



**Helena Maria  
Almeida Ribeiro**

**Avaliação de risco tecnológico em regime de  
Responsabilidade Ambiental**





**Helena Maria  
Almeida Ribeiro**

## **Avaliação de risco tecnológico em regime de Responsabilidade Ambiental**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Isabel da Silva Nunes, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, coorientação do Doutor Richard António Martins Tavares, Bolseiro de Pós-Doutoramento do Laboratoire de Hydrodynamiques, Énergétiques et Environnement Atmosphérique da Ecole Centrale de Nantes, e orientação (no estágio) de Rui Brito, Diretor do Departamento de Biodiversidade da ecoinside®.

Aos meus pais e irmã pelo carinho e por todo o apoio ao longo da minha vida,  
principalmente durante a minha formação acadêmica.



## **o júri**

### **presidente**

Professora Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves  
Nadais

Professor auxiliar do Departamento Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

### **vogais**

Professor Doutor José Manuel Gaspar Martins

Professor auxiliar do Departamento de Ciências Sociais, Políticas e do Território da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Maria Isabel da Silva Nunes

Professora auxiliar convidada do Departamento Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Doutor Richard António Martins Tavares

Investigador de Pós Doutoramento do Laboratoire de Hydrodynamiques, Énergétiques et Environment Atmosphérique da École Central de Nantes







## **agradecimentos**

No desenvolver deste trabalho pude contar com a colaboração de várias pessoas às quais devo os meus sinceros agradecimentos.

Aos meus orientadores, Professora Doutora Isabel Nunes e Doutor Richard Tavares, pela orientação, partilha de conhecimentos, motivação e disponibilidade.

À direção da ecoinside®, pela oportunidade de estágio e pela disponibilidade e compreensão que sempre demonstraram. Ao Mestre Joaquim Guedes e ao Biólogo Rui Brito um agradecimento especial pela orientação no estágio curricular, pelos conhecimentos transmitidos, pela disponibilidade e por terem contribuído para o meu crescimento a nível profissional.

À Engenheira Laura pela colaboração e disponibilidade demonstradas.

À Cristiana, à Elisete, à Joana, à Verónica, à Barbora e à Catarina e aos restantes colegas e estagiárias da empresa pela simpatia com que me receberam e pela ajuda e disponibilidade sempre presente durante o meu estágio.

À Mia pela ajuda incondicional e por todo o apoio que me deu, à Sónia por todo o apoio e por todos os conselhos...obrigada por tudo! À Vânia, à Ana Maria, à Joana Fidalgo e ao Luís pela paciência e ajuda nos momentos mais complicados.

Um agradecimento à minha grande família, em especial ao meu pai, à minha mãe e à minha irmã pelo voto de confiança e por me terem apoiado incondicionalmente nesta grande etapa da minha vida académica.

Finalmente, a todos os que direta ou indiretamente deram um contributo na realização desta dissertação.







## palavras-chave

Avaliação de riscos tecnológicos, responsabilidade ambiental, risco ambiental, metodologia, atividade ocupacional.

## resumo

O progresso da responsabilização das empresas pelos danos ambientais causados pela sua atividade é um caminho que tem vindo a ser percorrido, o qual se enfatizou com a Diretiva de Responsabilidade Ambiental (DRA) (Diretiva nº 2004/35/CE, de 21 de abril de 2004), a qual implementou, com base no princípio do poluidor-pagador, o regime jurídico relativo à responsabilidade ambiental (RA) aplicável à prevenção e reparação dos danos ambientais. A transposição da DRA para o regime jurídico nacional fez-se através do Decreto-Lei nº 147/2008, de 29 de julho, tornando obrigatória, a partir de 1 janeiro 2010, a constituição de garantia financeira que faz com que a atividade ocupacional, por ele abrangida, assuma a responsabilidade pelos danos causados ao ambiente.

Neste seguimento, são diversas as atividades ocupacionais que se depararam com a obrigatoriedade de avaliar os riscos ambientais associados à sua laboração, bem como de avaliar os custos relativos à possível implementação das eventuais medidas de prevenção e de reparação. Contudo, a atual legislação em Portugal não especifica uma metodologia padronizada a ser utilizada nessa avaliação, no âmbito da RA. Neste contexto, no presente trabalho é proposta uma metodologia de avaliação de risco tecnológico segundo o regime de RA, que pretende orientar o operador da atividade ocupacional (abrangido no Anexo III do Decreto-Lei nº 147/2008, de 29 de julho) no processo que sustenta o valor da garantia financeira a ser constituída.

Esta metodologia foi aplicada a um caso de estudo, uma instalação industrial de fabrico de alimentos compostos para animais (cuja atividade ocupacional que se encontra abrangida pelo regime jurídico de RA). Quatro cenários hipotéticos de perigo foram definidos e analisados, nomeadamente, no cenário 1, situação de contaminação de solo por hidrocarbonetos (provocado por um derrame de combustível); no cenário 2, descarga não programada do efluente líquido proveniente da ETAR com concentração de poluentes acima do VLE, que resultaria na contaminação do solo; no cenário 3, situação de contaminação do solo provocada por um derrame de óleos alimentares e no cenário 4, contaminação da linha de água pluvial por hidrocarbonetos (fuga de combustível). Posteriormente, estimou-se o risco associado, sendo que o cenário 1 apresentou um nível de risco moderado; o cenário 2, um nível de risco baixo; o cenário 3, apresentou um nível de risco médio e o cenário 4, um nível de risco médio.



**keywords**

Technological risk assessment, environmental liability, environmental risk, methodology, occupational activity.

**abstract**

The progress of industrial enterprises's responsibility for environmental damage caused by their activity is a path that has been traversed emphasized with the recent Environmental Liability Directive (ELD) (Directive no. ° 2004/35/EC of 21 april 2004) and which approved, based on the polluter pays principle, the legal regime on environmental liability applicable to the prevention and remedying of environmental damage. The transposition of the ELD to the portuguese national juridic regime was made by the publication of the Decree-Law (DL) n. ° 147/2008, becoming mandatory, since january 1<sup>st</sup> 2010, the establishment of a financial guarantee for the damage caused to the environment resulting from the occupational activity.

Following this, several occupational activities have faced the requirement to assess the environmental risks associated with its operations, as well as to assess the costs for the possible implementation of any prevention and remedial measures. However, Portuguese actual legislation does not specifies a standard methodology to be used in this assessment, in the framework of environmental liability.

In this context, the present work proposes a methodology for technological risks assessment technology according to the environmental liability regime, to guide the occupational activity operator (covered in Annex III of DL No. 147/2008) in the process that holds the financial guarantee value to be later constituted. This methodology was applied to a case study, an industrial manufacturing of compound feed (whose occupational activity is covered by legal framework of environmental responsibility). Four hypothetical hazard scenarios were defined and analyzed, in particular in scenario 1, the situation of soil contamination by hydrocarbons (caused by a fuel spill); in scenario 2, unplanned spill Wastewater from the wastewater treatment plant with pollutant concentrations above the VLE, which would result in the contamination of soil; in scenario 3, the situation of soil contamination caused by a spill of food oils and in scenario 4, the line contamination pluvial water by hydrocarbons (fuel leak). Afterwards, we estimated the risk associated and the scenario 1 presented a moderate level of risk, scenario 2, a level of low risk, scenario 3 presented middle level of risk and scenario 4, a middle level of risk too.





## Índice

Índice .....	i
Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tabelas .....	v
Siglas e acrónimos.....	vii
Nomenclatura.....	ix
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1.    Enquadramento e Relevância da responsabilidade ambiental .....	1
1.2.    Objetivos e âmbito .....	4
1.3.    Estrutura da dissertação .....	4
<b>CAPÍTULO 2 – RESPONSABILIDADE AMBIENTAL (“estado da arte”).....</b>	<b>7</b>
2.1    Introdução .....	7
2.2    Enquadramento legal da responsabilidade ambiental.....	7
2.2.1    Enquadramento legal comunitário .....	7
2.2.2    Enquadramento legal nacional .....	16
2.3    Responsabilidade ambiental e avaliação de riscos ambientais .....	22
2.4    Desenvolvimentos metodológicos posteriores à implementação da DRA em Portugal. 24	
<b>CAPÍTULO 3 - PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE RISCOS.....</b>	<b>25</b>
3.1    Introdução .....	25
3.2    Definição do âmbito e objetivo da proposta da metodologia .....	25
3.3    Metodologia de avaliação de risco ambiental.....	26
3.3.1    Caracterização do caso de estudo .....	27
3.3.1.1    Caracterização da instalação industrial .....	28
3.3.1.2    Caracterização da área envolvente (estado inicial).....	29
3.4    Identificação e caracterização de perigos com potencial (ou ameaça iminente de) dano ambiental.....	32
3.5    Definição de cenários de perigo com potencial (ou ameaça iminente de) dano ambiental	34
3.6    Estimativa da probabilidade e consequências dos cenários .....	35
3.6.1    Estimativa da frequência e probabilidade de ocorrência .....	35
3.6.2    Avaliação das consequências.....	40
3.7    Avaliação do risco (ou ameaça iminente) de dano ambiental .....	46
3.8    Identificação de medidas de prevenção, mitigação e reposição do estado inicial .....	47
3.9    Quantificação do dano e constituição da garantia financeira .....	48
<b>CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA AO CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>51</b>
4.1.    Introdução .....	51

4.2.	Caracterização do caso de estudo .....	51
4.2.1.	Caracterização da instalação industrial .....	51
4.2.1.1.	Armazenamento, matérias-primas, combustíveis e produtos.....	53
4.2.1.2.	Processos e instalações de produção .....	55
4.2.1.3.	Processos e estruturas de apoio .....	58
4.2.2.	Caracterização do estado inicial da área envolvente .....	63
4.3.	Identificação e caracterização de perigos com potencial (ou ameaça iminente) dano ambiental.....	70
4.4.	Definição de cenários de perigos com potencial (ou ameaça iminente de) dano ambiental.....	73
4.5.	Estimativa da probabilidade de ocorrência (ou ameaça iminente) dos cenários de perigo com potencial dano ambiental .....	83
4.6.	Quantificação das consequências dos danos dos cenários de perigo com potencial dano ambiental.....	84
4.7.	Avaliação do risco (ou ameaça iminente) de dano ambiental .....	85
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E REFLEXÕES FINAIS .....</b>		<b>87</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>		<b>91</b>
1.	Publicações .....	91
2.	Sites da internet consultados.....	94
3.	Legislação .....	95
<b>Anexos.....</b>		<b>97</b>
<b>Anexo A - Apresentação da empresa ecoinside® .....</b>		<b>99</b>
<b>Anexo B - Terminologia .....</b>		<b>101</b>
<b>Anexo C - Categoria das águas abrangidas no RJRA.....</b>		<b>105</b>
<b>Anexo D - Esquema e tabelas relativas às técnicas referidas.....</b>		<b>107</b>
<b>Anexo E - Checklist utilizada na auditoria .....</b>		<b>109</b>
<b>Anexo F - Lista de espécies e habitats naturais protegidos.....</b>		<b>113</b>
<b>Anexo G - Planta da instalação industrial em estudo .....</b>		<b>117</b>
<b>Anexo H - Inventário de produtos químicos existentes na instalação em estudo.....</b>		<b>119</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Funções do operador e da autoridade competente no âmbito da DRA (Fonte: URSE, 2010). .....	8
Figura 2: Esquema de evolução do enquadramento legislativo da RA em Portugal (Adaptado de: Sá, 2011). .....	16
Figura 3: Esquema genérico de ocorrência de evento (incidente/acidente) no âmbito do DL nº 147/2008 (Adaptado de URSE, 2011). .....	18
Figura 4: Etapas da metodologia de avaliação de risco ambiental.....	27
Figura 5: Esquema resumido do processo de fabrico de alimentos compostos para animais. ....	56
Figura 6: Fotografia da ETAR da instalação em estudo. ....	59
Figura 7: Carta de ordenamento do PDM do município do caso de estudo. Imagem orientada a norte (Adaptado de: Carta do PDM disponível no endereço web do município). ....	63
Figura 9: Envolvente da instalação em estudo (Fonte: URL 7). ....	64
Figura 8: Mapa com localização das áreas de REN (representadas a verde) na envolvente à instalação em estudo (Adaptado de: PDM da REN disponível no endereço web do município). .....	64
Figura 10: Localização da Rede Natura 2000 na envolvente da instalação industrial (Fonte: URL 8). ....	65
Figura 11: Parte da área da bacia hidrográfica do Vouga (Adaptado de: URL 11). ....	67
Figura 12: Sistemas aquíferos da unidade Orla Ocidental e legenda dos sistemas mais próximos à instalação do caso de estudo (Adaptado de: URL 14). ....	68
Figura 13: Enquadramento Lito estratigráfico do sistema aquífero Quaternário de Aveiro (Fonte: URL 13). .....	69
Figura 14: Árvore de eventos considerada para o cenário 1. ....	75
Figura 15: Árvore de eventos considerada para o cenário 2. ....	77
Figura 16: Árvore de eventos considerada para o cenário 3. ....	79
Figura 17: Árvore de eventos considerada para o cenário 4. ....	81



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios para a definição de dano ambiental causado a cada componente, no âmbito da DRA.....	10
Tabela 2: Transposição da DRA em alguns países da UE (Adaptado de: URSE, 2010).....	13
Tabela 3: Transposição da DRA em alguns países da UE (cont.) (Adaptado de: URSE, 2010). ...	14
Tabela 4: Estrutura do DL nº 147/2008, de 29 de julho (Sá, 2011). .....	20
Tabela 5: Lista de Itens a focar na caracterização do objeto de estudo e área envolvente.....	31
Tabela 6: Atribuição do valor de probabilidade (Adaptado de: AENOR, 2008).....	40
Tabela 7: Classificação dos perigos (Adaptado de: AEPQ, 2009). .....	42
Tabela 8: Descrição do índice <i>possíveis recetores afetados</i> .....	43
Tabela 9: Classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio solo (Adaptado de: AENOR,2008). .....	44
Tabela 10: Classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio água (Adaptado de AENOR,2008).....	44
Tabela 11: Classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio espécies e habitats naturais protegidos. ....	45
Tabela 12: Classificação da gravidade da consequência. ....	45
Tabela 13: Classificação dos níveis de risco. ....	46
Tabela 14: Principais entradas do processo produtivo da instalação em estudo.....	54
Tabela 15: Inventário dos produtos químicos utilizados no processo produtivo da instalação em estudo.....	54
Tabela 16: Resumo das principais saídas do processo produtivo da instalação em estudo. ....	55
Tabela 17: Atividades do processo produtivo de alimentos compostos para animais de criação... 57	
Tabela 18: Descrição das atividades para a produção de alimentos compostos para a unidade de Mix (misturas).....	57
Tabela 19: Descrição das atividades para a produção de alimentos compostos para animais de companhia.....	58
Tabela 20: Processos auxiliares. ....	58
Tabela 21: Volumes de descarga de efluente da ETAR, em m <sup>3</sup> (RAA,2011).....	60
Tabela 22: Concentrações dos parâmetros analisados ao efluente da ETAR em 2011 e 2012 (Boletim de análise, Laboratório de águas e efluentes).....	61
Tabela 23: Fluxo de resíduos com origem na instalação em 2011 (Fonte: RAA, 2011). ....	62
Tabela 24: Identificação das atividades com perigo associado.....	71
Tabela 25: Identificação das atividades com perigo associado (cont.). ....	72
Tabela 26: Cenários de perigo com potencial (ou ameaça iminente de) dano ambiental.....	73
Tabela 27: Exposição do Cenário 1A.....	76
Tabela 28: Exposição do Cenário 2A.....	78
Tabela 29: Exposição do Cenário 3A.....	80

Tabela 30: Exposição do Cenário 4A.....	82
Tabela 31: Quantificação da gravidade das consequências para cada cenário.....	85
Tabela 32: Nível de risco obtido para cada cenário.....	85

## SIGLAS E ACRÓNIMOS

AAE	Análise de Árvore de Eventos
AAF	Análise de Árvore de Falhas
AC	Animais de Criação
AENOR	<i>Asociación Española de Normalización y Certificación</i>
AFO	Análise de Frequência de Ocorrência de Eventos
AHEP	Análise Histórica de Eventos de Perigo
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APETRO	Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas
APP	Análise Preliminar de Perigos
ARH	Administração da Região Hidrográfica
CAE	Classificação Portuguesa de Atividades Económicas
CDDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CMC	Cenários Mais Credíveis
CBO	Carência Bioquímica de Oxigénio
CQO	Carência Química de Oxigénio
DL	Decreto-lei
DRA	Diretiva de Responsabilidade Ambiental
EM	Estados-Membros
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FMEA	<i>Failure mode and effect analysis</i>
FMECA	<i>Failure mode, effects and criticality analysis</i>
HAZOP	<i>Hazard and Operability Analysis</i> ou Análises dos Perigos e da Operacionalidade
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IGAMAOT	Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
LER	Lista Europeia de Resíduos
Mix	Misturas de Alimentos
INAG	Instituto da Água, I.P.
PAH	<i>Preliminary hazard analysis</i>
PCIP	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PCP	Piores Cenários Possíveis
PDM	Plano Diretor Municipal
PME	Pequena e Média Empresa
PR	Parque de Resíduos
RA	Responsabilidade Ambiental

RAA	Relatório Ambiental Anual
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REN	Reserva Ecológica Nacional
RJRA	Regime Jurídico de Responsabilidade Ambiental
RNAC	Rede Nacional das Áreas Classificadas
RS	Responsabilidade Subjetiva
RO	Responsabilidade Objetiva
SIC	Sítio de Importância Comunitária
SICAE	Sistema Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas
SIRAPA	Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente
SIPNAT	Sistema de Informação do Património Natural
SNAC	Sistema Nacional das Áreas Classificadas
SNIAMB	Sistema Nacional de Informação do Ambiente
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SST	Sólidos Suspensos Totais
TSH	Tanque de Separação de Hidrocarbonetos
TURH	Título de Utilização de Recursos Hídricos
VLE	Valor Limite de Emissão
UE	União Europeia
UNE	Una Norma Española
URSE	United Research Services Espanha S.L.
ZEC	Zonas Especiais de Conservação
ZPE	Zonas de Proteção Especial



## NOMENCLATURA

### Letras romanas

$n$	Número de eventos que ocorrem num dado intervalo de tempo
$P$	Probabilidade de ocorrência
$t$	Tempo relativamente ao qual foi apresentada a frequência de ocorrência do evento

### Letras gregas

$\Delta$	Intervalo
$\lambda$	Número médio de ocorrências num determinado período de tempo



## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

No âmbito da unidade curricular Dissertação do Mestrado em Engenharia do Ambiente, foi desenvolvido um estágio na empresa **ecoinside®** – soluções em ecoeficiência e sustentabilidade, Lda., no concelho do Porto (ver Anexo A), com o objetivo de desenvolver uma proposta de metodologia de avaliação de riscos tecnológicos aplicável a atividades ocupacionais abrangidas pelo Decreto-lei (DL) nº 147/2008, de 29 de julho, doravante designado por Regime Jurídico de Responsabilidade Ambiental (RJRA).

Neste capítulo, será feita uma breve contextualização e relevância da temática de Responsabilidade Ambiental (RA), da motivação, bem como dos, objetivos da dissertação e a estrutura do documento.

### **1.1. ENQUADRAMENTO E RELEVÂNCIA DA RESPONSABILIDADE AMBIENTAL**

Nas últimas décadas, o avanço da tecnologia contribuiu para um aumento do nível de vida sem antecedentes na história da humanidade. Nos países desenvolvidos, este avanço, tem contribuído também para o desenvolvimento e implementação de medidas de prevenção de desastres, ao nível do desenvolvimento de sistemas de previsão e de técnicas de construção mais seguras (Smith, 2001). A história das atividades industriais, incluindo transporte e armazenamento, está repleta de acidentes industriais graves. Desde a revolução industrial, numerosos e graves acidentes industriais foram reportados, verificando-se um aumento drástico desde a década de 1970 (Tavares, 2011). A ocorrência de vários acidentes industriais graves, desde a década de 70, como por exemplo os acidentes ocorridos em Flixborough (1974), Seveso (1976), Chernobyl (1986), Livorno (1991) ou Toulouse (2001), tem contribuído cada vez mais para uma maior preocupação, verificando-se a necessidade de desenvolver ferramentas de avaliação dos riscos ambientais associados a diversas atividades industriais.

Na maioria dos acidentes registados com emissão de substâncias perigosas para o ambiente foram observados impactes relevantes tanto ao nível ambiental como económico (Tavares, 2011), resultante dos danos graves provocados em ecossistemas e consequentemente em serviços dos ecossistemas (EEA, 2003). Consequentemente, a ênfase dada aos riscos ambientais associados a acidentes industriais veio aumentar a consciencialização dos Estados-Membros (EM) da União Europeia (UE) e, ao mesmo tempo, incutir a urgência na implementação de medidas de prevenção e de minimização das consequências de acidentes graves. Atualmente, no contexto Europeu, a prevenção

de acidentes com impactes no ambiente está prevista na Diretiva 2012/18/UE também designada de Diretiva Seveso III e que resultou da revisão da Diretiva Seveso II (Directiva 96/82/CE), na Diretiva nº 96/61/CE, também designada Diretiva Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) recentemente revogada pela Diretiva nº 2008/1/CE e na Diretiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de abril de 2004, doravante designada Diretiva de Responsabilidade Ambiental (DRA). No contexto nacional Português, a responsabilização das atividades industriais pelos danos ambientais causados pela sua atividade é um caminho que tem vindo a ser percorrido há quase 30 anos com a publicação da Lei de Bases do Ambiente em 1987 (DL nº 11/87, de 7 de abril), passando pela crescente regulamentação relacionada com o ambiente e culminando com Decreto – Lei nº 147/2008, de 29 de julho. Este documento resultou da transposição, para o regime jurídico nacional, da DRA. Esta diretiva aprovou com base no princípio do poluidor-pagador o regime jurídico relativo à RA aplicável à prevenção e reparação dos danos ambientais para diferentes tipos de atividades ocupacionais.

A publicação do referido DL veio reforçar, desde janeiro de 2010, o princípio da responsabilização, bem como, a obrigatoriedade de constituir uma ou mais garantias financeiras próprias, alternativas ou complementares entre si. Deste modo, os operadores das atividades ocupacionais abrangidas no DL (ver Anexo III do referido DL) devem assumir a responsabilidade pela prevenção em situação de ameaça iminente, e reparação dos danos ambientais significativos causados a três grandes componentes ambientais (água, espécies protegidas e habitats naturais e solo) até ao seu estado inicial. Os formatos das garantias financeiras incluem vários instrumentos, nomeadamente, a subscrição de apólices de seguro, a obtenção de garantias bancárias, a participação em fundos ambientais ou a constituição de fundos próprios reservados para o efeito.

Contudo, mesmo com a entrada em vigor da obrigatoriedade de constituição da garantia financeira em janeiro de 2010, ainda têm sido apontadas diversas lacunas na aplicação do RJRA em Portugal. No estudo realizado pela Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas (APETRO) no final de 2009, e publicado num *Position Paper* (URL1), são reconhecidas as principais lacunas em matéria de enquadramento regulamentar do novo RJRA apontando entre outros aspetos, a inexistência de: (i) metodologias padronizadas para a quantificação de danos ambientais e avaliação de riscos ambientais, que permitam uniformizar os critérios, quer entre EMs, como também dentro do próprio país, (ii) procedimentos conducentes à aplicação do referido diploma, (iii) orientações técnicas no

que respeita à aplicação de medidas de prevenção e reparação, e (iv) metodologias de avaliação da eficácia das medidas aplicadas (URL 1).

Em Portugal, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), enquanto autoridade competente, desenvolveu com o apoio técnico do Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) um guia técnico designado por *Guia para avaliação de ameaça iminente e dano ambiental* (APA e ISQ, 2011). Este documento, sem qualquer carácter vinculativo, pretende auxiliar os operadores na verificação do cumprimento das obrigações decorrentes da aplicação do diploma de RA, funcionando também como uma ferramenta de apoio à decisão da autoridade competente. Porém, o referido documento não apresenta uma metodologia normalizada/padronizada nem técnicas específicas, relativas à quantificação de danos ambientais e à avaliação de riscos ambientais. É neste sentido que o presente trabalho se insere, no qual é apresentada uma proposta de metodologia de avaliação de riscos tecnológicos no contexto do RJRA.

Com o objetivo de clarificar a interpretação e aplicação na proposta de metodologia no contexto da RA, serão apresentadas definições de termos relevantes e integrados no RJRA. A introdução da designação *riscos tecnológicos* surge no presente trabalho para diferenciar os *riscos naturais* (que resultam apenas do funcionamento dos sistemas naturais, como por exemplo sismos, *tsunamis*, erosão costeira, nevões, inundações, ciclones e tempestades) dos referidos *riscos tecnológicos*, que resultam de acidentes, súbitos e não planeados, decorrentes da atividade humana (ANPC- NRA, 2009). Uma outra definição, dada por Luís Carvalho (URL 2), considera os riscos tecnológicos como eventos acidentais, envolvendo ou não substâncias perigosas, que podem ocorrer em espaço público, equipamento coletivo, estabelecimento ou área industrial, suscetíveis de provocar danos significativos aos trabalhadores, à população, aos equipamentos ou ao ambiente. A mesma definição é traduzida de forma quantitativa pela Equação (1):

$$\text{Risco Tecnológico} = \text{Substâncias} + \text{Espaço} + \text{Danos e Perdas} \quad (1)$$

No guia da Autoridade Nacional da Proteção Civil (ANPC) (ANPC-NRA,2009), o risco tecnológico surge especificado em quatro categorias: (i) transportes, (ii) vias de comunicação e infraestruturas, (iii) atividade industrial e (iv) áreas urbanas. Tendo em conta o âmbito de implementação do RJRA, a atividade industrial é a única categoria que será referida no presente trabalho.

No entanto, apesar do presente trabalho focar os riscos tecnológicos como fonte de dano, serão apenas avaliados os danos e riscos ambientais como dano resultante dum evento, no enquadramento do RJRA.

## **1.2. OBJETIVOS E ÂMBITO**

O presente trabalho de estágio curricular teve como objetivo desenvolver uma proposta de metodologia de avaliação de riscos tecnológicos, para constituição de garantias financeiras, aplicável a instalações industriais de atividades ocupacionais abrangidas pelo RJRA. Este processo metodológico foi posteriormente aplicado a um caso de estudo, especificamente a uma instalação industrial de fabrico de alimentos compostos para animais, localizada no distrito de Aveiro, e cuja atividade ocupacional se encontra abrangida no RJRA.

Este estágio teve também como finalidade o desenvolvimento da capacidade de integração no contexto empresarial e a iniciação à atividade profissional na área de Engenharia do Ambiente. O trabalho realizado revelou-se fundamental no conhecimento técnico da aplicação do RJRA em instalações industriais, bem como, no estabelecimento do primeiro contato com atividades e instalações industriais. Estes aspetos foram indispensáveis para o desenvolvimento da proposta de metodologia de avaliação de riscos tecnológicos no contexto do RJRA.

## **1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

O presente documento encontra-se estruturado em cinco capítulos. No Capítulo 1 é feita uma breve introdução à relevância e motivação do desenvolvimento de trabalho na temática de RA, bem como os objetivos do estágio curricular.

O enquadramento legal comunitário e nacional da RA é apresentado no Capítulo 2. É também introduzido o conceito de avaliação de risco ambiental, com a introdução de diferentes metodologias de avaliação de risco atualmente utilizadas para responder eficazmente ao RJRA. No final deste capítulo são também referidas diversas dificuldades associadas à avaliação de riscos.

No Capítulo 3 é apresentada a proposta de metodologia para a avaliação de riscos tecnológicos por danos ambientais, no âmbito do RJRA desenvolvida no presente trabalho.

A aplicação da metodologia proposta a um caso de estudo, nomeadamente uma instalação industrial cuja atividade ocupacional é abrangida pelo RJRA é apresentada no Capítulo 4. Este capítulo permite observar a aplicação das diferentes etapas da metodologia em 'contexto real', bem como as dificuldades e melhores técnicas, de acordo com a informação disponível e objetivos do estudo.

Por último, no Capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões e reflexões finais, bem como as limitações do trabalho realizado e as recomendações para trabalhos futuros.





## **CAPÍTULO 2 – RESPONSABILIDADE AMBIENTAL (“ESTADO DA ARTE”)**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

A DRA pode ser considerada como um dos principais instrumentos legais de proteção do ambiente Europeu, que veio complementar a avaliação de impacto ambiental (cujo regime jurídico se encontra instituído pelo DL nº 69/2000, de 3 de maio), o licenciamento ambiental, consagrado no regime de PCIP pelo DL nº 173/2008, de 26 de agosto, e a Diretiva Seveso II (transposta para o regime jurídico nacional pelo DL nº 254/2007, de 12 de julho, relativo à prevenção e controlo dos perigos associados a acidentes graves envolvendo substâncias perigosas). Neste contexto, RA pode ser definida como sendo a “responsabilidade pelo custo de danificar o ambiente, sendo este transferido de volta aos responsáveis pelos atos que o causaram” (URSE, 2011).

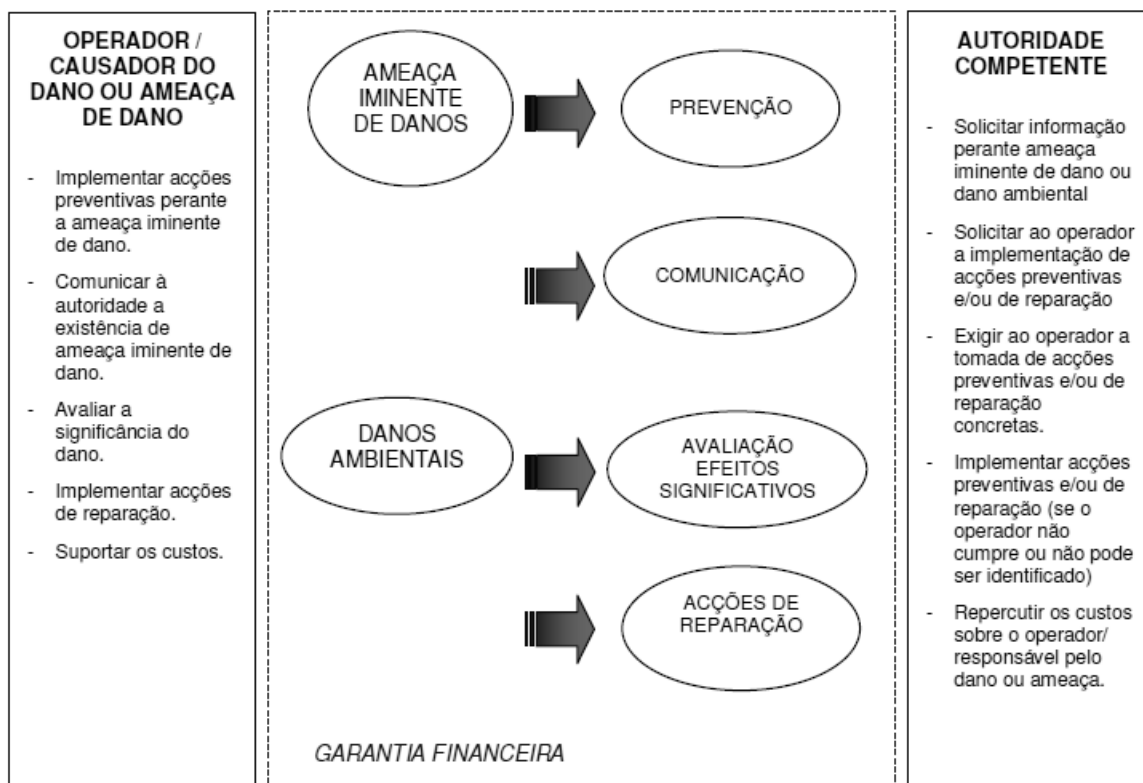
Neste capítulo é apresentado o enquadramento legal comunitário e nacional do regime de RA. É também introduzido o conceito de avaliação de risco ambiental, bem como algumas das metodologias de avaliação de risco utilizadas para responder eficazmente ao RJRA.

### **2.2 ENQUADRAMENTO LEGAL DA RESPONSABILIDADE AMBIENTAL**

#### **2.2.1 ENQUADRAMENTO LEGAL COMUNITÁRIO**

Adotada a 21 de abril de 2004, pelo Parlamento Europeu e o Conselho, a DRA fornece uma estrutura legal para introduzir a RA nas atividades económicas, independentemente do seu carácter público ou privado, lucrativo ou não, usualmente designadas por atividades ocupacionais, em termos de prevenção e reparação de danos ambientais. Esta diretiva foi alvo de duas alterações, introduzidas pela Diretiva 2006/21/CE, de 15 de março, relativa à gestão de resíduos na indústria extrativa e pela Diretiva 2009/31/CE, de 23 de abril de 2009, relativa ao armazenamento geológico de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

A DRA estabelece assim, o enquadramento de atuação pelo qual se devem reger os EM da UE diante de um cenário de ameaça iminente de dano ambiental ou um dano ambiental significativo, estabelecendo os requisitos de prevenção, comunicação e reparação para cada situação. A Figura 1 resume as principais funções do operador e da autoridade competente no âmbito da DRA.



**Figura 1: Funções do operador e da autoridade competente no âmbito da DRA (Fonte: URSE, 2010).**

A DRA atribui aos EM a responsabilidade de assegurar que os danos causados a três grandes componentes ambientais (água, espécies protegidas e habitats naturais e solo), sejam prevenidos e efetivamente reparados. Apresenta simultaneamente duas obrigações para o operador: a de prevenir e a de reparar. A prevenção, por sua vez, é conseguida através da responsabilização do operador pelos danos que vier a causar, incentivando-o à tomada de medidas que visem reduzir os riscos de danos ambientais. Se o operador poluir e causar danos, é responsabilizado e obrigado a pagar a reparação destes efeitos (Rocha, 2012).

Relativamente ao RJRA, a DRA diferencia dois tipos de regime de responsabilidade:

1. **Responsabilidade Objetiva (RO)** - aplica-se aos danos ambientais ou ameaça iminente desses danos causados pelas atividades económicas listadas no Anexo III da DRA, no caso em que essas atividades ofendam os direitos ou interesses alheios por via da lesão de um qualquer componente ambiental, sendo obrigadas a reparar os danos resultantes dessa ofensa, independentemente da existência de culpa ou dolo por parte do operador. Neste tipo de responsabilidade, basta haver

um elo causal entre a atividade económica e o dano ambiental, independentemente da existência de culpa ou dolo.

2. **Responsabilidade Subjetiva (RS)** – aplica-se aos danos ambientais decorrentes de uma atividade económica em que o operador, através de uma ação ou omissão deliberadas, ou negligência, causou o dano ambiental, sendo obrigado a adotar medidas de prevenção e reparação do dano ou ameaça causada. Aplica-se apenas aos danos causados a espécies e habitats naturais protegidos. Este tipo de responsabilidade é aplicável a todas as atividades não listadas no Anexo III da DRA.

Como já foi referido anteriormente, os danos ambientais abordados na DRA compreendem três componentes ambientais: (i) os danos à água, que afetem adversa e significativamente o seu potencial ou estado ecológico e o seu estado químico; (ii) os danos às espécies protegidas e habitats naturais (abrangidos pelas Diretivas relativas a Aves Selvagens e a Habitats Naturais, Fauna e Flora Selvagens) que afetem adversa e significativamente a consecução ou manutenção do estado de conservação favorável dos mesmos; e (iii) os danos ao solo que impliquem um risco significativo de afetar adversamente a saúde humana.

Os critérios para a definição de dano ambiental causado a cada uma das três componentes ambientais encontram-se sumariados na Tabela 1, bem como critérios para a determinação da existência de efeitos significativos e adversos dos referidos danos.

**Tabela 1 – Critérios para a definição de dano ambiental causado a cada componente, no âmbito da DRA.**

Componente ambiental	Danos ambientais	Carácter significativo dos danos
<b>Água</b>	Efeitos significativos e adversos	<p>Verificação da afetação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Do estado químico ou do estado ecológico das massas de água de superfície</li> <li>▪ Do estado químico ou do potencial ecológico das massas de água artificiais ou fortemente modificadas</li> <li>▪ Do estado químico ou do estado quantitativo das massas de água subterrâneas</li> </ul>
<b>Espécies e habitats naturais protegidos</b>	Efeitos significativos e adversos	Afetam adversamente a consecução ou a manutenção do estado de conservação das espécies e habitats naturais protegidos.
<b>Solo</b>	Risco significativo para a saúde humana	Dependem do risco que constituem para a saúde humana, sendo determinado através de um processo de avaliação de riscos que contempla as características e funções do solo, o tipo e a concentração de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos perigosos.

O regime de RO aplica-se a atividades ocupacionais que são abrangidas pela DRA, nomeadamente:

- Atividades realizadas em instalações sujeitas a licenciamento ambiental nos termos do regime da PCIP, que constam do anexo I do referido diploma, excepto as instalações ou partes de instalações utilizadas para a investigação, desenvolvimento ou experimentação de novos produtos;
- Atividades relativas a operações de gestão de resíduos (recolha, transporte, recuperação e eliminação) e resíduos perigosos, incluindo a supervisão dessas operações e o tratamento posterior dos locais de eliminação;
- Gestão de resíduos de extração;
- Transferências transfronteiriças de resíduos, no interior e através (entrada e saída) das “fronteiras” da UE, que exijam uma autorização ou sejam proibidas na aceção do Regulamento nº 1013/2006, de 14 de junho;

- Atividades que originem descargas de substâncias perigosas para as águas interiores de superfície e para as águas subterrâneas;
- Atividades que envolvam descargas ou injeções de poluentes nas águas de superfície ou nas águas subterrâneas;
- Atividades que utilizem captações (com meios de extração superiores a 5 cv) ou represamentos de águas sujeitas a autorização prévia;
- Atividades de fabrico, utilização, armazenamento, processamento, enchimento, libertação para o ambiente e transporte no local de substâncias perigosas, preparações perigosas, produtos fitofarmacêuticos e produtos biocidas;
- Atividades de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, aéreo ou por vias navegáveis interiores de mercadorias perigosas ou poluentes;
- Atividades realizadas em instalações sujeitas a autorização para a libertação para a atmosfera de substâncias poluentes;
- Atividades que envolvam utilizações confinadas, incluindo transporte, de microrganismos geneticamente modificados;
- Atividades que envolvam a libertação deliberada para o ambiente, incluindo a colocação no mercado e o transporte, de organismos geneticamente modificados.

As atividades ocupacionais enumeradas anteriormente apresentam uma elevada heterogeneidade, verificando-se a necessidade em identificar as ocorrências que podem originar danos ambientais de cada atividade. Neste sentido, os eventos com danos ambientais relativos às indústrias têm sido estudados, de modo a reconhecer quais as situações com maior ou menor probabilidade de ocorrerem.

Alguns EM, como por exemplo Espanha, desenvolveram metodologias padronizadas (dependentes da aprovação do “*Ministerio del Medio Ambiente*” para diferentes níveis de complexidade das atividades. Esta abordagem estabelece ferramentas metodológicas setoriais e critérios comuns para realizar uma análise de riscos industriais por sector de atividade.

Em Portugal, alguns setores de atividade têm-se mobilizado voluntariamente para definir metodologias próprias e adequadas à complexidade das atividades por si desenvolvidas. Um dos exemplos de sucesso no desenvolvimento de ferramentas próprias é o da APETRO, que em colaboração com a APA e com o apoio técnico da empresa United Research Services Espanha (URSE), desenvolveu e implementou guias e ferramentas

setoriais específicas para o cálculo do risco ambiental das atividades de comercialização e de distribuição de produtos petrolíferos.

A DRA foi adotada pelo Parlamento Europeu e o Conselho a 21 de abril de 2004, e o prazo limite estabelecido para a sua transposição pelos EM, era 30 de abril de 2007, contudo a maior parte dos EM não a transpuseram dentro do prazo. Todo o processo de transposição pelos EM foi concluído apenas no final do ano de 2009, sendo a Áustria e a Finlândia dos últimos países da UE a transpor completamente a diretiva (URSE, 2010).

Com a transposição da DRA, por cada EM, foram incorporados novos requisitos legais, sendo que as principais modificações introduzidas deram-se ao nível da ampliação do âmbito relativamente às componentes ambientais (aos recetores), do aumento do grau de responsabilidade para atividades, não incluídas no Anexo III da DRA, as exclusões de determinadas atividades e também da obrigatoriedade de constituição de cobertura financeira (URSE, 2010). É de salientar que a última modificação enunciada refere-se à liberdade de opção dada pela DRA a cada EM (na altura da transposição da mesma), no que concerne à constituição obrigatória de garantia financeira. Ou seja, a DRA obriga à responsabilização e reparação dos danos ambientais causados, mas não obriga os EM a estabelecer como obrigatória a constituição de garantias financeiras por parte das atividades incluídas no Anexo III da DRA.

Nas Tabelas 2 e 3, apresenta-se de forma sumária a transposição da DRA em alguns EM da UE para os respetivos regimes jurídicos nacionais, bem como os desenvolvimentos metodológicos e normativos posteriores.

**Tabela 2: Transposição da DRA em alguns países da UE (Adaptado de: URSE, 2010).**

<b>Estado Membro</b>	<b>Transposição</b>	<b>Entrada em Vigor</b>	<b>Desenvolvimento Normativo Posterior</b>	<b>Desenvolvimento Metodológico</b>
Áustria	Lei Federal em Responsabilidade Ambiental (emitido a 19 Junho 2009).	19-jun-09	ND	ND
Espanha	Lei 26/2007, de 23 outubro, de RA (publicada no Boletim Oficial do Estado nº. 255, de 24 outubro 2007).	25-out-07	Real Decreto 2090/2008, de 22 dezembro, que aprova o Regulamento de Desenvolvimento Parcial da Lei 26/2007, de 23 de outubro, de RA (BOE nº 308, de 23 dezembro 2008).	Ferramentas Sectoriais, Análises “ad hoc” Norma UNE 150008:2008
Finlândia	Lei sobre reparação de certos tipos de dano ambiental, publicada em 29 maio 2009	1- jul- 09	ND	ND
Holanda	Lei de 24 abril 2008 que altera o Ato de gestão ambiental no que diz respeito à implementação da DRA	01-jun-08	Decreto de 21 maio 2008, que fixa a data de entrada em vigor da Lei de 24 abril 2008 que altera a Lei de gestão ambiental no que diz respeito à implementação da DRA.	Guia <i>on-line</i> elaborado pela Infomil a 20 novembro 2008
Inglaterra	Regulamento sobre Danos Ambientais (Prevenção e Reparação) (S.I. 153).	1- mar-09	ND	Regulamento sobre Danos Ambientais 2009 (Prevenção e Reparação) – Guia para a Inglaterra e País de Gales, de novembro 2009.
Irlanda	Regulamento das comunidades europeias 2008 (responsabilidade ambiental) (S.I. Nº. 547 de 2008).	01-abr-09	ND	Guia de avaliação de Risco de RA, Planos de Gestão de Resíduos e Requisitos Financeiros, da Agência de Proteção Ambiental, 2006.

Tabela 3: Transposição da DRA em alguns países da UE (cont.) (Adaptado de: URSE, 2010).

Estado Membro	Transposição	Entrada em Vigor	Desenvolvimento Normativo Posterior	Desenvolvimento Metodológico
Polónia	Lei sobre prevenção e reparação de danos ambientais, de 13 abril 2007	30-abr-07	Ordem ministerial de 26 fevereiro 2008, sobre o registo de ameaça iminente de danos ambientais. - Ordem ministerial de 30 abril 2008, sobre os critérios de avaliação de ocorrência de dano ambiental. - Ordem ministerial de 4 junho 2008, sobre os tipos de medidas de reparação e as condições para a sua execução	ND
Portugal	DL nº 147/2008, de 29 de julho, que estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais Ordem sobre RA no que diz respeito à prevenção e reparação de danos ambientais	01-ago-08	ND	Guia para Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental (APA e ISQ,2011)
Roménia	(publicada na Gazeta Oficial 446/29.VI.2007)	29-jul-07	ND	ND

ND- Não Disponível

A análise dos exemplos listados nas Tabelas 2 e 3 permite verificar que existe um número reduzido de países da UE que realizaram desenvolvimentos normativos posteriores da legislação que transpôs a DRA. Além do mais, somente em alguns casos, se verificou o desenvolvimento de guias metodológicos ou outros instrumentos técnicos, tal como nos exemplos a seguir descritos (Espanha, Inglaterra e Irlanda).

Em Espanha, no âmbito da RA, o “*Ministerio del Medio Ambiente*” tem vindo a desenvolver e implementar diversos instrumentos técnicos que permitem facilitar o cumprimento dos requisitos legais dos operadores das atividades sujeitas à ao diploma de RA (Lei 26/2007). Entre os diferentes instrumentos, destacam-se as ferramentas setoriais, introduzidos pelo Real Decreto 2090/2008 e alvo de progresso desde então, as “*tablas de baremos*” (tabelas de cálculo), os “*Modelos de Informe de Riesgos Ambientales Tipo*” (MIRAT) e os *Guias Metodológicos*.



Os MIRAT e Guias Metodológicos têm como objetivo estabelecer ferramentas e critérios comuns para realizar uma análise de riscos industriais por setor de atividade, permitindo aos operadores de atividades com maior grau de heterogeneidade, analisar os seus riscos e calcular os custos associados à garantia financeira de forma homogénea. Por sua vez, as tabelas de cálculo têm como objetivo estabelecer o valor da garantia financeira sem necessidade de realizar uma análise de riscos da atividade, o que será aplicável apenas a atividades com um elevado grau de homogeneidade e riscos padronizados nomeadamente Pequenas e Médias Empresas (PME) (URSE, 2010).

Uma outra ferramenta importante de suporte, aos operadores enumerados no Anexo III da DRA, no processo de análise de risco ambiental a nível setorial, é a Norma UNE 150008:2008 – “*Análisis y evaluación del riesgo ambiental*” elaborada pela “*Asociación Española de Normalización y Certificación*” (AENOR). Esta norma apresenta uma metodologia estruturada em três etapas principais: identificação dos perigos ambientais, estimativa do risco ambiental e avaliação dos riscos ambientais. Constitui uma ferramenta, de caráter voluntário, para a análise e avaliação do risco ambiental de organizações, e inclui o funcionamento em condições normais de operação, bem como, situações acidentais. O seu âmbito inclui a envolvente humana, socioeconómica e natural, sendo que esta última abrange: o meio abiótico (ar, água e solos), o meio biótico (fauna silvestre, flora e estrutura dos ecossistemas) e outros (como a paisagem e os espaços naturais protegidos).

Por sua vez em Inglaterra, o *Department for Environment, Food and Rural Affairs* (DEFRA), entidade responsável pela área do ambiente publicou em 2009 o “*The Environmental Damage (Prevention and Remediation) Regulations 2009, Guidance for England and Wales*”. Este guia descreve os principais requisitos dos regulamentos que transpõem a DRA e orienta o operador, através de todos os requisitos, explicitando de que forma devem ser desde logo aplicados pelas partes responsáveis (URL 3).

Relativamente à avaliação dos riscos da componente solo, o guia faz referência ao “*Model Procedures for the Management of Land Contamination*” (URL 4) de 2004, que fornece informações sobre como avaliar os riscos ambientais provocados ao solo quando existe perigo para a saúde humana.

No contexto irlandês, a Agência de Proteção Ambiental Irlandesa elaborou um guia de avaliação de risco de RA, planos de gestão de resíduos e requisitos financeiros (“*Guidance on Environmental Liability Risk Assessment, Residuals Management Plans and Financial Provision*”). Apesar deste guia, elaborado em 2006, não estar diretamente

relacionado com a DRA, apresenta uma abordagem à avaliação e gestão da RA, para o cumprimento das obrigações fixadas nas autorizações da normativa PCIP e da normativa de resíduos, no que diz respeito à avaliação de riscos ambientais, ao planeamento de gestão de resíduos e às garantias financeiras.

## 2.2.2 ENQUADRAMENTO LEGAL NACIONAL

Em Portugal, e a par dos restantes EM, a matéria legislativa referente à RA, foi iniciada com a publicação da Lei de Bases do Ambiente em 1987 (DL nº 11/87, de 7 de abril), passando pela crescente regulamentação relacionada com o ambiente e culminando no DL nº 147/2008 de 29 de julho. Os antecedentes do RJRA foram estabelecidos com a publicação pela Comissão Europeia do *Livro Verde* (1994) sobre a reparação dos danos causados ao ambiente e do *Livro Branco* sobre a RA, que descreve as características principais de um regime comunitário.

A evolução do RJRA em Portugal ao nível nacional é esquematicamente apresentado na Figura 2.

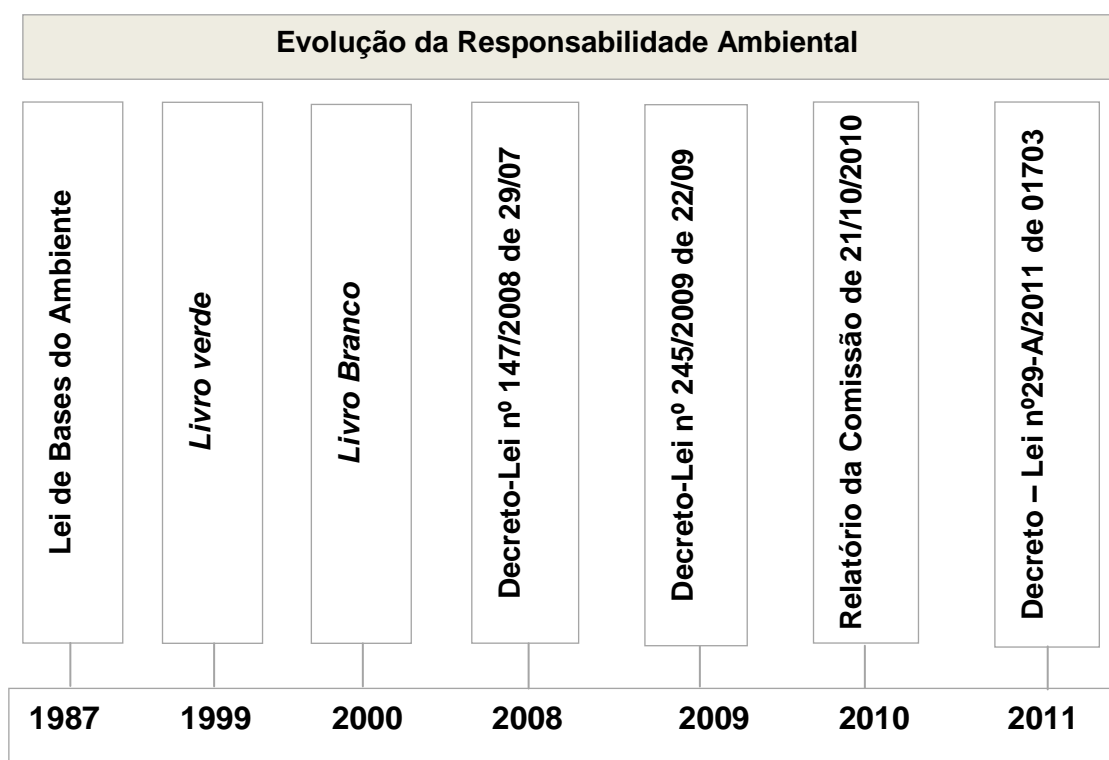


Figura 2: Esquema de evolução do enquadramento legislativo da RA em Portugal (Adaptado de: Sá, 2011).

A DRA foi transposta para Portugal através do DL nº 147/2008, de 29 de julho. Em vigor desde 1 de Agosto, o RJRA, tem como objetivo fundamental prevenir e assegurar a reparação dos danos ambientais causados por parte dos operadores responsáveis pela execução de determinadas atividades (listadas no Anexo III do DL nº 147/2008). Este diploma sofreu entretanto duas alterações, através do DL nº 245/2009 (publicado no Diário da República nº 184, 1ª série, de 22 de setembro de 2009), que retificou a definição de “danos causados à água”, anulando a exceção aí referenciada; e pelo DL nº 29-A/2011 (publicado no Suplemento ao Diário da República nº 42, 1ª Série, de 1 de março de 2011), que estabelece o regulamento para a garantia financeira prevista no DL nº 147/2008 .

No RJRA, os danos ambientais abrangidos correspondem aos danos causados aos três seguintes domínios (ver Figura 3):

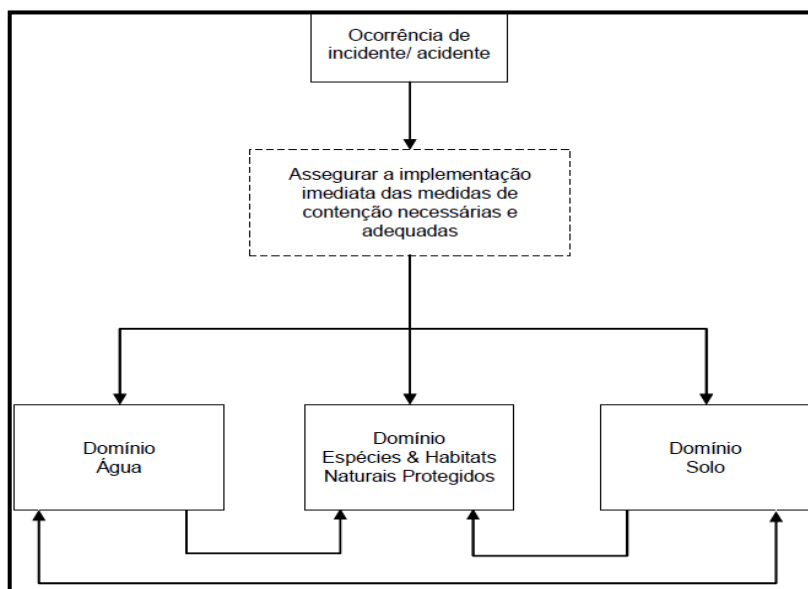
- às espécies e habitats naturais protegidos - abrangidas pelo DL nº 49/2005, de 24 de fevereiro, que procede à revisão da transposição para o direito interno de duas diretivas comunitárias, a Diretiva 92/43/CEE (Diretiva Habitats) e a Diretiva 79/409/CEE (Diretiva Aves);
- às águas - abrangidas pela Lei da Água, aprovada pela Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, e respetiva legislação complementar e regulamentar. Aqui incluem-se as águas interiores, de transição, costeiras e as águas subterrâneas, qualquer que seja o seu regime jurídico, e também os respetivos leitos e margens, bem como as zonas adjacentes, zonas de infiltração máxima e zonas protegidas (Ver Tabela C1 do Anexo C);
- ao solo - quando se verifica efetivamente risco para a saúde humana.

No RJRA, o solo corresponde à camada superior da crosta terrestre, formada por matéria mineral, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos; constituindo a interface entre a terra, o ar e a água (Sá, 2011). Por sua vez, um dano no domínio solo é “qualquer contaminação do solo que crie um risco significativo para a saúde humana devido à introdução, direta ou indireta, no solo ou à sua superfície, de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos” (DL nº 147/2008).

Ainda relativamente ao domínio solo, salienta-se a ausência de um documento que permita enquadrar os danos neste domínio, dado que a nível nacional não existe legislação específica sobre contaminação de solos. Neste domínio apenas se encontram

legisladas as operações de descontaminação de solos, contempladas no DL n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo DL n.º 73/2011, de 17 de junho (Diploma Resíduos), que estabelece o regime geral de gestão de resíduos (APA e ISQ, 2011). Assim, a APA, como autoridade competente, contorna essa lacuna, recomendando o uso da norma holandesa para solos (*Target Values and Intervention Values for Soil Remediation*) ou das normas canadianas (*Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites* ou *Guidelines for Use at Contaminated Sites in Ontario* e respetiva revisão doravante designadas *Normas de Ontário*) como critérios de avaliação da contaminação dos solos (APA e ISQ, 2011).

Considera-se que os danos ambientais podem suceder num ou mais domínios em simultâneo, pelo que se deve analisar a ocorrência de forma integrada para os três diferentes domínios referidos (ver Figura 3). Além disso, sendo o solo um suporte de organismos vivos (flora e fauna), qualquer alteração pode provocar prejuízos irremediáveis ao nível de certos habitats ou espécies naturais protegidos, tornando difícil diferenciar quais os domínios (solo ou água), ou se ambos, condicionaram a existência e o desenvolvimento do domínio espécies. Contudo, deve-se ter sempre presente que no âmbito do RJRA só se considera dano ao solo quando este resulta numa situação de risco significativo para a saúde humana.



**Figura 3: Esquema genérico de ocorrência de evento (incidente/acidente) no âmbito do DL nº 147/2008 (Adaptado de URSE, 2011).**

De acordo com a DRA, os danos ambientais também incluem os danos causados pela poluição atmosférica, na medida em que causem danos à água, ao solo, às espécies ou aos habitats naturais protegidos. Porém, o(s) poluidor(es) terá(ão) de ser identificado(s) e

o dano terá de ser concerto e quantificável, para assim ser possível se estabelecer o nexo de causalidade entre o dano e ou o(s) poluidor(es) identificado(s). É neste ponto que reside a grande complexidade na determinação dos danos causados pela poluição atmosférica, uma vez que é necessário provar o nexo de causalidade. Assim, o domínio ar surge por associação do prejuízo provocado sobre os outros domínios ambientais e ganha relevância nas atividades ocupacionais que apresentem fontes fixas de emissão (Sá, 2011). No DL nº 147/2008, estes danos são mencionados no artigo 6º, na epígrafe *poluição de carácter difuso*.

Relativamente às espécies e habitats naturais protegidos é de salientar que, na aceção da DRA, limitam-se às espécies mencionadas na Diretiva Aves, bem como na Diretiva Habitats. Contudo, no RJRA entende-se que os danos causados às espécies e habitats naturais se estendem, para além da Rede Natura 2000, às áreas classificadas como Zonas Especiais de Conservação (ZEC) e às Zonas de Proteção Especial (ZPE). Assim, são abrangidos todos os danos ou ameaças iminentes causados às espécies e habitats naturais protegidos ocorridos nas áreas abrangidas pelo Sistema Nacional das Áreas Classificadas (SNAC) (Sá, 2011).

As áreas abrangidas pelo SNAC incluem as áreas protegidas integradas na Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), “Áreas Classificadas” no âmbito da Rede Natura 2000 ( que inclui Sítios da Lista Nacional de Sítios e ZPE) e outras áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português (APA e ISQ,2011).

O DL nº 147/2008 é composto por cinco capítulos, trinta e sete artigos e seis anexos (como se pode observar na Tabela 4), sendo de destacar o capítulo III que estabelece a responsabilidade administrativa pela prevenção e reparação de danos ambientais e os anexos III (enumera as atividades económicas abrangidas pela responsabilidade objetiva), IV (estabelece orientações para avaliação do carácter significativo dos danos causados às espécies e habitats naturais protegidos) e V (faz considerações importantes acerca das medidas de reparação dos danos ambientais).

Tabela 4: Estrutura do DL nº 147/2008, de 29 de julho (Sá, 2011).

	<b>Conteúdo</b>	<b>Artigos</b>
<b>Capítulo I</b>	Disposições Gerais	arts. 1º a 6º
<b>Capítulo II</b>	Responsabilidade Civil	arts. 7º a 10º
<b>Capítulo III</b>	Responsabilidade administrativa pela prevenção e reparação de danos ambientais	
	Secção I Disposições gerais	art. 11º
	Secção II Obrigações de prevenção e reparação dos danos ambientais	arts. 12º a 21º
	Secção III Garantias financeiras	art. 22º e 23º
	Secção IV Danos Transfronteiriços	art. 24º
<b>Capítulo IV</b>	Fiscalização e Regime Contraordenacional	art. 25º a 28º
<b>Capítulo V</b>	Disposições Complementares, Finais e Transitórias	art. 29º a 37º
<b>Anexos</b>	Convenções internacionais a que se refere a alínea b) do nº2 do art. 2º	I
	Instrumentos internacionais a que se refere a alínea c) do nº2 do art. 2º	II
	Atividades ocupacionais a que se refere o artigo 7º	III
	Avaliação dos danos causados às espécies e habitats naturais protegidos a que se refere a subalínea i) da alínea e) do nº1 do art. 11º	IV
	Reparação dos danos ambientais a que se refere a alínea n) do nº1 do art. 11º	V
	Relatório da APA a apresentar à Comissão Europeia a que se refere o art. 31º	VI

No Anexo V do DL nº 147/2008, é apresentada uma abordagem comum a adotar na escolha das medidas mais adequadas que assegurem a reparação de danos ambientais. Assim, a reparação de danos ambientais causados à água, às espécies e habitats

naturais protegidos é alcançada através da restituição do ambiente ao seu estado inicial por via da reparação primária, complementar compensatória, sendo a (DL nº 147/2008):

- “*Reparação primária*, qualquer medida de reparação que restitui os recursos naturais e/ou serviços danificados ao estado inicial, ou os aproxima desse estado;
- *Reparação complementar*, qualquer medida de reparação tomada em relação aos recursos naturais e/ou serviços para compensar pelo facto de a reparação primária não resultar no pleno restabelecimento dos recursos naturais e/ou serviços danificados;
- *Reparação compensatória*, qualquer ação destinada a compensar perdas transitórias de recursos naturais e/ou de serviços verificadas a partir da data de ocorrência dos danos até a reparação primária ter atingido plenamente os seu efeitos;
- *Perdas transitórias*, perdas resultantes do facto de os recursos naturais e/ou serviços danificados não poderem realizar as suas funções ecológicas ou prestar serviços a outros recursos naturais ou ao público enquanto as medidas primárias ou complementares não tiverem produzido efeitos. Não consiste numa compensação financeira para os membros do público. “

Relativamente às medidas de reparação dos danos causados ao solo, é também no Anexo V do DL nº 147/2008 que se encontram estabelecidas as orientações que deverão ser tidas em conta, de entre as quais é possível destacar:

- “ No processo de reparação de danos ambientais causados ao solo devem ser adotadas as medidas necessárias para assegurar que os contaminantes em causa sejam eliminados, controlados, contidos ou reduzidos, a fim de que o solo contaminado, tendo em conta a sua utilização atual ou futura aprovada no momento por ocasião da ocorrência dos danos, deixe de comportar riscos significativos de efeitos adversos para a saúde humana. A presença destes riscos será avaliada através de um processo de avaliação de riscos que terá em conta as características e funções do solo, o tipo e a concentração das substâncias, preparações, organismos ou microrganismos perigosos, os seus riscos e a sua possibilidade de dispersão. A afetação futura será determinada com base na

regulamentação em matéria de afetação dos solos ou outra eventual regulamentação relevante em vigor no momento da ocorrência do dano. Se a afetação do solo se modificar, serão tomadas todas as medidas necessárias para prevenir quaisquer riscos de efeitos adversos para a saúde humana.”

Neste diploma existe um capítulo específico para a responsabilidade civil (Capítulo 2), e nos restantes capítulos estão atribuídas regras relativas à responsabilidade administrativa, resultante da inclusão do princípio da responsabilização. Os operadores que exercem actividades listadas no Anexo III têm a obrigatoriedade de constituir uma ou mais garantias financeiras próprias e autónomas, alternativas ou complementares entre si, que lhes permitam assumir a RA inerente à atividade por si desenvolvida. As garantias financeiras incluem a subscrição de apólices de seguro, a obtenção de garantias bancárias, a participação em fundos ambientais ou a constituição de fundos próprios reservados para o efeito, devendo também de obedecer ao princípio da exclusividade.

No processo de constituição de garantia financeira, a matéria relativa ao risco de dano ambiental assume particular relevo, surgindo em sede da formação do contrato e no conteúdo do contrato com a seguradora (Sá, 2011), através do estudo de avaliação e cálculo do risco ambiental efetuado para o bem das partes interessadas no contrato (seguradora e segurado).

De seguida será abordada a avaliação de riscos ambientais no regime de RA.

### **2.3 RESPONSABILIDADE AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**

No processo de constituição da garantia financeira, as seguradoras têm procurado, através de questionários de risco obter informações do operador em estudo, nomeadamente os aspetos económicos e os aspetos ambientais relacionados com a empresa. No entanto, estes simples questionários não substituem a avaliação e quantificação do risco de dano ambiental através da caracterização do estado atual e fornecer a indicação da grandeza e potencial do risco, bem como do seu impacte (Sá, 2011).

Neste sentido, a avaliação de risco é utilizada para estimar os diversos tipos de risco associados a uma determinada instalação industrial, uma atividade especial ou no transporte de materiais perigosos (Casal, 2008). De um modo geral, uma avaliação de risco é constituída pelas seguintes etapas (PLANOP, 2005):



- Identificação de perigos - a identificação de possíveis fontes de dano;
- Identificação de riscos - a identificação de possíveis cenários de acidente nos quais os perigos causam, de facto, danos;
- Avaliação do risco - quantificação do risco de dano ambiental.

No processo de avaliação de riscos é importante definir o tipo de riscos existentes, em particular os que serão alvo de estudo. Assim, no contexto do RJRA, *risco* pode ser definido como sendo a probabilidade de ocorrência de um efeito específico dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas (DL nº254/2007, de 12 de julho). Por sua vez, em *Una Norma Española* (UNE) referente à Análise e Avaliação do Risco Ambiental (AENOR,2008) o *risco* é apresentado como sendo a combinação da frequência ou probabilidade de ocorrência de um evento com a gravidade das consequências do mesmo sobre três envolventes (ambiental, socioeconómica e humana),ou seja, define risco como a probabilidade de um evento provocar um determinado dano.

O RJRA define *danos ambientais* como a alteração mensurável de um recurso natural ou a deterioração mensurável do serviço de um recurso natural que ocorram direta ou indiretamente sobre água, solo e espécies e habitats naturais protegidos.

Dado que no RJRA não se encontra definido o termo *perigo* nem no Guia (APA e ISQ, 2011), no presente trabalho será utilizada a definição presente na ISO 31000:2009 relativa à Gestão de Risco. Assim, no âmbito deste trabalho, onde se pretende avaliar o risco de danos ambientais no contexto do RJRA, *perigo* refere-se à fonte de dano potencial, podendo ser uma fonte de risco (ISO,2009). Um *evento* é uma ocorrência ou mudança de um determinado conjunto de circunstâncias, podendo ter várias causas; um evento pode ser referido como *incidente* ou *acidente* e pode consistir em algo que não aconteceu (ISO,2009).

A Inspeção-Geral da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do território (IGAMAOT) define *acidente* como um acontecimento não desejado ou não programado de que resulta um dano para o indivíduo; e *incidente* como um acontecimento não desejado ou não programado de que resulta um dano ou uma diminuição da eficiência operacional de uma instalação (Simões *et al.*, 2007). O termo *incidente* refere-se a um acontecimento súbito e imprevisto que pode ou não levar à ocorrência de um dano. Além disso, os efeitos adversos de um dano podem não ser suficientemente significativos para que este seja considerado um *dano ambiental*, conforme a definição do RJRA (APA e ISQ,2011).

## **2.4 DESENVOLVIMENTOS METODOLÓGICOS POSTERIORES À IMPLEMENTAÇÃO DA DRA EM PORTUGAL**

Em outubro de 2011, foi publicado em Portugal o *Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental* (APA e ISQ, 2011), com o contributo da Comissão Permanente de Acompanhamento para a RA<sup>1</sup>. Este guia metodológico, sem carácter vinculativo, visa auxiliar os operadores no processo de cumprimento das obrigações do RJRA, bem como auxiliar a autoridade competente (a APA) no processo de decisão.

Para além do desenvolvimento deste guia, a estratégia da APA para a implementação da DRA em Portugal, enquanto autoridade competente, também passou pela publicação de orientações acerca da aplicação do diploma legal (ver URL 5), bem como pelo desenvolvimento de uma ferramenta informática, designada de SARAe – Sistema para Avaliação da RA das Empresas, como resultado de um protocolo estabelecido com entidades privadas (E-Value e Critical Software). Esta ferramenta, visa responder às necessidades das empresas na avaliação dos seus riscos ambientais como suporte à definição do capital a segurar. Porém, não se encontra disponível gratuitamente ao público em geral. Encontram-se ainda em desenvolvimento, pela APA, um documento relacionado com as garantias financeiras que prevê a isenção da sua constituição para atividades consideradas de baixo risco e o *Guia Metodológico para a Constituição de Garantias Financeira* (URL 5).

Em suma, não existe ainda oficialmente em Portugal, uma metodologia padronizada para a avaliação de riscos ambientais. Neste contexto, desenvolveu-se um processo metodológico de avaliação de riscos tecnológicos no contexto do RJRA, descrito no capítulo seguinte.

---

<sup>1</sup>Constituída pelas seguintes entidades: ARH Alentejo, ARH Algarve, ARH Centro, ARH Norte, ARH Tejo, CCDR Alentejo, CCDR Algarve, CCDR Centro, CCDR Lisboa e Vale do Tejo, CCDR Norte, ICNB e INAG.

## **CAPÍTULO 3 - PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE RISCOS**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

De acordo com o exposto no capítulo anterior, a avaliação de risco é um processo estruturado que consiste na análise qualitativa e/ou quantitativa do nível de risco e consequências resultantes de situações/cenários de perigo identificados (Casal, 2008). No âmbito do RJRA e da metodologia apresentada, o risco é apresentado como a combinação da frequência ou probabilidade de ocorrência de um evento com a gravidade das consequências do mesmo sobre três domínios ambientais.

No processo de avaliação de riscos existem diversas metodologias utilizadas que podem variar, entre uma mera identificação de perigos, a técnicas de modelação matemáticas e quantitativas. Apesar desta diversidade, há uma estrutura padrão que serve de base à maioria dessas metodologias e respetivas técnicas integradas, como se pode verificar por exemplo em *Casal, 2008*.

A metodologia proposta no presente trabalho, tem como base a estrutura comum a várias metodologias já existentes, mas adaptada ao contexto da aplicação do RJRA e aos seus pressupostos. Para o seu desenvolvimento, procedeu-se inicialmente a um levantamento da informação relativa às metodologias e/ou guias metodológicos existentes seguido da análise e seleção dos que melhor se adequavam ao âmbito de aplicação do RJRA no contexto Português.

Para uma compreensão de todos os conceitos apresentados ao longo dos próximos capítulos, recomenda-se a consulta da terminologia apresentada no Anexo B do presente documento.

### **3.2 DEFINIÇÃO DO ÂMBITO E OBJETIVO DA PROPOSTA DA METODOLOGIA**

Numa fase inicial é necessário definir os objetivos da avaliação de risco e descrever o objeto de estudo, bem como identificar as ferramentas a utilizar. Tendo em conta, a inexistência de um guia standardizado que estabeleça a estrutura metodológica e técnicas para avaliar os riscos com potencial de danos ambientais no contexto do RJRA, houve necessidade de recorrer e analisar vários documentos, dos quais se destacam:

- DL nº 147/2008 que estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais, do qual foram adotados os pressupostos nele definidos;

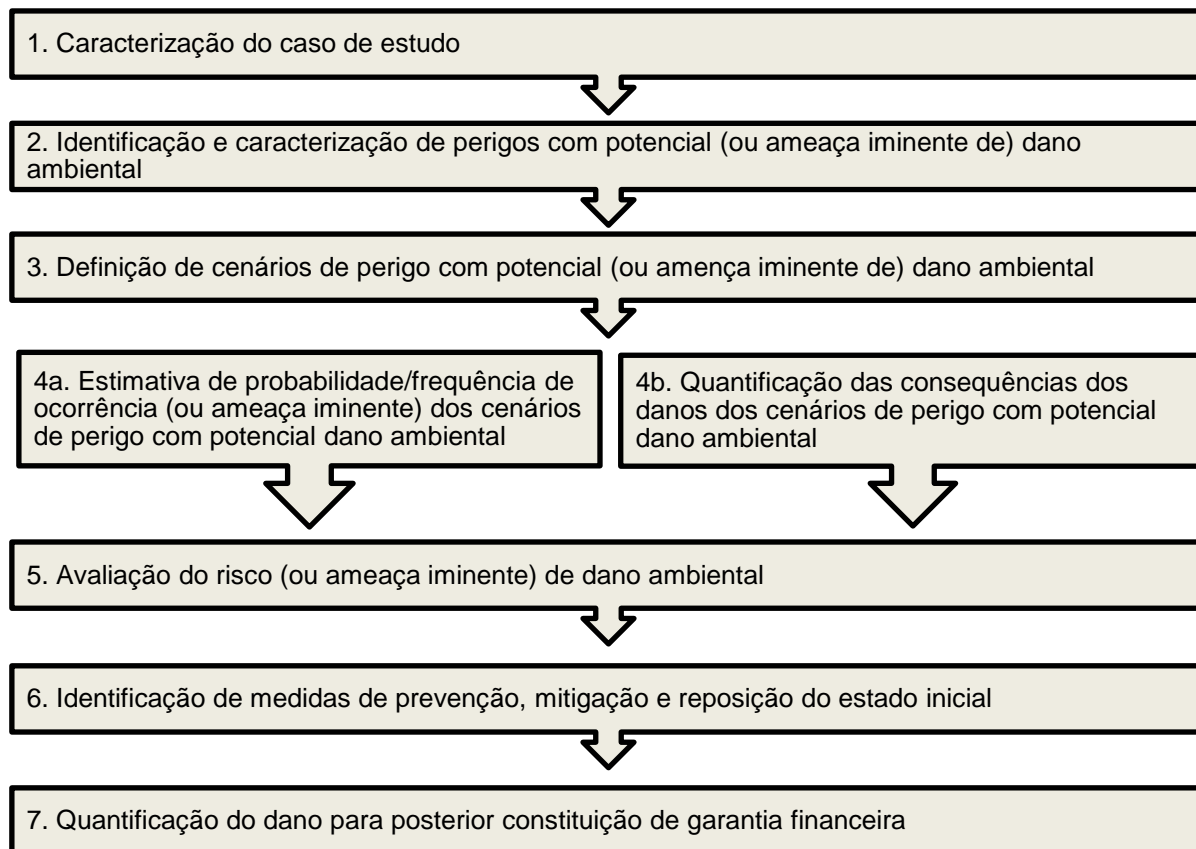
- Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, (APA, 2011), no qual são clarificados os conceitos inerentes à aplicação do RJRA, evidenciadas as obrigações dos operadores abrangidos, identificados os critérios de enquadramento das situações de afetação dos recursos naturais e o desenvolvimento dos procedimentos de atuação em caso de acidente. Deste documento foram retiradas as linhas de orientação;
- UNE 150008 de 2008 - Análisis y evaluación del riesgo ambiental (AENOR, 2008), que constitui uma ferramenta para a análise e avaliação do risco ambiental de organizações, e inclui tanto o funcionamento em condições normais de operação como situações acidentais/incidentes. Esta norma é especialmente vocacionada para aplicação em instalações industriais, e dela foram retirados os princípios da metodologia.

A metodologia proposta neste trabalho visa facilitar os operadores de instalações industriais enumerados no Anexo III, no decurso da avaliação de risco ambiental, para assim responderem eficazmente às obrigações decorrentes do DL nº 147/2008.

A metodologia que se apresenta de seguida pretende ser o passo inicial de todo o procedimento de constituição da garantia financeira. Assim, a garantia financeira deve ser constituída tendo por referência a estimativa dos custos das medidas de prevenção e reparação dos danos envolvidos e o valor atribuído poderá ser estabelecido, posteriormente, por entidades como seguradoras.

### **3.3 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL**

A metodologia proposta tem como objetivo orientar, o operador da instalação industrial, no processo de constituição de garantia financeira, obrigatória desde 1 de janeiro de 2010, ao abrigo do RJRA. Ela é constituída pelo conjunto das sete principais etapas, esquematizadas na Figura 4.



**Figura 4: Etapas da metodologia de avaliação de risco ambiental.**

Nos subcapítulos seguintes serão detalhadamente descritas as diferentes etapas que integram a proposta de avaliação de riscos tecnológicos desenvolvida no presente trabalho.

### **3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO**

A primeira etapa da metodologia consiste na descrição do caso de estudo, através da caracterização da instalação industrial e da sua área envolvente. Esta última tem como objetivo caracterizar o estado inicial, também designado de situação de referência da área envolvente à instalação industrial, relativa ao momento em que se procede à avaliação do risco ambiental ou no caso de se tratar de uma instalação nova, esta caracterização deve-se reportar à situação prévia da construção da mesma.

### 3.3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL

A caracterização da instalação industrial consiste na compilação de informação e descrição de diferentes itens relativos à atividade e tipo de operador, tais como: o setor económico em que se insere; o horário de funcionamento; a localização; as licenças e/ou certificação que possui; os desenhos técnicos da instalação industrial; as plantas com localização das diferentes áreas da instalação; os fluxogramas dos processos produtivos; as matérias-primas, subprodutos e produtos acabados; as substâncias perigosas utilizadas/armazenadas e respetivas categorias de perigosidade; os efluentes (líquidos e gasosos) gerados; o mapa de registo de resíduos produzidos (SIRAPA histórico); o sistema de tratamento de efluentes existentes na instalação; as plantas de redes de águas (rede de águas pluviais, a rede de águas residuais industriais e domésticas); a existência de furos ou poços de água, de sistemas de contenção de derrames no local de armazenagem de matérias-primas e combustíveis líquidos.

Os principais itens relativos a atividades e instalações incluídas no Anexo III do DL nº 147/2008 podem ser organizados em três tipos:

- a) Armazenamento: matérias-primas, combustíveis, produtos finais e produtos intermédios;
- b) Processos e instalações de produção: equipamento; trasfega e manipulação de substâncias, medidas de segurança e proteção, condições do processo produtivo e gestão da manutenção.
- c) Processos e estruturas de apoio: produção de calor, transferência de calor, produção de energia elétrica, proteção contra incêndios, tratamento de água, instalações de prevenção e tratamento de efluentes (líquidos, gasosos) e de resíduos sólidos.

Caso esteja disponível, ou se verifique a necessidade, pode ser acrescentada informação adicional, que permita caracterizar o objeto de estudo. Na Tabela 5, encontram-se resumidos os principais itens a focar para a caracterização do objeto de estudo e área envolvente.

Atualmente existem documentos e sistemas de informação que otimizam os procedimentos de recolha de informação e que suportam a caracterização do caso de estudo em Portugal, tais como:

- Sistema Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas (SICAE) (URL 6);

- Sistema Nacional de Informação de Ambiente (SNIAMB);
- Relatórios de inspeção;
- Licença ambiental;
- Licença de laboração, de utilização e de domínio hídrico;
- Fichas de dados de segurança dos produtos químicos utilizados.

### **3.3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ENVOLVENTE (ESTADO INICIAL)**

A caracterização do estado inicial, também designado de situação de referência dos recursos naturais na área envolvente à instalação industrial, baseia-se essencialmente na descrição de três principais domínios ambientais: (i) a água (recursos hídricos superficiais e subterrâneos) na envolvente à instalação, (ii) o solo (a litologia do solo, o ordenamento do território e uso atual do solo) e (iii) as espécies e habitats naturais protegidos (delimitação dos habitats e listagem das espécies e habitats com estatuto de proteção). No que concerne à caracterização do estado inicial dos domínios (i) e (ii) na área envolvente, recomenda-se sempre que possível a realização de análises físico-químicas ao solo, massas de água (superficial e subterrânea) num raio inferior a 1 km à instalação industrial.

A caracterização da área envolvente é particularmente importante no processo de avaliação de riscos, uma vez que, em situação de ocorrência de dano ambiental significativo deverão ser implementadas medidas de reparação/recuperação, da responsabilidade do operador, baseadas nos elementos de caracterização da situação de referência. O maior ou menor impacte causado no ambiente não está só dependente da severidade, como também do valor ambiental do recurso afetado.

A caracterização dos recursos naturais abrangidos no RJRA na área envolvente à instalação, consiste na descrição das principais características das referidas domínios ambientais através de:

- Identificação dos recursos hídricos nas proximidades: identificação das massas de água de superfície e subterrâneas e do respetivo estado, de acordo com a Lei nº 58/2005, o DL nº 77/2006, o DL nº 208/2008 e legislação complementar (designadamente as Portarias nº 702/2009 e nº 1115/2009), bem como, com a melhor informação disponível;
- Caracterização física e química do solo, de acordo com a melhor informação disponível. A classificação e qualificação dos solos compreendem: o ordenamento

do território, o seu uso atual e futuro na área interior e exterior ao perímetro da atividade ocupacional e o tipo e as concentrações das substâncias nele presente;

- Delimitação dos habitats naturais com estatuto de proteção legal e identificação das espécies de fauna e flora protegidas, de acordo com a melhor informação disponível (Lopes, 2011).

Relativamente ao domínio águas, como anteriormente referido, a caracterização da área envolvente consiste na identificação dos recursos hídricos nas proximidades. Porém, sempre que possível é importante identificar circuitos de drenagem de águas pluviais, de águas residuais industriais e domésticas (sendo os circuitos considerados desde o ponto de ligação da indústria até à rede municipal).

Na identificação das massas de água, é necessário, em primeiro lugar, verificar as categorias de águas abrangidas pela Lei da Água e pelo RJRA (ver Tabela C1, Anexo C). A informação relativa às águas subterrâneas e superficiais pode ser obtida através do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) e da Administração da Região Hidrográfica (ARH). É de salientar que a informação disponibilizada pela ARH e no SNIRH pode não ser suficiente para obter todos os parâmetros necessários, uma vez que nem todos são analisados (por exemplo, no caso de um derrame de combustíveis haverá uma infiltração por hidrocarbonetos, e as análises feitas usualmente à água subterrânea normalmente não contemplam este parâmetro). Assim, destaca-se a necessidade de complementar o estudo com a realização de análises físico-químicas, que incluam parâmetros e/ou compostos químicos específicos ou manuseados na instalação industrial, às massas de água, em particular, de poços de captação (caso se aplique).

No que concerne à caracterização dos solos, a informação necessária poderá ser obtida através do SNIAMB, no qual é possível encontrar a cartografia de Portugal com a referente litologia e tipo de solos. Contudo este domínio é o que apresenta maior debilidade de informação nacional, por isso uma das opções para obter mais informação sobre o estado atual dos solos é recorrer às informações dos perímetros hidroagrícolas e a análises realizadas no próprio local. A caracterização do solo na área em estudo pode ser complementada com a realização de análises ao solo para concluir sobre o seu estado de contaminação. Como referido anteriormente no Capítulo 2, no que respeita à contaminação de solos, em Portugal não existe enquadramento legal neste âmbito, sendo por isso recomendada a consulta das Normas de Ontário ou das Normas



Holandesas como critérios de avaliação da contaminação dos solos, consoante o tipo de utilização dos mesmos (APA e ISQ, 2011).

Relativamente à informação da presença de espécies e habitats naturais protegidos na área envolvente do objeto de estudo, encontra-se disponível no livro vermelho de vertebrados de Portugal e no Sistema de Informação do Património Natural (SIPNAT) disponibilizado pelo Instituto de Conservação da Natureza e Florestas (ICNF), no qual consta informação relativa a espécies da fauna de vertebrados e áreas englobadas na Rede Natura 2000. Na Tabela 5 estão resumidos os elementos para a caracterização do caso de estudo, distribuídos por caracterização da instalação, da atividade e da área envolvente (estado inicial do recurso natural espécies e habitats protegidos).

**Tabela 5: Lista de Itens a focar na caracterização do objeto de estudo e área envolvente.**

<b>Caracterização de entidade</b>	<b>Caracterização da atividade</b>	<b>Caracterização da área envolvente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAE</li> <li>• Atividades</li> <li>• Enquadramento legal</li> <li>• Licenciamentos (comercial, industrial, ambiental, descarga de efluentes, captações de águas, etc.)</li> <li>• Certificações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxogramas de processos produtivos</li> <li>• Matérias-primas</li> <li>• Produtos acabados</li> <li>• Subprodutos produzidos</li> <li>• Resíduos produzidos (SIRAPA histórico)</li> <li>• Efluentes produzidos: caracterização, volumes, concentrações dos parâmetros de qualidade analisados. (histórico)</li> <li>• Sistemas de tratamento de efluentes</li> <li>• Existência de furos ou poços de água</li> <li>• Planta da rede de águas pluviais e da rede de esgoto</li> <li>• Sistemas de contenção de derrames</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meio inerte e abiótico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Água e solos</li> </ul> </li> <li>• Meio biótico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fauna e Flora</li> <li>○ Espaços naturais protegidos</li> </ul> </li> </ul>

Uma vez descrita a instalação industrial e a área envolvente é possível identificar os perigos com potencial dano ambiental e respetivas causas, caso já tenham sido registados eventos de acidente anteriormente.

### **3.4 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PERIGOS COM POTENCIAL (OU AMEAÇA IMINENTE DE) DANO AMBIENTAL**

Na identificação de potenciais perigos são aplicadas técnicas ou abordagens estruturadas no seu reconhecimento, de modo a que sejam posteriormente definidos e analisados cenários de dano ambiental. Na literatura encontram-se várias técnicas disponíveis para a identificar os perigos mais relevantes, como por exemplo a *Hazard and Operability analysis* (HAZOP), a *Failure mode and effect analysis* (FMEA), a *Failure mode, effects and criticality analysis* (FMECA) e a *Preliminary hazard analysis* (PHA), o método *What-if...?*, entre outras. (INERIS,2006).

Dependendo do tipo de atividade, âmbito do estudo e detalhe que se pretende, seleccionam-se a(s) técnica(s) mais adequada(s). Das técnicas mais utilizadas na identificação de perigos em instalações industriais, destacam-se:

- i. **Análise histórica de eventos de perigo (AHEP)** – consiste na análise do historial de eventos associados ao(s) perigo(s) em estudo na atividade ocupacional, por forma a perceber quais as fragilidades nas diversas áreas da instalação (por ex. processos produtivos, equipamentos, etc.), identificar quais os tipos de eventos de perigo/acidentes que ocorrem com maior frequência e quais as causas mais comuns desses eventos.
- ii. **Análise preliminar de perigos (APP)** – consiste na identificação e reconhecimento dos riscos inerentes à atividade do operador, sem que tenham sido registados eventos de perigo/acidentes com dano ambiental. Devem ser analisados todos os eventos perigosos cujas falhas tenham origem na instalação, contemplando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, como erros humanos. São identificados os perigos, as causas e os efeitos (consequências) e as categorias de severidade correspondentes, bem como as observações e recomendações pertinentes aos perigos identificados (CETESB, 2003). Os resultados são apresentados na forma de formulários/tabela padronizados. Assim, nessa tabela devem ser preenchidos os seguintes campos, nomeadamente: produto ou equipamento, perigo, causa, efeito, categoria de severidade (padronizado) e observações (INERIS, 2006).

Esta técnica será particularmente útil quando não existe qualquer informação sobre o histórico de eventos de falhas (acidentes, não conformidades ou potenciais problemas referentes à segurança industrial), ou em instalações novas com processos industriais que não tenham sido implementados até à data (AENOR, 2008). Contudo, a APP é geralmente utilizada como precedente de outros métodos mais detalhados (ver Tabela D1, anexo D).

- iii. **Listas de verificação (Checklist)** – As *checklist* são listas de perguntas previamente definidas que permitem fornecer uma visão dos riscos existentes numa determinada instalação/atividade. Através do uso destas listas é possível identificar, durante a laboração, as falhas (acidentes, incidentes, não conformidades, não cumprimento dos procedimentos) ou as insuficiências/anomalias referentes aos equipamentos ou ao modo operatório.

As *checklist* podem ser utilizadas durante as auditorias, que consistem em atividades nas quais se pode verificar *in loco* a conformidade dos procedimentos de operação, manutenção, segurança, a fim de se identificar os perigos, condições ou procedimentos inseguros (CETESB, 2003). Nas visitas à instalação, os técnicos podem solicitar toda a informação e documentação relevante para a análise, como por exemplo licenças de instalação e laboração, mapa de registo de resíduos, resultados dos autocontrolos e relatórios enviados pelo operador às autoridades, plantas com a localização das várias áreas, diagramas dos processos de fabrico da empresa com a identificação das operações unitárias e respetivas emissões ambientais, relatórios de inspeção, notificações, etc. Durante a auditoria deve ser possível conhecer o modo como a empresa atua perante os potenciais riscos, ou seja, qual o tipo de proteção (passiva ou ativa) e os meios humanos que possui, e se é proporcionada a formação em segurança aos funcionários da instalação para estarem prontos a responder corretamente perante uma emergência.

- iv. **Análise dos perigos e da operacionalidade (HAZOP)** – tem como objetivo identificar os perigos relativos a uma atividade ou instalação industrial, bem como, estudar os possíveis desvios (anomalias) de projetos ou na operação de uma instalação.

A aplicação da HAZOP consiste na definição e análise de pontos específicos do projeto, também designados “nós de estudo”, com identificação de eventuais soluções para os riscos identificados. Posteriormente é criada uma tabela com

dois campos principais: (i) o das palavras-guia (palavras simples, utilizadas para qualificar ou quantificar a intenção de modo a conduzir e estimular o processo de criatividade e, assim descobrir desvios) e (ii) o dos parâmetros. A partir daí, consideram-se os objetivos do processo, os seus possíveis desvios, as eventuais consequências desses desvios e os perigos representados por essas consequências.

Identificados os perigos, é necessário definir um ou vários cenários de perigo/incidente com potencial dano ambiental (para cada perigo), com base na análise da informação processada nesta etapa.

### **3.5 DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS DE PERIGO COM POTENCIAL (OU AMEAÇA IMINENTE DE) DANO AMBIENTAL**

A definição dos cenários de perigo tem em consideração a frequência de ocorrência de acidentes ambientais diretamente relacionados aos perigos identificados, o potencial risco associado, bem como, as consequências/danos que dele podem ocorrer. Dependendo do âmbito e dos objetivos do estudo, podem ser definidos diversos tipos de cenários de perigo, considerando duas abordagens distintas:

#### **- Cenários mais credíveis (CMC)**

Os CMC são definidos tendo em conta o conjunto de cenários de perigo mais prováveis relativos à atividade ou unidade(s) da atividade ocupacional em estudo. Estes cenários são definidos e selecionados de acordo com a probabilidade de ocorrência (análise estatística), bem como a escala/intensidade a que os danos possam acontecer. São desenvolvidos atendendo aos acidentes considerados como sendo os mais credíveis, i.e., com maior probabilidade de ocorrência. Quando se considera um CMC é imperativo saber a estimativa da frequência e probabilidade de ocorrência.

#### **- Piores cenários possíveis (PCP)**

Este tipo de cenários é definido com base na gravidade das consequências e vulnerabilidade da envolvente nas diversas atividades ou infraestruturas da instalação. Trata-se essencialmente de uma análise determinística. Neste caso, o cenário selecionado corresponde ao que tem potencial de gerar os piores danos possíveis no meio envolvente à instalação industrial. São vários os fatores que pode tornar um cenário o pior possível, como por exemplo, a direção e intensidade do vento e a situação das marés (em situação de derrame pode dificultar ou favorecer a dispersão de uma dada substância nociva para a massa de água).

Uma vez definidos os cenários de perigo, de acordo com uma das abordagens acima referidas, procede-se à avaliação das consequências/significâncias de afetação do dano ambiental, associado a cada cenário, sobre os três domínios ambientais considerados no diploma de RJRA.

### **3.6 ESTIMATIVA DA PROBABILIDADE E CONSEQUÊNCIAS DOS CENÁRIOS**

De acordo com o apresentado na Figura 4, considera-se que a estimativa da frequência e probabilidade de ocorrência dos cenários de perigo com potencial dano ambiental (etapa 4a) e a quantificação das consequências dos danos (etapa 4b), sendo estas subetapas consideradas como paralelas e complementares no processo de avaliação de riscos. O presente subcapítulo descreve os processos de cálculo recomendados em cada uma delas. Salienta-se que a estimativa da frequência e probabilidade de ocorrência é imperativa quando se considera um CMC, contudo no caso dos PCP esta não é fundamental, podendo ser até desprezada uma vez que neste tipo de cenários é assumida a ocorrência da situação, independentemente da probabilidade e/ou frequência de ocorrência efetiva.

#### **3.6.1 ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA**

A probabilidade de ocorrência de um determinado evento/cenário de perigo é conseguida através da estimativa da frequência de ocorrência (habitualmente numa base temporal anual). Assim, a referida probabilidade é conseguida através de estimativas da frequência de ocorrência. Esta estimativa pode ser obtida através da análise de:

- Registos históricos de acidentes/incidentes da própria instalação (ou no caso da sua inexistência, em instalações industriais similares);
- Dados históricos do setor ou atividade;
- Informação de fabricantes;
- Bibliografia especializada (por exemplo: *Purple Book*, (VROM,2005)).

Assim, em primeira instância, a estimativa deve ser determinada através do histórico de acidentes/incidentes registados na própria instalação. Contudo, no caso de não haver registo histórico é possível recorrer-se a bases de dados de acidentes em unidades industriais similares; ao registo de falhas em equipamentos, em processos, em sistemas de contenção, em sistemas de deteção, entre outros.

Na literatura são referidas várias bases de dados que contêm registos relacionados com acidentes industriais, tais como, a Failure and Accidents Technical Informations System

(FACTS), Holanda; o Major Accident Reporting System (MARS), Comunidade Europeia; ou o Major Hazard Incident Data Service (MHIDAS), Reino Unido. Em Portugal, as bases de dados disponíveis constam no portal da Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAMAOT) numa listagem de acidentes/incidentes registados entre 2007 até 2011. Estas podem ser utilizadas para quantificar a probabilidade de falhas verificadas em acidentes, para conhecer os equipamentos aos quais normalmente se associam as falhas, bem como, verificar os acidentes mais comuns (AENOR, 2008).

Tendo em conta a complexidade da maior parte das atividades ocupacionais, pode existir necessidade de recorrer a técnicas mais completas, tais como:

- i. **Análise de frequência de ocorrência de eventos (AFO)** – é uma técnica quantitativa que se baseia no cálculo da probabilidade de ocorrência de eventos (acidentes ou incidentes) e dos seus eventuais efeitos.
- ii. **Análise de árvore de falhas (AAF)** – é uma técnica qualitativa e consiste na elaboração de um diagrama lógico – árvore de falhas ou causas – baseado no princípio da multicausalidade, que contempla todos os ramos dos acontecimentos que possam contribuir para um acidente ou falha. Tem como objetivo identificar os acontecimentos básicos e, a partir dos respetivos valores de frequência de ocorrência, avaliar a probabilidade e frequência de ocorrência do acontecimento de topo (principal).

A simbologia utilizada na construção da árvore de falhas, como eventos primários, portas lógicas e símbolo de transferência, estão descritos no Fault Tree Handbook with Aerospace Applications (NASA,2002) e na norma internacional IEC 61025 : Fault tree analysis, de 2006.

- iii. **Análise de árvore de eventos (AAE)** – permite avaliar o potencial de ocorrência de um determinado acidente como resultado dum falha dum equipamento ou perturbação no processo, definido como “evento inicial”. A AAE é uma técnica qualitativa, indicada para a avaliação das consequências da ocorrência do “evento inicial”, sendo normalmente utilizada para avaliar a resposta a um acidente numa fábrica. Esta análise proporciona uma forma sistemática de registar o acidente e definir as sequências em relação a um evento inicial e a acontecimentos posteriores que possam causar um acidente. Esta técnica é universalmente aplicada a todos os tipos de sistemas, com a limitação de que os eventos não desejados devem ser antecipados para

produzir resultados analíticos significativos. Pode ser aprofundada de forma exaustiva, e a sua solidez tem dois limites teóricos: todos os eventos devem ser antecipados e todas as consequências conhecidas.

É importante referir que as técnicas apresentadas anteriormente não são alternativas, mas sim complementares, podendo por isso ser aplicadas em simultâneo.

Nas Tabelas D1 e D2 (Anexo D), constam respetivamente os critérios de escolha para as técnicas recomendadas para a identificação de perigos com potencial dano ambiental (Utilização de checklist em Auditorias, AHEP, APP e HAZOP) e os critérios para as técnicas relativas à estimativa de frequências de ocorrência (AAE e AAF). Estas tabelas resumo pretendem facilitar a escolha da(s) técnica(s) a utilizar. No mesmo Anexo consta um esquema resumo da interligação entre as várias etapas da análise de risco apresentada (Figura D1).

De seguida apresentam-se as duas abordagens possíveis para obtenção do valor de probabilidade de ocorrência de um determinado evento. A alínea a, refere-se ao cálculo matemático das probabilidades recorrendo a distribuições discretas de probabilidades e a alínea b, refere-se à atribuição de valores de probabilidade com base em valores tabelados na bibliografia ou com valores assumidos.

#### **a) Cálculo das probabilidades recorrendo a distribuições de probabilidades**

A norma internacional ISO 3534-1:2008, referente à estatística - vocabulário e símbolos, define matematicamente a probabilidade como um número real num intervalo de 0 a 1 associado a um sucesso aleatório (AENOR, 2008). Este número pode estar relacionado com uma frequência relativa a uma ocorrência numa série grande ou com um grau de certeza de que o sucesso aleatório ocorrerá. Assim, quando é necessário um modelo para um dado conjunto de dados é usual começar por selecionar um modelo de entre um conjunto limitado de distribuições habitualmente utilizadas, ou seja, de um grupo de distribuições que se adaptam bem a um leque alargado de casos reais. Para os casos de estudo em que se verifique a existência de dados relativos à probabilidade de ocorrência de determinado evento em concreto, recorre-se às distribuições de probabilidade.

As distribuições de probabilidade podem ser designadas como discretas ou contínuas, sendo que a distribuição discreta é utilizada quando a variável aleatória discreta toma um número finito ou um infinito numerável de valores, e a distribuição contínua é aplicada quando a variável aleatória contínua toma um número infinito não numerável de valores, os quais podem ser associados com medidas numa escala contínua. Dos dois tipos de

distribuições referidas, a que mais se adequa ao objetivo pretendido neste trabalho é a distribuição discreta, uma vez que se adequa a qualquer caso de estudo que se enquadre no âmbito da aplicação da metodologia. No âmbito deste trabalho, qualquer que seja o caso de estudo, a variável aleatória será o número de ocorrências registadas, ou número de sucessos, ou ainda o número de eventos até ocorrer o acidente, ou seja, serão sempre variáveis aleatórias que tomarão valores finitos.

As distribuições discretas que se encontram na literatura geral de estatística são a de Bernoulli, a Binomial, a Geométrica e a de Poisson. Na maioria das distribuições apresentadas depende de variáveis (determinísticas) desconhecidas. (Hall, Neves & Pereira, 2007). Das três distribuições discretas referidas, será abordada a distribuição de Poisson por ser a mais indicada na determinação da probabilidade de ocorrência de eventos (acidentes), uma vez que esta distribuição expressa a probabilidade de um certo número de eventos ocorrer num dado período de tempo.

A distribuição de Poisson permite descrever um grande conjunto de fenómenos aleatórios em que os acontecimentos se repetem no tempo ou no espaço, isto é, num dado intervalo de tempo ou num determinado volume, área, comprimento, região. Contudo, de modo a simplificar a exposição, e direcionar para os possíveis casos de estudo similares a este, optou-se por definir a distribuição de Poisson somente para o caso em que se admite que as ocorrências do fenómeno aleatório se repetem ao longo do tempo. Para a variável discreta “número de ocorrências por unidade de tempo” ( $X$ ) ser representada por uma distribuição de Poisson, é necessário verificarem-se os seguintes postulados (Guimarães e Cabral, 2007):

- Os números de ocorrências registadas nos intervalos da partição são independentes entre si;
- A probabilidade de se registar uma ocorrência num intervalo qualquer de dimensão  $\Delta t$ ,  $\Delta P_1$ , é praticamente proporcional à dimensão do intervalo, ou seja,

$$\Delta P_1 \approx \lambda * \Delta t \quad (2)$$

onde  $\lambda$  representa uma constante positiva;

- A probabilidade de se registarem duas, três ou mais ocorrências num intervalo muito pequeno,  $\Delta P_n$  (com  $n \geq 2$ ) é negligenciável quando comparada com a probabilidade de se verificar apenas uma ocorrência ( $\Delta P_1$ ).

Desta condição, decorre que as ocorrências de fenómenos descritos pela distribuição de Poisson se verificam uma a uma e nunca em grupos.



Assim, a partir destas condições foi estabelecida a forma funcional da distribuição de Poisson, ou seja, a função de probabilidade de uma variável aleatória seguindo uma distribuição de Poisson com parâmetro  $\lambda \cdot t$ , que é expressa por:

$$P(X = n, t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!} \quad (3)$$

Onde  $X$  representa o número de ocorrências por unidade de tempo e onde  $\lambda$  e  $n$  representam, respetivamente, o número médio de ocorrências num determinado período de tempo e o número de eventos que ocorrem num dado intervalo de tempo e  $t$  é o tempo relativamente ao qual foi apresentada a frequência de ocorrência do evento (por exemplo: 1 ano). Todas estas variáveis  $\lambda$ ,  $n$  e  $t$  serão os dados de entrada e os valores são determinados com base no histórico de ocorrências da instalação, dados históricos do setor ou atividade, Informação de fabricantes ou em bibliografia especializada tal como foi referido no início da presente seção.

Assim, recorrendo à distribuição de Poisson é possível determinar a probabilidade de ocorrência de um evento, obtendo-se assim a probabilidade de um evento (cujas consequências sejam danos ambientais no âmbito deste trabalho) ocorrer num dado espaço de tempo e num dado número de vezes. No processo de estimativa da probabilidade de ocorrência, pode acontecer de não existir possibilidade de obter os dados de entrada anteriormente referidos. Isto sucede quando não existem registos históricos de acidentes ou quando os dados existentes na bibliografia não se adaptam ao caso de estudo.

#### **b) Atribuição de valores de probabilidade**

No caso de existirem valores tabelados de frequências relativas a falhas de equipamento ou de sistemas de um dado evento, enquadra-se esse valor numérico da frequência, obtida através da consulta de bibliografia especializada (por exemplo: *Purple Book*, (VROM,2005)), na gama de Frequências por ano (A) que consta no lado esquerdo da Tabela 6 e assim, é possível atribuir um valor numérico à probabilidade do evento.

Nos restantes casos, sugere-se a estimativa de modo qualitativo da frequência de ocorrência de um determinado evento (utilizando o lado direito da Tabela 5), sendo assumido um valor de probabilidade consoante a gama de frequência em que se considera que este se enquadre. Assim, estabelece-se para cada cenário um valor entre 1 e 5 em que ao valor 1 corresponde um cenário improvável e ao valor 5 um cenário muito provável.

Tabela 6: Atribuição do valor de probabilidade (Adaptado de: AENOR, 2008).

Probabilidade	Frequência por ano (A)	Valor atribuído	Probabilidade	Frequência (B)	Valor atribuído
Altamente Provável	$f > 10^{-1}$	5	Altamente Provável	<1 vez / mês	5
Muito Provável	$10^{-1} \geq f > 10^{-2}$	4	Muito Provável	1 vez/mês – 1 vez/ano	4
Provável	$10^{-2} \geq f > 10^{-3}$	3	Provável	1 vez/ano – 1 vez/10 anos	3
Possível	$10^{-3} \geq f > 10^{-4}$	2	Possível	1 vez/10 anos – 1 vez/50 anos	2
Improvável	$f \leq 10^{-4}$	1	Improvável	>1 vez/ 50 anos	1

Neste ponto, já é conhecido o valor numérico relativo à probabilidade atribuída, com recurso à Tabela 6, assim falta classificar a gravidade da consequência para cada cenário selecionado.

### 3.6.2 AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS

Nesta subetapa são avaliadas de forma quantitativa as consequências para cada um dos cenários selecionados anteriormente, tendo em consideração os domínios ambientais afetados.

O primeiro passo desta quantificação é verificar, para cada cenário, qual ou quais os domínios ambientais afetados. Seguidamente, para cada cenário, é estimada a gravidade da consequência através das equações 4 a 6, de acordo com a informação listada nas Tabelas 9 a 11 para solos, água e espécies e habitats naturais protegidos, respetivamente. As Equações 4, 5 e 6 são descritas de seguida:

$$\text{Solo} = \text{quantidade} + 2 \times \text{perigosidade} + \text{extensão} + \text{possibilidade de risco para a saúde humana} \quad (4)$$

$$\text{Água} = \text{quantidade} + 2 \times \text{perigosidade} + \text{extensão} + \text{duração da afetação} \quad (5)$$

$$\text{Espécies e habitats protegidos} = 2 \times \text{perigosidade} + \text{extensão} + \text{duração da afetação} + \text{receptores afetados} \quad (6)$$

A gravidade das consequências é representada através de índices que, no caso do domínio do solo, são determinados em função da quantidade da substância envolvida, da perigosidade associada a esta, da extensão e da possibilidade de risco para a saúde humana (Equação 4). No caso do domínio água, são função da quantidade da substância envolvida, da perigosidade associada a esta, da extensão e da duração da afetação (Equação 5). Por último, no caso do domínio espécies e habitats naturais protegidos, são

função da perigosidade da substância, da extensão, da duração da afetação e dos recetores afetados (Equação 6). Dos índices anteriormente referidos, assumiu-se que:

- (i) *quantidade* se refere ao volume de substância envolvida no cenário acidental (em metro cúbico, m<sup>3</sup>);
- (ii) *perigosidade* diz respeito à toxicidade da substância envolvida, tendo sob o ponto de vista da natureza das classes de perigo (perigo para a saúde humana e/ou perigo para o ambiente);
- (iii) *extensão* refere-se à dimensão espacial da área afetada pelo cenário acidental ocorrido;
- (iv) *possibilidade de risco para a saúde humana* é referente à capacidade do cenário acidental comportar ou não risco para a saúde humana, tendo em consideração as características e funções do solo (uso atual do solo em que se verificou o cenário acidental) e a possibilidade de dispersão do contaminante para águas subterrâneas utilizadas para consumo humano;
- (v) *duração da afetação* refere-se ao tempo a que um dado domínio ficou sujeito às perturbações adversas causadas pelo cenário acidental e por último,
- (vi) *recetores afetados* reporta-se à afetação do recurso natural espécies e habitats naturais protegidos, estabelecidos no âmbito do RJRA.

O índice *quantidade* é um fator que irá condicionar o nível de risco ambiental de um dado cenário, por isso, assumiu-se que devia ser incluído nas equações referentes aos domínios solo e água. O índice *perigosidade* tem um peso duas vezes maior que os restantes índices, uma vez que a toxicidade da substância envolvida poderá comprometer à partida o estado ecológico e/ou o estado químico das massas de água superficial ou subterrânea (e conseqüentemente comprometer o estado favorável de conservação das espécies protegidas e habitats naturais protegidos) bem como o grau de contaminação que a substância pode causar.

Para aplicar as referidas equações, deve-se substituir simultaneamente os índices nas equações referentes à gravidade da consequência sobre os três domínios pelos valores retirados das tabelas para cada um dos cenários estudados.

Relativamente à classificação do índice *Extensão*, que pode ir de *pontual* (pontuação 1) a *muito extensa* (pontuação 4), é importante referir que:

- *Pontual* corresponde a zonas no interior da unidade industrial;

- *Local* refere-se à área da instalação (que inclui todo o limite da mesma);
- *Extensa* corresponde à área exterior à instalação (área imediatamente a seguir) num raio de ação de menos de 0.5 km;
- *Muito Extensa* refere-se à área envolvente num raio máximo de ação de 5km.

No que respeita ao índice *Perigosidade* (presente nas Tabelas 9,10 e 11) assume-se que uma substância é *Muito Perigosa* se pertence às três classes de perigo (perigos físicos, perigos para a saúde e perigos para o ambiente)<sup>1</sup>, ou se considera várias substâncias incluídas na classe perigos para o ambiente; *Perigosa* se inclui substâncias pertencentes às classes perigos para a saúde e perigos para o ambiente; *Pouco Perigosa* se inclui substâncias pertencentes às classes perigo para a saúde, e *Não Perigosa* se a substância não se inclui em nenhuma das classes referidas (ver Tabela 7).

**Tabela 7: Classificação dos perigos (Adaptado de: AEPQ, 2009).**

Classificação da perigosidade	Perigo		
	Físico	Saúde	Ambiental
Muito perigosa	✓	✓	✓
Perigosa	-	✓	✓
Pouco perigosa	-	✓	-
Não perigosa	-	-	-

Na Tabela 7, a classificação *Não Perigosa* é assumida no caso de as substâncias envolvidas não se enquadrarem em nenhuma das classes de Perigos (Físico, Saúde, Ambiental), porém isso não significa que não possa provocar danos no domínio ambiental (água, solos, espécies e habitats naturais protegidos) e ao nível da saúde (se afetar o domínio solo). Mesmo assim, para o caso das substâncias envolvidas em cenários que não sejam possíveis de classificar segundo o documento da Agência Europeia dos Produtos Químicos (AEPQ, 2009), atribui-se a classificação *Não Perigosa*.

<sup>1</sup> Quadro 5.1 do Documento “Orientações de base relativas ao Regulamento (CE) nº 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à classificação, rotulagem e embalagem (CRE) de substâncias e misturas.

Relativamente ao índice *Possibilidade de risco para a saúde humana*, que pode ir de *baixa* (Pontuação 1) até  *muito elevada* (Pontuação 4) estabelece-se que:

- *Muito elevada* corresponde aos casos em que o cenário accidental se verificar num solo no qual no seu uso atual e futuro sejam contempladas as atividades agrícolas e pecuárias e também no caso de se verificar a dispersão do contaminante para águas subterrâneas utilizadas para consumo humano);
- *Elevada* se o cenário accidental se verifica num solo cujo uso atual e futuro contemple as atividades agrícolas e pecuárias);
- *Média* no caso de o cenário accidental ocorrer num solo em que não seja reconhecida qualquer atividade agrícola ou atividade pecuária, mas exista a possibilidade de dispersão do contaminante para águas subterrâneas utilizadas para consumo humano;
- *Baixa* para os casos que não se enquadrem nas categorias anteriores.

O índice *duração da afetação* pode ser classificado como *Muito elevada* (período > 2 anos), *Elevada* (entre 1-2 anos), *Média* (período ≤ 1ano) e *Curta* (dias < período < 1mês).

Por sua vez, o índice *possíveis recetores afetados* encontra-se classificado sinteticamente na tabela seguinte.

**Tabela 8: Descrição do índice *possíveis recetores afetados*.**

<b>Possíveis recetores afetados</b>	
<b>Muito relevantes</b>	Área afetada inclui zonas com a classificação simultânea de Rede Natura 2000 e áreas RNAP (e/ou RAMSAR);
<b>Relevantes</b>	Área afetada inclui zonas com a classificação simultânea de Rede Natura 2000;
<b>Pouco Relevantes</b>	Áreas que não se encontrando abrangidas por qualquer estatuto de proteção, reúnem populações significativas de espécies protegidas ou se considerem relevantes para a reprodução e repouso dessas espécies;
<b>Não Relevantes</b>	Espécie e habitas sem estatuto de proteção

Relembrando, as áreas abrangidas pelo SNAC incluem as áreas protegidas integradas na RNAP, “Áreas Classificadas” no âmbito da Rede Natura 2000 ( que inclui Sítios da

Lista Nacional de Sítios e ZPE) e outras áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português (APA e ISQ,2011).

De seguida são apresentadas as tabelas com os índices relativos à classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio solo (Tabela 9), para o domínio água (Tabela 10) e para o domínio espécies e habitats naturais protegidos (Tabela 11).

**Tabela 9: Classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio solo (Adaptado de: AENOR,2008).**

Valor atribuído	Quantidade de substância (m <sup>3</sup> )	Perigosidade	Extensão	Possibilidade de risco para a saúde humana
4	50	Muito perigosa	Muito extensa	Muito elevada
3	5-50	Perigosa	Extensa	Elevada
2	0,500-4,9	Pouco perigosa	Local	Média
1	<0,500	Não perigosa	Pontual	Baixa

**Tabela 10: Classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio água (Adaptado de AENOR,2008).**

Valor Atribuído	Quantidade de substância (m <sup>3</sup> )	Perigosidade	Extensão	Duração da afetação
4	50	Muito Perigosa	Muito extensa	Muito elevada
3	5-50	Perigosa	Extensa	Elevada
2	0,500-4,9	Pouco Perigosa	Local	Média
1	<0,500	Não Perigosa	Pontual	Curta

**Tabela 11: Classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio espécies e habitats naturais protegidos.**

<b>Valor Atribuído</b>	<b>Perigosidade das substâncias</b>	<b>Extensão</b>	<b>Duração da afetação</b>	<b>Possíveis recetores afetados</b>
4	Muito Perigosa	Muito extensa	Muito elevada	Muito relevantes
3	Perigosa	Extensa	Elevada	Relevantes
2	Pouco Perigosa	Local	Média	Pouco Relevantes
1	Não Perigosa	Pontual	Curta	Não Relevantes

Exemplificando, no caso de num cenário selecionado se verificarem consequências, no domínio do solo, deve-se atribuir uma classificação numérica utilizando a Tabela 9. De seguida, aplica-se a Equação (4) utilizando os dados retirados da Tabela 9, obtendo-se um valor numérico. Com o valor obtido, deve-se verificar na Tabela 12, em que gama este valor se encontra e qual o valor atribuído para essa gama. No caso de num cenário escolhido, se verificarem consequências, no domínio da água, deve-se proceder de modo análogo, contudo utilizando a Equação (5) e a respetiva tabela de classificação numérica da avaliação das consequências para o domínio da água (Tabela 10). Deve-se proceder de igual modo, no cálculo das consequências no domínio das espécies e habitats naturais protegidos, utilizando desta vez a Equação (6) e recorrendo à classificação da Tabela 11.

Após se determinar os valores numéricos referente aos cálculos da gravidade das consequências para cada domínio afetado, verifica-se na Tabela 12 qual a pontuação atribuída relativamente à gama a que se enquadra o valor obtido de gravidade da consequência.

**Tabela 12: Classificação da gravidade da consequência.**

<b>Consequência</b>	<b>Valorização</b>	<b>Valor atribuído</b>
<b>Crítica</b>	18-20	5
<b>Grave</b>	15-17	4
<b>Moderada</b>	11-14	3
<b>Leve</b>	8-10	2
<b>Não relevante</b>	5-7	1

Na etapa seguinte, será determinado o nível de risco para cada cenário selecionado utilizando os valores atribuídos depois de aplicar a respectiva equação a cada cenário.

### 3.7 AVALIAÇÃO DO RISCO (OU AMEAÇA IMINENTE) DE DANO AMBIENTAL

Estimada a probabilidade e avaliada a gravidade das consequências deve ser quantificado, em termos monetários, o dano, i.e., o valor da indemnização para repor a situação anterior ao acidente, programas de monitorização, sendo também estabelecidos valores máximos a cada domínio ambiental.

O objetivo desta etapa é o de avaliar a consequência do risco de dano ambiental através duma análise quantitativa, de acordo com as técnicas da metodologia adotadas e informação disponível sobre a magnitude do dano ambiental e probabilidade de ocorrência do cenário de perigo e do nº de ocorrências por ano (caso estejam registadas).

Assim, a determinação do nível de risco será baseada na aplicação de Equação 7, que associa a probabilidade de ocorrência do(s) cenário(s) selecionado(s) com a gravidade das consequências do(s) mesmo(s):

$$\text{Risco} = \text{probabilidade} \times \text{consequências} \quad (7)$$

Para cada cenário analisado, multiplica-se a probabilidade com as consequências para a obtenção do valor do *Risco*. Posteriormente recorre-se à Tabela 13 e verifica-se qual a classificação dada ao risco associado.

**Tabela 13: Classificação dos níveis de risco.**

Nível de risco	Valor atribuído	Tolerância do risco
<b>Muito elevado</b>	21 a 25	Absolutamente inaceitável
<b>Elevado</b>	16 a 20	Não aceitável
<b>Médio</b>	11 a 15	Aceitável, esporadicamente
<b>Moderado</b>	6 a 10	Aceitável, sujeito a melhoria
<b>Baixo</b>	1 a 5	Aceitável

A caracterização do risco obtém-se através da multiplicação dos valores estimados das classes de probabilidade ou frequência (valores entre 1 e 5) e classes de consequências



(valores entre 1 e 5), obtendo-se resultados com valores entre 1 e 25. Os níveis de risco estão divididos em 5 classes, de modo equitativo: sendo o *Risco Muito Alto* para valores estimados entre 21 a 25; o *Risco Alto* para valores estimados entre 16 e 20; o *Risco Médio* para valores calculados entre 11 e 15; *Risco Moderado* para valores compreendidos entre 6 e 10 e *Risco Baixo* para valores determinados entre 1 e 5.

O passo seguinte consiste na identificação das medidas de prevenção, mitigação e reposição do estado inicial (nos cenários de dano em que seja necessário) para cada um dos cenários selecionado.

### **3.8 IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO, MITIGAÇÃO E REPOSIÇÃO DO ESTADO INICIAL**

A reparação dos danos causados à água, às espécies e habitats naturais protegidos é atingida com a restituição do ambiente ao seu estado inicial, através da reparação primária, complementar e compensatória (ver seção 2.2.2, do Capítulo 2).

Relativamente os danos causados ao solo, o RJRA não obriga à reposição do estado inicial, mas sim à sua descontaminação para assegurar que ele deixe de apresentar riscos para a saúde humana. Assim, de acordo com o disposto no nº2 do Anexo V do RJRA, a reparação de danos causados ao solo consiste na eliminação, contenção ou redução dos contaminantes para que o solo contaminado deixe de apresentar riscos significativos de efeitos adversos para a saúde humana, tendo em consideração o seu uso, atual e futuro.

As medidas de reparação têm em conta as tecnologias ambientais disponíveis e são selecionadas em função de cada cenário, estabelecidas com base no tipo de contaminantes introduzidos no meio ambiente, a extensão temporal e espacial dos danos e a existência de risco para a saúde humana. Para calcular os custos associados às medidas de reparação previstas é necessário recorrer à informação bibliográfica sobre os custos de tratamentos disponíveis.

Para além das medidas de reparação sugeridas ao operador, é necessário considerar os custos associados à monitorização por um determinado intervalo de tempo (definido pela APA). Assim, deve ser proposto um plano de monitorização que acompanhe a evolução dos efeitos do dano ambiental, para deste modo controlar a eficácia das medidas adotadas (APA e ISQ, 2011).

Uma das últimas etapas de todo este processo corresponde a ações de melhoria contínua, que através da revisão constante dos procedimentos seguidos acrescentam

valor aos resultados finais. Destacam-se algumas ações possíveis de serem aplicadas neste âmbito, visando uma constante atualização, como por exemplo: (i) criação de um livro de registo de ocorrências; (ii) avaliação estatística das ocorrências; (iii) monitorização contínua dos resultados das análises (internas) aos solos, águas, etc.; (iv) definição da periodicidade de auditorias internas de análise de risco; (v) análise custo – benefício de novas medidas de melhoria, etc.

### **3.9 QUANTIFICAÇÃO DO DANO E CONSTITUIÇÃO DA GARANTIA FINANCEIRA**

Como referido anteriormente, as atividades ocupacionais enumeradas no Anexo III do RJRA têm obrigatoriamente de constituir uma ou mais garantias financeiras próprias, alternativas ou complementares entre si, que lhes permitam assumir a RA inerente à laboração por estas desenvolvidas. O valor da garantia financeira a constituir deve ser determinado com base na estimativa dos custos das medidas de prevenção e reparação dos danos potencialmente envolvidos (APA, 2011).

Na metodologia proposta, a garantia financeira deve ser formada com base no nível de risco determinado e nas medidas de reparação e prevenção aplicadas aos cenários analisados, mas também, caso exista, na proposta de plano de monitorização (que acompanhe a evolução dos efeitos do dano ambiental).

Relativamente à constituição da garantia financeira importa salientar que caso a instalação industrial possua certificações ambientais ou de qualidade (como por exemplo um sistema de gestão de qualidade ambiental EMAS ou a ISO 14001), pode utilizar estas certificações como instrumentos para estabelecer o valor da garantia financeira. Uma vez que se a instalação industrial tiver implementado estes sistemas voluntários assume-se que já adotou certamente um conjunto de procedimentos preventivos. Assim, a implementação dos referidos sistemas (como a ISO 14001, por exemplo) contribui para a minimização do risco e conseqüentemente para a diminuição do valor da garantia financeira a constituir.

Por fim, é importante realçar que sempre que seja comprovada a ocorrência de danos ambientais com efeitos significativos adversos em qualquer um dos três domínios abrangidos pelo RJRA, é necessário estabelecer o nexo de causalidade entre o dano e o ato causador de ter provocado o impacto negativo. Uma vez que, perante situações de multicausalidade (que, por exemplo, pode suceder facilmente em zonas industriais, devido à aglomeração de vários tipos de indústrias na mesma área) deve ser repartida a responsabilidade da aplicação das medidas de reparação, pelos responsáveis das

atividades indiciadas (nos casos em que seja possível reconhecer qual o(s) causador(es) do dano ambiental identificado.



## **CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA AO CASO DE ESTUDO**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

No presente capítulo, é descrita a aplicação da metodologia desenvolvida, a um caso de estudo, mais concretamente a uma PME do setor alimentar de fabrico de alimentos compostos para animais, localizada no distrito de Aveiro. Para além dos resultados obtidos da aplicação da metodologia será discutido também, neste capítulo, a aplicabilidade da mesma, os seus aspetos positivos e negativos, bem como as respetivas limitações. A aplicação ao caso de estudo será descrita em função das diferentes etapas da proposta de metodologia.

### **4.2. CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO**

Com o objetivo de caracterizar o caso de estudo procedeu-se à compilação de dados relativos às características da instalação e respetiva envolvente, necessários para o desenvolvimento do trabalho. Estes dados são de especial importância para que seja possível caracterizar a instalação, contemplando os seus aspetos construtivos e operacionais, além das características da região e da área envolvente onde esta se encontra.

#### **4.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL**

A instalação industrial em estudo integra uma das maiores PMEs portuguesas do sector de produção de alimentos compostos (rações) para animais. Esta instalação industrial dedica-se ao tratamento e transformação de matérias-primas vegetais destinadas ao fabrico de rações para aves, bovinos, suínos, ovinos, equídeos (doravante designados como animais de criação) e animais de companhia, dividido em duas unidades fabris.

O regime de funcionamento do setor fabril é composto por três turnos diários (lavoração contínua), já no setor administrativo existe apenas um turno diurno. A instalação industrial labora cinco dias por semana e emprega cerca de 113 trabalhadores.

Nos termos da legislação relativa à PCIP, a instalação possui Licença Ambiental (válida até 2015) para o exercício da atividade de fabricação de rações para animais, incluída na categoria 6.4 bii do Anexo I do DL n.º 194/2000, de 21 de Agosto (revogado pelo DL n.º 173/2008, de 26 de Agosto), com capacidade instalada de 700 ton.dia<sup>-1</sup>. A mesma encontra-se classificada com a CAE n.º 10912 (relativa à fabricação de alimentos para

animais de criação) (URL 6). A instalação possui também o Certificado da Sociedade Ponto Verde, referente ao ano de 2011, relativo ao cumprimento do DL n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, com as alterações introduzidas pelo DL n.º 162/2000, de 27 de Julho, no que respeita à gestão de resíduos de embalagens, através da adesão ao Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (RAA, 2011).

Salienta-se ainda que a instalação possui meios de deteção e combate a incêndios (Detetores de fumo, Extintores, Porta Corta-Fogo, Saídas emergência) e meios de contenção de derrames (material absorvente), bem como procedimentos de atuação em caso de emergência. Relativamente ao Plano de Emergência Interno da instalação foi informado que estava prevista a sua conclusão antes do final do ano de 2013.

As atividades dos processos auxiliares da instalação em estudo incluem o tratamento de efluentes líquidos (através de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) e de um separador de hidrocarbonetos), a captação e distribuição de água e a drenagem de águas residuais e pluviais, a produção de vapor com recurso a duas caldeiras e o aquecimento de água (uma caldeira), a manutenção de empilhadores (oficina 1) e de equipamentos (oficina 2) e os locais de armazenamento. Estes locais estão divididos por zonas: armazém de matérias-primas, armazém de produtos acabados, armazenamento de matérias-primas líquidas, armazenamento de combustíveis e os quatro parques de resíduos locais de armazenamento temporário de resíduos perigosos e não-perigosos. Todos os locais/zonas mencionados anteriormente encontram-se identificados na planta da instalação apresentada no Anexo G.

Relativamente ao enquadramento legal do RJRA, verificou-se que a instalação industrial em estudo se encontra abrangida pela responsabilidade por danos ambientais, com obrigatoriedade de constituir garantias financeiras que lhe permitam assumir essa responsabilidade, uma vez que desenvolve atividades listadas no Anexo III do DL n.º 147/2008, nomeadamente:

- “A exploração de instalações sujeita a licença, nos termos do DL n.º 194/2000<sup>1</sup>, de 21 de Agosto, que transpõe a Diretiva PCIP;
- A captação e represamento de água sujeitos a autorização prévia, nos termos da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, uma vez que possuem um poço com uma potência de extração superior a 5 cv;

---

<sup>1</sup> As atividades do setor Agroalimentar relacionadas com a produção para a alimentação humana ou animal, a partir de matérias-primas animais e vegetais, podem ser enquadradas no âmbito do referido decreto nomeadamente nas categorias 6.4 bi, 6.4 bii e 6.4 c do Anexo I do decreto.

- A exploração de instalações sujeitas a autorização nos termos do DL nº 78/2004, de 3 de abril, uma vez que possuem diversas fontes fixas de emissão de poluentes para a atmosfera.”

Por último, é importante referir que a instalação industrial não possui nenhum registo no histórico de ocorrências de acidente até à data do final do estágio (agosto de 2012). Com o objetivo de caracterizar a instalação industrial e área envolvente à mesma, procedeu-se à descrição do processo produtivo (armazenamento, matérias-primas, combustíveis e produtos; processos e instalações de produção), locais/zonas da instalação (processos e estruturas de apoio), bem como das componentes ambientais (área envolvente).

#### **4.2.1.1. ARMAZENAMENTO, MATÉRIAS-PRIMAS, COMBUSTÍVEIS E PRODUTOS**

Numa primeira fase foram caracterizadas as várias entradas do processo produtivo da instalação industrial em estudo, nomeadamente matérias-primas, produtos químicos, tipo de recursos energéticos e hídricos utilizados (ver Tabelas 14 e 15). As fontes de energia utilizadas são a elétrica, o vapor, o fuelóleo e gasóleo. O abastecimento de energia elétrica é feito a partir de uma alimentação em média tensão e é proveniente da rede elétrica pública. A energia elétrica é utilizada como força motriz para acionamentos dos diversos equipamentos e para iluminação. O abastecimento da água consumida na instalação tem origem na rede pública de abastecimento, para utilização nas instalações sanitárias, nos balneários e escritórios (consumo doméstico) e o abastecimento para o consumo no processo industrial tem origem nos dois poços de captação existentes na área da instalação, com potência do meio de extração de 10 cv (Poço 1) e 3 cv (Poço 2). Ambas as captações encontram-se autorizadas para a utilização do domínio hídrico e o Poço 1 possui alvará de licença válido. O Poço 1 apresenta uma profundidade máxima de 8 m e o volume mensal máximo a que está autorizado é de  $1800 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$ .

O fuelóleo é utilizado como combustível na caldeira de produção de vapor, o gás propano é utilizado para a ignição da caldeira de aquecimento do melão e por fim, o gasóleo é utilizado como fonte de energia principalmente em equipamentos móveis para transporte de mercadorias (nomeadamente empilhadores) e também numa caldeira do tipo doméstico, para aquecimento de água. O fuelóleo é armazenado em dois reservatórios superficiais com capacidade de armazenamento de 40 000 L e 50 000 L, enquanto o gasóleo é armazenado num depósito subterrâneo, com capacidade de 24 000 L, localizado no posto de abastecimento e armazenamento de gasóleo.

Os combustíveis utilizados na instalação estão enumerados na lista de produtos químicos (combustíveis e lubrificantes) utilizados na instalação (ver Tabela H 1 do Anexo H), bem como, as informações ecológicas e as dos componentes dos produtos compilada a partir das fichas de segurança dos respetivos produtos.

**Tabela 14: Principais entradas do processo produtivo da instalação em estudo.**

<b>Categoria</b>	<b>Entrada</b>
<b>Matérias-primas</b>	Sólidas: cereais (trigo, aveia, milho)
	Líquidas: óleos (de soja, peixe)
	Elétrica
<b>Energia</b>	Fuelóleo
	Gasóleo
	Gás propano
	Rede pública
<b>Água</b>	Águas subterrâneas (2 poços ativos)

**Tabela 15: Inventário dos produtos químicos utilizados no processo produtivo da instalação em estudo.**

<b>Produto</b>	<b>Estado</b>	<b>Quantidade anual (ton)</b>	<b>Símbolo de risco</b>	<b>Frase de Risco</b>
<i>Alimet</i> - Metionina Líquida	Líquido	57.445	Xi irritante	R41 - Risco de lesões oculares graves
Bicarbonato de sódio	Sólido (pó)	442.225	-	-
<i>Covatone 456</i>	Líquido	0,4	-	-
<i>Fungistop</i>	Sólido (pó)	4,956	-	R36 - Irritante para os olhos
<i>Actigen</i>	Sólido (pó)	1,4	-	-
Corante Amarelo E-102/G80	Sólido (pó)	0,575	-	-
Corante Verde-Menta 839	Sólido (pó)	2,85	-	-
<i>Biobac</i>	Líquido	6,225	-	-

Na Tabela 15 é possível verificar as principais saídas do processo produtivo, designadamente os produtos acabados, emissões atmosféricas, efluentes líquidos gerados e resíduos sólidos produzidos.



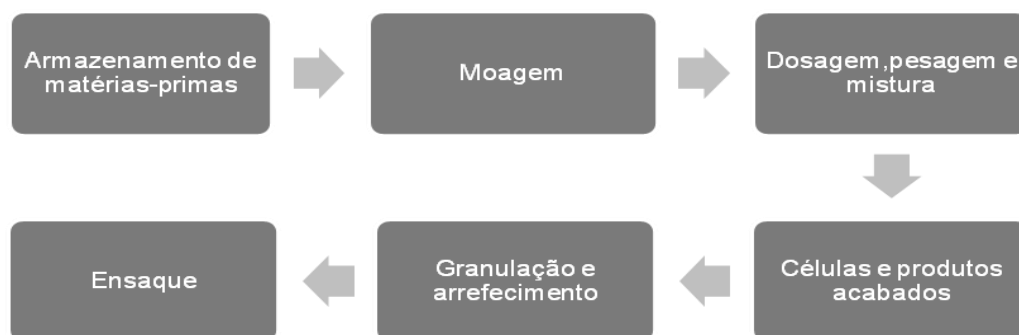
**Tabela 16: Resumo das principais saídas do processo produtivo da instalação em estudo.**

<b>Categoria</b>	<b>Saídas</b>
<b>Produtos</b>	Alimentos compostos para animais de criação Alimentos compostos para animais de companhia
<b>Emissões atmosféricas</b>	Monóxido de carbono (CO) Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> ) Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ) Compostos Orgânicos Voláteis (COV) Partículas de fontes fixas Partículas de fontes difusas
<b>Efluentes líquidos</b>	Carência Química de Oxigénio (CQO) Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO) Sólidos Suspensos Totais (SST) Hidrocarbonetos Totais
<b>Resíduos sólidos</b>	Embalagens de papel, cartão, plástico Filtros de óleo e de ar, óleos de motores e embalagens contaminadas Paletes de madeira Sucata

#### **4.2.1.2. PROCESSOS E INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO**

O processo de fabrico de rações requer diversos tipos de matérias-primas, entre os quais, aditivos de natureza diversa. As principais matérias-primas utilizadas são: cereais (trigo, aveia, milho, cevada), melaço e gorduras. No que concerne às matérias-primas líquidas, estas encontram-se armazenadas em vários depósitos com capacidades superiores a 20 000 L, dos quais seis estão localizados fora dos locais de produção, em zonas não cobertas.

As principais operações unitárias envolvidas no processo de fabrico de rações são a receção, pesagem e armazenamento de matérias-primas, a moagem dos cereais, a dosagem, pesagem e mistura das matérias-primas e aditivos de acordo com a formulação, o armazenamento em silos de produto acabado (produto farinado) ou granulação, o arrefecimento do produto granulado, o armazenamento em silos de produto acabado (granulado), o ensacamento, e por fim, a expedição de produto acabado ensacado ou a granel. Um esquema resumido do processo de fabrico é apresentado a seguir na Figura 5.



**Figura 5: Esquema resumido do processo de fabrico de alimentos compostos para animais.**

As atividades desenvolvidas nas várias fases do processo produtivo de rações e na unidade de misturas são sumariamente descritas nas Tabelas 17 a 19, respetivamente.

Os processos auxiliares, nomeadamente a produção de ar comprimido e de vapor (ver Tabela 20), são comuns às duas unidades fabris. Na produção de vapor é consumida água proveniente de duas captações de água subterrânea (poços 1 e 2), localizadas dentro do perímetro das instalações.

**Tabela 17: Atividades do processo produtivo de alimentos compostos para animais de criação.**

<b>Tarefa</b>	<b>Descrição</b>
<b>Armazenagem de matérias-primas</b>	São variadíssimas as matérias-primas usadas neste processo mas consistem basicamente numa variedade de cereais e seus derivados que incluem o trigo, aveia, milho, cevada, etc. Estas podem ser armazenadas a granel ou em silos. Entram ainda na composição das rações os micronutrientes, que podem ser vitaminas ou compostos químicos para dar sabor e odor agradável.
<b>Moagem</b>	Durante esta operação os cereais são moídos. Existe um sistema de aspiração que tem uma chaminé para o exterior, com filtro, limpo periodicamente.
<b>Dosagem/Pesagem/ Mistura</b>	Dosagem, pesagem e mistura das diferentes matérias-primas de acordo com a formulação e na adição de gordura, antifúngico, metionina e concentrados.
<b>Células e produtos acabados</b>	Existe um sistema de aspiração para as células de produto moído. A chaminé deste sistema também tem filtros associados.
<b>Granulação/ Arrefecimento</b>	Para a granulação do produto introduz-se vapor de água que é produzido pelas caldeiras. Existe um ventilador que vai permitir o arrefecimento do produto, sendo o vapor de água libertado para a atmosfera. Existem 2 granuladoras e cada uma com um ciclone.
<b>Ensaque</b>	A granel ou em sacos – o sistema de ensaque tem associado um sistema de aspiração e é totalmente automatizado.

**Tabela 18: Descrição das atividades para a produção de alimentos compostos para a unidade de Mix (misturas).**

<b>Tarefas</b>	<b>Descrição</b>
<b>Unidade de fabrico de Mix</b>	Secção de ensaque, paletização e armazenamento de produto acabado.  Unidade de mistura e armazenagem de matérias-primas a granel.

**Tabela 19: Descrição das atividades para a produção de alimentos compostos para animais de companhia.**

<b>Tarefa</b>	<b>Descrição</b>
<b>Armazenagem de matérias-primas</b>	Inicialmente as matérias-primas são armazenadas em silos a partir dos quais é feita a alimentação da linha de produção.
<b>Doseamento e pesagem</b>	Os ingredientes são doseados consoante a fórmula de fabrico e sofrem uma pré-mistura em bruto. Em seguida são reduzidos por moagem ao calibre definido.
<b>Adição manual</b>	Posteriormente é feita uma adição de vitaminas e mistura das mesmas nos ingredientes moídos. A mistura é alimentada a um condicionador, onde é preparada para a fase de extrusão através da adição de água e de vapor.
<b>Condicionador/ Extrusão</b>	A extrusora é constituída por um cilindro com um parafuso sem-fim que comprime a mistura contra uma matriz provocando a expulsão do material compacto. À saída da matriz existe um mecanismo de lâminas que corta longitudinalmente a ração extrudida.
<b>Secador</b>	Em seguida a ração é seca num secador aquecido com vapor de água. A ração está pronta a ser incorporada de líquidos de forma a serem obtidas diferentes cores e aromas.
<b>Arrefecimento</b>	O produto extrudido é arrefecido e equilibrado à temperatura ambiente.
<b>Ensaque</b>	Efetuada em sacos.

**Tabela 20: Processos auxiliares.**

<b>Tarefas/ Atividades</b>	<b>Descrição</b>
<b>Processos auxiliares</b>	<p>A instalação dispõe de três caldeiras que funcionam alternadamente para a produção de vapor. O vapor produzido é utilizado na granulação da ração e ainda, para aquecer tubagens e depósitos de melaço, que é "sólido" à temperatura ambiente e tem que ser liquefeito para ser doseado.</p> <p>As caldeiras utilizam fuelóleo como combustível e água proveniente das fontes de captação (poços 1 e 2) para produção de vapor de água.</p>

#### **4.2.1.3. PROCESSOS E ESTRUTURAS DE APOIO**

- **Instalações de Tratamento e de Prevenção**

O tratamento de efluentes líquidos, na instalação em estudo, é efetuado numa ETAR subterrânea e num Tanque de Separação de Hidrocarbonetos (TSH) de dupla

decantação. Apesar de no processo produtivo não serem produzidas águas residuais industriais, são geradas águas residuais domésticas e outras provenientes de operações de lavagem e da manutenção de empilhadores (geradas na Oficina 1), assim como escorrência de águas pluviais. As águas (de escorrências e de pequenos derrames) geradas junto ao posto de abastecimento e armazenamento de gasóleo são encaminhadas para o TSH, com uma capacidade máxima de 865 L, sendo o seu efluente posteriormente e encaminhado para a ETAR.

As águas residuais domésticas provenientes das instalações sanitárias, balneários e escritórios, são encaminhadas para a ETAR, juntamente com as águas residuais provenientes do TSH, onde são sujeitas inicialmente aos processos de gradagem, seguindo-se um tratamento biológico (aeróbio e anaeróbio) e decantação, sendo finalmente descarregadas no solo em profundidade através do poço absorvente n.º1 (ver Figura 6).



**Figura 6: Fotografia da ETAR da instalação em estudo.**

A descarga do efluente líquido da ETAR no solo decorre da emissão, do título de utilização de recursos hídrico nº 225/2011 (ARHC). Os volumes de efluentes da ETAR descarregados no solo encontram-se listados na Tabela 21. É de referir que durante os primeiros cinco meses de 2011, sabe-se que o efluente da ETAR foi entregue a uma estação de tratamento de águas do distrito e por isso, de janeiro a maio não se encontram registados volumes de descarga de efluente (ver Tabela 21). A média mensal de volume de descarga é de 105,75 m<sup>3</sup>/mês.

Tabela 21: Volumes de descarga de efluente da ETAR, em m<sup>3</sup> (RAA,2011).

Mês	janeiro a maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
<b>Volume (em m<sup>3</sup>)</b>	-	102,40	106,57	108,84	106,94	104,30	104,67	106,57

A monitorização das águas residuais tratadas na ETAR, bem como, das águas provenientes da purga da caldeira é realizada semestralmente, de acordo com o estipulado na licença ambiental da instalação industrial em estudo (apresentado no Quadro II.1 do Anexo II da referida licença).

Os resultados obtidos na medição dos parâmetros de controlo de qualidade do efluente à saída da ETAR e em caixa de visita a montante do poço absorvente n.º1, onde é descarregado o efluente são apresentados na Tabela 22. Relativamente aos valores obtidos das concentrações dos parâmetros, tanto para o ano de 2011 como o de 2012, é possível verificar que cumprem integralmente as condições impostas pelo Título de Utilização de Recursos Hídricos (TURH) referidas no nº3 do Anexo II da Licença Ambiental desta instalação, ou seja, encontram-se abaixo do valor limite de emissão (VLE).

Na instalação existe também um tanque de dissipação de calor que recebe as águas residuais provenientes das purgas das caldeiras, que posteriormente são descarregadas para o poço absorvente n.º2.

No que concerne às águas pluviais, estas são recolhidas em rede separativa, pelo coletor municipal que as descarrega na valeta junto da via pública.

**Tabela 22: Concentrações dos parâmetros analisados ao efluente da ETAR em 2011 e 2012 (Boletim de análise, Laboratório de águas e efluentes).**

Parâmetro analítico	VLE	Valor obtido em 2011	Valor obtido em 2012	Unidade	Método analítico
<b>pH a 20°C</b>	6,0 - 9,0	7,2	7,3	–	Potenciometria (SMEWW 4500- H <sup>+</sup> B)
<b>Carência Química de Oxigênio (CQO)</b>	150	120	68	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	Método colorimétrico em refluxo fechado (SMEWW 5220 D)
<b>Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO<sub>5</sub>)</b>	40	12	10	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	Incubação e método do elétrodo com membrana (SMEWW 5210 B)
<b>Sólidos Suspensos Totais (SST)</b>	60	52	29	mgL <sup>-1</sup>	Gravimetria (SMEWW 2540 D)
<b>Hidrocarbonetos Totais</b>	10	< 5	< 5	mg.L <sup>-1</sup>	Gravimetria (SMEWW 5520 D.F)

Por último, relativamente às instalações de prevenção, verifica-se a existência de sistemas de contenção de derrames na zona posto de abastecimento e armazenamento de combustível, isto é, existem grelhas com caixas de visita no perímetro da zona referida. Estes sistemas permitem que pequenos derrames de combustível ou de águas residuais de escorrências geradas neste local sejam diretamente encaminhados para o separador de hidrocarbonetos, impedindo assim que alcancem o solo.

- **Armazenamento de Resíduos**

Os resíduos produzidos na instalação industrial em estudo aguardam encaminhamento para destino final em parques (locais) de armazenamento temporário de resíduos existentes em quatro principais locais (ver Figura G1, no Anexo G), designadamente:

- Parque de Resíduos 1 (PR1): coberto e impermeabilizado, destinado a resíduos não perigosos, tais como embalagens de plástico, embalagens de papel e cartão, matérias impróprias para consumo ou processamento e embalagens compósitas;
- Parque de Resíduos 2 (PR2): não coberto e impermeabilizado, destinado a resíduos não perigosos, como paletes de embalagem de madeira;
- Parque de Resíduos 3 (PR3): não coberto e impermeabilizado, destinado a resíduos perigosos, tais como: óleos e gorduras alimentares, óleos e gorduras não abrangidos no código 20 01 25, embalagens contaminadas;

- Parque de Resíduos 4 (PR4): não coberto e impermeabilizado, destinado a resíduos não perigosos, como sucata (a granel).

Os resíduos produzidos na instalação em estudo, de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), e respetivas quantidades, registadas no ano de 2011 são sumariamente listados e catalogados na Tabela 23.

**Tabela 23: Fluxo de resíduos com origem na instalação em 2011 (Fonte: RAA, 2011).**

<b>Código LER</b>	<b>Designação LER</b>	<b>Quantidade produzida [ton]</b>
02 03 04	Materiais impróprios para consumo ou processamento	291,32
08 03 18	Resíduos de toner de impressão	0,052
13 02 08	Outros óleos de motor e transmissões e lubrificação	0,9
13 05 02	Água com óleo proveniente do separador	0,8
13 05 07	Águas oleosas	0,86
15 01 01	Embalagens de cartão	47,75
15 01 02	Embalagens de plástico	100,224
15 01 03	Embalagens de madeira	191,26
15 01 05	Embalagens compósitas	67,54
15 01 06	Misturas de embalagens	10,32
15 01 10	Embalagens contendo resíduos de substâncias perigosas	11,434
16 01 17	Metais ferrosos	58,12
16 01 18	Metais não ferrosos	0,44
16 06 01	Acumuladores de chumbo	1,68
20 03 04	Lamas de fossas sépticas	50,72

- **Outras estruturas de apoio**

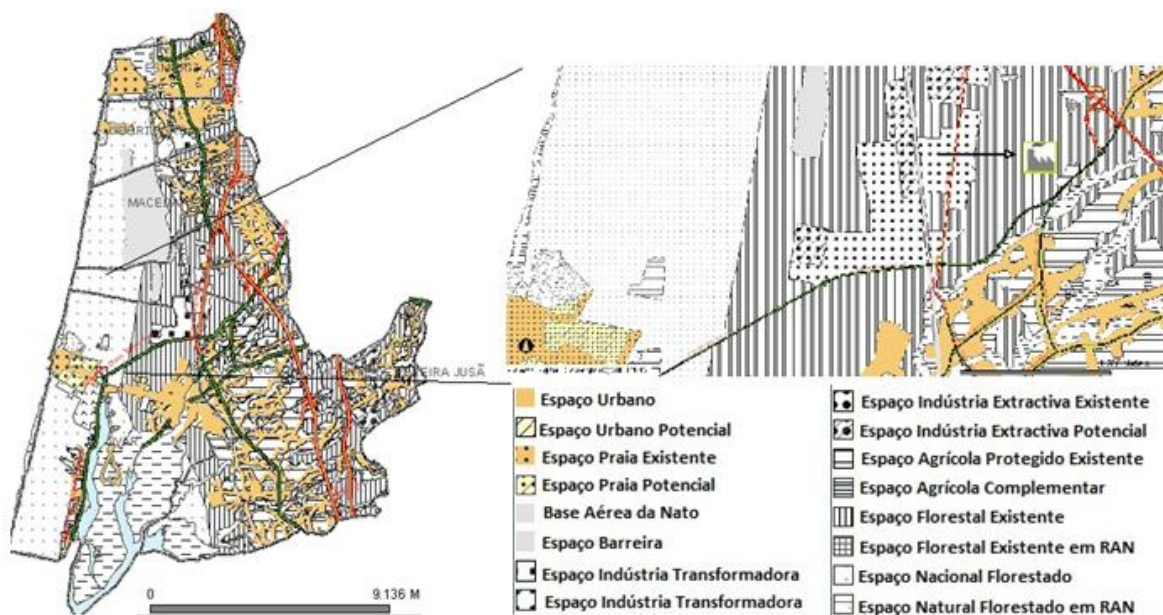
Tal como referido anteriormente, existem duas oficinas (oficina 1 e oficina 2), ambas em locais cobertos. Na oficina 1 é efetuada a manutenção dos empilhadores e operações de lavagem, enquanto na oficina 2 é a manutenção de diversos equipamentos existentes na instalação. Além disso, a oficina 1 inclui o armazenamento licenciado de resíduos perigosos, tais como óleos de motores, transmissões e lubrificação. Nesta oficina, todos estes resíduos encontram-se armazenados num local com bacia de retenção. Como referido anteriormente, os efluentes gerados na oficina 1 são encaminhados para o TSH localizado junto desta oficina (ver Figura G1, no Anexo G).



#### 4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO INICIAL DA ÁREA ENVOLVENTE

Seguindo os pressupostos do diploma de RA, a caracterização do estado inicial restringe-se à descrição dos domínios ambientais solo, água e das espécies e habitats naturais protegidos na área envolvente à instalação industrial.

No domínio do solo, foram analisados os instrumentos legais no contexto do Ordenamento do Território, em particular, o Plano Diretor Municipal (PDM). A instalação industrial localiza-se numa zona classificada, na carta de ordenamento do PDM (vide Figura 7), como Espaço da Indústria Transformadora, localizando-se fora de zonas classificadas como Espaço Natural Florestado em Reserva Agrícola Nacional (RAN) e como Espaço Florestal Existente em RAN (Figura 7).



**Figura 7: Carta de ordenamento do PDM do município do caso de estudo. Imagem orientada a norte (Adaptado de: Carta do PDM disponível no endereço web do município).**

De acordo com a Figura 8, a instalação industrial não se insere em área de Reserva Ecológica Nacional (REN), mas relativamente próxima de algumas dessas áreas.



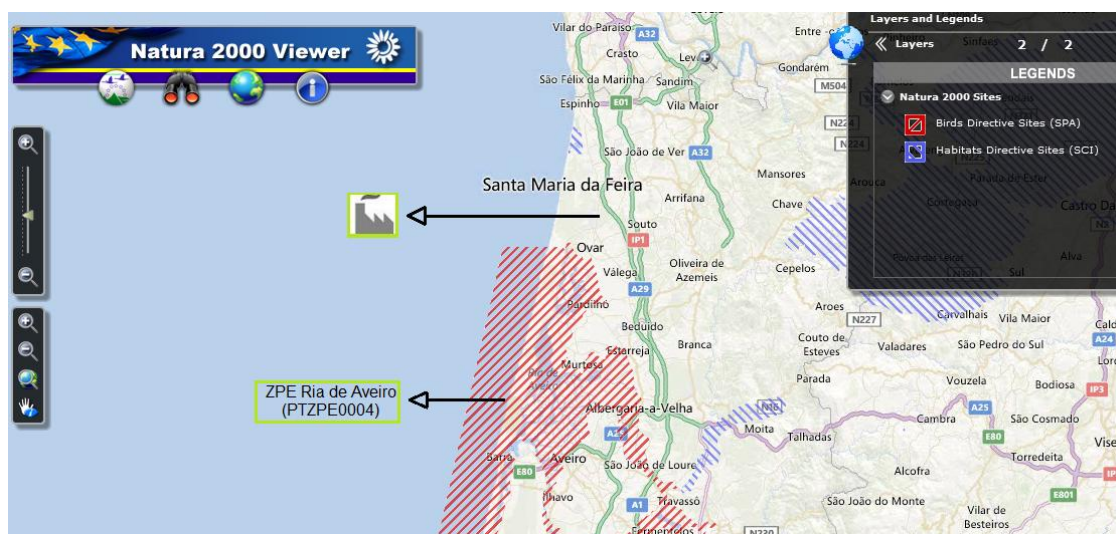
**Figura 8: Mapa com localização das áreas de REN (representadas a verde) na envolvente à instalação em estudo (Adaptado de: PDM da REN disponível no endereço web do município).**

Na área envolvente à instalação existem também verifica-se a existência de várias unidades industriais (com atividades diversas) e uma via de acesso ao Norte e Centro do país (ver Figura 9).



**Figura 9: Envolvente da instalação em estudo (Fonte: URL 7).**

Em relação à caracterização da envolvente à instalação, nomeadamente à existência de áreas classificadas e/ou protegidas, verifica-se que a cerca de 12 km da área da instalação se encontra a Norte a Barrinha de Esmoriz, Sítio de Importância Comunitária (SIC); a Sul a Ria de Aveiro, a cerca de 6 km, área classificada como ZPE, cujo código é PTZPE0004 (ver Figura 10) e a menos de 4 km de distância, a sul da área da instalação, localiza-se a área da Foz do Cáster, Espaço Natural Protegido e com estatuto de REN (Reis, 1998). Com o recurso à plataforma Natura 2000 Viewer (URL 8) verificaram-se os limites da ZPE da Ria de Aveiro e a localização exata da instalação, confirmando-se que a localização não estava abrangida pela área da ZPE (como se pode ver na Figura 10).



**Figura 10: Localização da Rede Natura 2000 na envolvente da instalação industrial (Fonte: URL 8).**

A ZPE da Ria de Aveiro está inserida na Rede Natura 2000, que é uma rede ecológica para o espaço Comunitário da UE, resultante da aplicação das Diretivas nº 79/409/CEE (Diretiva Aves) e nº 92/43/CEE (Diretiva Habitats) que tem como finalidade assegurar a conservação a longo prazo das espécies e dos habitats mais ameaçados da Europa (URL 9).

No que se refere às espécies e habitats naturais protegidos da ZPE Ria de Aveiro, e recorrendo a informação bibliográfica, verifica-se que esta zona alberga várias espécies com estatuto de proteção (como a Garça-Vermelha *Ardea Purpurea*, o Borrelho-de-coleira-interrompida *Charadrius alexandrinus*, o Borrelho-grande-de-coleira *Charadrius biaticula*, a Negrola *Melanita nigra* e o Alfaiate *Recurvirostra avosetta*), além de concentrações significativas de espécies de importância comunitária (indicadas no Anexo

F) (URL 10). Relativamente à área da Foz do Cáster, o inventário das espécies protegidas de fauna e flora encontra-se descrito no Anexo F (ver Tabelas F1, F2 e F3).

Quanto ao domínio água foi necessário analisar a informação disponível para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

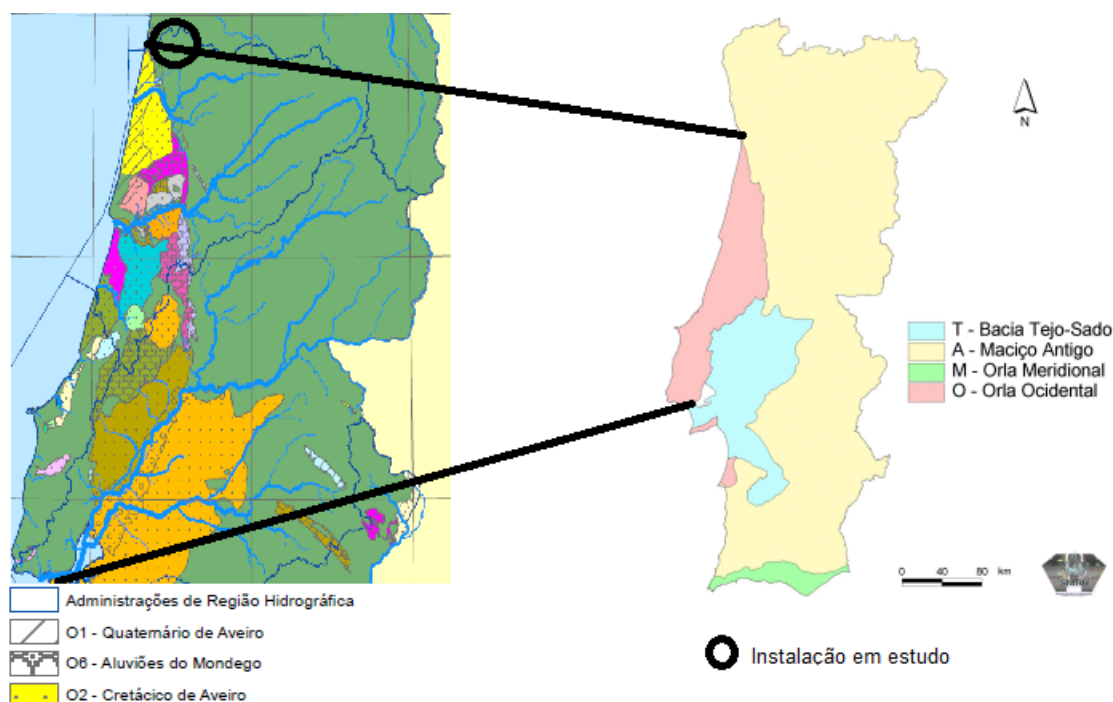
Em relação aos recursos hídricos superficiais, verifica-se que a instalação se insere na Bacia Hidrográfica do Vouga. Desta bacia hidrográfica, na área do município do caso de estudo, os principais cursos de água na sua envolvente são o rio Cáster, as ribeiras da Senhora da Graça e de São João (Figura 11).

Verifica-se que a parte do município onde se localiza a instalação, concretamente a parte Norte, drena para a Ria de Aveiro (que é uma massa de água em que ocorre a transição entre as águas doces do interior e as águas costeiras). A Ria de Aveiro é uma das zonas húmidas mais extensas de Portugal, sendo um sistema lagunar, que inclui águas estuarinas, sapais, salinas, zonas palustres de água doce e áreas de floresta aluvial associados ao Rio Vouga e os seus principais afluentes. A Ria recebe água superficial transportada por um número elevado de linhas de água, que drenam uma área total de 3635 km<sup>2</sup> (correspondente à área da Bacia Hidrográfica do Vouga). Destes 3635 km<sup>2</sup> são drenados 2425 Km<sup>2</sup> pelo rio Vouga para o Oceano Atlântico, através da Ria de Aveiro (URL 11).

Para a caracterização da qualidade das águas superficiais não se encontrou informação recente relativa às águas superficiais mais próximas do local de estudo. Além disso, das estações da Rede de Qualidade da Água Superficial do SNIRH, a estação de monitorização existente mais próxima do local de estudo localizava-se noutra município e por este motivo não se justificava apresentar os resultados por esta monitorizados. Adicionalmente, os dados do SNIRH não se encontram atualizados, uma vez que a manutenção das estações de monitorização automáticas foi suspensa desde meados de março de 2010, verificando-se falhas na disponibilização de dados ao público (URL 12).

Uma vez não obtida a informação mais recente relativa à caracterização das águas superficiais mais próximas do local de estudo, optou-se por pesquisar na bibliografia a melhor informação disponível. Na recolha bibliográfica, em particular em estudos de diagnóstico ambiental desenvolvidos para o Plano Municipal da Água (relativo aos municípios que pertencem à Associação de Municípios da Ria, URL 11) obteve-se informação de que em alguns dos cursos de água abrangidos pela área do município do caso de estudo, dada a proximidade de zonas industriais, apresentavam elevados níveis de poluição, sendo no entanto de salientar que, muitas das linhas de água,





**Figura 12: Sistemas aquíferos da unidade Orla Ocidental e legenda dos sistemas mais próximos à instalação do caso de estudo (Adaptado de: URL 14).**

O sistema aquífero mais próximo da instalação em estudo é o Sistema Quaternário de Aveiro, que apresenta uma área ocupada de 931 km<sup>2</sup> e integra as bacias hidrográficas dos rios Vouga e Mondego, Ribeiras da Costa e Mangas das Ribeiras da Costa. As formações aquíferas dominantes são terraços fluviais e praias antigas (de idade Pliocénica), depósitos da base do Quaternário e dunas e aluviões, também do Quaternário. Este sistema é constituído por três unidades aquíferas, um aquífero freático instalado em depósitos pliocénicos de fraca permeabilidade, um aquífero confinado ou semiconfinado, instalado nos depósitos da base do Quaternário e um aquífero freático instalado em dunas e nas aluviões (URL 13). O aquífero instalado na base do quaternário assume um papel importante, quer no abastecimento urbano, quer no abastecimento de várias instalações industriais. Trata-se de um aquífero confinado, na maior parte da sua extensão. Por sua vez, o aquífero freático instalado nas dunas é explorado por várias captações particulares, sendo predominantes os poços de grande diâmetro tradicionais, bem como para abastecimentos urbanos e industriais (como é o caso da instalação em estudo, que possui dois poços de captação, ativos).

Como referido anteriormente, a instalação industrial localiza-se próxima do sistema aquífero Quaternário de Aveiro, e sob o ponto de vista geológico o solo é constituído fundamentalmente por areias, terraços e cascalheiras (com origem no Quaternário) e também por areias de duna e areias de praia (de origem recente) (ver Figura 13).

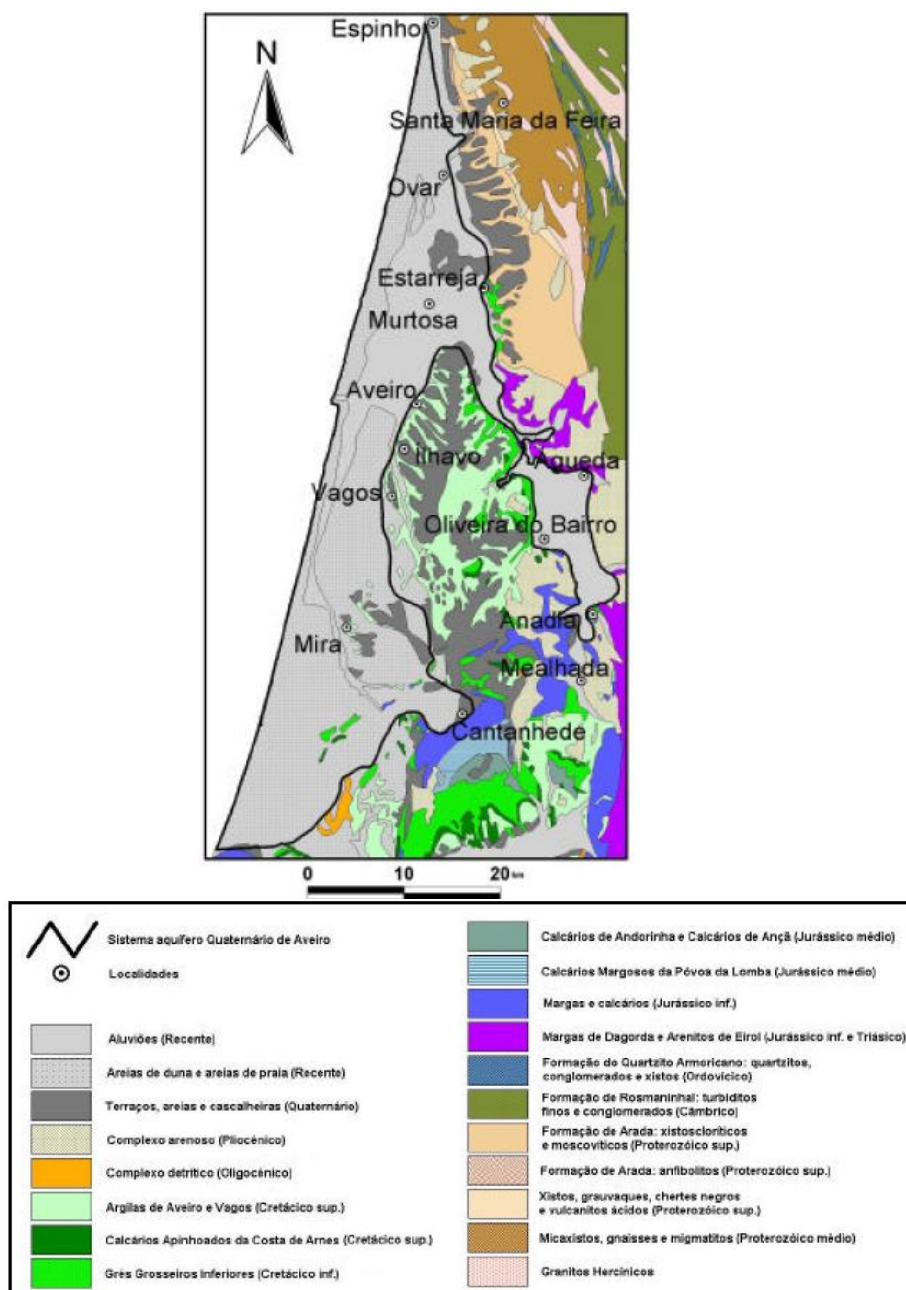


Figura 13: Enquadramento Lito estratigráfico do sistema aquífero Quaternário de Aveiro (Fonte: URL 13).

A caracterização da área envolvente carece de informações atualizadas referentes ao estado inicial dos domínios água e solos, uma vez que não foi possível a realização de análises da água dos poços (águas subterrâneas) para determinação do pH e da concentração de metais, nem a realização de análises ao solo, no que se refere à concentração de metais, granulometria e composição em carbono total (orgânico e inorgânico). Idealmente seria também vantajoso realizarem-se análises às águas superficiais nos cursos de água mais próximos da instalação. Uma vez que os dados disponíveis e mais recentes são relativos a uma estação da rede de qualidade da água

superficial do SNIRH que se encontra fora do município da instalação (contudo município imediatamente a seguir).

#### **4.3. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PERIGOS COM POTENCIAL (OU AMEAÇA IMINENTE) DANO AMBIENTAL**

Com o objetivo de identificar e caracterizar os perigos com potencial (ou ameaça iminente de) dano ambiental selecionou-se a técnica *checklist* utilizada durante a auditoria às instalações (a *checklist* desenvolvida encontra-se no Anexo E). No âmbito deste trabalho, escolheu-se esta técnica uma vez que permite um estudo relativamente rápido das situações de perigo nas instalações. Dado que os documentos (RAA, licença ambiental, entre outros) foram fornecidos antes da realização da auditoria, foi possível estudar o caso de estudo e desenvolver previamente a *checklist*. Assim, a aplicação desta técnica permitiu verificar *in loco* todas as condições da instalação e responder a todas as questões da referida lista de verificação, tornando-se bastante útil uma vez que possibilitou que durante a auditoria existisse um fio condutor da visita às instalações e assim todas as áreas da instalação seriam examinadas. Além disso, esta técnica permitiu, em relativamente pouco tempo, ter uma noção geral dos vários pontos críticos que serão estudados em pormenor posteriormente e não necessitou de um nível de descrição do sistema de estudo de um modo muito detalhado.

A inexistência de registo histórico de ocorrências de acidentes/eventos tornou inviável a aplicação da análise histórica de eventos de perigo. Além disso, não foi possível utilizar a técnica HAZOP, uma vez que requer a divisão da planta em pontos, entre os quais existem os sistemas termo hidráulicos (o principal domínio aplicação desta técnica) e que não foram estudados em particular.

Tendo em conta os pré-requisitos para a aplicação da técnica *checklist*, efetuou-se a compilação e a análise preliminar de toda a informação disponível para a instalação industrial. Nesta análise foram identificadas as várias zonas da instalação e as principais atividades com potencial risco associado e preparada a checklist apresentada no Anexo E. Durante a auditoria às instalações, realizada em 2012, foram observadas e registadas todas as evidências e factos existentes nos vários pontos de interesse, locais e zonas, de acordo com a *checklist*. Os resultados da auditoria encontram-se sumariamente listados nas Tabelas 24 e 25.



**Tabela 24: Identificação das atividades com perigo associado.**

#### **Local dos depósitos de fuelóleo**

1) Derrame de pequena quantidade de óleo no solo (aparentemente óleo alimentar), proveniente de um tubo existente num dos depósitos.

2) Armazenamento incorreto de um bidão de plástico (sem tampa) com restos de óleo não identificado.

#### **Depósitos (capacidade superior a 20 000 L) de matérias-primas**

1) Derrame de óleo alimentar retido na sua bacia de retenção proveniente de um dos depósitos de matérias-primas. A altura do líquido derramado é cerca de 1/3 da capacidade máxima da bacia. Uma vez que a zona não está coberta, com a possibilidade de aguaceiros poderá verificar-se a acumulação contínua, provocando mais tarde o derrame da mistura líquida para o solo.

#### **Estação de abastecimento e armazenamento de combustível**

1) Armazenamento de combustível em depósito de gasóleo subterrâneo, com capacidade de 24 000 L.

2) Derrame, para o solo de pouca quantidade do combustível. O combustível derramado atingiu inicialmente as grelhas das caixas de visita que circundam a zona de abastecimento de combustível, mas devido à obstrução parcial dessas grelhas atingiu o solo.

#### **ETAR**

1) Descarga de água residual (domésticas) após tratamento na ETAR para um sumidouro. É suposto o meio finalizar o tratamento deste efluente proveniente da ETAR, após a infiltração do efluente no solo.

2) A ETAR é subterrânea. No caso de haver uma fuga acidental de efluente não tratado da(s) unidade(s) de tratamento, existe a possibilidade de contaminação de solo e eventualmente das águas subterrâneas, mais rapidamente do que se se tratasse de uma ETAR à superfície. Tendo em conta o tipo de solo da área do caso de estudo (solo arenoso, bastante permeável) pode considerar-se que um cenário credível pode ser contaminação de águas subterrâneas e do solo.

#### **Separador de hidrocarbonetos**

1) O tanque do separador de hidrocarbonetos é subterrâneo, o que só por si constitui um perigo devido à maior rapidez de contaminação de solo e águas subterrâneas no caso de se verificar uma fuga acidental.

#### **Oficina 1 (inclui armazenamento licenciado de resíduos perigosos)**

1) Armazenamento de resíduos perigosos (nomeadamente, óleos de motores, filtros de óleos e embalagens contaminadas).

#### **Oficina 2 /armazém de máquinas**

1) Acumulação de material diverso no chão (por exemplo, vários extintores fora do prazo de validade).

2) Armazenamento de resíduo perigoso (cerca de 10 lâmpadas fluorescentes tubulares) e em local não definido para o efeito.

**Tabela 25: Identificação das atividades com perigo associado (cont.).**

### **Parque de resíduos**

- 1) Acumulação de cerca de 40 bidões empilhados (continham restos de misturas de óleos ou restos de aditivos, com menos de 1/3 da sua capacidade máxima).
- 2) Armazenamento de bidão cheio de óleo alimentar num local não definido para o efeito; o bidão encontra-se dilatado.
- 3) Armazenamento de vários bidões empilhados contendo resíduos perigosos (somente para o ambiente) e fora do local definido para o efeito. Estes bidões continham restos de óleos e aditivos alimentares (usados na produção) com mais de 2/3 da capacidade máxima do reservatório, ou seja, com um volume total máximo estimado de 0,75 m<sup>3</sup>. Estes bidões encontram-se num local em que o piso não está impermeabilizado e muito próximo de um terreno arenoso.
- 4) Armazenamento de resíduo perigoso (cerca de 60 lâmpadas fluorescentes tubulares contidas num reservatório) em local não definido para o efeito. Estes resíduos deveriam estar armazenados no parque de resíduos perigosos.
- 5) Armazenamento de resíduos não perigosos (sucata e metais ferrosos). O piso deste local não está impermeabilizado nem coberto, por isso as escorrências podem atingir o solo.
- 6) Armazenamento de eletrodoméstico (refrigerífico) depositado no parque de resíduos não perigosos, não sendo este o local destinado para este efeito. Local não impermeabilizado, como define a licença ambiental.
- 7) Acumulação de resíduos, como sucata e metais ferrosos, num local fora do PR4 (parque estipulado para armazenar este tipo de resíduos).
- 8) Verificou-se a ausência de bacias de retenção.

### **Unidade de produção + Armazéns**

- 1) Bacia de retenção danificada num depósito de capacidade superior a 20 000 L contendo gordura de aves. O depósito fica dentro da fábrica numa zona próxima do acesso ao exterior desta fábrica, por isso relativamente perto dos terrenos não impermeabilizados.

### **Captação de águas subterrâneas**

- 1) Consumo de água subterrânea extraída de dois poços de captação própria para uso industrial (com potência do meio de extração de 10 cv e 3 cv).

Das atividades/unidades/locais com perigo associado identificados e listados nas Tabelas 24 e 25, alguns já tinham sido identificadas e referidas em estudos anteriores. Por exemplo no Relatório Ambiental Anual (RAA) relativo ao ano de 2010 (RAA, 2010), é apresentado o auto da visita técnica efetuada pela Direção Regional de Economia do Centro à instalação, no qual, foram reconhecidas algumas atividades com perigo associado recorrentes nos últimos anos, nomeadamente:

- As zonas de armazenamento existentes (interior e exterior) de matérias-primas líquidas/aquosas que possam constituir perigo para o meio ambiente, não possuem bacias de retenção com dimensões adequadas; além disso, não estão

afixadas as respetivas de fichas de dados de segurança das substâncias armazenadas, nos depósitos ou bidões;

- O equipamento depositado no perímetro exterior da instalação, em zona não impermeabilizada, não está a ser removido com a maior brevidade possível, tornando possível assim a infiltração de escorrências no solo. Sobretudo os resíduos como sucata e metais ferrosos, que se encontram armazenados recorrentemente no tipo de zonas referido acima, constituem um perigo devido às escorrências no solo.

Uma vez identificados os perigos com potencial dano ambiental, procede-se à seleção dos eventos que podem ser considerados mais significativos para a definição de cenários de perigo com base nesses eventos.

#### **4.4. DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS DE PERIGOS COM POTENCIAL (OU AMEAÇA IMINENTE DE) DANO AMBIENTAL**

De acordo com a informação compilada nas etapas anteriores, aliada ao estudo de toda a informação adicional facultada (por ex. análise dos últimos RAA, licença ambiental, relatórios de auditorias internas, entre outros) foram definidos quatro cenários de perigo (ver Tabela 26) resultantes da aplicação da abordagem PCP e da técnica de AAE. Tendo em conta que a instalação industrial não possui nenhum registo no histórico de ocorrências, pois não se tinha verificado qualquer registo de acidente ou situações efetivas de perigo até à data do final do estágio (agosto de 2012), foram definidos eventos hipotéticos com potenciais consequências a nível ambiental, admitindo que se tratava de eventos com probabilidade suficiente de virem a ocorrer.

**Tabela 26: Cenários de perigo com potencial (ou ameaça iminente de) dano ambiental.**

<b>Cenário</b>	<b>Situação de perigo</b>
Cenário 1	Contaminação de solo por hidrocarbonetos
Cenário 2	Contaminação de solo por descarga de efluente com concentrações de poluentes acima do VLE
Cenário 3	Contaminação de solo por óleos alimentares
Cenário 4	Contaminação da linha de águas pluviais por hidrocarbonetos

Para cada cenário foi construída a respetiva árvore de eventos de modo a determinar e visualizar diferentes hipóteses possíveis de ocorrer, considerando que a que continha

mais fatores condicionantes resultaria no pior cenário de todas as hipóteses consideradas para cada.

No Cenário 1 considera-se uma situação de contaminação de solo por hidrocarbonetos cujo evento iniciador resultou de uma fissura no depósito subterrâneo de combustível. Com base na fonte, evento iniciador e fatores condicionantes foram esquematizadas, numa árvore de eventos (ver Figura 14), 8 possíveis acontecimentos (Cenários de acidente 1A a 1H). Da análise dos diferentes cenários de acidente possíveis foi selecionado o PCP (1-A), uma vez ser o que poderia gerar mais danos ambientais. Este cenário é posteriormente descrito na Tabela 27.

No Cenário 2, foi considerada a situação de descarga do efluente líquido proveniente da ETAR com concentração de poluentes acima do VLE, que resultaria na contaminação do solo. A respetiva árvore de eventos encontra-se esquematizada na Figura 15, onde é possível verificar que foram obtidos 8 cenários possíveis (cenários de acidente 2A a 2H), de acordo com a análise da situação de perigo e respetivos fatores condicionantes. Uma vez mais, foi selecionado o PCP (cenário 2A), descrito na Tabela 28.

No que concerne ao Cenário 3 foi considerada uma situação de contaminação do solo por óleos alimentares que se encontravam armazenados indevidamente numa zona de possível passagem de camiões. A análise da árvore de eventos (ver Figura 16) permitiu definir o cenário 3-A como sendo o PCP para esta situação de perigo, descrita na Tabela 29.

Por último, no Cenário 4 foi analisada a contaminação da linha de água pluvial resultante da libertação de hidrocarbonetos, na zona de armazenamento de fuelóleo. Conforme é possível observar no esquema da Figura 17, foram obtidos 8 cenários possíveis de perigo, dos quais se foi selecionado o que representaria o PCP, tal como é descrito na Tabela 30.

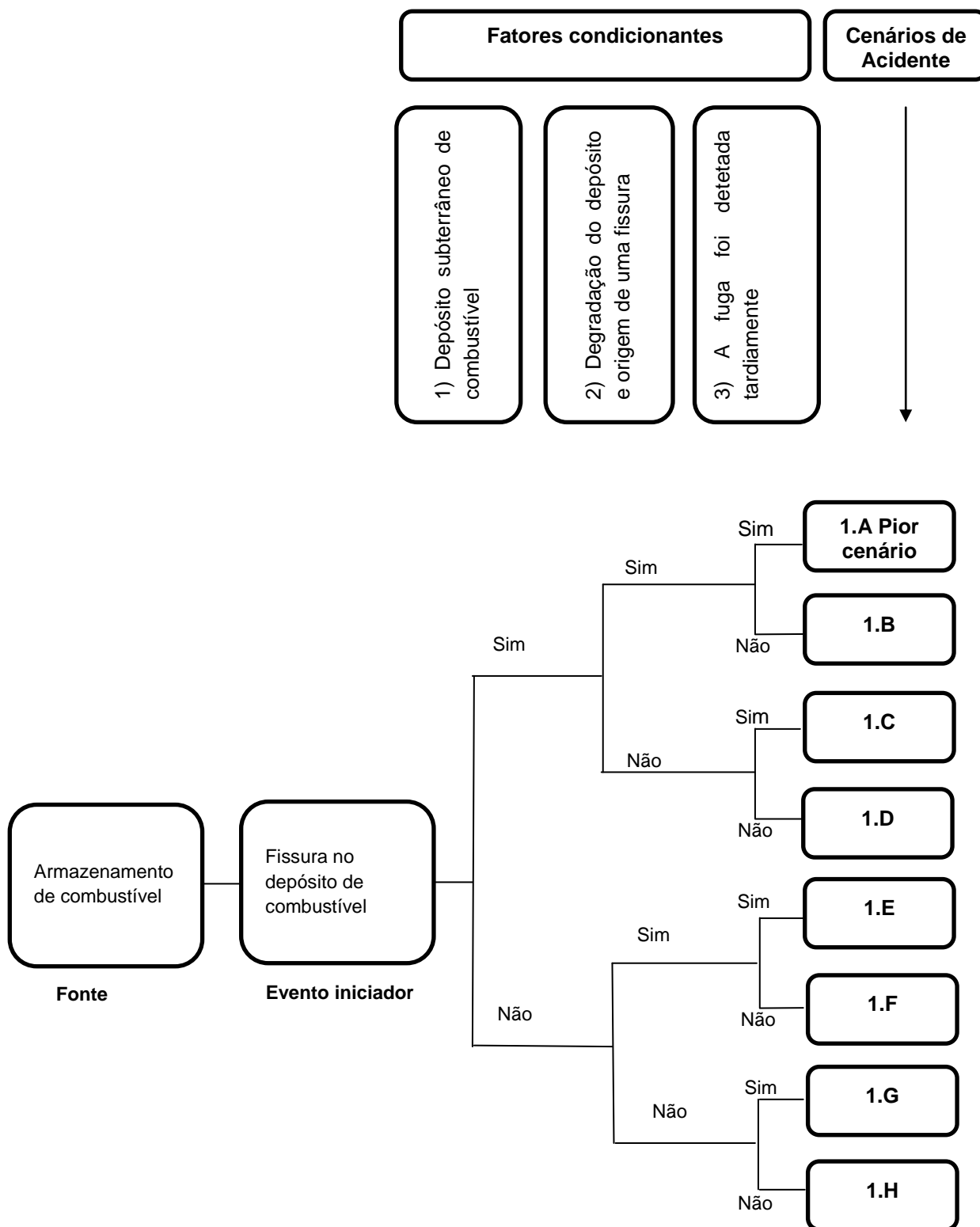


Figura 14: Árvore de eventos considerada para o cenário 1.

Tabela 27: Exposição do Cenário 1A

Cenário 1A	Descrição
<b>Unidade/Processo</b>	Estação de abastecimento de combustível (gasóleo)
<b>Cenário accidental</b>	Introdução de combustível no solo e conseqüente contaminação do solo por hidrocarbonetos e possível contaminação das águas subterrâneas.
<b>Fonte</b>	Armazenamento de combustível num depósito subterrâneo com capacidade para 24 000 L.
<b>Evento iniciador</b>	Fissura no depósito de combustível.
<b>Fatores condicionantes</b>	Degradação do depósito que originou uma fissura por onde se derramou o combustível. A fuga foi detetada tardiamente. O solo neste local é arenoso e por isso permeável.
<b>Descrição do cenário</b>	A degradação do depósito subterrâneo de combustível originou uma fissura de dimensão média por onde se verificou um derrame imediato de gasóleo. Uma vez que essa fissura não foi detetada inicialmente, houve o derrame de 600 L. O combustível infiltrou-se no solo, verificando-se por conseqüência a contaminação do solo por hidrocarbonetos. O facto de neste local o solo ser arenoso faz com que a sua permeabilidade seja considerável e por isso, facilitou a infiltração do combustível no solo. Deste modo, existe a possibilidade que o combustível tenha atingido posteriormente o lençol freático (contaminando as águas subterrâneas).
<b>Medidas de reparação</b>	Reparação da fissura no depósito ou substituição por outro reservatório. Possibilidade de retirar o solo contaminado e de voltar a colocar solo descontaminado ou proceder-se à sua descontaminação <i>in loco</i> .

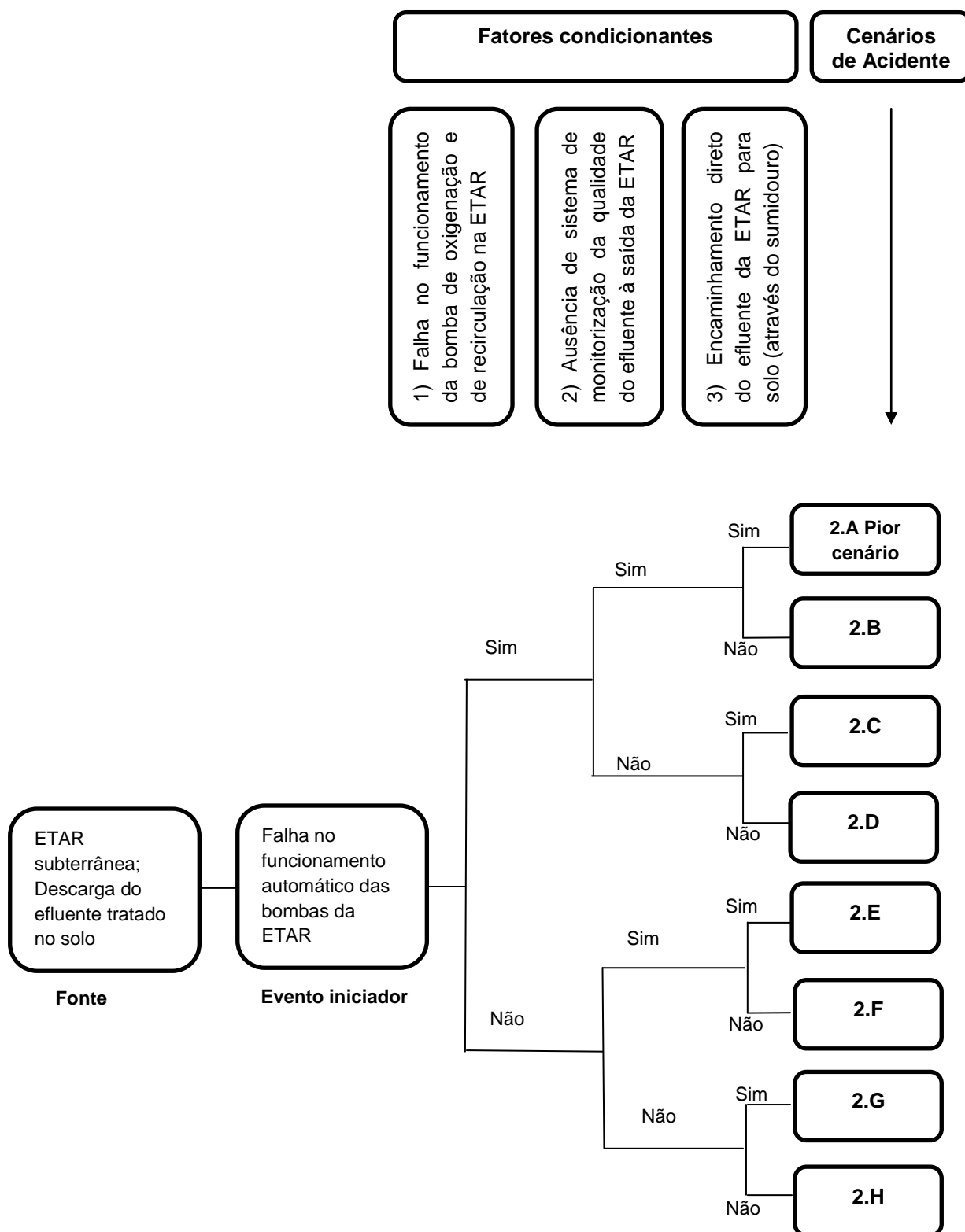


Figura 15: Árvore de eventos considerada para o cenário 2.

Tabela 28: Exposição do Cenário 2A.

Cenário 2A	Descrição
<b>Unidade/Processo</b>	Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)
<b>Cenário acidental</b>	Descarga de efluente com concentração de poluentes acima dos VLE impostos pela Licença Ambiental.
<b>Fonte</b>	ETAR subterrânea e descarga do efluente tratado no sumidouro.
<b>Evento iniciador</b>	As bombas de oxigenação e de recirculação não dispararam automaticamente e não funcionaram.
<b>Fatores condicionantes</b>	Falha no funcionamento da bomba de oxigenação durante os dois dias de descanso semanal da indústria. Ausência de sistema de controlo da qualidade do efluente à saída da ETAR. Encaminhamento do efluente não tratado para o sumidouro.
<b>Descrição do cenário</b>	A falha no funcionamento da bomba de oxigenação presente no reator biológico aeróbio fez com que o efluente a ser tratado apresentasse concentrações de poluentes acima dos VLE, à saída da ETAR. O efluente que sai da ETAR é encaminhado diretamente para o sumidouro. O sumidouro permite a infiltração do efluente no solo, e a contaminação deste no caso de não cumprir os VLE. A falha só foi detetada três dias depois, verificando-se assim a descarga deste efluente cuja concentração de poluentes não cumpria com os VLE. A descarga deste efluente originou a contaminação do solo que recebeu o efluente com elevada carga orgânica. Existe a possibilidade desta descarga ter atingido as águas subterrâneas.
<b>Medidas de reparação</b>	Substituição do solo contaminado por solo descontaminado ou descontaminação do solo <i>in loco</i> . Reparação do motor das bombas de oxigenação e de recirculação ou substituição por um novo.
<b>Medidas de prevenção</b>	Aquisição de um sistema de controlo da qualidade do efluente à saída da ETAR.



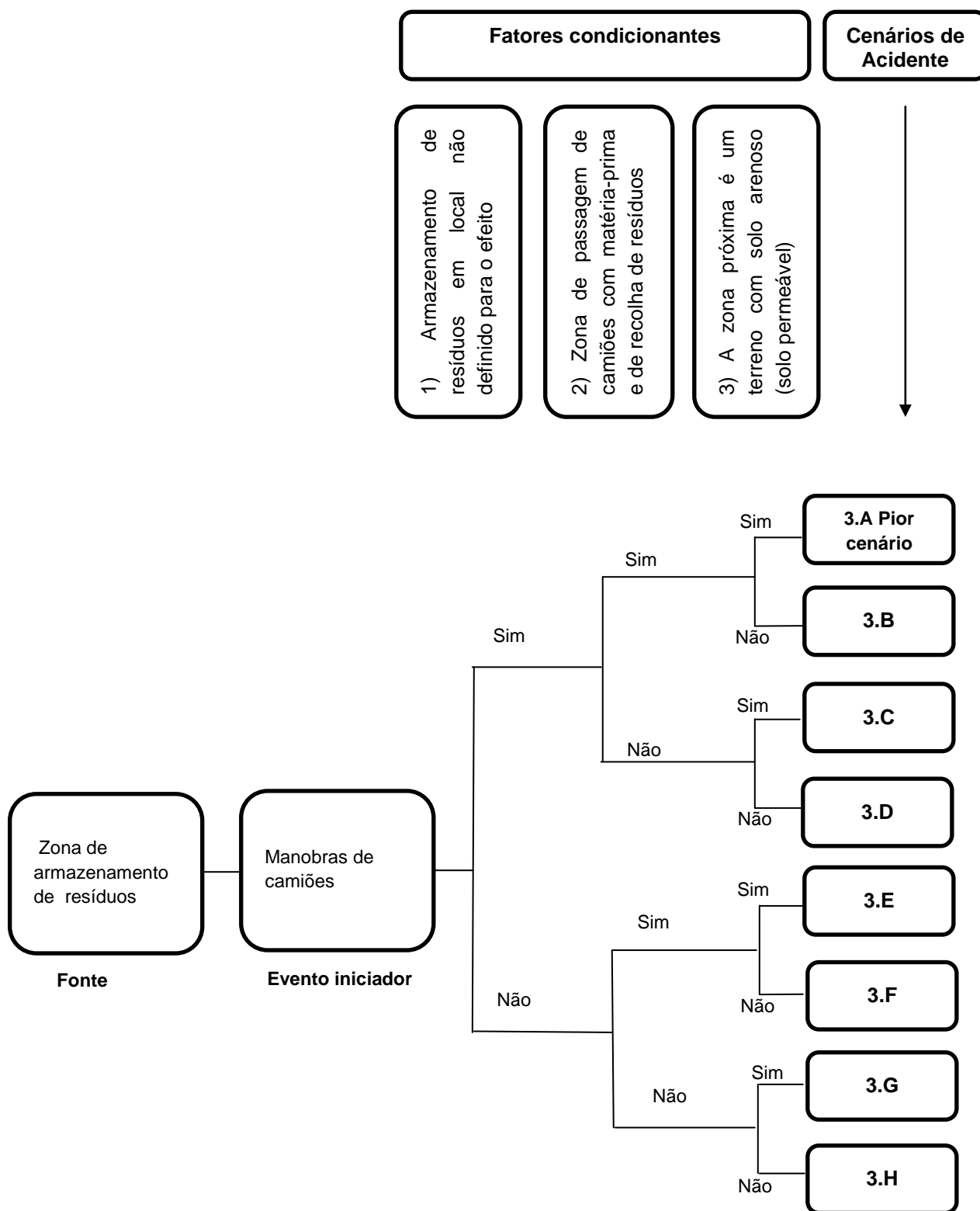


Figura 16: Árvore de eventos considerada para o cenário 3.

Tabela 29: Exposição do Cenário 3A.

Cenário 3 A	Descrição
<b>Unidade/Processo</b>	Processo de armazenamento de resíduos.
<b>Cenário acidental</b>	Derrame de resíduos (misturas de óleos alimentares usados na produção) no solo.
<b>Fonte</b>	Armazenamento de resíduos (misturas de óleos alimentares usados no processo produtivo).
<b>Evento iniciador</b>	Manobras de camiões numa zona de armazenamento de vários bidões empilhados.
<b>Fatores condicionantes</b>	Armazenamento de resíduos em local não definido para o efeito, não impermeabilizado nem coberto.  Zona de passagem de camiões carregados com matéria-prima e de recolha de resíduos (operadores de gestão de resíduos). A zona imediatamente a seguir ao local de armazenamento é um terreno arenoso com vegetação rasteira.
<b>Descrição do cenário</b>	Verificou-se o armazenamento de bidões contendo restos de óleos alimentares provenientes do processo de produção, cada um com uma capacidade máxima de 1000 kg (equivalente a cerca de 1,125 m <sup>3</sup> ). Estes bidões estavam armazenados num parque sem bacia de retenção, empilhados, num local não definido para o efeito, local não impermeabilizado nem coberto e muito próximo de um terreno arenoso. Durante as manobras de um camião na zona de armazenamento, verificou-se o embate do mesmo nos bidões, provocando a queda dos mesmos. Ao atingir o piso bruscamente, os bidões derramaram instantaneamente o seu conteúdo no piso cimentado (que ofereceu uma resistência imediata à passagem de hidrocarbonetos para o solo). Devido à quantidade derramada (aproximadamente 5,1 m <sup>3</sup> ) e à proximidade da queda ao terreno arenoso, verificou-se que o líquido atingiu rapidamente o solo arenoso. As medidas de contenção foram aplicadas o mais rapidamente possível, verificando-se assim o controlo do derrame.  Os óleos derramados atingiram apenas o solo, a contaminação por hidrocarbonetos numa área de cerca de 4 m <sup>2</sup> . Contudo, o solo contaminado não foi retirado imediatamente, viabilizando a hipótese de infiltração dos hidrocarbonetos nas águas subterrâneas uma vez que ele é arenoso, logo permeável. Contudo, esta hipótese é muito pouco provável, tendo em conta a pouca quantidade derramada.
<b>Medidas de reparação</b>	Substituição do solo contaminado por solo novo ou descontaminação do existente.
<b>Medidas de prevenção</b>	Colocação dos resíduos no local definido para o efeito e em parques impermeabilizados. Aquisição de bacias de retenção para todos os bidões que contém resíduos líquidos.

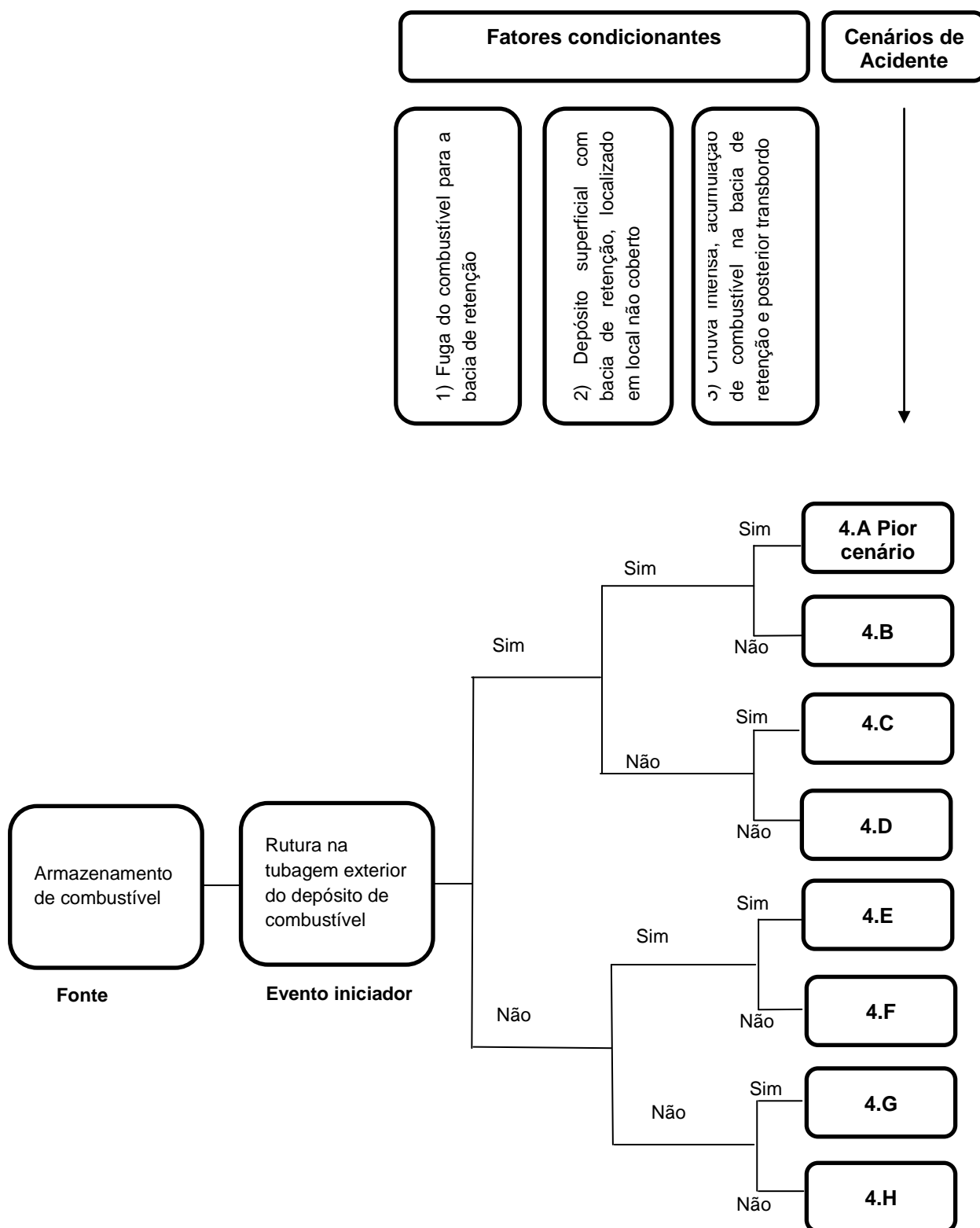


Figura 17: Árvore de eventos considerada para o cenário 4.

Tabela 30: Exposição do Cenário 4A.

Cenário 4 A	Descrição
<b>Unidade/Processo</b>	Armazenamento de combustível (fuelóleo)
<b>Cenário acidental</b>	Introdução de combustível no solo cimentado e contaminação da linha de água pluvial por hidrocarbonetos e possível contaminação das águas superficiais.
<b>Fonte</b>	Dois depósitos superficiais de armazenamento de fuelóleo, com capacidade para 40 000 L e 50 000 L.
<b>Evento iniciador</b>	Rutura na tubagem (exterior) que faz a ligação exterior entre os dois depósitos superficiais existentes neste local.
<b>Fatores condicionantes</b>	<p>Fuga do combustível para a bacia de retenção.</p> <p>Depósito superficial com bacia de retenção, mas localizada em local não coberto.</p> <p>Pluviosidade intensa e acumulação de combustível na bacia de retenção e posterior transbordo no piso cimentado.</p> <p>Valeta de águas pluviais localizada muito próxima desta zona de armazenamento de combustível.</p>
<b>Descrição do cenário</b>	<p>Verificou-se a rutura na tubagem exterior que faz a ligação entre os dois depósitos existentes. A fuga verificou-se na tubagem que fica entre as válvulas de cada depósito (uma válvula à saída de cada depósito, ligadas por essa tubagem a meio) e que posteriormente faz a ligação à caldeira.</p> <p>A rutura da tubagem levou à fuga do combustível e ao derrame instantâneo do combustível na bacia de retenção existente para os dois depósitos. Os depósitos não se encontravam cheios de combustível, por isso apenas se verificou o derrame estimado de cerca de 2,248 m<sup>3</sup> de fuelóleo.</p> <p>A rutura sucedeu num dia de muita pluviosidade, o que permitiu a acumulação de combustível na bacia de retenção, uma vez que este local não se encontrava coberto. Posteriormente, verificou-se o transbordo para o piso cimentado e escoamento do efluente (combustível e água pluvial) para a valeta de águas pluviais que se encontrava muito próxima do local. A rutura não foi detetada a tempo, bem como o transbordo da efluente da bacia de retenção. Esta descarga (pontual) da maior parte do efluente transbordado terá provocado a contaminação das águas superficiais.</p>
<b>Medidas de reparação</b>	Reparação da tubagem exterior do depósito ou substituição por uma tubagem nova.
<b>Medidas de prevenção</b>	Averiguação das condições do local e da capacidade da bacia de retenção. Cobrir esta zona.

Como é possível verificar nas Tabelas 27 a 30, não foi considerada a potencial afetação do domínio espécies e habitats protegidos. Tal se deve ao facto de as quantidades derramadas não serão suficientes para se equacionar um cenário que afetasse este domínio não seria possível estabelecer uma relação direta entre o evento e o dano às espécies e habitats protegidos (nexo de causalidade), tendo em consideração as quantidades libertadas e a perigosidade das mesmas. Por este motivo, optou-se por não incluir cenários de danos causados ao domínio espécies e habitats naturais protegidos, nesta primeira aplicação da metodologia proposta neste trabalho.

#### **4.5. ESTIMATIVA DA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (OU AMEAÇA IMINENTE) DOS CENÁRIOS DE PERIGO COM POTENCIAL DANO AMBIENTAL**

Na ausência de registos históricos relativos aos eventos de perigo considerados nos cenários definidos, recorreu-se à informação apresentada na Tabela 6 para atribuir o valor qualitativo ou índice de probabilidade de ocorrência, de acordo com a gama de frequência de ocorrência assumida para cada cenário. Apesar do acesso aos registos do histórico IGAMAOT relativos a acidentes ocorridos em Indústrias Alimentares (URL 15), considera-se que esta informação é demasiado generalizada e abrangente, podendo assim gerar conclusões ou uma análise errónea para os cenários de perigo analisados no presente estudo. Deste modo, apesar de indicada na metodologia, na presente aplicação ao caso de estudo não foi possível aplicar a distribuição de Poisson, dada a ausência de histórico de ocorrências na instalação industrial em análise.

Tendo em conta o anteriormente apresentado, para o Cenário 1 (Contaminação de solo por hidrocarbonetos), foi assumida uma frequência dentro da gama - uma vez em 10 anos a uma vez em 50 anos, sendo neste caso atribuído um valor numérico/ de índice de 2. Para o Cenário 2 (Contaminação de solo por descarga de efluente com concentrações de poluentes acima do VLE), a frequência foi obtida com base na recolha bibliográfica efetuada (VROM, 2005), dado que existiam dados relativos a falhas de bombas. Assim, a falha da bomba foi de  $10^{-4}$  /ano e o cenário 2 foi estimado como sendo um cenário improvável e atribuído um valor de 1. No que concerne ao Cenário 3 (Contaminação de solo por óleos alimentares), assumiu-se que seria altamente provável com um valor numérico/ de índice de 5. Por último, foi considerado que o cenário 4 (Contaminação da linha de água pluvial por hidrocarbonetos) seria muito provável e por isso, se atribuído um valor de 4.

Dada à particularidade de cada cenário apresentado, apenas para o cenário 2 foi possível utilizar dados referentes a taxa de falhas de bombas, descritas no livro Purple Book (VROM, 2005). Para os restantes cenários as taxas de falhas de equipamentos ou de sistemas (como os de contenção) existentes não se adequavam a nenhum dos cenários, por este motivo optou-se por assumir um valor de frequência, ao qual corresponde um valor qualitativo de probabilidade.

#### **4.6. QUANTIFICAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS DOS DANOS DOS CENÁRIOS DE PERIGO COM POTENCIAL DANO AMBIENTAL**

Relativamente às consequências dos danos dos cenários selecionados, salienta-se que nem todos os cenários causam níveis de danos significativos em todos os domínios ambientais abrangidos pelo RJRA, além de se ter assumido logo à partida que o domínio espécies e habitats protegidos.

Nos Cenários 1, 2 e 3, verificaram-se níveis de consequências significativos no domínio solo e assim, com base na descrição dos mesmos e na informação listada na Tabela 9 foram selecionados os respetivos índices para estimar a gravidade das consequências através da Equação (4). No que concerne ao Cenário 4, uma vez que foram determinados níveis de danos significativos no domínio água, foi utilizada a informação listada na Tabela 10 e estimar a respetiva gravidade através da aplicação da Equação (5).

Assim, para o Cenário 1, o valor obtido na aplicação da Equação (4) foi de 15, o que faz com que este cenário apresente uma consequência *Grave*, segundo a classificação da Tabela 9 tem assim um valor 4. Relativamente ao Cenário 3, o valor obtido da aplicação da Equação (4) foi de 12; o que faz com que este cenário tenha uma consequência *Moderada*, sendo assim atribuído um valor de 3. Para o cenário 2, o valor obtido na aplicação da Equação (4) foi de 7, o que faz com que este cenário apresente uma consequência *Não relevante* e assim atribui-se um valor de 1. Por último, no Cenário 4, o valor obtido na aplicação da Equação (5) foi de 15, resultando assim numa consequência *Grave* com um valor de 4 (ver Tabela 31).

Tabela 31: Quantificação da gravidade das consequências para cada cenário.

	Quantidade de substância (m <sup>3</sup> )	Perigosidade	Extensão	Possibilidade de risco para a saúde humana	Duração da afetação	Total	Consequência
Solo (Cenário 1)=	2	2x4=8	3	2		15	Grave
Solo (Cenário 2)=	2	2x1=2	2	1		7	Não relevante
Solo (Cenário 3)=	3	2x3=6	2	1		12	Moderada
Água (Cenário 4)=	2	2x4=8	3		2	15	Grave

Na presente aplicação ao caso de estudo, optou-se por não estimar os custos de reparação, uma vez que se verificou que, se a maioria das medidas preventivas identificadas fossem aplicadas, os cenários selecionados teriam de ser revistos, já que a implementação destas medidas permitiria que os mesmos deixassem de constituir perigo de risco. Assim, constatou-se que não seria necessário calcular o valor dos custos de reparação de danos hipotéticos sem antes rever as medidas de prevenção sugeridas. Por este motivo, não foi calculado o valor monetário da magnitude do dano dos cenários hipotéticos selecionados.

#### 4.7. AVALIAÇÃO DO RISCO (OU AMEAÇA IMINENTE) DE DANO AMBIENTAL

Uma vez estimados os índices relativos à gravidade das consequências para os domínios afetados e probabilidade de ocorrência, é então possível determinar o nível de risco, através da aplicação direta da Equação (3). Da comparação direta dos índices de risco estimados com das gamas de níveis descritas na Tabela 13, foram determinados as classes de níveis de risco associados a cada cenário (ver Tabela 32).

Tabela 32: Nível de risco obtido para cada cenário.

Cenário	Nível de risco
1	Moderado
2	Baixo
3	Médio
4	Médio

Assim, o Cenário 1 apresenta um nível de risco *Moderado*, o Cenário 2 apresenta um nível de risco *Baixo* enquanto os Cenários 3 e 4 apresentam um nível de risco *Médio*.

É importante salientar o grau de subjetividade envolvido na atribuição do valor da probabilidade para os cenários analisados no presente trabalho, uma vez que o seu desenvolvimento não considerou a análise de históricos de ocorrências. Geralmente determina-se a probabilidade ou frequência de cenário acidental a partir de dados históricos ou pelo conhecimento adquiridos pelos especialistas na matéria. Uma vez que estes dados não existiam por nunca se ter verificado nenhum acidente na instalação (até à data do fim de julho de 2012), então esta análise qualitativa de riscos torna-se bastante subjetiva. Além disso, o conhecimento pode variar de um especialista para outro, dependendo de diversos aspetos, tais como as situações vividas, os dados obtidos e trabalho desenvolvidos, que tem um grau de subjetividade que acaba afetando a determinação da probabilidade de ocorrência de um cenário de acidente específico.

Assim, torna-se necessário, portanto, considerar a subjetividade na avaliação das incertezas associadas com o processo de análise de riscos ambientais utilizado no presente trabalho.

O valor monetário dos danos ambientais considerados (hipotéticos, neste caso) deve ser calculado com base numa consulta de mercado efetuada relativamente às medidas de reparação sugeridas e /ou submetidas à APA (no caso de se verificar a ocorrência de dano ambiental). Assim, é possível o operador da instalação industrial obter uma estimativa que poderá funcionar como valor de referência para posteriormente negociar com o montante e o tipo de garantia financeira propostos pelas seguradoras. No processo de constituição da garantia financeira, volta-se a referir que a existência de certificações ambientais já implementadas na instalação industrial (como por exemplo, a ISO 14001) torna-se um instrumento útil no processo de definição e negociação dos custos de danos bem como no valor a estabelecer da garantia financeira. Uma vez que a implementação destes sistemas voluntários contribui para a minimização do risco e consequentemente para a diminuição do valor da garantia financeira a constituir.

No processo de constituição da garantia financeira, recomenda-se que esta seja constituída depois da instalação industrial ter conhecimento da avaliação de risco elaborada e de decidir se vai ou não ter em conta as medidas apresentadas nessa avaliação.



## **CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E REFLEXÕES FINAIS**

O desenvolvimento do trabalho de estágio curricular possibilitou a compreensão da recente e importante temática de RA, assente no RJRA, e cuja pretensão é a de responsabilizar os operadores em termos económicos pelos danos ambientais causados no decorrer da laboração das suas atividades.

No estudo do enquadramento RJRA, levado a cabo pela APETRO, foram identificadas diversas lacunas, em particular, a ausência de metodologias padronizadas para a avaliação de riscos ambientais que permitam uniformizar os critérios dentro do país; a inexistência de orientações técnicas no que respeita à aplicação de medidas de prevenção e reparação, bem como, de metodologias de avaliação da eficácia das medidas aplicadas e a inexistência de guias técnicos e de procedimentos conducentes à aplicação do RJRA. Além disso, ao contrário do que se verificou em alguns EM (por exemplo Espanha), em Portugal até a data não foi publicado qualquer desenvolvimento normativo posterior à DRA nem guias metodológicos, para além do guia da APA. Este documento pode ser considerado apenas um guia geral, para aplicação do RJRA nas diferentes atividades ocupacionais, contendo orientações jurídicas mais desenvolvidas comparando com o próprio RJRA. Foi neste âmbito, que se enquadrou o desenvolvimento da metodologia de avaliação de riscos ambientais no contexto do RJRA, apresentada neste trabalho, e que pretendia sistematizar e assim, facilitar todo este processo às instalações industriais.

A metodologia proposta neste trabalho teve como base a estrutura comum a várias metodologias já existentes, mas adaptada ao contexto da aplicação do RJRA e aos seus pressupostos. Assim, procedeu-se inicialmente a um levantamento da informação relativa às metodologias e/ou guias metodológicos de análise de risco existentes seguido da análise e seleção dos que melhor se adequavam ao âmbito de aplicação do RJRA no contexto nacional. Os principais documentos utilizados na realização desta metodologia foram essencialmente o *Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental* (APA e ISQ, 2011), o DL nº 147/2008 e a norma UNE 150008 (AENOR,2008).

No decurso deste levantamento de informação, verificou-se que os riscos mais evidenciados e estudados eram frequentemente considerados numa perspetiva de danos causados às pessoas e ao património. Talvez o facto de que durante anos a problemática da RA ter sido considerada nessa mesma perspetiva possa estar na origem deste facto e que se traduziu numa dificuldade na elaboração desta metodologia.

Mesmo a norma UNE 1500008 (AENOR,2008) apesar de se considerar dos principais desenvolvimentos metodológicos posteriores à transposição da DRA (recomendada para aplicação em PME), considera os domínios *envolvente humana* (população afetada) e *envolvente socioeconómica* (património e capital produtivo) no processo de estimativa de consequências dos cenários estudados. Assim, verificou-se a necessidade de desenvolver índices para aplicar no processo de avaliação das consequências aos três domínios ambientais estudados (água, solo e espécies e habitats naturais protegidos) e que realmente fossem os mais indicados no âmbito da aplicação do RJRA. Deste modo, considera-se vantajosa a utilização da metodologia proposta relativamente à outra metodologia citada, uma vez que os índices definidos na metodologia proposta foram desenvolvidos para aplicação particular para os três domínios abrangidos no âmbito do RJRA.

Para demonstrar a aplicabilidade da metodologia proposta, esta foi aplicada a uma instalação industrial de produção de alimentos compostos para animais que integra uma das maiores PME do sector alimentar para animais. Durante a aplicação ao caso de estudo detetou-se que existia informação pouco atualizada, em particular para efetuar a caracterização do estado inicial (ou de referência) das massas de água superficial e subterrânea (domínio água) e do domínio solo na área envolvente, na etapa da caracterização do caso de estudo. Deste modo, relativamente à aplicação ao caso de estudo, uma das medidas de melhoria seria a realização de análises físico-químicas, que incluam parâmetros e/ou compostos químicos específicos ou manuseados na instalação industrial, às massas de água, em particular, de poços de captação (caso se aplique), de modo a complementar o estudo.

Os resultados deste estudo possibilitaram a identificação dos potenciais danos ambientais associados à instalação industrial em estudo, permitindo uma gestão baseada nos riscos ambientais.

Na aplicação da metodologia ao caso de estudo, foram definidos e analisados, quatro cenários hipotéticos de perigo, nomeadamente, no cenário 1, situação de contaminação de solo por hidrocarbonetos (provocado por um derrame de combustível); no cenário 2, descarga não programada do efluente líquido proveniente da ETAR com concentração de poluentes acima do VLE, que resultaria na contaminação do solo; no cenário 3, situação de contaminação do solo provocada por um derrame de óleos alimentares e no cenário 4, contaminação da linha de água pluvial por hidrocarbonetos (fuga de combustível). Como resultado qualitativo no final da avaliação de risco ao caso de estudo, verificou-se que o

nível de risco associado ao cenário 1 foi um risco moderado, ao cenário 2 foi um risco baixo, ao cenário 3, foi um risco médio e ao cenário 4, um risco médio.

Não obstante o resultado qualitativo da aplicação do processo metodológico aqui proposto, este trabalho pretende ser uma metodologia que rapidamente se aplique a casos de instalações industriais, representando o fio condutor de todo o processo de análise de riscos ambientais em regime de RA.

Importa realçar a importância da implementação de medidas preventivas relativas às fontes geradoras de cenários de dano ambiental, possibilitando assim a redução da probabilidade de ocorrência desses cenários e, conseqüentemente, reduzir os custos associados às medidas de reparação.

No presente estudo, a avaliação do dano (hipotético, neste caso) para posterior constituição de garantia financeira, foi apenas qualitativa, tendo por base as gamas de classificação dos níveis de risco. Esta pode ser considerada uma limitação a salientar no estudo realizado, uma vez que não foi estimado, em termos monetários, o valor das possíveis medidas de prevenção e reparação a implementar nos vários cenários hipotéticos selecionados.

No entanto, deste trabalho também se conclui que após finalizada a avaliação de riscos à instalação do caso de estudo, se nesta for realizada uma revisão aos perigos com potencial apresentados no estudo e se esta adotar as medidas de prevenção indicadas, os cenários selecionados podem mesmo deixar de constituir risco.

Além disso, salienta-se que os resultados do estudo fornecem à instalação industrial uma base para posteriormente ser constituída a garantia financeira que lhe permita assumir a responsabilidade ambiental inerente à sua atividade, obrigatória desde 2010, ao abrigo do RJRA.

Uma das limitações na aplicação ao caso de estudo foi a exclusão dos cenários de danos causados ao domínio espécies e habitats naturais protegidos. Ainda que este domínio esteja previsto no RJRA, estes cenários não foram considerados devido ao facto de as quantidades derramadas não serem suficientes para se equacionar um cenário que afetasse este domínio e adicionalmente, não seria possível estabelecer uma relação direta entre o evento e o dano às espécies e habitats protegidos (nexo de causalidade), tendo em consideração as quantidades libertadas e a perigosidade das mesmas.

Por último, como trabalhos futuros referem-se algumas perspetivas que se considera interessante desenvolver. Uma das perspetivas é o desenvolvimento de um inventário de

acidentes ocorridos em instalações similares, agrupado para cada setor de atividade, e com o registo da principal causa do cenário e dos possíveis eventos iniciadores. Deste modo, consegue-se calcular, com base na frequência anual de falhas de equipamentos idênticos, a probabilidade de o evento acontecer.

Uma outra perspetiva será desenvolver uma base de dados com os todos os registos mais atualizados relativos a acidentes bem como de danos com efeitos significativos adversos ocorridos em Portugal. Por fim, após se desenvolverem as perspetivas anteriores considera-se possível o desenvolvimento de ferramentas para o cálculo de custos de reparação relativos à RA, cujos dados de entrada tenham sido previamente desenvolvidas e compilados em bases de dados, pelo menos no que concerne à probabilidade de ocorrência dos cenários de acidente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 1. PUBLICAÇÕES

Agência Portuguesa de Ambiente, 2010, Responsabilidade Ambiental - Perguntas Frequentes - 2012-01-12, Lisboa.

Agência Europeia dos Produtos Químicos - AEPQ, 2009, Guia de Orientações Introdutórias sobre o Regulamento CRE, Regulamento (CE) n.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à classificação, rotulagem e embalagem (CRE) de substâncias e misturas.

APA e ISQ (2011), Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental - Responsabilidade Ambiental, ISBN 978-972-8577-58-2, APA.

Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR, (2008), Norma UNE 150008:2008, Análisis y evaluación del riesgo ambiental, Madrid, AENOR.

Autoridade Nacional de Proteção Civil, Núcleo de Riscos e Alertas (ANPC- NRA) (2009), Guia para a caracterização de risco no âmbito da elaboração de planos de emergência de proteção civil, Carnaxide.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2003), Norma Técnica - P4.261- Manual de orientação para a elaboração de estudos de análises de riscos, Norma em revisão, São Paulo.

Casal, J. (2008), Evaluation of the effects and consequences of major accidents in industrial plants, Elsevier, Amsterdam.

Centro de Geologia e Instituto da Água, (2000), Sistemas Aquíferos de Portugal Continental - Sistema Aquífero: Quaternário de Aveiro (O1).

Comissão Europeia, (2000), Livro Branco sobre Responsabilidade Ambiental, 92-828-9183-6, Comunidades Europeias.

European Environment Agency – EEA, (2003), Environmental assessment report No 10 - Europe's environment: the third assessment, EEA Copenhagen, ISBN 92-9167-574-1.

Guimarães, R. C. e Cabral, J. S. (2007), *Estatística*, McGraw-Hill, Lisboa.

Hall, A., Neves, C. & Pereira, A. (2007) Grande Maratona de Estatística no SPSS.

Hermoso, J., Martins, F., Coelho, C., (2001), Classificação e Gestão da Área de Paisagem Protegida da Foz do Cáster no âmbito do Programa LIFE ESGIRA-MARIA, Livro de Actas da VII Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente 18 a 20 de Abril de 2001, Universidade de Aveiro (pp 512-521).

Institut National de L'Environnement Industriel et des Risques – INERIS, (2006) Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35), “Méthodes d’analyse des risqués générés par une installation industrielle”, Direction des Risques Accidentels. Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable.

International Organization for Standardization - ISO, (2009), Risk management — Principles and Guidelines, ISO 31000:2009(E), Switzerland.

International Electrotechnical Commission - IEC, (2001), IEC 61882 Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide, British Standard, United Kingdom.

International Electrotechnical Commission - IEC, (2006), IEC 61025 Fault tree analysis (FTA), International Standard, Switzerland.

Levy, J. e Nobre, S. (2012), Análise e avaliação do risco ambiental e cálculo das garantias financeiras, Apresentação do Seminário Técnico de Responsabilidade Ambiental, Porto, CESUR e ECOserviços.

Lopes, V. (2011), Agência Portuguesa do Ambiente, Responsabilidade Ambiental, Apresentação do Seminário Técnico Sistemas de Gestão Ambiental e Responsabilidade Ambiental, Aveiro.

NASA, (2002), Fault Tree Handbook with Aerospace Applications, NASA Office of Safety and Mission Assurance, Washington DC.

Pascual, M. Z., Rodriguez, L. O., Fernández, J. D., Fernández, J. M. R., Muñoz, P. T. e Pachón, D.S. (2010), Análisis de aspectos singulares en la ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental y su Reglamento, Tratamiento de los riesgos naturales

como sucesos iniciadores, 10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA 10), Madrid.

PLANOP, (2005), PLANOP: a method for performing loss of containment analyses, Industrial Safety Administration, Department for the Supervision of Chemicals risks, Federal Public Service Employment, Labour and Social Dialogue, Belgium.

RAA, (2010), Relatório Ambiental Anual relativo à instalação em estudo, referente ao ano civil de 2010. Informação confidencial.

RAA, (2011), Relatório Ambiental Anual relativo à instalação em estudo, referente ao ano civil de 2011. Informação confidencial.

Reis, A. (1998), “Área de Paisagem Protegida da Foz do Cáster- Uma ICN no ICN”, Edição Álvaro Reis.

Reis, E., P. Melo, R. Andrade e T. Calapez (2011) Estatística Aplicada (Vol. 1), 5ª edição, Lisboa, Edições Sílabo.

Rocha, I. (2012), Implicações Jurídicas do Regime de Responsabilidade Ambiental, Apresentação do Seminário Técnico de Responsabilidade Ambiental, José Pedro Aguiar-Branco Associados, Porto.

Sá, S., (2011), Responsabilidade Ambiental - Operadores Públicos e Privados, ISBN: 978-972-788-430-8, Vida Económica - Editorial, SA.

Simões, M., Simplício, B., Carvalho, J., (2007), Projeto de classificação de acidentes/incidentes, Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Smith, K., (2001), Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster, Third Edition, London, ISBN 0-415-22464-0, Routledge.

Tavares, R. (2011), Libertação acidental de gases tóxicos: modelação e avaliação do risco, Tese de doutoramento em Ciências Aplicadas ao Ambiente, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

URSE Espanha (2010), Benchmark Legal e Metodológico - Suporte Técnico e Guia Sectorial no âmbito do Decreto-lei Nº 147/2008, de Responsabilidade Ambiental, URS España.

URSE Espanha (2011), Guia Sectorial de Responsabilidade Ambiental para a Distribuição de Produtos Petrolíferos, URS España.

VROM, (2005), Guidelines for quantitative risk assessment, Publication Series on Dangerous Substances - PGS 3 (CPR18, "Purple Book"), Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

## 2. SITES DA INTERNET CONSULTADOS

[URL 1] Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas, no endereço:

[http://www.apetro.pt/index.php?option=com\\_content&task=view&id=70&Itemid=127](http://www.apetro.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=70&Itemid=127)

(Acedido em fevereiro de 2012);

[URL 2] Mestre Luís Carvalho, Câmara Municipal da Amadora, no endereço: <http://www.slideshare.net/asgeoprofessoras/riscos-tecnologicos-1430716> (Acedido em janeiro de 2013);

[URL 3] Department for Environment, Food & Rural Affairs, no endereço: <https://www.gov.uk/government/publications/environmental-damage-prevention-and-remediation-regulations-2009-guidance-for-england-and-wales> (Acedido em: maio 2013);

[URL 4] Environment Agency, UK, no endereço: [http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/model\\_procedures\\_881483.pdf](http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/model_procedures_881483.pdf) (Acedido em: Junho de 2013);

[URL 5] Agência Portuguesa do Ambiente, no endereço: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=157> (Acedido em: fevereiro de 2012);

[URL 6] Sistema de Informação da Classificação Portuguesa de Atividades Económicas, no endereço: <http://www.sicae.pt/Consulta.aspx> (Acedido em: abril de 2013);

[URL 7] Google Maps, no endereço: <https://maps.google.pt/maps?hl=pt-PT&tab=wl> (acedido em julho de 2012);

[URL 8] Natura 2000 Network Viewer, no endereço: <http://natura2000.eea.europa.eu/#> (Acedido em: julho de 2012);

[URL 9] Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, no endereço: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/rn2000> (Acedido em: maio de 2013);

[URL 10] Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, no endereço: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/rn2000/resource/zpe-cont/raveiro> (Acedido em: junho de 2013);



[URL 11] Câmara Municipal de Ílhavo, Plano Municipal da Água, 2006, no endereço: [http://www.cm-ilhavo.pt/uploads/writer\\_file/document/1932/Diagn\\_stico.pdf](http://www.cm-ilhavo.pt/uploads/writer_file/document/1932/Diagn_stico.pdf) (Acedido em: março de 2013);

[URL 12] Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, no endereço: <http://snirh.pt/> (Acedido em: junho de 2013);

[URL 13] Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, no endereço: [http://snirh.pt/snirh/\\_atlasagua/sistemasaquiferos/mostra\\_ficha.php?aquif=O1](http://snirh.pt/snirh/_atlasagua/sistemasaquiferos/mostra_ficha.php?aquif=O1) (Acedido em: julho de 2012);

[URL 14] Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, no endereço: [http://snirh.pt/snirh/\\_atlasagua/galeria/mapasweb/pt/aa1022.pdf](http://snirh.pt/snirh/_atlasagua/galeria/mapasweb/pt/aa1022.pdf) (Acedido em: junho de 2013);

[URL 15] Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, no endereço: <http://www.igamaot.gov.pt/informacoes/acidentesincidentes/> (Acedido em: junho de 2013);

[URL 16] Universidade de Aveiro, Projeto ESGIRA - MARIA (Estrutura de Gestão Integrada para a Ria de Aveiro), Projeto D: Classificação e Gestão da Área de Paisagem Protegida da Foz do Cãster, 2001, no endereço: <http://www2.dao.ua.pt/esgiramaria/projectos.html> (Acedido em: Março de 2013);

[URL 17] Gabinete de Planeamento e Políticas, no endereço: [http://www.gpp.pt/Ambiente/Desempenho/Responsabilidade\\_ambiental.html](http://www.gpp.pt/Ambiente/Desempenho/Responsabilidade_ambiental.html) (Acedido em: janeiro de 2013).

### **3. LEGISLAÇÃO**

Decreto-lei nº 194/2000, de 21 de agosto, D.R. I Série A. Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 96/61/CE de 24 de setembro relativa à prevenção e controlo integrados de poluição proveniente de certas atividades (Diretiva PCIP).

Decreto-lei nº 254/2007, de 12 de julho, publicado no Diário da República 1.ª Série - Nº 133, de 12 de julho de 2007.

Decreto-lei Nº 147/2008, de 29 de julho, que estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais e transpõe para ordem jurídica nacional a Diretiva nº 2004/35/CE, do Parlamento Europeu do Conselho, de 21 de abril de 2004.

Decreto-lei nº 245/2009 de 22 de setembro, publicado no Diário da República 1.ª série — N.º 184, de 22 de setembro de 2009.

Decreto-lei nº 29-A/2011, de 1 de março, publicado no Suplemento ao Diário da República nº 42, 1.ª Série, de 1 de março de 2011.

Diretiva 79/409/CEE do Conselho de 2 de abril de 1979, relativa à conservação das aves selvagens, publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias, nº L103 de 25 de abril de 1979.

Diretiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de maio de 1992, relativa à conservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens, publicada no Jornal Oficial das Comunidades Europeias, nº L206 22 de julho de 1992.

Diretiva 2004/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de abril de 2004, relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais, publicada no Jornal Oficial da União Europeia, nº L143, de 30 de abril de 2004.

## **ANEXOS**

- Anexo A - Apresentação da empresa [ecoinside®](#)
- Anexo B - Terminologia
- Anexo C - Categoria das águas abrangidas no RJRA
- Anexo D - Esquema e tabelas relativas às técnicas referidas
- Anexo E - Checklist utilizada na auditoria
- Anexo F - Lista de espécies e habitats naturais protegidos
- Anexo G - Planta da instalação industrial em estudo
- Anexo H - Inventário de produtos químicos existentes na instalação em estudo



## **ANEXO A - APRESENTAÇÃO DA EMPRESA ECOINSIDE®**

A **ecoinside®** – Soluções em ecoeficiência e sustentabilidade, Lda. sediada na cidade do Porto, dedica-se integralmente às questões da ecoeficiência e da sustentabilidade ambiental. Trata-se da primeira “spin off” do 1º Curso de Empreendedorismo da Universidade do Porto, da responsabilidade da Escola de Gestão do Porto.

Presta serviços na área de consultoria ambiental, quer em termos de ecoeficiência quer de sustentabilidade ambiental e conservação da natureza. Destaca-se pelo Know-How que possui devido à equipa de profissionais com sólida formação científica e técnica, resultando numa abordagem multidisciplinar e integrada, fator indispensável na área da sustentabilidade ambiental.

Destaca-se ainda a competência, a inovação, o dinamismo e consciência ambiental que caracteriza toda a equipa **ecoinside®**.

Os serviços que a **ecoinside®** oferece, permitem uma abordagem pró-ativa e uma clara melhoria na performance ambiental com o aumento de proveitos e a redução da pegada ecológica provocada pela atividade desenvolvida.

Finalmente, para além do conceito inovador que constitui o seu core business e o particular modelo de relacionamento com os clientes, a **ecoinside®**, destaca-se por abranger a globalidade das questões da ecoeficiência e da sustentabilidade ambiental e por apresentar soluções, tipo “chave na mão”, com uma clara definição do tempo de retorno ao investimento, da responsabilidade pela implementação das soluções e tecnologias propostas, bem como pelas reduções de custos e dos indicadores de ecoeficiência neles implícitos.



## ANEXO B - TERMINOLOGIA

A terminologia utilizada ao longo da metodologia proposta é baseada nos conceitos descritos nos diplomas legais atualmente aplicados, nomeadamente, o DL nº 147/2008, de 29 de Julho; DL nº 254/2007 de 12 de Julho de 2007, na Norma Espanhola UNE 150008 de 2008 (AENOR,2008); no *Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental* (APA e ISQ,2011) e no *Guia para a caracterização de risco no âmbito da elaboração de planos de emergência de proteção civil* (ANPC- NRA, 2009). Assim, no presente trabalho são considerados:

Acidente grave, envolvendo substâncias perigosas - um acontecimento, designadamente uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções, resultante do desenvolvimento não controlado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento abrangido pelo DL nº 254/2007, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, no interior ou no exterior do estabelecimento, ou para o ambiente, que envolva uma ou mais substâncias perigosas;

Área envolvente – a área envolvente para efeitos de responsabilidade ambiental é um conceito subjetivo que varia com inúmeros fatores, sendo dos mais importantes a natureza e extensão provável ou real das ameaças, o tipo de habitats e espécies envolvidos, as condições climáticas e a topografia da área;

Atividade ocupacional – qualquer atividade desenvolvida no âmbito de uma atividade económica, independentemente do seu carácter público ou privado, lucrativo ou não.

Ameaça iminente de danos – probabilidade suficiente da ocorrência de um dano ambiental, num futuro próximo;

Cenário – é uma representação simplificada da realidade com função de ajudar a compreender os problemas e a gravidade dos mesmos.

Danos – alteração adversa mensurável de um recurso natural ou a deterioração mensurável do serviço de um recurso natural que ocorram direta ou indiretamente;

Danos causados às espécies e habitats naturais protegidos - quaisquer danos com efeitos significativos adversos para a consecução ou a manutenção do estado de conservação favorável desses habitats ou espécies, cuja avaliação tem que ter por base o estado inicial, nos termos dos critérios constantes no anexo IV ao Diploma RA, com exceção dos efeitos adversos previamente identificados que resultem de um ato de um operador expressamente autorizado pelas autoridades competentes, nos termos da legislação aplicável;

Danos causados à água - quaisquer danos que afetem significativamente, nos termos da legislação aplicável, o estado ecológico ou o estado químico das águas de superfície, o potencial ecológico ou o estado químico das massas de água artificiais ou fortemente modificadas, ou o estado quantitativo ou o estado químico das águas subterrâneas;

Danos causados ao solo - qualquer contaminação do solo que crie um risco significativo para a saúde humana devido à introdução, direta ou indireta, no solo ou à sua superfície, de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos;

Ecossistemas – os complexos dinâmicos constituídos por comunidades vegetais, animais e de microrganismos, relacionados entre si e com o meio envolvente, considerados como uma unidade funcional.

Emissão - libertação para o ambiente de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos, que resulte de uma atividade humana;

Espécies – o conjunto de indivíduos inter – reprodutores com a mesma morfologia hereditária e um ciclo de vida comum, incluindo quaisquer subespécies ou suas populações geograficamente isoladas.

Estado inicial – a situação no momento da ocorrência do dano causado aos recursos naturais e aos serviços, que se verificaria se o dano causado ao ambiente não tivesse ocorrido, avaliada com base na melhor informação disponível;

Ferramentas – são as diferentes técnicas ou conjuntos de técnicas (ex. modelos, software) que permitem calcular componentes necessários para a correta aplicação duma metodologia.

Medidas de contenção – quaisquer medidas adotadas em resposta a um acontecimento, ou incidente, que tenha probabilidade de vir a causar efeitos adversos sobre espécies e ou habitats protegidos, destinadas a evitar, prevenir ou minimizar ao máximo esses efeitos.

Medidas de prevenção – quaisquer medidas adotadas em resposta a um acontecimento, ato ou omissão que tenha causado uma ameaça iminente de danos ambientais, destinadas a prevenir ou minimizar ao máximo esses danos.

Medidas de reparação – qualquer ação, ou conjunto de ações, incluindo medidas de carácter provisório, com o objetivo de reparar, reabilitar ou substituir os recursos naturais e os serviços danificados ou fornecer uma alternativa equivalente a esses recursos ou serviços, tal como previsto no anexo V ao Decreto-lei nº 147/2008, de 29 de Julho, do qual faz parte integrante.

Metodologia - é a abordagem ou conjunto de procedimentos necessário para poder avaliar. A metodologia pode englobar uma ou mais ferramentas/técnicas.

Monitorização – o processo de recolha e processamento de informação sobre um ou mais valores naturais, visando acompanhar o seu estado de conservação.

Nexo de causalidade - A apreciação da prova do nexo de causalidade assenta num critério de verosimilhança e de probabilidade de o facto danoso ser apto a produzir a lesão verificada, tendo em conta as circunstâncias do caso concreto e considerando, em especial, o grau de risco e de perigo e a normalidade da ação lesiva, a possibilidade de prova científica do percurso causal e o cumprimento, ou não, de deveres de proteção.



Operador - qualquer pessoa singular ou coletiva pública ou privada, que execute, controle, registre ou notifique uma atividade cuja responsabilidade ambiental esteja sujeita a esse Decreto-lei, quando exerça ou possa exercer poderes decisivos sobre o funcionamento técnico e económico dessa mesma atividade;

Perigo - é a propriedade, condição ou situação de uma substância ou de um sistema que possa causar danos. Segundo a norma internacional ISO 31000, um perigo é uma fonte de dano potencial, podendo ser uma fonte de risco.

Risco - é a probabilidade de ocorrência de um efeito específico dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas;

Riscos Mistos - os que resultam da combinação de ações continuadas da atividade humana com o funcionamento dos sistemas naturais (ex. incêndios florestais).

Riscos Naturais - os que resultam do funcionamento dos sistemas naturais (ex. sismos, movimentos de massa em vertentes, erosão do litoral, cheias e inundações);

Riscos Tecnológicos – os que resultam de acidentes, frequentemente súbitos e não planeados, decorrentes da atividade humana (ex. contaminação por derrame de combustível, inundações por rutura de barragens, acidentes no transporte de mercadorias perigosas).

Serviços dos ecossistemas – são os benefícios que as pessoas obtêm, direta ou indiretamente, dos ecossistemas, distinguindo-se em: 1) Serviços de produção, entendidos como os bens produzidos ou aprovionados pelos ecossistemas, nomeadamente alimentos, água doce, lenha, fibra, bioquímicos ou recursos genéticos, entre outros; 2) Serviços de regulação, entendidos como os benefícios obtidos da regulação dos processos de ecossistema, nomeadamente a regulação do clima, de doenças, de cheias ou a destoxificação, entre outros; 3) Serviços culturais, entendidos como os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas, nomeadamente ao nível espiritual, recreativo, estético ou educativo, entre outros; 4) Serviço de suporte, entendidos como os serviços necessários para a produção de todos os outros serviços, nomeadamente a formação do solo, os ciclos dos nutrientes ou a produtividade primária, entre outros.

Serviços dos recursos naturais – funções desempenhadas por um recurso natural em benefício de outro recurso natural ou do público.

Vulnerabilidade - reflete o potencial afetação de pessoas, bens e ambiente devido à ocorrência de um determinado evento. Capacidade de sofrer um dano.

Zona especial de conservação (ZEC) – um sítio de importância comunitária no território nacional em que são aplicadas as medidas necessárias para a manutenção ou o restabelecimento do estado de conservação favorável dos habitats naturais ou das populações das espécies para as quais o sítio é designado.

Zona de proteção especial (ZPE) – uma área de importância comunitária no território nacional em que são aplicadas as medidas necessárias para a manutenção ou

restabelecimento do estado de conservação das populações das espécies de aves selvagens inscritas na legislação e dos seus habitats.

## ANEXO C - CATEGORIA DAS ÁGUAS ABRANGIDAS NO RJRA

Tabela C 1: Categoria das águas abrangidas pela Lei da Água e RJRA. (Adaptado de APA e ISQ,2011).

Categorias		Definição (art. 4º da Lei da Água)
Interiores Superficiais	Lóticas (ex.: rio)	<u>Rio</u> : massa de água interior que corre, na maior parte da sua extensão, à superfície, mas que pode também escoar-se no subsolo numa parte do seu curso.
	Lênticas (ex.: lago)	<u>Lago ou lagoa</u> : um meio hídrico lêntico superficial interior.
Águas Superficiais	Águas de transição	As águas superficiais na proximidade das fozes dos rios, parcialmente salgadas em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são também significativamente influenciadas por cursos de água doce (p.ex., estuário).
	Águas costeiras	As águas superficiais situadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de 1 milha náutica, na direção do mar, a partir do ponto mais próximo da linha de base a partir da qual é medida a delimitação das águas territoriais, estendendo-se, quando aplicável, até ao limite exterior das águas territoriais.
	Águas costeiras	Uma massa de água superficial criada pela atividade humana (p.ex., canal).
	Massas de águas fortemente modificadas	A massa de água superficial cujas características foram consideravelmente modificadas por alterações físicas resultantes da atividade humana e que adquiriu um carácter substancialmente diferentes, designada como tal em normativo próprio (p.ex., albufeira).
	Massas de águas fortemente modificadas	As águas marítimas situadas entre a linha de base e uma linha distanciando 12 milhas náuticas da linha de base.
Águas Subterrâneas		Todas as águas que se encontrem abaixo da superfície do solo, na zona saturada, e em contacto direto com o solo ou o subsolo.



## ANEXO D - ESQUEMA E TABELAS RELATIVAS ÀS TÉCNICAS REFERIDAS

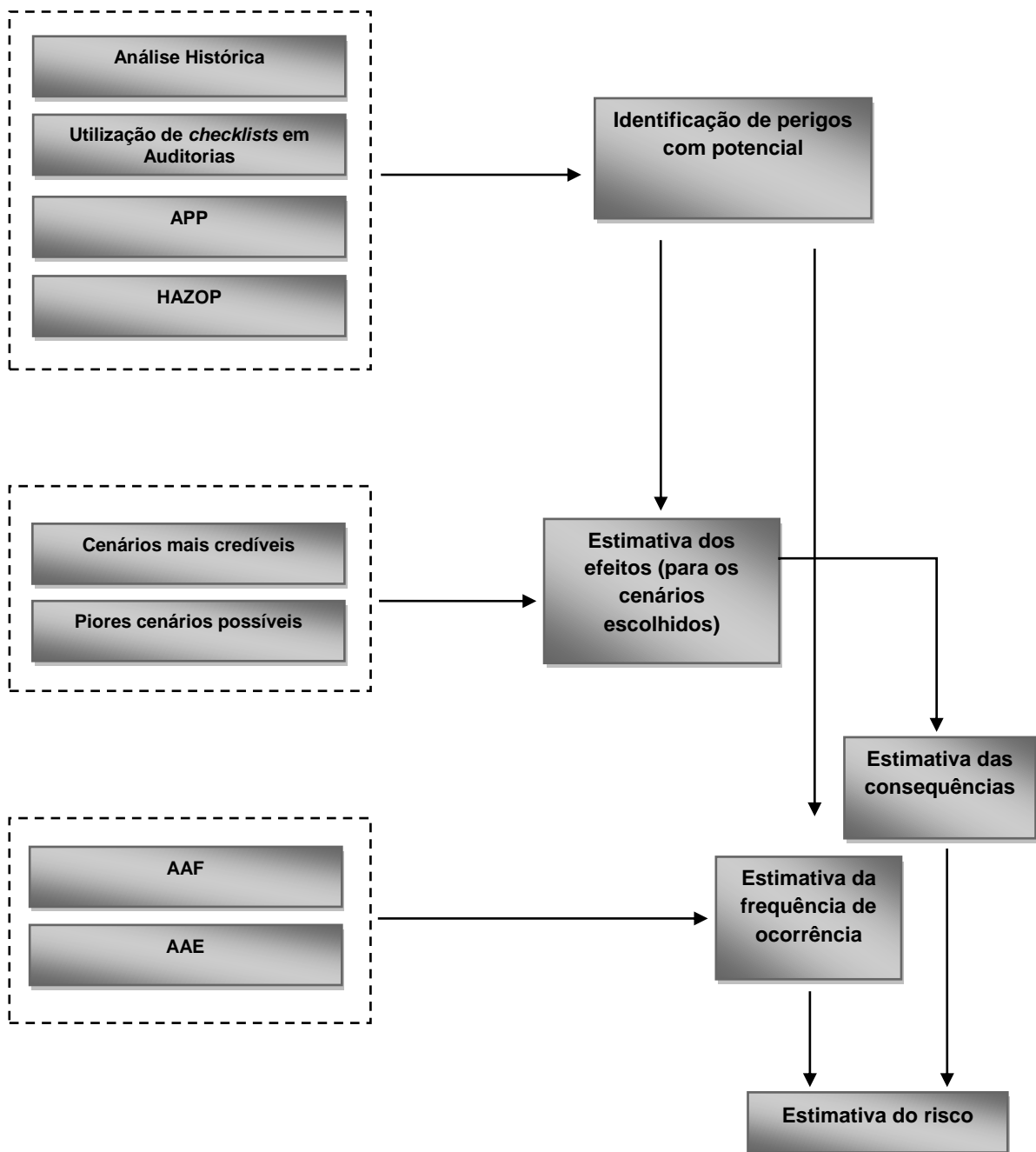


Figura D 1: Interligação entre os vários passos da análise de risco (Adaptado de: Casal, 2008).

**Tabela D 1: Critério de escolha para as técnicas recomendadas para identificação dos perigos com potencial dano ambiental (Adaptado de: INERIS, 2006).**

<b>Técnica</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Nível de detalhe</b>	<b>Domínio de aplicação</b>
<b>Utilização de checklist em Auditorias</b>	-	Não Aplicável	Todas as instalações
<b>Análise Histórica de Eventos de Perigo</b>	Dedutiva	Não Aplicável	Todas as instalações
<b>APP</b>	Indutiva	+	Instalações pouco complexas Etapa preliminar da análise
<b>HAZOP</b>	Indutiva	++	Sistemas Termo Hidráulicos

**Tabela D 2: Critério de escolha para as técnicas estimativas de frequências de ocorrência aplicável à AAE e à AAF (Adaptado de: INERIS, 2006).**

<b>Técnica</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Nível de detalhe</b>	<b>Domínio de aplicação</b>
<b>Árvore de eventos (AAE)</b>	Indutiva	+++	Falhas previamente identificadas
<b>Árvore de falhas (AAF)</b>	Dedutiva	+++	Eventos indesejados ou ameaças previamente identificados

Legenda:

(+) significa “análise superficial”;

(+++) significa análise mais detalhada e geralmente centradas nos subsistemas bem definidos presentes na instalação.

## ANEXO E - CHECKLIST UTILIZADA NA AUDITORIA

CHECKLIST	SIM	NÃO	NA
<b>Instalações (Checklist Geral)</b>			
1. A instalação situa-se num Parque Industrial?	x		
2. Houve algum acidente ou incidente ambiental?		x	
3. Têm plano de emergência interno?		x	
4. Já realizaram algum simulacro? Há quanto tempo?		x	
5. Há manutenção dos equipamentos da instalação fabril? (lubrificação das máquinas)	x		
6. Existem sistemas de deteção de incêndio nas zonas de risco e laboração?		x	
7. Alarme: é perceptível em todas as zonas da fábrica?		x	
8. As bacias de retenção instaladas estão equipadas com alarme sonoro/luminoso?		x	
9. São realizados relatórios de Autocontrolo das emissões de poluentes atmosféricos?	x		
10. Todos os resíduos resultantes da laboração da instalação são encaminhados para operadores devidamente legalizados para o efeito?	x		
<b>Unidade de Produção</b>			
1. Os Óleos usados são armazenados corretamente?		x	
2. Existem meios de combate a incêndios (Detetores de fumo, Extintores, Porta Corta-Fogo, Saídas de emergência)?	x		
3. Estes meios estão bem posicionados/identificados?	x		
4. Verificar validade dos extintores existentes.	x		
5. Há geração de ruídos, vibrações eletromagnéticas?	x		
6. Há contentores separativos para os resíduos?	x		
<b>Locais de Armazenamento de Produtos e de Matérias-Primas</b>			
1. O piso deste local é impermeabilizado?		x	
2. As matérias-primas líquidas estão armazenadas corretamente e de forma segura?		x	
3. O armazenamento de matérias-primas líquida tem potencial perigo de rutura ou vazamento?	x		
4. Os produtos acabados estão armazenados corretamente e de forma segura?	x		
5. Existem meios de combate a incêndios (Detetores de fumo, Extintores, Porta Corta-Fogo, Saídas emergência)? Estes meios estão bem posicionados/identificados?	x		
6. Existem stocks de materiais absorventes adequados para derrames de líquidos?	x		
<b>NA – Não aplicável</b>			

CHECKLIST	SIM	NÃO	NA
-----------	-----	-----	----

#### Locais de Armazenamento de resíduos (4 Parques de resíduos)

1.O armazenamento temporário de resíduos produzidos é feito no Parque de armazenamento de resíduos?	x		
2.Existem resíduos armazenados fora destes Parques de armazenamento?	x		
3.Os parques de resíduos são impermeabilizados?		x	
4.Existem bacias de retenção e/ou redes de drenagem com encaminhamento adequado em todos os resíduos?		x	
5.Há empilhamento de bidões contendo produtos químicos?	x		
6.É dada importância à capacidade de contenção das embalagens/bidons?	x		
7.Os resíduos são facilmente identificáveis (Código LER)?	x		
8.Os resíduos perigosos estão armazenados separadamente? (Parque nº3)	x		
9.Existem fontes de ignição perto dos parques de resíduos?		x	
10.Existem meios de combate a incêndios (Detetores de fumo, Extintores, Porta Corta-Fogo, Saídas de emergência)?	x		
11.Estes meios estão bem identificados?		x	

#### Processos Auxiliares

1.Depósito de gasóleo já registou alguma fuga?		x	
2.É feita alguma manutenção às condutas deste depósito?		x	
3.Os reservatórios superficiais estão em boas condições?	x		
4.As condições de segurança estão a ser cumpridos, nos locais onde se inserem as caldeiras?	x		

#### Efluentes Gasosos

1. As medições são feitas periodicamente de acordo com o estabelecido na LA?	x		
2. Existe acesso permanente aos pontos de amostragem e de monitorização das chaminés?	x		
3. As chaminés apresentam algum tipo de vazamento até à saída do efluente?		x	
4. É feita a manutenção dos sistemas de tratamento de efluentes gasosos existentes?	x		

**NA** – Não aplicável



CHECKLIST	SIM	NÃO	NA
<b>Efluentes Líquidos</b>			
1. Existe uma ETAR para tratamento das águas residuais produzidas na instalação?	x		
2. A ETAR está a funcionar corretamente?	x		
3. Existe um separador de hidrocarbonetos?	x		
4. As águas residuais geradas junto da bomba de abastecimento e do armazenamento do gasóleo são encaminhadas para um tanque de separação de hidrocarbonetos?	x		
5. Verificar a capacidade de contenção do tanque do Separador de hidrocarbonetos. Está bem dimensionado para a quantidade de efluente que recebe?	x		
6. O tanque do separador de hidrocarbonetos situa-se num local impermeabilizado?		x	
7. Estão a ser cumpridos os VLE relativos às águas residuais à saída da ETAR?	x		
8. A monitorização das emissões das águas residuais é feita de 6 em 6 meses?	x		
<b>NA – Não aplicável</b>			



## ANEXO F - LISTA DE ESPÉCIES E HABITATS NATURAIS PROTEGIDOS

Tabela F 1: Lista de espécies da ZPE ria de Aveiro, incluídas na Diretiva Aves (Fonte: URL 10).

Código	Espécie
A022	<i>Ixobrychus minutus</i>
A029	<i>Ardea purpurea</i>
A034	<i>Platalea leucorodia</i>
A065	<i>Melanitta nigra</i>
A073	<i>Milvus migrans</i>
A081	<i>Circus aeruginosus</i>
A094	<i>Pandion haliaetus</i>
A131	<i>Himantopus himantopus</i>
A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>
A137	<i>Charadrius hiaticula</i>
A138	<i>Charadrius alexandrinus</i>
A149	<i>Calidris alpina</i>
A195	<i>Sterna albifrons</i>
	Aves marinhas migradoras
	Passeriformes migradores de matos e bosques
	Passeriformes migradores de caniçais e galerias ripícolas

**Tabela F 2: Lista de espécies da ZPE Ria de Aveiro, incluídas na Diretiva Aves (Cont.)**  
**(Fonte: URL 10).**

<b>Código</b>	<b>Espécie</b>
A001	<i>Gavia stellata</i>
A024	<i>Ardeola ralloides</i>
A026	<i>Egretta garzetta</i>
A028	<i>Ardea cinera</i>
A031	<i>Ciconia ciconia</i>
A032	<i>Plegadis falcinellus</i>
A035	<i>Phoenicopterus roseus</i>
A050	<i>Anas penelope</i>
A051	<i>Anas strepera</i>
A052	<i>Anas creca</i>
A054	<i>Anas acuta</i>
A056	<i>Anas clypeata</i>
A059	<i>Aytbya ferina</i>
A061	<i>Aytbya fuligula</i>
A099	<i>Falco subbuteo</i>
A130	<i>Haematopus ostralegus</i>
A140	<i>Pluvialis apricaria</i>
A141	<i>Pluvialis squatarola</i>
A142	<i>Vaneellus vanellus</i>
A143	<i>Calidris canutus</i>
A144	<i>Calidris alba</i>
A145	<i>Calidris minuta</i>
A147	<i>Calidris ferruginea</i>
A148	<i>Calidris maritima</i>
A151	<i>Philomachus pugmax</i>
A155	<i>Scolopax rusticola</i>
A156	<i>Limosa limosa</i>
A157	<i>Limosa lapponica</i>
A160	<i>Numenius arquata</i>
A162	<i>Tringa totanus</i>
A164	<i>Tringa nebularia</i>
A191	<i>Sterna sandvicensis</i>
A196	<i>Chlidonias hybridus</i>
A200	<i>Alca torda</i>
A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>
A229	<i>Alcedo Atthis</i>
A246	<i>Lullula arborea</i>
A259	<i>Anthus spinoletta</i>
A272	<i>Luscinia svecica</i>
A292	<i>Locustella luscinioides</i>
A297	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>
A298	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>
A302	<i>Sylvia undata</i>
A399	<i>Elanus caeruleus</i>

Tabela F 3: Flora existente na área da Foz do Cáster (Adaptado de: Reis,1998).

Flora	Vegetação aquática ripícola (de proteção urgente)	Vegetação arbustiva e arbórea (de proteção urgente)
<b>Espécies abrangidas pela Diretiva 92/43/CEE (Diretiva Habitats)</b>	<i>Myosotus sp.</i>	
	<i>Salicornia sp.</i>	
	<i>Cistus sp.</i>	<i>Aster sp.</i>
	<i>Centaurium sp.</i>	<i>Leontodom sp.</i>
	<i>Lythrum sp.</i>	<i>Senecio sp.</i>
	<i>Limonium sp.</i>	<i>Crepis sp.</i>
	<i>Polygonum sp.</i>	<i>Hypericum sp.</i>
	<i>Rumex sp.</i>	<i>Trifolium sp.</i>
	<i>Ranunculus sp.</i>	<i>Vicia sp.</i>
	<i>Apium sp.</i>	<i>Plantago sp.</i>
	<i>Angelica sp.</i>	<i>Salix sp.</i>
	<i>Oenanthe sp.</i>	<i>Potentilla sp.</i>
	<i>Galium sp.</i>	<i>Linaria sp.</i>
	<i>Carex sp.</i>	
	<i>Eleocharis sp.</i>	
	<i>Holcus sp.</i>	
	<i>Juncus sp.</i>	

Tabela F 4: Fauna existente na área da Foz do Cáster e respetiva classificação do livro vermelho (Adaptado de: Reis,1998).

Fauna	Aves ocorrentes nos sapais e caniçais (de proteção urgente)	Classificação no Livro vermelho	Aves ocorrentes nas áreas arbustivas e arbóreas (de proteção urgente)	Classificação no Livro vermelho
<b>Espécies abrangidas pela Diretiva 79/409/CEE (Diretiva Aves)</b>	<i>Ixobrychus minutus</i>	Sem estar Ameaçado	<i>Ciconia ciconia</i>	Vulnerável
	<i>Ergretta garzetta</i>	Sem estar Ameaçado	<i>Milvus migrans</i>	Sem estar Ameaçado
	<i>Ardea purpurea</i>	Vulnerável	<i>Sylvia undata</i>	Sem estar Ameaçado
	<i>Plantelea leucorodia</i>	Vulnerável		
	<i>Milvus migrans</i>	-		
	<i>Circus aeruginosus</i>	Vulnerável		
	<i>Himantopus himantopus</i>	Sem estar Ameaçado		
	<i>Childonias niger</i>	Sem estar Ameaçado		
	<i>Sterna sandvicensis</i>	-		
	<i>Alcedo atthis</i>	Sem estar Ameaçado		
	<i>Porzana sp.</i>	Indeterminado		

Tabela F 5: Fauna existente na área da Foz do Cáster (Adaptado de: Reis,1998).

Fauna	Fauna Terrestre (de proteção urgente)	Livro vermelho
Espécies abrangidas pela Diretiva 92/43/CEE (Diretiva Habitats)	<b>Mamíferos</b>	Sem estar ameaçado
	<i>Genetta genetta</i>	
	<b>Anfíbios</b>	
	<i>Triturus marmoratus</i>	Sem estar ameaçado
	<i>Rena perezi</i>	
	<i>Hyla arborea</i>	
	<b>Répteis</b>	
	<i>Podarcis hispanica</i>	Sem estar ameaçado
	<i>Natrix natrix</i>	

## **ANEXO G - PLANTA DA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL EM ESTUDO**

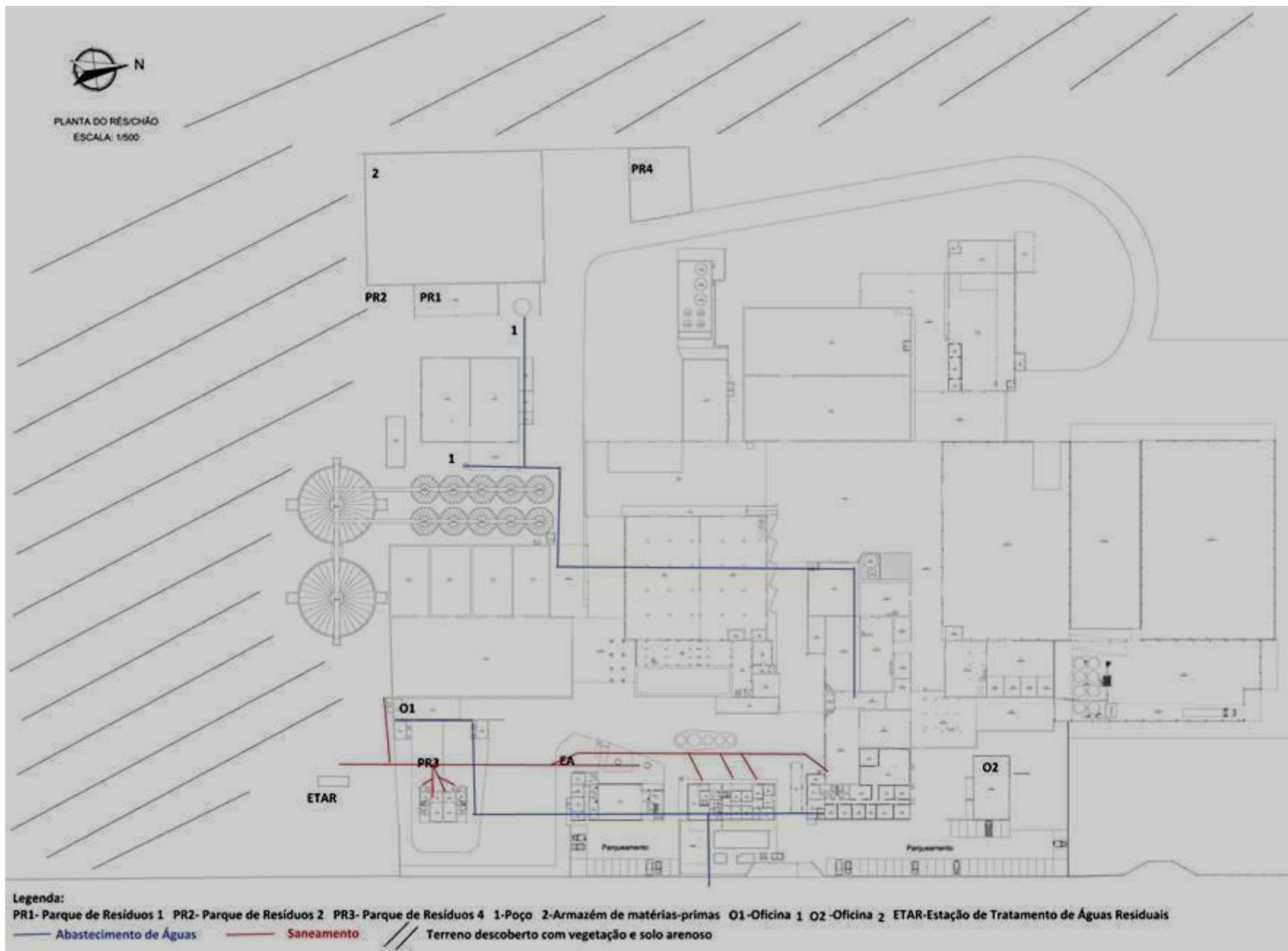


Figura G 1: Planta do Rés-do-chão da Instalação em estudo.



**ANEXO H - INVENTÁRIO DE PRODUTOS QUÍMICOS EXISTENTES NA INSTALAÇÃO EM ESTUDO.**

Tabela H 1: Inventário e informações dos produtos químicos utilizados na instalação em estudo (Fonte: Fichas de segurança dos produtos).

Produto	Total (L)	Informação sobre os componentes do produto		Informação ecológica
		Símbolo	Frase de Risco	
Galp Transgear 220	3400	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.
Galp Hidrolep 46	1260	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso para o ambiente. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.
Galp Galaxia LD	940	Xi Irritante Xn Nocivo N Perigoso para o ambiente	R 38 Irritante para a pele. R 41 Risco de lesões oculares graves . R 50/53 Muito tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático. R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático. R 62 Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.	A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos. Índice de risco da água: pouco perigoso para a água.
Galp Hidraulic 10W	360	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso para o ambiente. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.

Produto	Total (L)	Informação sobre os componentes do produto		Informação ecológica
		Símbolo	Frase de Risco	
Galp Transgear 460	260	Não Aplicável	Não Aplicável	Preparação não classificada como perigosa. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção por sedimentos. No solo, apresenta uma pequena mobilidade, sendo a adsorção o processo físico predominante.
Galp Belona EP1	252	Xi Irritante N Perigoso para o ambiente	R 36/37 Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele. R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	Não é classificado como perigoso para o ambiente aquático. Em água o produto flutua e espalha-se pela superfície. Mobilidade reduzida no solo. Índice de risco da água: pouco perigoso para a água.
Galp Transgear 320	240	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso para a saúde nem para o meio ambiente. Não é classificado como perigoso para o ambiente aquático. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção.
Galp Belona EP00	198	Xi Irritante N Perigoso para o ambiente	R 36/37/38 Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele. R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	Em água o produto flutua e espalha-se pela superfície. Mobilidade reduzida no solo. Índice de risco da água: pouco perigoso para a água.

Produto	Total (L)	Informação sobre os componentes do produto		Informação ecológica
		Símbolo	Frase de Risco	
Galp Transmatic DII	60	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso. Não é classificado como perigoso para o ambiente aquático. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. A solubilidade na água é muito baixa. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.
Galp Lubarep AR 68	40	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção por sedimentos. A mobilidade no solo é reduzida.
Galp Tralub 807 S	60	Não Aplicável	R 53 Pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	O produto não é classificado como perigoso. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.
Galp Formula 1 Plus	5	Xi Irritante N Perigoso para o ambiente	R 38 Irritante para a pele. R 41 Risco de lesões oculares graves. R 41 Risco de lesões oculares graves. R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos. Índice de risco da água: pouco perigoso para a água.
Fuelóleo	651700	T Tóxico	R 45 Pode provocar cancro. R 66 Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida. R52/53 Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	Nocivo para os organismos aquáticos; pode provocar efeitos nocivos a longo prazo no ambiente aquático. Os derrames podem provocar uma película à superfície da água, provocando danos físicos aos organismos aquáticos e podendo prejudicar a transferência de oxigénio. Os derrames podem penetrar no solo provocando contaminação dos lençóis de água subterrâneos.

Produto	Total (L)	Informação sobre os componentes do produto		Informação ecológica
		Símbolo	Frase de Risco	
Galp Hidrolep 32	160	Não Aplicável	Não Aplicável	O produto não é classificado como perigoso. A mobilidade no solo é reduzida e o processo dominante é a adsorção. A solubilidade na água é muito baixa. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção em sedimentos.
Galp Adonia EP2	144	C Corrosivo N Perigoso para o ambiente	R 34 Provoca Queimaduras. R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	Não tem mobilidade no solo. A solubilidade em água é muito baixa. Índice de risco da água: pouco perigoso para a água.
Galp Sygma 00	144	Xi Irritante	R 43 Pode causar sensibilização em contacto com a pele.	O produto não é classificado como perigoso. Não é classificado como perigoso para o ambiente aquático.
Galp Transsoil 80w90	140	C Corrosivo N Perigoso para o ambiente	R22 Nocivo por ingestão. R34 Provoca queimaduras. R43 Pode causar sensibilização em contacto com a pele. R50 Muito tóxico para os organismos aquáticos. R 51/53 Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	Preparação não classificada como perigosa. Em água, o produto flutua e espalha-se pela superfície. O produto é significativamente removido da água através da adsorção por sedimentos. No solo, apresenta uma pequena mobilidade, sendo a adsorção o processo físico predominante.
Galp Care Antocongelante Dilu 30%	100	Xn Nocivo	R 22 Nocivo por ingestão	Considerado como facilmente biodegradável. Não é considerado tóxico para os organismos aquáticos.



