ventilação adequada nos locais de trabalho.  
Guardar o vestuário de protecção à parte do restante vestuário.  
Não introduzir nos bolsos materiais contaminados com o produto.  
Lavar as mãos antes de pausas e no fim do trabalho.  
Não comer nem beber durante o trabalho.  
Manter afastado de produtos alimentares e bebidas.

#### Protecção da respiração:

Utilizar filtro respiratório adequado a vapores orgânicos quando houver uma exposição reduzida ou durante um curto espaço de tempo; quando esta for mais longa ou então mais intensa, utilizar um equipamento de protecção respiratória autónomo.

#### Protecção das mãos:

Usar luvas de protecção.  
Recomenda-se o uso de creme hidratante após o trabalho.  
As luvas deverão ser inspeccionadas periodicamente para detecção de desgaste, perfurações ou contaminações.

#### Material das luvas

O material das luvas tem de ser impermeável e resistente ao produto.  
Proceder à escolha do material das luvas tendo em consideração a durabilidade, a permeabilidade e a degradação.  
A escolha de luvas próprias não depende apenas do material, mas também de outras características qualitativas e varia de fabricante para fabricante.

#### Tempo de penetração do material das luvas

Deve informar-se, junto do fabricante, sobre as condições de durabilidade das luvas a utilizar e respeitá-las.

#### Protecção dos olhos:

Utilizar óculos ou viseira de protecção sempre que se prevejam projecções do produto.

#### Protecção do corpo:

Utilizar vestuário de protecção.  
Utilizar calçado de protecção.

### Limitação e monitorização da exposição no ambiente

Manusear e armazenar cumprindo a legislação e as boas práticas aplicáveis.  
Cumprir a legislação em vigor na eliminação do produto.

## 9 Propriedades físicas e químicas

### Indicações gerais

Os valores apresentados nesta secção pretendem apenas descrever o produto sob o ponto de vista da protecção e segurança para o homem e para o ambiente, não podendo ser encaradas como especificações do produto.

### Forma:

Líquido

## Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**

<b>Cor:</b>	Castanho escuro/preto
<b>Odor:</b>	Característico
<b>Mudança do estado: Ponto de fluxo</b>	30 (max) °C
<b>Ponto de inflamação:</b>	65 (min)°C
<b>Temperatura de autoinflamação:</b>	220 - 300 (literat.) °C
<b>Risco de explosão:</b>	Risco de explosão relativamente reduzido.
<b>Limites de explosão:</b>	
<b>Inferior:</b>	1 (literat.) % (v/v)
<b>Superior:</b>	6 (literat.) % (v/v)
<b>Densidade:</b>	
<b>Massa volúmica a 15°C</b>	ca. 0.983 - 0.987 g/cm <sup>3</sup>
<b>Solubilidade em / miscibilidade com água:</b>	Praticamente imiscível.
<b>solventes orgânicos:</b>	Miscível com a maior parte dos solventes orgânicos.
<b>Coefficiente de distribuição (n-octanol/ água):</b>	2,7-6+ (literat.) log Kow
<b>Viscosidade:</b>	
<b>Viscosidade cinemática a 100°C</b>	40 (max) mm <sup>2</sup> /s

### 10 Estabilidade e reactividade

**Decomposição térmica / condições a evitar:**

Evitar a proximidade de fontes de calor excessivo e de ignição.

**Substâncias a evitar:** Agentes oxidantes fortes.**Reacções perigosas**

Reacções perigosas com agentes oxidantes fortes (ácidos fortes concentrados, peróxidos, cloratos, nitratos, etc).

**Produtos perigosos de decomposição:**

Pode libertar-se sulfureto de hidrogénio.

Monóxido de carbono, em caso de combustão incompleta.

Em caso de incêndio podem libertar-se gases tóxicos.

### 11 Informação toxicológica

**Toxicidade aguda:****LD/LC50 valores relevantes para a classificação:****68476-33-5 fuel-oil, residual**

Oral    LD50 &gt; 5000 mg/kg (ratinho)

# Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**

Dérmica	LD50	> 2000 mg/kg (rato) >2000 mg/kg (coelho)
---------	------	---

**Efeito de irritabilidade primário:****na pele:**

O contacto pontual e de curta duração pode causar ligeira irritação.  
O contacto com feridas pode levar ao seu agravamento.

**nos olhos:**

O contacto pontual com o produto, seus vapores ou dispersões pode provocar irritação, geralmente passageira.

**por inalação:**

Ter em atenção a eventual libertação de gás sulfídrico (gás muito tóxico/asfixiante).  
A inalação de elevadas concentrações de vapor pode provocar distúrbios de gravidade proporcional às concentrações e, eventualmente, perda de consciência.

**por ingestão:**

Em caso de vómitos pode verificar-se aspiração do líquido para os pulmões, tendo como consequência a eventual ocorrência de pneumonia química.  
Pode ocorrer irritação do tracto gastrointestinal.

**Sensibilização:** Não são conhecidos efeitos sensibilizantes.**Toxicidade subaguda a crónica:**

O contacto prolongado e/ou repetido com a pele pode provocar desidratação, eritemas, dermatites e, em casos mais graves, pode originar o cancro cutâneo.

**Indicações adicionais:** Pode causar o cancro.

## 12 Informação ecológica

**Informações sobre eliminação (persistência e degradabilidade):**

Os componentes voláteis degradam-se no ar por reacções fotoquímicas com radicais hidroxilo.

Não é expectável a hidrólise em meio aquático.

É expectável que os hidrocarbonetos constituintes do produto sejam inerentemente biodegradáveis.

**Comportamento em compartimentos ambientais:****Mobilidade e potencial de bio-acumulação:**

A grande maioria dos componentes do produto não volatilizam nas condições ambientais normais.

Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.

É expectável que o produto tenha potencial de bioacumulação, embora, na prática, os processos metabólicos possam reduzir a bioconcentração observada.

**Efeitos ecotoxicos:****Toxicidade aquática:**

O produto pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.

## Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE**

Nocivo para os organismos aquáticos.

**68476-33-5 fuel-oil, residual**

EL50/48h	220-460 mg/l (daphnia magna)
IrLC50/72h	100-300 mg/l (raphidocelis subcapitata)
LL50/96h	>100-1000 mg/l (oncorhynchus mykiss)
	48 mg/l (bracchydario rio)

**Outras recomendações:**

Índice de risco da água classe 3 (D) (auto-classificação) : muito perigoso para a água (Alemanha)

Não deixar chegar às águas subterrâneas, águas superficiais ou aos esgotos.

Perigo de poluição da água potável mesmo se uma quantidade extremamente pequena do produto contaminar o subsolo.

### 13 Considerações relativas à eliminação

**Produto****Recomendação:**

Os excedentes do produto deverão ser eliminados segundo a legislação em vigor, em instalações licenciadas para o efeito.

Não permitir que os resíduos contaminem o solo ou a água, ou sejam depositos no ambiente.

**Embalagens contaminadas:****Recomendação:**

As embalagens contaminadas deverão ser eliminadas segundo a legislação em vigor, em instalações licenciadas para o efeito.

### 14 Informações relativas ao transporte

**Transporte por terra ADR/RID/RPE (trans-fronteiriço):**

**ADR/RID/RPE classe:** 3 Matérias líquidas inflamáveis  
**Número de perigo:** 30  
**Nº ONU:** 3256  
**Grupo de embalagem:** III  
**Etiqueta:** 3

# Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE****Designação ADR/RID/RPE:** 3256 LÍQUIDO TRANSPORTADO A QUENTE, INFLAMÁVEL, N.S.A. (FUELÓLEO Nº4 BTE)**Transporte marítimo IMDG:**

**IMDG classe:** 3  
**Número ONU:** 3256  
**Etiqueta:** 3  
**Grupo de embalagem:** III  
**EMS n.º:** F-E,S-D  
**Designação IMDG:** ELEVATED TEMPERATURE LIQUID, FLAMMABLE, N.O.S.

**Transporte aéreo IATA/ICAO:****notas:** Proibido o transporte do produto quente.

## 15 Informação sobre regulamentação

**Estados Unidos: TSCA (Toxic Substances Control Act)**

68476-33-5 fuel-oil, residual

**Canadá: Canadian Domestic Substances List (DSL)**

68476-33-5 fuel-oil, residual

**China: Chinese Chemical Inventory of Existing Chemical Substances (IECSC)**

68476-33-5 fuel-oil, residual

**Austrália: Australian Inventory of Chemicals Substances (AICS)**

68476-33-5 fuel-oil, residual

**Classificação e Rotulagem:**

Directiva 67/548/CE com a 29ª APT.

É complementada com dados de literatura técnica e informação da empresa.

Dever-se-á ter em conta a Directiva comunitária relativa à exposição a produtos químicos.

**Símbolo de perigo e designação do perigo do produto:**

T (Cancerígeno, categoria 2)

**Frases de Risco (frases-R):**

45 Pode causar cancro.

52/53 Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.

66 Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida.

**Recomendações de Prudência (frases-S):**

53 Evitar a exposição - obter instruções específicas antes da utilização.

45 Em caso de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar-lhe o rótulo).

61 Evitar a libertação para o ambiente. Obter instruções específicas/fichas de segurança.

## Ficha de Dados de Segurança de Produto

Directiva 91/155/CE e suas alterações até à data

data da impressão: 20.03.2006

revisão n.º: 7

data de actualização: 20.03.2006

**Nome comercial: FUELÓLEO Nº4 BTE****Regulamentação nacional:****Legislação portuguesa sobre classificação, embalagem e rotulagem:**

Portaria 732-A/96, de 11.12.96, e suas actualizações.

**16 Outras informações:**

As informações apresentadas foram compiladas de fontes fidedignas e são consideradas correctas e actuais à data da presente edição, dizendo apenas respeito ao produto e podendo não ser válidas em formulações com outros produtos. A responsabilidade da sua utilização pertence aos utilizadores.

As informações apresentadas pretendem apenas descrever o produto sob o ponto de vista da protecção e segurança do homem e do ambiente, não podendo portanto ser encaradas como especificações do produto.

Este documento contém informação importante para a garantia de segurança na armazenagem, manuseamento e utilização deste produto.

Assim, deverá estar acessível e ser explicado aos trabalhadores envolvidos e aos responsáveis pela segurança.

**Ficha de segurança emitida por:**

Galp Energia: Ambiente, Qualidade e Segurança - Corporativo

Rua Tomás da Fonseca, Torre C, 1600-209 Lisboa, Portugal

Tel: (351) 21 724 09 61

Fax: (351) 21 724 29 69

**Legenda:**

na: não aplicável

nd: não disponível

ca: cerca de

**Fontes:**

Concawe - European Organization for Environment, Health and Safety:

Report 01/54 - Environmental classification of petroleum substances - summary data and rationale

Product dossier nº 98/109 - Heavy fuel oils

Report 06/05 - Classification and labelling of petroleum substances according to EU dangerous substances directive

**Dados alterados em relação à versão anterior:**

As alterações mais relevantes foram feitas nas secções marcadas com (\*).

**DESCRIÇÃO:**

Combustível para instalações de queima que satisfaz os requisitos da Portaria nº 1298/2002 de 27 de Setembro. Corresponde ao código de produto Petrogal P060284.

**COMPOSIÇÃO:**

Combinação complexa de hidrocarbonetos produzidos pela destilação do petróleo bruto. É constituído predominantemente por hidrocarbonetos com cadeias de átomos de carbono de C<sub>9</sub> até C<sub>25</sub>. Pode conter aditivos.

DESIGNAÇÃO	LIMITES	UNIDADES	MÉTODOS ANÁLISE <sup>1</sup>
Massa Volúmica @ 15°C ( <i>Density at 15°C</i> )	A relatar	Kg/m <sup>3</sup>	NP EN ISO 3675
Visc. Cinemática @ 100°C ( <i>Viscosity at 100°C</i> )	Max. 40	mm <sup>2</sup> /s	NP EN ISO 3104
Ponto de Inflamação ( <i>Flash Point</i> )	Mín. 65	°C	NP EN 22719
Água ( <i>Water</i> )	Max. 1.0	% (v/v)	ISO 3733
Sedimento Total ( <i>Sediment Total</i> )	Max. 0.25	% (m/m)	ISO 10307.1
Enxofre ( <i>Sulfur</i> )	Max. 1.0	% (m/m)	NP EN ISO 8754; NP EN ISO 14596
Cinzas ( <i>Ash</i> )	Max. 0.20	% (m/m)	NP EN ISO 6245

**OBSERVAÇÕES:**

<sup>1</sup> Todos os métodos de ensaio são efectuados nos Laboratórios da Galp Energia, Acreditados pelo Instituto Português da Qualidade, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025.

Emitido por :

**GALP EMPRESAS** - Ambiente, Qualidade e Segurança

Contacto:

**CORE** Centro Operacional de Relacionamento – Serviço de apoio a Empresas

TELEFONE: 809500809

FAX: 210058888

email: core.galpempresas@galpenergia.com

www.galpenergia.com

