# Relatório de Actividades da EP Solo e Sedimentos 2009/2011

Plano Nacional de Acção Ambiente e Saúde

Janeiro 2012

# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO ..... 4
2. ENQUADRAMENTO ..... 6
2.1. Contexto politico-legal no âmbito do Solo ..... 6
2.1.1. Vertente internacional ..... 6
2.1.2. Vertente nacional ..... 8
2.1.2.1. O solo no contexto da política de ordenamento do território ..... 8
2.1.2.2. O solo no contexto da política da água ..... 11
2.1.2.3. O solo no contexto da política da indústria extractiva ..... 12
2.1.2.4. O solo no contexto da política de gestão de resíduos ..... 12
2.1.2.5. O solo no contexto da política da responsabilidade por danos ambientais ... 13
2.1. Contexto politico-legal no âmbito dos Sedimentos ..... 14
2.1.1. Vertente internacional ..... 14
2.1.2. Vertente nacional ..... 15
2.1.2.1. Os sedimentos no contexto da política da água ..... 15
2.1.2.2. Os sedimentos no contexto da política da zona costeira ..... 16
2.1.2.3. Os sedimentos no contexto da política do mar ..... 17
3. O SOLO, OS SEDIMENTOS E SUAS FUNÇÕES ..... 18
3.1. Solo ..... 18
3.2. Sedimentos ..... 19
4. PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DO SOLO E DOS SEDIMENTOS ..... 21
4.1. Processos de degradação do solo ..... 21
4.1.1. Parâmetros/elementos indicativos dos processos de degradação do solo ..... 23
4.1.2. Relação do uso do solo com os processos de degradação ..... 25
4.1.3. Relação das alterações climáticas com os processos de degradação do solo ..... 28
4.2. Processos de degradação dos sedimentos ..... 29
4.2.1. Relação das alterações climáticas com os processos de degradação dos sedimentos ..... 32
5. CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DOS SEDIMENTOS ..... 33
5.1. Principais contaminantes ..... 33
5.2. Actividades humanas com significativo potencial de contaminação ..... 35

5.2.1. Ao nível do solo ..... 35
5.2.2. Ao nível dos sedimentos ..... 37
5.3. Principais efeitos na saúde humana decorrentes da contaminação ..... 40
5.4. Especificidades relacionadas com a contaminação química ..... 57
5.5. Informação sobre solo, sedimentos e sua contaminação ..... 59
5.5.1. Questionário de Recolha de Informação Nacional ..... 60
5.5.2. Entidades de investigação nacional com potencial informação ..... 61
5.5.3. Avaliações nacionais com relevância no contexto de Ambiente e Saúde ..... 62
5.6. Avaliação de risco em solos e sedimentos contaminados por substâncias perigosas 69
5.6.1. Avaliação de risco ao nível do solo – perspectiva nacional ..... 74
5.6.2. Avaliação de risco ao nível dos sedimentos – perspectiva nacional ..... 75
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 76
7. RECOMENDAÇÕES ..... 80
8. BIBLIOGRAFIA ..... 84
ANEXOS ..... 86

# 1. INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Acção Ambiente e Saúde (PNAAS), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 91/2008, de 4 de Junho, visa melhorar a eficácia das políticas de prevenção, controlo e redução de riscos para a saúde com origem em factores ambientais, promovendo a integração do conhecimento e a inovação, e contribuir para o desenvolvimento económico e social do país. A implementação deste Plano reveste-se de particular importância, face à necessidade de uma abordagem nacional, integrada e global de «Ambiente e Saúde».

O PNAAS é constituído por 36 Acções Programáticas relativas aos seguintes Domínios Prioritários: água, ar, solo e sedimentos, químicos, alimentos, ruído, espaços construídos, radiações e fenómenos meteorológicos.

As Acções Programáticas encontram-se consubstanciadas em Fichas de Projecto, elaboradas por Equipas de Projecto (EPs) emanadas do Grupo de Trabalho Ambiente e Saúde (GTAS). Uma destas EPs é a EP Solo e Sedimentos, que tem como missão implementar duas Acções do Plano, as quais são seguidamente apresentadas:

- *Acção I.6* "*Levantamento de informação e/ou monitorização de poluentes no solo e materiais sedimentares*", que tem como objectivos:
    - Identificar, avaliar e monitorizar os locais do território nacional cujos solos e materiais sedimentares estão contaminados, ou são susceptíveis de o serem;
    - Identificar os respectivos contaminantes.
- *Acção I.7 "Levantamento de efeitos na saúde humana associados a poluentes presentes em solos e materiais sedimentares e definição de estratégia de intervenção",* que tem como objectivos:
    - Sistematizar os efeitos na saúde humana associados a solos e materiais sedimentares contaminados;
    - Definir e implementar uma estratégia de intervenção.

Integram a EP Solo e Sedimentos as seguintes Entidades: Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Direcção-Geral da Saúde (DGS), Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A. (EDM), Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA), Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P. (INRB), Instituto Portuário e de Transportes Marítimos, I.P. (IPTM) e Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG).

Embora as Entidades supra-referidas tenham sido formalmente nomeadas, nem todas têm participado nas actividades da EP Solo e Sedimentos. Identificam-se, em seguida, os elementos representativos desta EP que têm colaborado activamente nos trabalhos desenvolvidos e que participaram na elaboração do presente Relatório: Isabel Moura, Fernanda Rodrigues e Sandra Moreira da APA, Anabela Santiago da DGS, Luís Reis, Manuel Franco Frazão e Susana Pestanudo da DGADR, João Brandão do INSA, Cristina Sempiterno Aires, Hermínia Domingues, Maria Amélia Castelo Branco e Maria da Graça Serrão do INRB, Elisabete Dias do IPTM e Maria João Batista do LNEG. A EDM prestou uma colaboração pontual no esclarecimento de aspectos específicos, no âmbito das suas competências e atribuições.

Não foi atribuída verba específica para a implementação do PNAAS na sequência da sua aprovação, pelo que este constrangimento condicionou a concretização das Acções Programáticas estabelecidas, bem como a normal execução do Plano.

Dada a conjuntura económica nacional, mas tendo presente a importância da implementação do PNAAS no que respeita ao fortalecimento do conhecimento nacional em matéria de Ambiente e Saúde e no cumprimento dos compromissos internacionais assumidos, designadamente os resultantes da 5ª Conferência Ministerial de Ambiente e Saúde (realizada em Parma, no ano de 2010, sob os auspícios da Organização Mundial da Saúde), as Entidades Coordenadoras do PNAAS, APA e DGS, solicitaram às EPs, no decurso da reunião geral de 3 de Fevereiro de 2009, que identificassem as Acções, ou Fases, passíveis de serem desenvolvidas com os recursos disponíveis, sem qualquer financiamento complementar. A EP Solo e Sedimentos aferiu ser possível concretizar o início da Fase 1 da Acção Programática I.6. "*Levantamento dos locais contaminados e/ou susceptíveis de poluição antropogénica e geogénica, com base em dados históricos disponíveis nas várias Instituições*".

A EP Solo e Sedimentos acordou elaborar um documento técnico que compilasse o trabalho desenvolvido para a concretização da Fase 1 da referida Acção Programática. Em Maio de 2011, foi participado à EP que a APA estava a preparar um documento sobre solos contaminados que iria ser submetido à tutela para aprovação, o qual pretende vir a ser adoptado como uma estratégia nacional para os solos contaminados. Perante este facto e não tendo a EP Solo e Sedimentos conhecimento do conteúdo do referido documento, optou-se por substituir o documento técnico da EP por um Relatório de Actividades que sistematizasse o trabalho desenvolvido entre Fevereiro de 2009 e o presente.

Dada a complexidade que as questões de Solo e Sedimentos *versus* Saúde Humana reúnem e a diversidade de abordagens possíveis para a implementação da referida Acção Programática, associada ao facto de a EP ser constituída por diferentes Entidades com atribuições e competências diversas na matéria, foi decidido: i) consubstanciar as actividades da EP em instrumentos político-legais internacionais e nacionais; ii) proceder à harmonização e concertação de terminologia e de conceitos entre os peritos da EP; iii) concretizar algumas reflexões temáticas, em sede das reuniões da EP. As consequentes determinações e considerações da EP encontram-se vertidas ao longo do Relatório, sendo ainda apresentadas algumas Recomendações que visam prestar um contributo para aqueles que trabalham nesta temática.

# 2. ENQUADRAMENTO

## 2.1. Contexto politico-legal no âmbito do Solo

### 2.1.1. Vertente internacional

Os Estados-Membros, e em particular a Comissão Europeia, têm suscitado a necessidade de elaborar um instrumento comunitário próprio no âmbito do solo. A Comissão Europeia considera que as "*disposições em vigor, mesmo que plenamente aplicadas, resultam numa* ***protecção fragmentada e incompleta dos solos****, visto não abrangerem todos os solos, nem todas as ameaças aos solos identificadas*", pelo que *"a degradação dos solos continua*" [1].

Neste contexto, a 22 de Setembro de 2006, foi proposta pela Comissão Europeia a "**Estratégia temática de protecção do solo**" [2], que incita a definição de um quadro comunitário legislativo específico, visando proteger e garantir uma utilização sustentável do solo, integrar a protecção do solo nas políticas nacionais e comunitárias e reforçar a base de conhecimento e o aumento da sensibilização do público. De acordo com o referido documento, a protecção e a utilização sustentável do solo tem como base dois princípios orientadores: i) "*Prevenir uma maior degradação do solo e preservar as suas funções*"; e ii) "*Reabilitar os solos degradados, garantindo um nível de funcionalidade mínimo coerente com a sua utilização actual e prevista, tendo igualmente em conta os custos da reabilitação do solo*" [2].

Posteriormente, foi apresentada uma **proposta de Directiva** [1;3], ainda não aprovada, que propõe a implementação pelos Estados-Membros da citada Estratégia. Esta proposta de Directiva marca a primeira abordagem política especificamente orientada para a protecção do solo da Europa, enquanto importante recurso natural. Apresenta como objectivo "*estabelecer uma estratégia comum para a protecção e utilização sustentável do solo, com base nos princípios da integração destas questões noutras políticas, na preservação das funções do solo no contexto da utilização sustentável, na prevenção de ameaças ao solo e na atenuação dos seus efeitos, bem como na recuperação de solos degradados de modo a atingirem um nível de funcionalidade consistente, pelo menos, com a sua utilização actual e a sua utilização futura aprovada*".

No âmbito desta proposta de Directiva, competirá aos Estados-Membros "*definir a aceitabilidade do risco e o nível de ambição, no que se refere às metas a atingir e escolher as medidas para atingir essas metas*" [2], ficando com o ónus e responsabilidade de:

- Identificar **zonas com risco** de "*erosão, diminuição da matéria orgânica, salinização, compactação e deslizamento de terras*", ou ainda aquelas onde se tenha registado um destes processos de degradação, o que exigirá uma abordagem efectuada com base em elementos comuns, coerentes e comparáveis pelo estabelecimento de "*parâmetros que são reconhecidamente determinantes das diferentes ameaças*" [1].

Pretende-se que se adoptem programas de medidas para reduzir os riscos referidos e para combater as respectivas consequências, sendo necessário identificar, também, a extensão das zonas sujeitas a estas ameaças.

- Limitar a ***"introdução de substâncias perigosas nos solos e evitar acumulações*** *que prejudicariam as funções dos mesmos e representariam um risco para a saúde humana e o ambiente"* [1].
- Elaborar um **inventário dos sítios contaminados** por substâncias perigosas. É de referir que a proposta de Directiva contém uma lista de actividades potencialmente poluentes.
- Proceder à **reabilitação dos locais contaminados**, de acordo com uma estratégia nacional, assegurando as reabilitações em curso e estabelecendo prioridades para as demais. É de salientar que, quando não seja possível imputar os custos da reabilitação à pessoa responsável, cada Estado-Membro deve prever o financiamento adequado para a sua realização.
- **Sensibilizar o público** para a importância da protecção do solo, salvaguardando a sua participação na elaboração e apreciação dos programas de medidas relativas às zonas de risco, bem como na definição e implementação de uma estratégia nacional de reabilitação.

Deve-se também salientar, a **Estratégia da União Europeia em favor do Desenvolvimento Sustentável** [4], que assinala as questões da perda de solos e da diminuição da fertilidade do solo como factores que ameaçam o desenvolvimento sustentável, nomeadamente na influência que têm na viabilidade das explorações agrícolas, realçando que algumas ameaças resultam de opções passadas que exigem uma acção urgente.

Na esfera internacional, são ainda de destacar importantes acordos, que têm contribuído para a protecção dos solos na Europa:

- A **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**, que visa "*o combate à desertificação e a mitigação dos efeitos da seca nos países afectados por seca grave e/ou desertificação, particularmente em África*". O combate à desertificação refere-se às "*actividades que fazem parte do aproveitamento integrado da terra nas zonas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas com vista ao seu desenvolvimento sustentável, e que têm por objectivo a prevenção e/ou redução da degradação das terras, a reabilitação de terras parcialmente degradadas e a recuperação de terras degradadas*".
- A **Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica**, que considera que a diversidade do solo exige uma atenção especial;
- O **Protocolo de Protecção do Solo da Convenção Alpina,** que visa preservar as funções ecológicas do solo ao evitar a degradação e garantir a sua utilização racional;
- O **Protocolo de Quioto**, que realça a importância da capacidade de armazenamento de carbono no solo, que deve ser protegida e, sempre que possível, reforçada.

## 2.1.2. Vertente nacional

Em Portugal, existem instrumentos político-legais que, embora de forma sectorial (por exemplo, no âmbito do ordenamento do território, da água, dos resíduos, das lamas de depuração em solos agrícolas), incluem referências no domínio do solo, tendo como objectivo principal o equilibrado desenvolvimento socioeconómico das regiões. Como se poderá constatar seguidamente, é uma visão parcelar que não assegura a protecção integral do solo relativamente às diversas ameaças.

### 2.1.2.1. O solo no contexto da política de ordenamento do território

A **Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo** (Lei n.º 48/98, de 11 de Agosto, alterada pela Lei n.º 54/2007, de 31 de Agosto) estabelece objectivos específicos consoante a natureza e a realidade territorial subjacente, designadamente a "*preservação e defesa dos solos com aptidão natural ou aproveitados para actividades agrícolas, pecuárias ou florestais, restringindo-se a sua afectação a outras utilizações aos casos em que tal for comprovadamente necessário*". Defende que o ordenamento do território e o urbanismo devem assegurar a salvaguarda dos valores naturais essenciais dos solos, nomeadamente pela garantia de que "*os solos são utilizados de forma a impedir a sua contaminação ou erosão*".

Define, ainda, que os instrumentos de planeamento territorial, de natureza regulamentar, *"estabelecem o regime de uso do solo, definindo modelos de evolução da ocupação humana e da organização de redes e sistemas urbanos e, na escala adequada, parâmetros de aproveitamento do solo*", designadamente pelos planos de pormenor de reabilitação urbana.

O Decreto Regulamentar n.º 11/2009, de 29 de Maio estabelece uma classificação do solo, tendo em consideração o destino básico dos terrenos, assente na distinção entre «solo rural» e «solo urbano», entendendo-se por:

a) Solo rural, "*o que se destina ao aproveitamento agrícola, pecuário e florestal ou de recursos geológicos, a espaços naturais de protecção ou de lazer ou a outros tipos de ocupação humana que não lhe confiram o estatuto de solo urbano*". Esta classificação do solo como rural "*visa proteger o solo como recurso natural escasso e não renovável, salvaguardar as áreas afectas a usos agrícolas e florestais, à exploração de recursos geológicos ou à conservação da natureza e da biodiversidade e enquadrar adequadamente outras ocupações e usos incompatíveis com a integração em espaço urbano ou que não confiram o estatuto de solo urbano*", obedecendo à "*verificação de um dos seguintes critérios: a) Reconhecida aptidão para aproveitamento agrícola, pecuário e florestal ou de recursos geológicos; b) Ocorrência de recursos e valores naturais, ambientais, culturais ou paisagísticos, designadamente os identifica dos e salvaguardados ao abrigo dos planos regionais ou dos planos especiais de ordenamento do território, bem como os que se encontrem protegidos ao abrigo dos regimes territoriais definidos nos termos de lei especial, que justifiquem ou beneficiem de um estatuto de protecção, conservação ou valorização incompatível com o processo de urbanização e a edificação; c) Ocorrência de riscos naturais ou tecnológicos ou de outros factores de perturbação ambiental, de segurança ou de saúde públicas,*

*incompatíveis com a integração em solo urbano; d) Localização de equipamentos, estruturas, infra-estruturas e sistemas indispensáveis à defesa nacional, segurança e protecção civil incompatíveis com a integração em solo urbano; e) Afectação a infra-estruturas, equipamentos ou outros tipos de ocupação humana que não confiram o estatuto de solo urbano*";

b) Solo urbano, "*o que se destina a urbanização e a edificação urbana*". Esta classificação se solo como urbano "*visa a sustentabilidade, a valorização e o pleno aproveitamento das áreas urbanas, no respeito pelos imperativos de economia do solo e dos demais recursos territoriais*". Compreende "*os terrenos urbanizados e aqueles cuja urbanização seja possível programar, incluindo os solos afectos à estrutura ecológica necessários ao equilíbrio do espaço urbano*" nos quais se deve observar "*cumulativamente, os seguintes critérios: a) Inserção no modelo de organização do sistema urbano municipal; b) Existência ou previsão de aglomeração de edifícios, população e actividades geradora de fluxos significativos de população, bens e informação; c) Existência ou garantia de provisão, no horizonte do plano municipal de ordenamento do território, de infra-estruturas urbanas e de prestação dos serviços associados, compreendendo, no mínimo, os sistemas de transportes públicos, de abastecimento de água e saneamento, de distribuição de energia e de telecomunicações; d) Garantia de acesso da população residente aos equipamentos que satisfaçam as suas necessidades colectivas fundamentais*".

O **regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial** (Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de Setembro) classifica o «solo urbano» por categorias que "*conferem a susceptibilidade de urbanização ou de edificação*" e o «solo rural», pelas seguintes categorias:

*a)* "*Espaços agrícolas ou florestais afectos à produção ou à conservação;*

*b) Espaços de exploração mineira;*

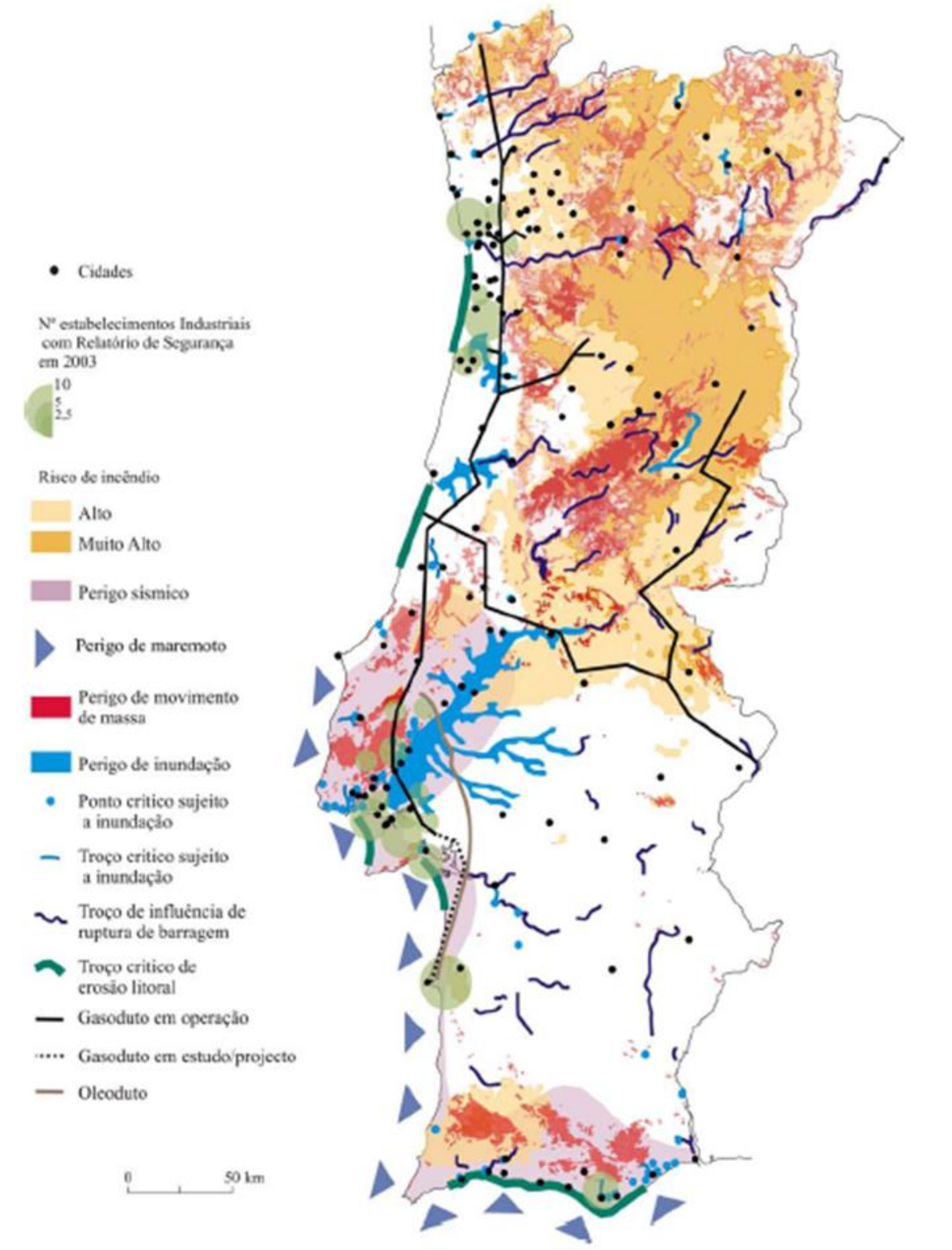
*c) Espaços afectos a actividades industriais directamente ligadas às utilizações referidas nas alíneas anteriores;*

*d) Espaços naturais;*

e) *Espaços destinados a infra-estruturas ou a outros tipos de ocupação humana que não impliquem a classificação como solo urbano, designadamente permitindo usos múltiplos em actividades compatíveis com espaços agrícolas, florestais ou naturais*".

De destacar, também, o **Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT)**, aprovado pela Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, e as posteriores Declarações de Rectificação, um "*instrumento de desenvolvimento territorial de natureza estratégica que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional*", que no respectivo **Relatório PNPOT** (anexo à citada Lei, rectificado pelas Declarações de Rectificação n.º 80-A, de 7 de Setembro de 2007 e n.º 103-A/2007, de 2 de Novembro de 2007) dá enfoque aos temas "*da sustentabilidade ambiental e da conservação e valorização dos recursos naturais, das transformações do uso do solo e do ordenamento agrícola e florestal*". Neste Relatório, são identificados os principais riscos em Portugal Continental (Figura 1), ameaçadores da população e do território, considerando a situação geográfica e as características geológicas e climáticas de Portugal, que no contexto do presente Relatório da EP Solo e Sedimentos apresentam especial relevância, a saber: "*actividade sísmica, movimentos de massa, erosão do litoral e instabilidade das arribas, cheias e inundações,*

*incêndios florestais, secas e desertificação, contaminação de massas de água, contaminação e erosão dos solos, derrames acidentais no mar, ruptura de barragens e riscos associados a diversas infra-estruturas e acidentes industriais graves"*.




Fonte: Relatório do PNPOT, 2007

**Figura 1.** Riscos em Portugal Continental

O **Programa de Acção do PNPOT** (também anexo à citada Lei, rectificado pelas Declarações de Rectificação n.º 80-A, de 7 de Setembro de 2007) identifica entre os 24 problemas para o Ordenamento do Território a "*degradação do solo e riscos de desertificação, agravados por fenómenos climáticos (seca e chuvas torrenciais e pela dimensão dos incêndios florestais*", estabelecendo um objectivo estratégico e respectivos objectivos específicos de especial relevância, no contexto das Acções Programáticas da EP Solo e Sedimentos, que se indicam em seguida:

A. Objectivo Estratégico: "*Conservar e valorizar a biodiversidade, os recursos e o património natural, paisagístico e cultural, utilizar de modo sustentável os recursos energéticos e geológicos, e monitorizar, prevenir e minimizar os riscos*";

B. Objectivos Específicos:

1. *"Desenvolver os sistemas de conhecimento e informação sobre ambiente e os recursos naturais;*
2. *Aperfeiçoar e consolidar os regimes, os sistemas e as áreas fundamentais para proteger e valorizar a biodiversidade e os recursos naturais;*
3. *Definir e executar uma Estratégia Nacional de Protecção do Solo;*
4. *Promover o ordenamento e a gestão sustentável da silvicultura dos espaços florestais;*
5. *Executar a política de gestão integrada da água;*
6. *Definir e executar uma política de ordenamento e gestão integrada da zona costeira, nas suas componentes terrestre e marítima;*
7. *Executar a Estratégia Nacional para o Mar;*
8. *Definir e executar uma política integrada dos recursos geológicos;*
9. *Executar a Estratégia Nacional para a Energia e prosseguir a política sustentada para as alterações climáticas;*
10. *Proteger e valorizar as paisagens e o património cultural;*
11. *Avaliar e prevenir os factores e as situações de risco e desenvolver dispositivos e medidas de minimização dos respectivos efeitos"*.

#### 2.1.2.2. O solo no contexto da política da água

A Lei n.º 58/2005, de 25 de Dezembro, que aprova a **Lei da Água**, estabelece uma inter-relação e interacção entre a política de planeamento e ordenamento do território, a política da água e a política do solo, ao considerar que "*os condicionamentos de utilização do solo devem ser tipificados nos planos de recursos hídricos e nos instrumentos de gestão territorial*".

Esta Lei estabelece, ainda, que as medidas de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos têm como âmbito de intervenção, para além dos respectivos limites geográficos, zonas que compreendem "*os perímetros de protecção e as áreas adjacentes às captações de água para consumo humano, as áreas de infiltração máxima para recarga de aquíferos e as*

*áreas vulneráveis à poluição por nitratos de origem agrícola*", podendo, também, "*vir a ser objecto dessas medidas de protecção determinadas áreas, nomeadamente partes de bacias, aquíferos ou massas de água que, pelas suas características naturais e valor ambiental, económico ou social, assumam especial interesse público*". Constata-se, assim, que muitos solos nacionais podem ser alvo de acções de intervenção e objecto de medidas de protecção ao abrigo da Lei da Água.

#### 2.1.2.3. O solo no contexto da política da indústria extractiva

Considerando a "*actividade exploradora*" como "*potencialmente conflitual com outros valores do património nacional comum*", alguns dos quais relacionados com os solos, foi estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março, **o regime jurídico de "*revelação e aproveitamento de bens naturais existentes na crosta terrestre*, *genericamente designados por recursos geológicos*"** visando, designadamente, no campo da optimização do uso dos recursos geológicos a "*manutenção do equilíbrio ecológico*" e a "*procura contínua das soluções mais adequadas*". Para efeitos do referido diploma entende-se por "*depósitos minerais*" as "*ocorrências minerais existentes em território nacional"* que *"pela sua raridade, alto valor específico ou importância na aplicação em processos industriais das substâncias nelas contidas se apresentam com especial interesse na economia"* do país. Estabelece-se ainda que estes recursos, como por exemplo os existentes no solo, sempre que possível, *"deverão ficar convenientemente salvaguardados*", designadamente quanto à manutenção da estabilidade económica e à saúde e segurança das pessoas.

Neste contexto, deve-se referir que o exercício da actividade mineira em Portugal conduziu à geração de um "*passivo ambiental muito significativo, agravado, ainda, pelos riscos potenciais que a falta de um adequado processo de recuperação ambiental das áreas abrangidas podem trazer para as populações e para os ecossistemas envolventes".* Assim, reconhecendo-se a gravidade da situação nacional e da urgência em encontrar meios adequados de reposição do equilíbrio ambiental das áreas sujeitas à actividade mineira, designadamente aquelas que se encontravam em estado de degradação e abandono, foi publicado o Decreto-Lei n.º 198-A/2001, de 6 de Julho, que estabelece o **regime jurídico da concessão do exercício da actividade de recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas**". Salienta-se que este diploma visa, entre outros aspectos, "*eliminar, em condições de estabilidade a longo prazo, os factores de risco que constituam ameaça para a saúde e segurança públicas*" designadamente resultantes da "*contaminação de solos*", assim como "*permitir uma utilização futura das áreas recuperadas, em função da sua aptidão específica, em cada caso concreto*".

#### 2.1.2.4. O solo no contexto da política de gestão de resíduos

O Decreto-Lei n.º º 178/2006, de 5 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, estabelece o "***regime geral aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos***" e transpõe a Directiva n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, relativa aos resíduos. Constitui objectivo prioritário da política de gestão de resíduos "*evitar e reduzir os riscos para a saúde humana e para o ambiente, garantindo que a*

*produção, a recolha e transporte, o armazenamento preliminar e o tratamento de resíduos sejam realizados recorrendo a processos ou métodos que não sejam susceptíveis de gerar efeitos adversos sobre o ambiente*", nomeadamente "*do solo*".

Enquadram-se neste regime as "***operações de descontaminação dos solos***", sem prejuízo do disposto em legislação especial, considerando estas operações "*o procedimento de confinamento, tratamento in situ ou ex situ conducente à remoção e ou à redução de agentes poluentes nos solos, bem como à diminuição dos efeitos por estes causados*", estabelecendo ainda que as normas técnicas relativas às operações de descontaminação de solos deverão constar em legislação específica.

#### 2.1.2.5. O solo no contexto da política da responsabilidade por danos ambientais

A publicação do Decreto-Lei n.º 147/2008, de 29 de Julho, "*estabelece o **regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais** e transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2004/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril de 2004, que aprovou, com base no princípio do poluidor-pagador, o regime relativo à responsabilidade ambiental aplicável à prevenção e reparação dos danos ambientais, com a alteração que lhe foi introduzida pela Directiva n.º 2006/21/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à gestão de resíduos da indústria extractiva*".

Este diploma introduz o conceito de "***danos causados ao solo***", definindo como "*qualquer contaminação do solo que crie um risco significativo para a saúde humana devido à introdução, directa ou indirecta, no solo ou à sua superfície, de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos*". Considera-se que para a "***reparação de danos causados ao solo***" devem ser "*adoptadas as medidas necessárias para assegurar, no mínimo, que os contaminantes em causa sejam eliminados, controlados, contidos ou reduzidos, a fim de que o solo contaminado, tendo em conta a sua utilização actual 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 é avaliada através de um processo de avaliação de riscos que tem 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 afectação futura é determinada com base na regulamentação em matéria de afectação dos solos ou outra eventual regulamentação relevante em vigor no momento da ocorrência do dano. Se a afectação do solo se modificar, são tomadas todas as medidas necessárias para prevenir quaisquer riscos de efeitos adversos para a saúde humana. Na falta de regulamentação relativa à afectação do solo ou de outra regulamentação relevante, a natureza da zona que sofreu os danos deve determinar a afectação da zona específica, atendendo ao desenvolvimento previsto*".

## 2.1. Contexto politico-legal no âmbito dos Sedimentos

### 2.1.1. Vertente internacional

Segundo a ***European Sediment Research Network***, não existe legislação própria nos países da UE que salvaguarde, especificamente, as preocupações relacionadas com os sedimentos de zonas marinhas, lacustres, costeiras ou fluviais, constatando-se, apenas, algumas alusões a esta matéria em directivas comunitárias de domínios como água, resíduos e poluição em geral. São, também, de destacar a «Estratégia Marinha» (Directiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Junho de 2008), que abrange a temática dos sedimentos no seu conceito "águas marinhas" e a «Estratégia de Gestão Integrada de Zonas Costeiras» (Recomendação n.º 2002/413/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Maio de 2002), que engloba os sedimentos no conceito "zonas costeiras", a saber:

a) A **Directiva-Quadro «Estratégia Marinha»** determina um quadro de acção comunitária no domínio da política para o meio marinho. É um dos pilares ambiental da política marítima da UE que considera o meio marinho um "*património precioso que deve ser protegido, preservado e, quando exequível, recuperado com o objectivo último de manter a biodiversidade e de possibilitar a existência de oceanos e mares diversos e dinâmicos, limpos, sãos e produtivos*".

   A Estratégia Marinha define "águas marinhas" como "*as águas, os fundos e os subsolos marinhos situados entre a linha de base a partir da qual são medidas as águas territoriais e o limite exterior da zona sobre a qual um Estado-Membro possua e/ou exerça jurisdição*" e as "*águas costeiras, tal como definidas na Directiva 2000/60/CE, o seu fundo e subsolo marinhos*".

b) A **Estratégia de Gestão Integrada de Zonas Costeiras na Europa**, relativa à execução da gestão integrada da zona costeira na Europa, considera que as zonas costeiras assumem uma importância estratégica em termos ambientais, económicos, sociais, culturais e recreativos, mostrando-se essencial garantir a protecção e requalificação do litoral, o seu desenvolvimento económico e social, bem como a coordenação de políticas com incidência na zona costeira.

   Esta Estratégia define:

   - "Zona costeira" como a "*porção de território influenciada directa e indirectamente, em termos biofísicos, pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) e que, sem prejuízo das adaptações aos territórios específicos, tem, para o lado de terra, a largura de 2 km medida a partir da linha da máxima preia -mar de águas vivas equinociais e se estende, para o lado do mar, até ao limite das águas territoriais, incluindo o leito*".
   - "Orla costeira" como a "*porção do território onde o mar exerce directamente a sua acção, coadjuvado pela acção eólica, e que tipicamente se estende para o*

*lado de terra por centenas de metros e se estende, do lado do mar, até à batimétrica dos 30 m (englobando a profundidade de fecho)".*

A EP Solo e Sedimentos considera que a abordagem dos anteriores diplomas comunitários a "*fundos e subsolos marinhos*" e a "*porção do território*" remete-nos, obrigatoriamente, para o domínio dos sedimentos.

De destacar, ainda, as principais convenções internacionais que enquadram esta matéria:

- A **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar**, adoptada em Nova Iorque, a 10 de Dezembro de 1982, pela Resolução da Assembleia da República n.º 60-B/97, de 14 de Outubro, e ratificada pelo Decreto do Presidente da República n.º 67-A/97, de 14 de Outubro;
- A **Convenção para a Protecção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste** (Convenção OSPAR), adoptada em Paris, a 22 de Setembro de 1992, aprovada pelo Decreto n.º 59/97, de 31 de Outubro;
- A **Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica**, adoptada no Rio de Janeiro, a 20 de Maio de 1992, aprovada pelo Decreto n.º 21/93, de 21 de Junho.

## 2.1.2. Vertente nacional

À semelhança do que se referiu para a vertente solo, a EP Solo e Sedimentos considera que a temática dos sedimentos não se encontra vertida em diploma legal específico, excepto para os dragados, sendo no entanto abordada em alguns diplomas legais no âmbito da água, da zona costeira ou do mar. Também para o caso dos sedimentos, a visão é parcelar, não se assegurando, assim, uma protecção global dos sedimentos contra as várias ameaças.

### 2.1.2.1. Os sedimentos no contexto da política da água

No que se refere ao ordenamento e planeamento dos recursos hídricos, a Lei n.º 58/2005, de 25 de Dezembro, que estabelece o enquadramento para a **gestão das águas superficiais (interiores, de transição e costeiras) e das águas subterrâneas**, remete-nos para protecção dos sedimentos por uma adequada utilização dos recursos hídricos, ao considerar que "*devem ser planeadas e reguladas as utilizações dos recursos hídricos das zonas que com eles confinam, de modo a proteger a quantidade e a qualidade das águas, os ecossistemas aquáticos e os recursos sedimentológicos*".

Neste diploma legal, as medidas de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos têm também como "*âmbito de intervenção, o território envolvente com incidência nesses recursos*", entendendo-se por «território envolvente» as "*margens dos lagos e albufeiras de águas públicas e as orlas costeira e estuarina, nas quais importa impor regras de harmonização das suas diversas utilizações com a preservação dos recursos e meios hídricos*". Deste modo, mesmo que de forma parcial, fomenta-se a preservação dos sedimentos existentes em lagos,

albufeiras e suas margens, assim como dos sedimentos existentes em zonas costeiras e estuarinas e nas suas orlas.

São ainda referidos, no citado diploma, vários instrumentos de gestão territorial que incluem medidas para a protecção e valorização dos recursos hídricos e do território envolvente, que visam assegurar a sua utilização sustentável e que, directa ou indirectamente, salvaguardam a preservação e a integridade biofísica dos sedimentos, entre os quais se destacam:

a) Planos de ordenamento de albufeiras de águas públicas, que contemplam "*zona de reserva e zona de protecção*";

b) Planos de ordenamento da orla costeira, que incluem "*respectivos leitos e margens, assim como as faixas de protecção marítima e terrestre*";

c) Planos de ordenamento dos estuários, que compreendem os respectivos "*leitos e margens*", dado que "*asseguram a gestão integrada das águas de transição com as águas interiores e costeiras confinantes, bem como dos respectivos sedimentos*".

Enquanto instrumento de planeamento, destacam-se os "*planos de gestão de bacia hidrográfica de âmbito territorial*" e os "*planos específicos de gestão de águas*", estes últimos que poderão abranger o aspecto específico "*com interacção significativa com as águas*" como, por exemplo, situações de contaminação de sedimentos.

#### 2.1.2.2. Os sedimentos no contexto da política da zona costeira

O reconhecimento da importância estratégica da zona costeira de Portugal e da necessidade de assegurar a sua protecção e gestão integrada foi alcançado pela "**Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira**" (ENGIZC), publicada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de Setembro, a qual considera necessária a gestão sustentável dos recursos minerais, nomeadamente dos "*sedimentos inertes*", bem como a identificação e delimitação das "*zonas costeiras*" de maior sensibilidade. A delimitação prevê-se ancorada a "*normas regulamentares de uso e transformação do solo em consonância com as suas características e respectivas capacidades de carga*". Esta Estratégia nacional integra os conceitos *"zona costeira"* e *"orla costeira"* estabelecidos na Estratégia de Gestão Integrada de Zonas Costeiras na Europa, anteriormente referidos.

São ainda de salientar, neste contexto, os seguintes Planos:

a) **Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC),** aprovados pelo Decreto-Lei n.º 309/93, de 2 de Setembro, que têm por objecto as águas marítimas costeiras e interiores e os respectivos leitos e margens, assim como as faixas de protecção marítima e terrestre. Estes Planos estabelecem opções estratégicas para a protecção da integridade biofísica da orla costeira, com a valorização dos recursos naturais e conservação dos seus valores ambientais e paisagísticos, definindo, nomeadamente, o ordenamento dos diferentes usos e actividades específicas da orla costeira, a classificação das praias e a regulamentação do seu uso balnear, a valorização e qualificação das praias, dunas e falésias consideradas estratégicas por motivos ambientais e turísticos, o enquadramento do desenvolvimento das diversas actividades específicas, bem como as regras de saneamento a serem observadas, e

asseguram os equilíbrios morfodinâmicos e a defesa e conservação dos ecossistemas litorais.

b) **Plano Operacional de Valorização do Território (POVT)**, que engloba uma visão integrada das potencialidades e dos riscos que afectam a zona costeira. No Eixo Prioritário III, especificamente no que diz respeito ao "*combate à erosão e defesa costeira*", os objectivos são: "*melhorar o conhecimento e a identificação das ameaças e potencialidades decorrentes do funcionamento da zona costeira, de forma a melhor definir as zonas sujeitas a riscos de erosão e/ou de cheias; controlar e reduzir a ocorrência de ocupações em zonas de risco; efectuar intervenções que assegurem a manutenção equilibrada da orla costeira, quando esta se vê ameaçada pelo avanço das águas, e como suporte a importantes funções do território (económicas, sociais e ambientais), numa óptica sustentável de valorização e de prevenção de riscos; preparar para os desafios originados pelas alterações climáticas; proteger e recuperar o património natural e cultural na zona costeira; prevenir os diversos riscos associados às zonas costeiras, numa perspectiva de garantir a sua sustentabilidade ecológica, ambiental e social*".

#### 2.1.2.3. Os sedimentos no contexto da política do mar

A **Estratégia Nacional para o Mar**, publicada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 163/2006, de 12 de Dezembro, estabelece como principal objectivo melhorar o "*aproveitamento dos recursos do oceano e zonas costeiras, promovendo o desenvolvimento económico e social de forma sustentável e respeitadora do ambiente, através de uma coordenação eficiente, responsável e empenhada, que contribua activamente para a Agenda Internacional dos Oceanos*". Esta Estratégia apresenta, numa das suas medidas de acção, "*inventariar os recursos biológicos, geológicos e mineiros do solo e subsolo marinhos e coluna de água, contribuindo para um melhor conhecimento dos grandes ecossistemas marinhos e definição das regiões ecológicas*".

São também de destacar as **Orientações Estratégicas para o Sector Marítimo-Portuário**, apresentadas pelo Governo em Dezembro de 2006, que têm por visão estratégica reforçar a centralidade euro-atlântica de Portugal, aumentar fortemente a competitividade do sistema portuário nacional e do transporte marítimo e disponibilizar ao sector produtivo nacional cadeias de transporte competitivas e sustentáveis, as quais no âmbito da "segurança marítima" incluem propostas articuladas em dois eixos principais: "*prevenção reforçada dos acidentes e da poluição*" e "*tratamento das consequências dos acidentes*". Estes dois eixos remetem-nos para a vertente de contaminação dos sedimentos nacionais, matéria objecto de interesse no âmbito do PNAAS.

**O Programa do XVIII Governo Constitucional** prevê expressamente a dinamização da execução da Estratégia Nacional para o Mar, promovendo a mobilização dos sectores científicos e empresariais ligados ao mar e da sociedade civil em geral. Esta mobilização assume o enquadramento das políticas internacionais, em especial ao nível da Política Marítima Europeia.

Em 2010, foi publicada a transposição da **Directiva Quadro da Estratégia Marinha**, através do Decreto-Lei nº 108/2010 de 23 de Outubro, que considera o meio marinho um "*património*

*precioso que deve ser protegido, preservado, valorizado e recuperado com o objectivo de manter a sua biodiversidade e de possibilitar a existência de oceanos e mares diversos, limpos, sãos e produtivos, continuando a sustentar a utilização pelo ser humano e o desenvolvimento de importantes actividades económicas*". Este diploma abrange a temática dos sedimentos no seu conceito "águas marinhas", definindo "águas marinhas nacionais" como "*as águas, os fundos e os subsolos marinhos situados entre a linha de base a partir da qual são medidas as águas territoriais e o limite exterior da zona sob soberania ou jurisdição do Estado Português, em conformidade com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar".*

# 3. O SOLO, OS SEDIMENTOS E SUAS FUNÇÕES

## 3.1. Solo

O **solo** é um sistema biogeoquímico complexo com funções ecológicas, económicas, sociais e culturais, que desempenha um papel relevante para a actividade humana e para a sobrevivência dos ecossistemas e da vida em geral. Compreende-se como **funções** do solo:

I. *"Produção de biomassa, incluída na agricultura e silvicultura;*
II. *Armazenamento, filtragem e transformação de nutrientes, substâncias e água;*
III. *Reserva de biodiversidade, como habitats, espécies e genes;*
IV. *Ambiente físico e cultural para o homem e as actividades humanas;*
V. *Fonte de matérias-primas;*
VI. *Reservatório de carbono;*
VII. *Conservação do património geológico e arqueológico*" [1].

O solo, enquanto capital natural, oferece ainda vários **serviços**, entre os quais se destacam o facto de proporcionar fontes de energia, alimentos e materiais, de permitir a regulação do clima e da água, de ser sumidouro para os resíduos e para a poluição e de absorver gases com efeito de estufa. As características do solo influenciam os ciclos da água, dos nutrientes e do carbono, uma vez que o solo "*armazena, filtra e transforma muitas substâncias*" [2].

Dado que a economia depende de uma série de funções e serviços do solo, o desafio que se coloca à sociedade actual reside em encontrar um equilíbrio entre "*recursos terrestres fornecedores de serviços*" e os "*serviços culturais de apoio e de regulação que os ecossistemas fornecem e que são igualmente vitais*" [5].

No âmbito do PNAAS, a EP Solo e Sedimentos adoptou a seguinte definição para os seus trabalhos:

CONCEITO ADOPTADO

•**Solo** - camada superior da crosta terrestre, situada entre o substrato rochoso e a superfície, constituída por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos.

## 3.2. Sedimentos

O fundo dos oceanos e os leitos de lagos, lagoas, albufeiras e rios são, em grande parte, constituídos por **sedimentos,** um substrato que pode suportar ecossistemas complexos, sobretudo nas zonas onde a coluna de água recebe luz solar suficiente para que ocorra fotossíntese. Em termos gerais, as características dos sedimentos dependem da composição da rocha erodida, do agente de transporte, da duração do transporte e das condições físicas existentes no ecossistema, existindo uma profunda inter-relação "água/sedimento".

A importância dos sedimentos deve-se, essencialmente, às seguintes **funções**:

- Constituem *per se* os substratos que suportam os ecossistemas de oceanos, lagos, lagoas, albufeiras e rios;
- São a base da cadeia alimentar dos ecossistemas bênticos;
- Ancoram flora que serve de alimento e refúgio a muitos animais, sendo o habitat de muitas bactérias que vivem, fixas ou não, nos substratos mais profundos;
- Têm a capacidade de adsorção, retenção e libertação de minerais e de microrganismos contribuindo, em muitas situações, para a reposição do equilíbrio e qualidade da água através da filtragem, devido à retenção de elementos poluentes.

No âmbito do PNAAS, a EP Solo e Sedimentos adoptou a seguinte definição para os seus trabalhos:

CONCEITO ADOPTADO

•**Sedimento** - material particulado resultante da erosão do substrato rochoso que, sujeito a transporte por meio fluído (vento, gelo ou neve), se deposita em zonas de mais baixa energia.

É de salientar que a definição anteriormente apresentada considera o material transportado por meios dinâmicos e depositado em local distante do de origem, de mais baixa energia (fundo ou em leito actual ou mais antigo) e do objecto que lhe deu origem, não sendo neste caso considerada a rocha sedimentar de idade menos recente.

No decurso dos seus trabalhos, a EP Solo e Sedimentos considerou ainda importante distinguir duas categorias de sedimentos, que se descriminam em seguida:

1) **<u>Sedimentos do domínio marítimo</u>**, existentes:
    a. No leito[A] e nas margens[B] de águas costeiras[C];
    b. No leito e nas margens de águas interiores[D], quando sujeitas à influência das marés;
    c. No leito de águas territoriais[E];
    d. Nos fundos marinhos contíguos da plataforma continental, abrangendo toda a zona económica exclusiva de Portugal.
2) **<u>Sedimentos do domínio lacustre e fluvial</u>**, existentes:
    a. Nos leitos e nas margens da proximidade da foz de rios, com águas parcialmente salgadas, em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são também significativamente influenciadas por cursos de água doce.
    b. Nos leitos e nas margens de águas interiores lênticas e lóticas (correntes), com excepção das águas subterrâneas, designadamente:
        - De cursos de água navegáveis ou flutuáveis e os de irrigação;
        - De albufeiras;
        - De lagos e lagoas;
        - De canais e valas.

---

De acordo com o artigo 4º, da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, considera-se:

[A] **Leito:** o terreno coberto pelas águas, quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades, nele se incluindo os mouchões, lodeiros e areais nele formados por deposição aluvial, sendo o leito limitado pela linha da máxima preia-mar das águas vivas equinociais, no caso de águas sujeitas à influência das marés;

[B] **Margem:** a faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas com largura legalmente estabelecida.

[C] **Águas Costeiras:** as águas superficiais situadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de 1 milha náutica, na direcção 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 de transição (Art.º 4º, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro).

[D] **Águas Interiores:** todas as águas superficiais lênticas ou lóticas (correntes) e todas as águas subterrâneas que se encontram do lado terrestre da linha de base a partir da qual são marcadas as águas territoriais (Art.º 4º, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro).

[E] **Águas territoriais:** as águas marítimas situadas entre a linha de base e uma linha distando 12 milhas náuticas da linha de base (Art.º 4º, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro).

# 4. PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO DO SOLO E DOS SEDIMENTOS

## 4.1. Processos de degradação do solo

Os processos que permitem a formação e regeneração do solo são extremamente lentos, em contraste com as taxas de degradação que podem ser bastante rápidas, pelo que se considera o solo um recurso essencialmente não renovável à escala temporal humana [1].

No presente, este domínio ambiental encontra-se sujeito a pressões ambientais crescentes, que prejudicam a sua capacidade para continuar a desempenhar, em pleno, as suas funções. A comunicação da Comissão Europeia "*Para uma estratégia temática de protecção do solo*" [6], identifica oito principais ameaças a que se encontram expostos os solos na UE. Esses processos, considerados como processos de degradação do solo, são a "*erosão, a diminuição da matéria orgânica, a contaminação, a salinização, a compactação, a perda de biodiversidade, a impermeabilização"* ou selagem, os *"deslizamentos de terras e as inundações*" [6]. É de ressaltar que a referida Estratégia considera que: i) "*os conhecimentos científicos actuais sobre a biodiversidade do solo e o seu comportamento são demasiado limitados para permitir o estabelecimento de disposições específicas*"; ii) "*no que se refere à prevenção e atenuação dos efeitos das inundações*", estas já são abordadas na proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à avaliação e gestão das inundações [7].

No âmbito das Acções do PNAAS, a EP Solo e Sedimentos considerou que os processos de degradação do solo com maior relevância nacional são os apresentados no Quadro 1, não incluindo as inundações, já que estas são alvo de legislação nacional específica.

**Quadro 1 -** Principais processos de degradação do solo

| Processos | | Observações |
|---|---|---|
| (I) | **Perda da matéria orgânica:** Decorre da tendência da diminuição contínua da fracção orgânica do solo, incluindo turfa, mas excluindo a decomposição das plantas e resíduos de origem animal. | De um modo geral, a matéria orgânica tem diminuído, devido a inúmeras causas como o cultivo da terra, o sobrepastoreio, os incêndios, as alterações climáticas, entre outros. Este facto aumenta a vulnerabilidade do solo a outros processos de degradação (ex: erosão, compactação e perda de biodiversidade) e à desertificação. |
| (II) | **Erosão:** Destacamento/desagregação e transporte de partículas de solo superficial ocasionada pela acção da água (erosão hidráulica) ou do vento (erosão eólica). | Apesar de ser um fenómeno essencialmente natural, a acção humana tem acelerado este mecanismo pelo inadequado uso do solo em bacias hidrográficas. |
| (III) | **Compactação:** Resultante do aumento da densidade aparente do solo e consequente diminuição da sua porosidade. | A redução da porosidade pode estar associada a elevadas pressões exercidas por máquinas ou pelo gado sobre o solo, afectando as funções do mesmo. |
| (IV) | **Salinização/sodização:** Ocorre pela acumulação no solo de sais solúveis ou pelo acréscimo do sódio e/ou magnésio no | Os solos salinos nacionais têm origem em marés e toalhas freáticas salinas e os sódicos em zonas depressionárias sob influência de rochas ricas em sódio e/ou magnésio. O regadio |

| | | |
|---|---|---|
| | complexo de troca. | potencia o aumento da salinização/sodização quando tecnicamente mal conduzido (irrigação desajustada ao tipo de solo), ou quando se utiliza água de qualidade inadequada. |
| (V) | **Deslizamento de terras:** Movimentos rápidos e descendentes de massas de terra sobre a rocha. | Pode ser desencadeado por factores geomorfológicos (ex: movimentos tectónicos, erosão), físicos (ex: precipitação, actividade sísmica) ou antrópicos (ex: escavação, sobrecarga). |
| (VI) | **Acidificação:** Redução significativa do valor de pH do solo. | Os solos podem ser ácidos devido ao material de origem ou a processos de formação que favorecem a remoção de bases como potássio, cálcio e magnésio. O cultivo de determinadas espécies vegetais e o uso de adubos, principalmente fertilizantes amoniacais e a ureia, podem, também, contribuir para a acidificação dos solos. As consequências da acidez dos solos para as culturas são as mais variadas e contribuem para a baixa produtividade das mesmas. |
| (VII) | **Impermeabilização/selagem:** Decorre da utilização de materiais na cobertura do solo que conduzem à obstrução da sua porosidade e à impenetrabilidade pelas raízes. | Em alguns centros urbanos, este processo tem inutilizado solos de grande capacidade produtiva e com funções ecológicas importantes. Pode implicar a destruição total do solo de forma irreversível, pelo que deve ser implementado de forma limitada. |
| (VIII) | **Contaminação:** Ocorre devido à presença de significativos níveis de substâncias perigosas provenientes da actividade humana e que representem um risco significativo para a saúde humana e/ou para o ambiente. | A contaminação do solo é determinada com base em critérios de qualidade de solo e considerando a presença de substâncias potencialmente perigosas, tais como alguns metais pesados, produtos químicos, elementos radioactivos ou agentes patogénicos. |
| (IX) | **Redução da biodiversidade:** Reflecte a diminuição do número e abundância relativa de organismos e de espécies existentes no solo. | O solo é o habitat de mais de um quarto da biodiversidade global. Um metro quadrado de solo pode conter cerca de 10 mil organismos diferentes. A "saúde do solo" é, assim, crucial para assegurar a sua diversidade. |
| (X) | **Desequilíbrio de nutrientes:** Refere-se à alteração na proporção habitual dos nutrientes existentes no solo. | A redução ou excesso de nutrientes disponíveis no solo inviabiliza a produção de qualidade. |

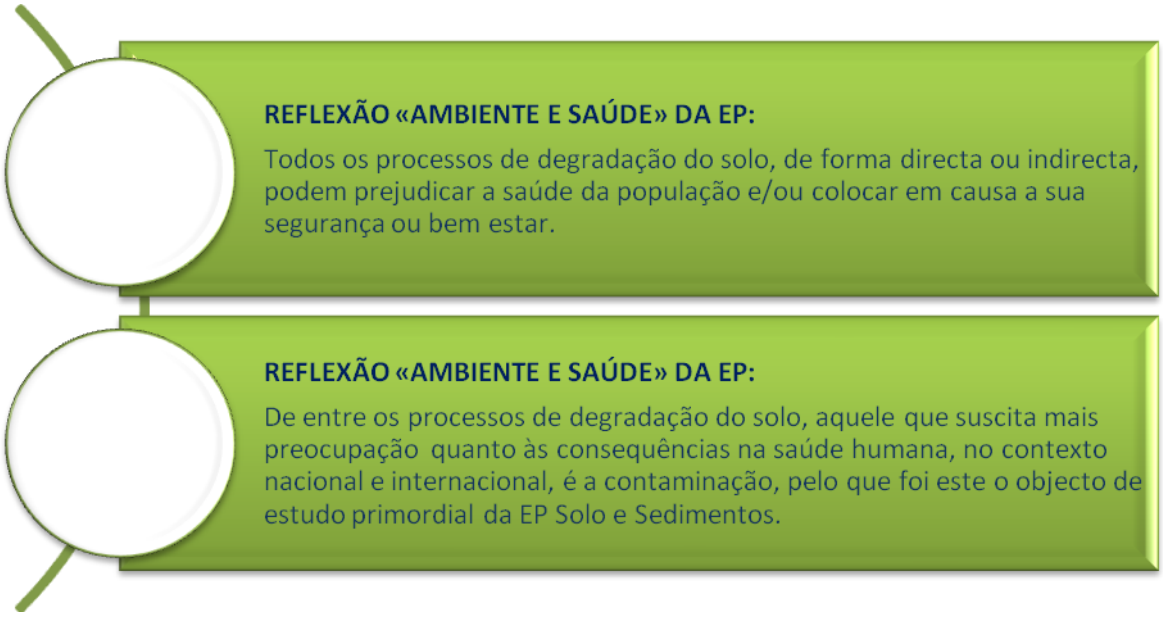
Reconhece-se que os "*processos de degradação do solo são um problema grave na Europa*" [2] e que se está a registar "*um aumento significativo*" destes processos, existindo *"indícios de que estes aumentarão ainda mais se não forem tomadas medidas*" [1]. Em Portugal, também se regista uma intensificação dos processos de degradação do solo. Urge o reconhecimento do papel vital que os solos desempenham nas nossas vidas.

De entre inúmeras **consequências da degradação do solo**, podem-se mencionar a "*diminuição da fertilidade do solo, do carbono e da biodiversidade, uma menor capacidade de retenção da água, a interrupção do ciclo gasoso e do ciclo dos nutrientes e uma degradação reduzida dos contaminantes*" [2]. Na vertente Ambiente e Saúde, são de destacar as questões relacionadas com a **segurança** (ex: o deslizamento de terras pode atingir pessoas e bens), a **saúde** (ex: a presença de contaminantes no solo pode conduzir a doenças na população exposta) e o **bem-estar** (ex: a erosão costeira conduz a profundas alterações no ecossistema que podem influenciar o conforto, a comodidade e o prazer das pessoas que usufruem das zonas costeiras).

Embora imóvel, a degradação do solo numa dada região ou país pode ter consequências além fronteiras (ex: contaminação das águas subterrâneas que atravessam regiões e países), sendo primordial agir na fonte, designadamente pela identificação do solo degradado ou em risco de degradação, de forma a evitar subsequentes danos e acções correctivas evitáveis, geralmente

com consideráveis custos de reabilitação ambiental.

Como afirma o Comissário Europeu para o Ambiente, Janez Potocnik "*Só quando entendermos o funcionamento dos solos, poderemos cumprir os nossos objectivos em termos de protecção da biodiversidade, de combate às alterações climáticas e de salvaguarda dos nossos recursos*".




### 4.1.1. Parâmetros/elementos indicativos dos processos de degradação do solo

Para identificar e avaliar zonas com risco de degradação do solo, é fundamental ter em consideração um conjunto de parâmetros ou elementos que são específicos de cada processo de degradação. A importância desta identificação encontra-se contemplada na Proposta de Directiva de Protecção do Solo [1], que identifica os principais elementos caracterizadores de cada processo.

Assim, tendo como base de trabalho esta Proposta de Directiva, a EP Solo e Sedimentos sistematizou, no Quadro 2, os parâmetros/elementos indicativos caracterizadores de cada processo de degradação do solo.

**Quadro 2 –** Parâmetros e elementos indicativos caracterizadores dos processos de degradação

| Parâmetros / Elementos | Erosão | Perda de matéria orgânica | Compactação | Salinização | Acidificação | Deslizamento de terras | Impermeabilização/ Selagem | Contaminação | Redução da biodiversidade | Desequilíbrio de nutrientes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Características do descritor Solo** | | | | | | | | | | |
| Tipo de solo | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Textura | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Estrutura | X | X | X | | | | | X | | |
| Densidade aparente | X | | X | X | | | | | | |
| Propriedades hidráulicas (retenção, infiltração, condutividade) | X | X | X | X | X | X | | | X | |
| Matéria orgânica / Carbono orgânico | X | X | X | X | | | | X | X | X |
| Reacção do solo (pH) | X | X | X | X | | | | X | X | X |
| Complexo de troca | | | | X | | | | X | | X |
| Teor de sais solúveis | | | | X | | | | | | |
| **Características naturais** | | | | | | | | | | |
| **Climáticas** | | | | | | | | | | |
| Temperatura | X | X | | X | X | | | X | X | X |
| Precipitação (quantidade, distribuição, intensidade) | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Evapotranspiração | X | X | X | X | X | | | | X | X |
| Vento | X | | | | | | | | | |
| **Topográficas** | | | | | | | | | | |
| Relevo e fisiografia | X | | X | X | | X | X | X | X | X |
| Exposição | X | X | | | | | | | | |
| Declive | X | X | X | | | X | X | X | X | X |
| **Geológicas** | | | | | | | | | | |
| Material originário/subjacente | | | | X | X | X | X | X | X | X |
| Actividade sísmica | | | | | | X | | | | |
| Histórico de ocorrências de deslizamentos | | | | | | X | | | | |
| **Hidrológicas** | | | | | | | | | | |
| Condições hidrológicas | X | | X | X | | X | X | X | X | X |
| Nível freático e ascensão capilar | | | X | X | | | | | | X |
| Qualidade da água (superficial, subterrânea, de rega) | | | | X | | | | X | | |
| **Características resultantes da actividade humana** | | | | | | | | | | |
| Coberto vegetal e suas alterações | X | X | | | X | X | X | | X | X |
| Uso da terra (sistema de exploração e gestão) | X | X | X | | X | X | | X | X | X |
| Localização relativa a outras actividades | | | | | | | X | X | X | X |
| Incêndios | X | X | | | | X | | X | X | X |
| Escavações | | X | | | | X | | | | |
| Actividade mineira | | | | | | X | | X | X | |
| Construção | | X | | | | X | X | | X | X |
| Depósito de poluentes atmosféricos associados a processos industriais, | | | | | | | | X | X | |

**Quadro 2 –** Parâmetros e elementos indicativos caracterizadores dos processos de degradação

| Parâmetros / Elementos | Erosão | Perda de matéria orgânica | Compactação | Salinização | Acidificação | Deslizamento de terras | Impermeabilização/ Selagem | Contaminação | Redução da biodiversidade | Desequilíbrio de nutrientes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| transportes, etc. | | | | | | | | | | |
| Deposição de resíduos perigosos | | | | | | | | X | X | |
| Acidentes (ex: Derrame de substâncias perigosas; Emissão de gases explosivos) | | | | | | | | X | X | |
| Aplicação de lamas, pesticidas e fertilizantes na agricultura | | | | | | | | X | X | |

### 4.1.2. Relação do uso do solo com os processos de degradação

As alterações do uso do solo ocorrem por diversos motivos, nomeadamente como resposta às exigências da população consumidora, da produção e das opções políticas tomadas, tendo consequentes implicações nas funções do solo, a saber:

- **No armazenamento de carbono no solo** - a matéria orgânica do solo é um importante sumidouro terrestre de carbono e contribui para mitigar as alterações climáticas. Os "*solos turfosos são aqueles que apresentam a maior concentração de matéria orgânica, seguidos dos prados e florestas em regime de gestão extensiva; assim, quando estes sistemas são alvo de conversão, ocorrem perdas de carbono do solo. A perda destes habitats está igualmente associada a uma diminuição da capacidade de retenção da água, a maiores riscos de inundações e de erosão, e a uma menor atractividade para a realização de actividades recreativas ao ar livre*" [5].
- **Nas emissões de gases com efeito de estufa** - por exemplo, as "*emissões de carbono resultantes da conversão das florestas ou prados em culturas energéticas, ou devido à substituição de áreas de produção agrícola, podem dar origem a níveis mais elevados de emissões de gases com efeito de estufa do que a utilização de combustíveis fósseis, considerando um período de 50 anos ou mais*" [5].
- **Na conservação da biodiversidade** - de forma directa, as práticas de uso do solo podem conduzir à destruição dos habitats e/ou ao esgotamento dos recursos, ou indirectamente, à "*fragmentação, drenagem, eutrofização, acidificação ou outras formas de poluição*" [5].
- **Na gestão de recursos hídricos** - as práticas de uso do solo podem igualmente "*provocar alterações hidromorfológicas significativas e passíveis de gerar consequências ecológicas adversas. Por exemplo, muitas zonas húmidas, florestas e planícies aluviais europeias foram drenadas e represadas e foram regulados cursos de*

*água e construídos canais para fins urbanísticos, agrícolas e de procura energética, bem como para protecção contra inundações. Questões como a qualidade e a quantidade da água, a procura de água para irrigação, os conflitos ligados à utilização da água, os aspectos ambientais e socioeconómicos e a gestão de riscos podem ser objecto de uma melhor integração nos sistemas institucionais e políticos*" [5]. Assim, os efeitos de secas e inundações, como também a qualidade da água, *per se,* encontram-se incluídos.

De acordo com o documento "**O Ambiente na Europa – Situação e Perspectivas 2010: Síntese" (SOER 2010)**, os principais tipos de ocupação do solo na Europa são: a floresta, 35 %; as terras aráveis, 25 %; as pastagens, 17 %; a vegetação seminatural, 8 %; as massas de água, 3 %; as zonas húmidas, 2 %; e as áreas artificiais - edificadas, 4 %. A tendência das mudanças de ocupação do solo entre 2000 e 2006 é bastante semelhante à que se registou entre 1990 e 2000; no entanto, a taxa anual de mudança foi mais baixa em 0,2%, no período 1990-2000, em comparação com 0,1%, no período 2000-2006 [5]. Constata-se, também, que as alterações do ordenamento do território têm tido repercussões significativas ao nível do solo: no período compreendido entre *"1990 e 2000, pelo menos 2,8% do território europeu registou uma alteração na sua utilização, incluindo um crescimento significativo das áreas urbanas*" [2]; verifica-se, ainda, "*uma expansão continuada de superfícies artificiais*", como por exemplo, de zonas urbanas e suas infra-estruturas, terrenos agrícolas com agricultura intensiva e zonas de pastagem e consequente "*perda de zonas húmidas*" [5]. São, ainda, de salientar a edificação e as redes de transportes que têm especial impacte nos habitats, pois os fragmentam, tornando, assim, as populações de animais e plantas mais vulneráveis à extinção a nível local, pelo facto de impedirem a migração e a disseminação.

Também em Portugal as alterações do ordenamento do território têm tido repercussões significativas ao nível do solo. O PNPOT apresenta a evolução nacional da ocupação e uso do solo no período 1985/87 comparativamente com os dados do ano 2000 (Quadro 3), constatando-se, designadamente, a existência de uma "*ligeira perda da agricultura na ocupação do solo*" e um claro aumento do tecido urbano.

**Quadro 3.** Ocupação e uso do solo em Portugal Continental 1985/87 - 2000[1]

| | Uso do Solo | 1985/87 | | 2000 | | Variação 1985/87-2000 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ha | % (a) | ha | % (b) | ha | % (b)-(a) | Δ % (b)/(a) |
| 1. | Territórios artificializados | 169 168 | 1,9 | 238 887 | 2,7 | 69 719 | 0,8 | 41,2 |
| 1.1. | Tecido urbano | 133 736 | 1,5 | 175 055 | 2,0 | 41 319 | 0,5 | 30,9 |
| 1.2. | Outros | 35 432 | 0,4 | 63 832 | 0,7 | 28 400 | 0,3 | 80,2 |
| 2. | Áreas agrícolas | 4 346 877 | 48,9 | 4 266 220 | 48,0 | - 80 657 | -0,9 | -1,9 |
| 2.1. | Culturas e pastagens | 3 060 586 | 34,4 | 3 025 778 | 34,0 | - 34 808 | -0,4 | -1,1 |
| 2.2. | Agricultura com espaços naturais e sistemas agro-florestais | 1 286 291 | 14,5 | 1 240 442 | 13,9 | - 45 849 | -0,6 | -3,6 |
| 3. | Povoamentos florestais | 2 474 134 | 27,8 | 2 437 673 | 27,4 | - 36 461 | -0,4 | -1,5 |
| 4. | Outros espaços florestais (#) | 832 781 | 9,4 | 963 290 | 10,8 | 130 509 | 1,4 | 15,7 |
| 5. | Matos e pastagens naturais (##) | 790 860 | 8,9 | 716 723 | 8,1 | - 74 137 | -0,8 | -9,4 |
| 6. | Espaços descobertos ou vegetação esparsa | 179 229 | 2,0 | 164 849 | 1,9 | - 14 380 | -0,1 | -8,0 |
| 7. | Zonas húmidas e massas de água | 100 433 | 1,1 | 105 847 | 1,2 | 5 414 | 0,1 | 5,4 |
| | Total | 8 893 482 | 100,0 | 8 893 489 | 100,0 | 7 | 0,0 | 0,0 |

Fonte: Cálculos realizados com base nas tabelas estatísticas publicadas em Mário CAETANO *et al.* (2005): *Alterações da ocupação do uso do solo em Portugal Continental: 1985-2000*, IA-UN-IGP.
(#) – Em *outros espaços florestais* incluem-se: os espaços florestais degradados e áreas ardidas; e as áreas de corte e de novas plantações.
(##) – Em *matos e pastagens naturais* inclui-se também a vegetação esclerofítica (carrascal, esteval, etc.).

**REFLEXÃO «AMBIENTE E SAÚDE» DA EP:**

O **Solo** é um recurso natural de interesse partilhado por diferentes sectores económicos e sujeito a pressões ambientais crescentes que potencialmente poderão incrementar impactes significativos na saúde humana.

[1] Relatório anexo à Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, que aprova do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, rectificado pelas declarações n.º 80-A, de 7 de Setembro de 2007 e n.º 103-A, de 2 de Novembro de 2007.

### 4.1.3. Relação das alterações climáticas com os processos de degradação do solo

As **alterações climáticas**, que se traduzem designadamente pelo aumento das temperaturas e de fenómenos meteorológicos extremos, têm uma enorme influência no solo e, consequentemente, no seu uso, estando relacionadas com a contínua "*degradação do solo na Europa, eventualmente a um ritmo mais rápido*", dado que podem conduzir a um "*aumento das emissões de gases com efeito de estufa provenientes do solo e a agravar ameaças como a erosão, os deslizamentos de terra, a salinização e a diminuição da matéria orgânica*" [2]. Assim, considera-se que "*qualquer alteração da utilização e da ocupação do solo resultante, por exemplo, da urbanização ou da conversão de florestas para fins agrícolas afecta, quer as condições climáticas, modificando o equilíbrio do carbono de uma determinada zona, quer a biodiversidade, com a alteração dos ecossistemas*" [5].

Se, por um lado, os recursos do solo desempenham um papel fundamental, enquanto sumidouro terrestre de carbono, e podem contribuir para a adaptação e mitigação das alterações climáticas, por outro, todas as exigências humanas, designadamente em termos de produtos alimentares, produtos florestais e energias renováveis disputam o solo, enquanto fonte de recursos, modificando a paisagem, como reflexo das opções que tomamos. A influência das alterações climáticas na paisagem é, por isso, um "*factor de peso na distribuição e funcionamento dos ecossistemas e, consequentemente, no fornecimento de serviços ecossistémicos*" [5].

Embora a informação sobre os impactes das alterações climáticas no solo seja muito "*limitada*", considera-se que "*é provável que ocorram alterações na natureza biofísica dos solos, devido ao projectado aumento das temperaturas, às alterações na intensidade e frequência da precipitação e à ocorrência de secas mais severas. Essas alterações poderão conduzir a um declínio das reservas de carbono orgânico nos solos e a um aumento substancial das emissões de $CO_2$*" [5].

A projecção prevista para a Europa quanto às alterações climáticas, e que dada a localização geográfica de Portugal poderá ser um dos países bastante susceptível, aponta para:

- O aumento da "*variação nos padrões e intensidade da precipitação, tornando os solos mais susceptíveis à erosão*" [5];
- A redução com níveis "*significativas na humidade dos solos, no Verão, na região mediterrânica"* e para o seu aumento *"no Nordeste da Europa*" [5];
- A existência de "*períodos de seca prolongados, devido às alterações climáticas, que poderão contribuir para a degradação dos solos, aumentando o risco de desertificação em zonas da Europa mediterrânica e oriental*" [5].

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a **impermeabilização**, processo de degradação do solo que afecta sobretudo os meios urbanos, **será potenciada pelas alterações climáticas com significativos reflexos na população**: "*em zonas urbanas congestionadas, com alta impermeabilização do solo e amplas superfícies absorvedoras de calor, os efeitos das ondas de calor podem ser agravados devido a um arrefecimento nocturno insuficiente e a uma ventilação deficiente*" [8].

O Centro Europeu para a Prevenção e Controlo de Doenças prevê um *"impacte das alterações climáticas na propagação das doenças transmitidas pela água, pelos alimentos e por vectores na Europa"*, em que o **solo poderá ser uma fonte de infecção ou uma via de transmissão,** *pelo que realça a "necessidade de instrumentos para combater essas ameaças à saúde pública*" [9].

É de referir, ainda, que as alterações na ocupação do uso do solo, associadas a aspectos como declínio da biodiversidade, alterações ao nível da mobilidade humana e das actividades ao ar livre, acesso aos cuidados de saúde e/ou condição económica, poderão contribuir para as previsíveis modificações dos **padrões de propagação das doenças transmissíveis**, com sérias consequências na saúde pública.

## 4.2. Processos de degradação dos sedimentos

De acordo com o Decreto-Lei nº 108/2010, de 23 de Outubro, que transpôs a Directiva Quadro da Estratégia Marinha, "*para efeitos da adopção das medidas necessárias à obtenção e manutenção do bom estado ambiental do meio marinho até 2020, devem ser desenvolvidas e aplicadas estratégias marinhas, adoptando uma gestão das actividades humanas que considera os efeitos de cada acção nos diferentes componentes de um ecossistema, isto é, uma abordagem ecossistémica*". Salienta-se, ainda, neste diploma, enquanto objectivo da acção das Entidades competentes, "*proteger e preservar o meio marinho, impedir a sua deterioração ou, sempre que possível, restaurar os ecossistemas marinhos nas áreas afectadas*".

No referido diploma, define-se "***bom estado ambiental***" como *"o estado ambiental das águas marinhas nacionais quando os oceanos e mares são dinâmicos e ecologicamente diversos, limpos, sãos e intrinsecamente produtivos, e quando a utilização do meio marinho é*

*sustentável e está salvaguardado o potencial para utilizações e actividades das gerações actuais e futuras*". Neste contexto, encontra-se estabelecido um conjunto de características correspondentes ao bom estado ambiental das águas marinhas nacionais, tendo em consideração descritores qualitativos, bem como pressões e impactes das actividades humanas nas subdivisões marinhas (que constam, respectivamente, no anexo II e nas listas indicativas constantes do quadro n.º 2 do anexo I do referido decreto-lei).

De entre as **pressões e os impactos** (Quadro 4) das actividades humanas enumeradas no diploma legal, salientam-se, para efeitos deste relatório, os seguintes:

**Quadro 4 - Pressões e impactos das actividades humanas nos sedimentos**[2]

| PRESSÃO | IMPACTO |
|---|---|
| • Cobertura artificial do substrato (através de estruturas construídas pelo homem, deposição de dragados);<br>• Selagem (através de construções permanentes). | **Perdas físicas** |
| • Alterações devidas a erosão e assoreamento (através de descargas, aumento das escorrências, dragagem, deposição de dragados);<br>• Abrasão (impacto no fundo marinho decorrente da pesca comercial, navegação de recreio, fundeadouros);<br>• Extracção selectiva (prospecção e exploração de recursos vivos e recursos minerais no fundo e subsolo marinhos). | **Danos físicos** |
| • Lixo marinho[3]. | **Outras perturbações físicas** |
| • Introdução de compostos sintéticos (nomeadamente, substâncias prioritárias da Lei da Água, aprovada pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, e referidas no anexo X do Decreto -Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, relevantes para o meio marinho);<br>• Introdução de substâncias e compostos não sintéticos (nomeadamente metais pesados e hidrocarbonetos);<br>• Introdução de radionuclídeos. | **Contaminação por substâncias perigosas** |
| • Entradas de fertilizantes e outras substâncias ricas em azoto e fósforo (resultantes de fontes pontuais e difusas, incluindo as provenientes da agricultura, da aquacultura e da deposição atmosférica);<br>• Entradas de matéria orgânica (nomeadamente, águas residuais, maricultura, descargas fluviais). | **Enriquecimento em nutrientes e matéria orgânica** |

[2] Adaptado do Decreto-Lei nº 108/2010, de 23 de Outubro.

[3] De acordo com a UNEP [10], considera-se "*lixo marinho*" qualquer material sólido persistente, fabricado ou processado, que é descartado, eliminado ou abandonado no ambiente marinho e costeiro.

De entre os **descritores qualitativos** para a definição do "*bom estado ambiental*", contemplados no Decreto-Lei nº 108/2010, referem-se os seguintes:

- A *"eutrofização antropogénica reduzida ao mínimo, sobretudo nos seus efeitos negativos, designadamente as perdas na biodiversidade, a degradação do ecossistema, o desenvolvimento explosivo de algas perniciosas e a falta de oxigénio nas águas de profundidade";*
- *"A integridade dos fundos marinhos, que assegura que a estrutura e as funções dos ecossistemas são salvaguardadas e que, em particular, os ecossistemas bênticos não são negativamente afectados";*
- *"Os níveis das concentrações dos contaminantes não dão origem a efeitos de poluição."*

A ENGIZC enumera diversas ameaças a que os sedimentos estão sujeitos na zona costeira, destacando-se em particular:

- A erosão, estreitamente relacionada com "*a subida eustática do nível do mar e com fenómenos de «storm surge» (sobrelevação do nível do mar de natureza meteorológica), assim como com a acção humana que tem vindo a acelerar estes fenómenos, designadamente as associadas à exploração de inertes, obras de regularização dos cursos de água, as barragens e a execução de dragagens nos canais de navegação*".
- A poluição da água do mar e das praias, na sequência, quer do elevado tráfego marítimo na zona económica exclusiva de Portugal (terceiro maior a nível europeu), quer de descargas de efluentes industriais ou domésticos em áreas costeiras. É de referir que na zona costeira portuguesa "*existem refinarias, fábricas de celulose e estaleiros de reparação e construção naval, bem como outras indústrias pesadas e centrais térmicas, que exercem sobre o ambiente costeiro impactes directos*", nomeadamente pela descarga de resíduos sólidos e líquidos.

No **domínio lacustre e fluvial**, é de destacar a eutrofização antropogénica resultante do elevado desenvolvimento de algas perniciosas, que apresenta impactes ambientais negativos, designadamente no que respeita à perda de biodiversidade, à degradação do ecossistema e à redução de oxigénio nas águas de profundidade. É de salientar que o enriquecimento em nutrientes e matéria orgânica subjacente à eutrofização, supõe a entrada de fertilizantes e de outras substâncias ricas em azoto e fósforo (resultantes, por exemplo, de fontes tópicas e difusas, designadamente da agricultura, da aquacultura e da deposição atmosférica); de matéria orgânica (por exemplo, provenientes de águas residuais, maricultura e descargas fluviais).

A EP Solo e Sedimentos considerou como principais processos de degradação dos sedimentos, numa perspectiva nacional, os apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5 -** Principais processos de degradação dos sedimentos

| | |
|---|---|
| **(I)** | **Erosão:** Ocasionada pela subida eustática do nível do mar e por fenómenos de *storm surge*, assim como pela influência das marés. |
| **(II)** | **Eutrofização:** Aumento da quantidade de nutrientes, designadamente de azoto e/ou fósforo e de matéria orgânica, pelo contacto da massa de água com os sedimentos. |
| **(III)** | **Contaminação**: Presença de significativos níveis de substâncias perigosas provenientes da actividade humana e que representem um risco significativo para a saúde humana e/ou para o ambiente. |
| **(IV)** | **Seca:** Período de persistência anómala de tempo seco, que conduz à redução dos níveis médios de água nos cursos habituais e à depleção de água no sedimento. O sedimento, quando exposto ao ambiente atmosférico, fica potencialmente mais vulnerável à acção da poluição, à colonização por espécies vegetais e à mobilidade por acção do vento. |
| **(V)** | **Desequilíbrio da comunidade biológica:** Reflecte a alteração do número e abundância relativa de organismos e espécies existentes no sedimento. |
| **(VI)** | **Instabilidade de taludes:** Caracteriza-se pela queda de blocos e deslizamento de terrenos, sobretudo em resultado de precipitação intensa e/ou prolongada e subida eustática do nível do mar. |
| **(VII)** | **Assoreamento/Recobrimento**: Caracteriza-se pela cobertura de sedimentos por descargas, escorrências, dragagens ou deposição de dragados. |
| **(VIII)** | **Selagem**: Decorre da utilização de materiais na cobertura dos sedimentos, por exemplo, por construções permanentes. |
| **(IX)** | **Abrasão**: Impacte no fundo marinho e costeiro decorrente da acção da pesca comercial, da navegação de recreio e do fundeamento. |
| **(X)** | **Extracção:** Ocorre, sobretudo, devido a actividades de exploração e prospecção de recursos vivos e minerais. |

### 4.2.1. Relação das alterações climáticas com os processos de degradação dos sedimentos

A acção humana tem vindo a acelerar os fenómenos de erosão, por situações de desrespeito pela dinâmica litoral, associadas à capacidade de carga dos locais e à exploração de recursos, designadamente obras de engenharia e hidráulica costeira, dragagens e/ou exploração de sedimentos, ocupação maciça humana no litoral e turismo intensivo. As alterações climáticas e os impactes resultantes são o principal repto que se coloca a médio/longo prazo à gestão integrada da zona costeira, face às profundas alterações que se prevê que ocorram nos sistemas, ecossistemas e paisagens costeiras, que obrigam à adopção de uma abordagem ecossistémica, preventiva e prospectiva na gestão da zona costeira e na incorporação de medidas de adaptação nos diversos domínios e sectores.

De acordo com a ENGIZC, estas alterações serão notórias "*na subida eustática do nível do mar e fenómenos de «storm surge» (sobrelevação do nível do mar de natureza meteorológica) em resultado da expansão térmica oceânica e do aquecimento global, que se traduzem no aumento da frequência de episódios erosivos, de galgamentos oceânicos, da maior frequência e duração das inundações ribeirinhas e, ainda, da migração para o interior da zona costeira,*

*para além das resultantes dos ciclos geodinâmicos, em especial os que incidem sobre a zona costeira, nomeadamente em termos de situação de erosão ou assoreamento. A sobrecarga da zona costeira resulta, ainda, na perda da biodiversidade pelos episódios erosivos, da salinização das zonas estuarinas e dos aquíferos litorais*".

Os riscos resultantes das alterações climáticas que ameaçam a zona costeira têm obrigado, e continuarão a obrigar, à adopção de medidas sustentáveis, que previnam ou reduzam o impacte negativo dos fenómenos naturais e promovam modelos adequados de uso dos recursos costeiros e de ocupação do solo, visando, paralelamente, melhorar a qualidade de vida das comunidades humanas.

# 5. CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DOS SEDIMENTOS

A contaminação do solo e dos sedimentos caracteriza-se pela presença de substâncias, microrganismos ou organismos, que normalmente não estão presentes ou que existem em menores concentrações ou quantidades no solo ou nos sedimentos, e que podem ocasionar efeitos adversos na saúde humana e/ou no ambiente. Em termos gerais, a **contaminação** pode ser:

- **Biológica**, quando associada à presença de microrganismos patogénicos (parasitas, vírus, fungos e bactérias);
- **Química**, relacionada com a presença de substâncias químicas ou compostos indesejáveis. Incluem-se nesta tipologia os contaminantes com propriedades radioactivas.

O solo e os sedimentos possuem **capacidade de auto-depuração**, pois são capazes de atenuar os efeitos negativos decorrentes da contaminação, graça aos seus poderes de adsorção e tampão [11], e da intensa actividade biótica tendo, desta forma, uma acção protectora de outros compartimentos ambientais. Contudo, a acumulação excessiva de contaminantes conduz à ultrapassagem dos limites da auto-depuração, o dano pode ser irreversível.

## 5.1. Principais contaminantes

No âmbito das Acções do PNAAS, a EP Solo e Sedimentos considerou como particularmente relevante estabelecer **quatro grandes grupos de contaminantes**, em que se incluem as substâncias perigosas/substâncias prioritárias/substâncias perigosas prioritárias, que passaremos a designar, apenas, por substâncias perigosas, nomeadamente pelos efeitos

negativos na saúde humana que podem advir da sua presença: substâncias químicas inorgânicas, compostos orgânicos, elementos radioactivos e microrganismos (Figura 2).

É de salientar que as características dos solos e sedimentos (ex: tipo de solo, textura, granulometria, entre outras) poderão influenciar a disponibilidade dos contaminantes anteriormente apresentados (ex: uma menor granulometria das partículas do solo ou dos sedimentos afecta a adsorção dos contaminantes químicos) e, consequentemente, a biodisponibilidade dos contaminantes e a exposição da população à contaminação.

**Figura 2.** Grupos de contaminantes do solo e dos sedimentos considerados pela EP

**REFLEXÃO «AMBIENTE E SAÚDE» DA EP:**

A influência dos processos de degradação na contaminação justifica que não sejam excluidos da análise das situações de contaminação, designadamente no âmbito das avaliações de risco para a saúde humana.

**REFLEXÃO «AMBIENTE E SAÚDE» DA EP:**

Deve dar-se uma maior importância à contaminação antropogénica do solo e dos sedimentos por substâncias perigosas, considerando que nas últimas décadas as práticas de gestão deficientes ou inadequadas deixaram um legado de sitios contaminados, aos quais se encontra associada uma significativa degradação, que potencialmente podem ter conduzido, ou ainda estão a conduzir, a impactes na saúde humana e no ambiente.

## 5.2. Actividades humanas com significativo potencial de contaminação

### 5.2.1. Ao nível do solo

A proposta de Directiva da Protecção do Solo relaciona locais com um conjunto de actividades humanas susceptíveis de contaminar o solo, que se elencam no Quadro 6.

**Quadro 6 -** Principais actividades com significativo potencial de contaminação do solo

- Estabelecimentos onde estão ou estiveram presentes substâncias perigosas e/ou substâncias perigosas prioritárias em quantidades iguais ou superiores às normas de qualidade ambiental apresentadas no anexo III do Decreto-Lei nº 103/2010 de 24 de Setembro que transpôs a Directiva 2003/105/CE;
- Sítios onde decorram ou tenham decorrido as actividades enumeradas no anexo I da Directiva 2008/01/CE do Conselho, independentemente dos limiares especificados, com excepção das actividades desenvolvidas por microempresas, conforme definidas no anexo (ponto 3, artigo 2.º) da Recomendação 2003/361/CE da Comissão e com excepção das actividades relativas à criação de animais;
- Zonas portuárias terrestres e zonas aeroportuárias onde ocorram ou tenham ocorrido a utilização, manipulação e armazenamento de quantidades significativas de substâncias

perigosas pertinentes;

- Zonas em antigas instalações militares onde ocorram ou tenham ocorrido a utilização, manipulação e armazenamento de quantidades significativas de substâncias perigosas;
- Estações de abastecimento de combustível;
- Estabelecimentos industriais de limpeza a seco industriais;
- Instalações mineiras, incluindo instalações de extracção abrangidas pelo Decreto-Lei nº 10/2010 de 4 de Fevereiro, mas excluindo as instalações de resíduos destinadas a resíduos inertes, turfa e solo não poluído;
- Instalações destinadas a operações de deposição/eliminação de resíduos;
- Estações de tratamento de águas residuais;
- Estações de bombagem, pontos de transferência, juntas e zonas onde tenham sido comunicadas fugas nas condutas de transporte de substâncias perigosas.

Em Portugal, têm sido identificadas preocupantes "*situações de degradação e contaminação de solos em consequência da actividade extractiva, industrial ou urbana do passado*", que constituem um passivo ambiental e para as quais é urgente uma resolução, tendo em conta que estão "*na origem de potenciais riscos para a saúde pública e ecossistemas*" [12].

As **situações de passivos ambientais resultantes da actividade industrial** encontram-se na sua maioria geograficamente localizadas e estão actualmente desactivadas ou abandonadas, constituindo a "*sua resolução, um pressuposto de enorme importância para a valorização económica das respectivas regiões, onde, em muitos casos, as actividades que estão na sua origem foram as principais fontes de emprego*" [12]. Os **sítios contaminados que constituem passivos ambientais de intervenção nacional prioritária** são os seguintes: valas hidráulicas da zona industrial do complexo de Estarreja; bacias de lamas do aterro de Santo André; célula de lamas não estabilizadas da ETAR de Alcanena; território da Quimiparque no Barreiro; e território da ex-Siderurgia Nacional no Seixal.

Outras situações nacionais que também reúnem especial preocupação relacionam-se com a **actividade extractiva**, prioridade reconhecida a nível nacional pela publicação do Decreto-Lei n.º 198-A/2001, de 6 de Julho, que institui "*o regime jurídico da concessão do exercício da actividade de recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas*", que refere que a acção nesta matéria deve estar "*centrada nas áreas mineiras que constituam um factor de risco potencial para a saúde humana ou para a preservação do ambiente que justifique a intervenção do Estado*". É de destacar, no conjunto das áreas inventariadas (Anexo 1), as áreas mineiras associadas aos minérios radioactivos na região Centro, e as associadas às antigas explorações da Faixa Piritosa Ibérica, estas com influência em vastas áreas do território. A aplicação do referido diploma tem permitido a recuperação de algumas áreas mineiras degradadas, visando "*a valorização ambiental, cultural e económica, garantindo a defesa do interesse público e a preservação do património ambiental*". Detém como objectivo último, designadamente:

a) Eliminar "*os factores de risco que constituam ameaça para a saúde e a segurança públicas, resultantes da poluição de águas, da contaminação de solos, de resíduos de extracção e tratamento e da eventual existência de cavidades desprotegidas;*

*b) Reabilitar a envolvente paisagística e as condições naturais de desenvolvimento da flora e da fauna local, tendo como referência os habitats anteriores às explorações;*

*c) Permitir uma utilização futura das áreas recuperadas, em função da sua aptidão específica, em cada caso concreto, designadamente para utilização agrícola ou florestal, promoção turística e cultural, além de outros tipos de aproveitamento que se revelem adequados e convenientes*".

### 5.2.2. Ao nível dos sedimentos

Grande parte da poluição que afecta os **sedimentos** é de origem terrestre (nutrientes e pesticidas provenientes da actividade agrícola, efluentes urbanos e industriais, hidrocarbonetos e outras substâncias químicas perigosas), constatando-se que as principais actividades humanas susceptíveis de danificar significativamente os sedimentos são as que decorrem do mau uso do solo, sobretudo actividades económicas com práticas incorrectas junto de linhas de água e da zona costeira portuguesa, e de práticas específicas como as apresentadas no Quadro 7.

**Quadro 7 -** Principais actividades com significativo potencial de contaminação dos sedimentos

| Actividades | Sedimentos de águas interiores | Sedimentos costeiros e marinhos |
|---|---|---|
| • **Zonas portuárias (incluindo a construção e reparação naval)**, onde a manipulação, uso e armazenagem de quantidades significativas de substâncias perigosas relevantes ocorrem ou ocorreu | X | X |
| • **Áreas em antigas instalações militares,** onde a manipulação, utilização e armazenagem de quantidades significativas de substâncias perigosas relevantes ocorreu | X | X |
| • **Centrais nucleares e outras instalações do ciclo de combustível nuclear localizadas em território espanhol**, que possam contaminar os Rios Águeda, Douro e Tejo | X | X |
| • **Estações de abastecimento de combustível,** existentes na proximidade de cursos de água ou da costa | X | X |
| • **Instalações de minas**, incluindo instalações de resíduos das indústrias extractivas abrangidas pela Directiva 2006/21/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de Fevereiro, mas excluindo as instalações de resíduos destinados a resíduos inertes, turfa e solo não poluído | X | |

| | | |
|---|---|---|
| • **Instalações destinadas a operações de deposição/eliminação de resíduos** | X | X |
| • **Estações de tratamento de águas residuais** | X | X |
| • **Actividades náuticas de recreio e lazer**, executados nos cursos de água | X | X |
| • **Estações elevatórias/de bombagem, pontos de transferência, articulações e áreas** onde os vazamentos foram reportados de gasodutos utilizados para o transporte de substâncias perigosas e que as mesmas tenham proximidade com os cursos de água ou drenem para estes | X | X |
| • **Piscicultura/aquicultura (em contexto estuarino, lagunar e em mar aberto)** | X | X |
| • **Aquacultura, maricultura** | | X |
| • **Incêndios florestais** que ocorrem na proximidade de cursos de água | X | X |
| • **Aglomerados urbanos e vias rodoviárias de elevado tráfego**, existentes na proximidade ou atravessando cursos de água | X | X |
| • **Explorações agro-pecuárias** na proximidade de cursos de água, explorando ou descarregando resíduos ou águas residuais nestes | X | X |
| • **Zonas agrícolas com práticas inadequadas** e localizadas junto de cursos de água | X | X |
| • **Transporte marítimo** que, em situação de acidente, designadamente de navios cargueiros que transportam por rotas comerciais substâncias ou mercadorias, susceptíveis de, em caso de derrame (de petróleo, de produtos químicos e de produtos nucleares), depositar e contaminar os sedimentos marinhos; Lastragem de navios em locais não autorizados | | X |
| • **Dragagens e deposição de material dragado** | X | X |
| • **Explorações petrolíferas ou outras explorações marinhas** | | X |
| • **Imersão de resíduos no mar** | | X |
| • **Descargas e emissões resultantes da utilização de material radioactivo** | X | X |

O Decreto-Lei nº 108/2010 considera que a introdução directa ou indirecta no meio marinho de substâncias ou de energia, em consequência de actividades humanas, pode resultar em impactes nefastos que se reflectem em "*danos nos recursos vivos e nos ecossistemas marinhos, incluindo a perda de biodiversidade, riscos para a saúde humana, entraves às actividades marinhas, designadamente a pesca, o turismo e o lazer e outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar do ponto de vista das suas utilizações e redução do valor do meio marinho do ponto de vista recreativo ou, em geral, o*

*impedimento da utilização sustentável dos bens e serviços marinhos*". Considera, ainda, os possíveis efeitos cumulativos e sinérgicos relativos às referidas introduções.

É de realçar que a **poluição do meio marinho** pode ocorrer de forma acidental ou deliberada, seja ela causada por navios, plataformas ao largo ou fontes terrestres. Os acidentes abrangem o derrame de substâncias perigosas no ambiente marinho, qualquer que seja a sua origem, provenientes, quer de navios, quer do litoral ou de estuários, incluindo os ligados à presença de materiais depositados no mar, mas excluindo descargas autorizadas e correntes contínuas de poluição provenientes de fontes terrestres. Estas situações problemáticas associadas a outras, como as alterações climáticas, conduzem a uma vulnerabilidade extrema do meio marinho com impactes negativos para o ecossistema.

Outra grande preocupação no âmbito da poluição dos sedimentos relaciona-se com a **actividade portuária e com a construção e reparação naval**: (i) a navegação ao longo da costa continental portuguesa pode ser uma potencial ameaça de poluição dos fundos marinhos; (ii) a lavagem de tanques em mar aberto é uma origem potencial de poluição do solo e dos sedimentos da zona costeira portuguesa; (iii) os portos comerciais localizam-se em meio urbano, podendo gerar situações de conflitos funcionais e ambientais decorrentes das descontinuidades urbanísticas induzidas, do desenvolvimento de actividades geradoras de emissões líquidas e gasosas que se depositam no solo e nos sedimentos, da movimentação de cargas perigosas e da indução de intensos fluxos de transporte de mercadorias e muitas vezes integram áreas sem interesse portuário; iv) as infra-estruturas portuárias, quando implicam a construção de molhes, constituem uma das principais causas da interrupção do trânsito sedimentar longilitoral e, consequentemente, de agravamento de situações de erosão na costa.

Por razões económicas e estratégicas, existe uma forte tendência para a localização de indústrias pesadas e centrais térmicas junto de **linhas de água e da zona costeira**. Verifica-se que, relativamente a estas indústrias, existem frequentes conflitos de interesses entre zonas industriais e habitacionais, por um lado, e entre o sector das pescas e a conservação da natureza, por outro. Acresce ainda, que são conhecidos vários focos de poluição, associados a estas indústrias, cujos impactes negativos têm vindo, nalguns casos, a ser atenuados, devido à deslocação, abrandamento ou interrupção das actividades industriais e, sobretudo, a medidas de controlo da poluição.

Quanto à **zona costeira portuguesa**, esta tem uma elevada dinâmica geomorfológica, decorrente, especialmente, dos processos marinhos (ondas e correntes longilitorais), onde a intervenção antrópica é cada vez mais marcante, quer ao nível das acções desenvolvidas nas bacias hidrográficas, que são as principais fontes de sedimentos, quer ao nível das acções de defesa costeira, que visam estabilizar esta faixa dinâmica, tendo em vista proteger a sua ocupação. Na zona costeira, localizam-se as principais áreas urbanas e industriais, bem como as áreas de turismo intensivo, que alternam com áreas naturais, rurais e de pesca. A pressão exercida sobre os recursos e a procura dos serviços dos ecossistemas são bastantes elevados.

Na vertente **fluvial e lacustre**, a contaminação surge associada às actividades industriais, urbanas, recreativas, turísticas e de transporte. Tendo como base de análise a Lei da Água, são de referenciar:

1) **Situações de risco associadas a um inadequado funcionamento das seguintes actividades:**

- Indústrias que produzam ou utilizem produtos químicos tóxicos ou com elevados teores de fósforo ou de azoto;
- Explorações pecuárias intensivas, incluindo as avícolas;
- Estações de tratamento de águas residuais;
- Aterros de resíduos urbanos ou industriais;
- Circulação de veículos terrestres, fluviais e marítimos, sobretudo os que transportam substâncias perigosas.

2) **Situações de risco associadas à ocorrência de acções interditas**:

- O emprego de pesticidas, a não ser em casos justificados e condicionados às zonas a tratar e quanto à natureza, características e quantidade dos produtos a utilizar;
- O emprego de adubos químicos azotados ou fosfatados, nos casos que impliquem risco de contaminação de água destinada ao abastecimento de populações e de eutrofização de albufeiras;
- O lançamento de excedentes de pesticidas ou de caldas de pesticidas e de águas de lavagem com uso de detergentes;
- A descarga ou infiltração no terreno de esgotos de qualquer natureza não devidamente tratados e, mesmo tratados, quando excedam determinados valores fixados na legislação aplicável.

## 5.3. Principais efeitos na saúde humana decorrentes da contaminação

O solo ou os sedimentos contaminados apenas representam **risco para a saúde humana** se existir(em) via(s) de exposição entre o solo/sedimento contaminado e a população/o indivíduo, de acordo com o modelo "*Fonte de contaminação → Via de exposição → Receptor*".

As **vias de exposição** do Homem aos contaminantes do solo/sedimentos podem ser: **inalação** (ex: compostos voláteis, fungos, etc.), **ingestão** de solo/sedimento (sobretudo comum em crianças), consumo de água ou alimentos oriundos de solo/sedimentos contaminados e **contacto** dérmico com a fonte de poluição (o solo/sedimento contaminado). A **via sanguínea** também é uma via de transmissão possível, mas rara, no que se refere ao domínio do solo e dos sedimentos. A Figura 3 apresenta alguns exemplos de doenças infecciosas e parasitárias que decorrem da exposição a agentes infecciosos por ingestão, contacto, inalação e via sanguínea, em que o solo é crucial como reservatório ou via de transmissão.

**Figura 3.** Exemplos de doenças infecciosas e parasitárias que decorrem da exposição a agentes infecciosos em que o solo é crucial como reservatório ou via de transmissão

É de referir que a exposição a contaminantes do solo/sedimentos pode ocorrer de **forma directa** (ex: ingestão de solo contaminando por crianças) **ou indirecta** (ex: ingestão de água ou alimentos que estiveram em contacto ou que absorveram os contaminantes do solo ou dos sedimentos). A Figura 4 apresenta as principais vias de exposição, directas e indirectas, associadas a solo contaminado por substâncias químicas.

Os **efeitos na saúde dependem** do tipo de contaminante, da exposição (intensidade, frequência e duração), assim como das características biológicas do indivíduo exposto. Reconhece-se que se deve prestar especial atenção à população mais vulnerável, sobretudo as crianças de menor idade, pois o seu comportamento poderá conduzir a situações gravosas.

Contudo, existe uma enorme complexidade na abordagem das **questões de saúde** relacionadas com solos contaminados, tendo em conta que:

i) Muitos efeitos na saúde relacionados com o solo contaminado podem ser indetectáveis ao utilizar-se os habituais métodos epidemiológicos e analíticos;

ii) O impacte na saúde relacionado com o solo dificilmente pode ser separado de outros tipos de contaminação que ocorrem noutros domínios ambientais (ex: água e alimentos);

iii) Os efeitos na saúde associados ao solo são difíceis de estabelecer, porque existem diversos factores que concorrem em simultâneo, sendo difícil ou impossível a sua distinção.

Tentando ultrapassar a dificuldade, na identificação de riscos para a **saúde** humana relacionados com solos contaminados, algumas Organizações estabeleceram valores guia e/ou valores de referência para o solo, designadamente ao nível das substâncias químicas, como o *Soil Guideline Value (SGV),* visando apoiar a decisão quando o solo "*representa uma possibilidade significativa de dano significativo*" [11]. Contudo, considera-se que, mesmo quando se registam valores superiores ao SGV, este facto não implica necessariamente que o risco para a saúde humana seja significativo, dado que o SGV é deduzido para a exposição a longo prazo a contaminantes no solo, não existindo valores de referência para exposições agudas.

Para a boa prossecução dos trabalhos, a EP Solo e Sedimentos considerou essencial sistematizar, mesmo que de forma sumária e genérica, os principais efeitos na saúde humana, por via de exposição, relativos aos principais contaminantes do solo e dos sedimentos. Neste sentido, o Quadro 8 foi construído, tendo por base uma análise documental da informação disponível de organizações internacionais de relevância, designadamente do World Health Organization (WHO), da Health Protection Agency (HPA), do Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) e da Environmental Protection Agency (EPA), visando reunir a principal informação sobre os efeitos na saúde humana.

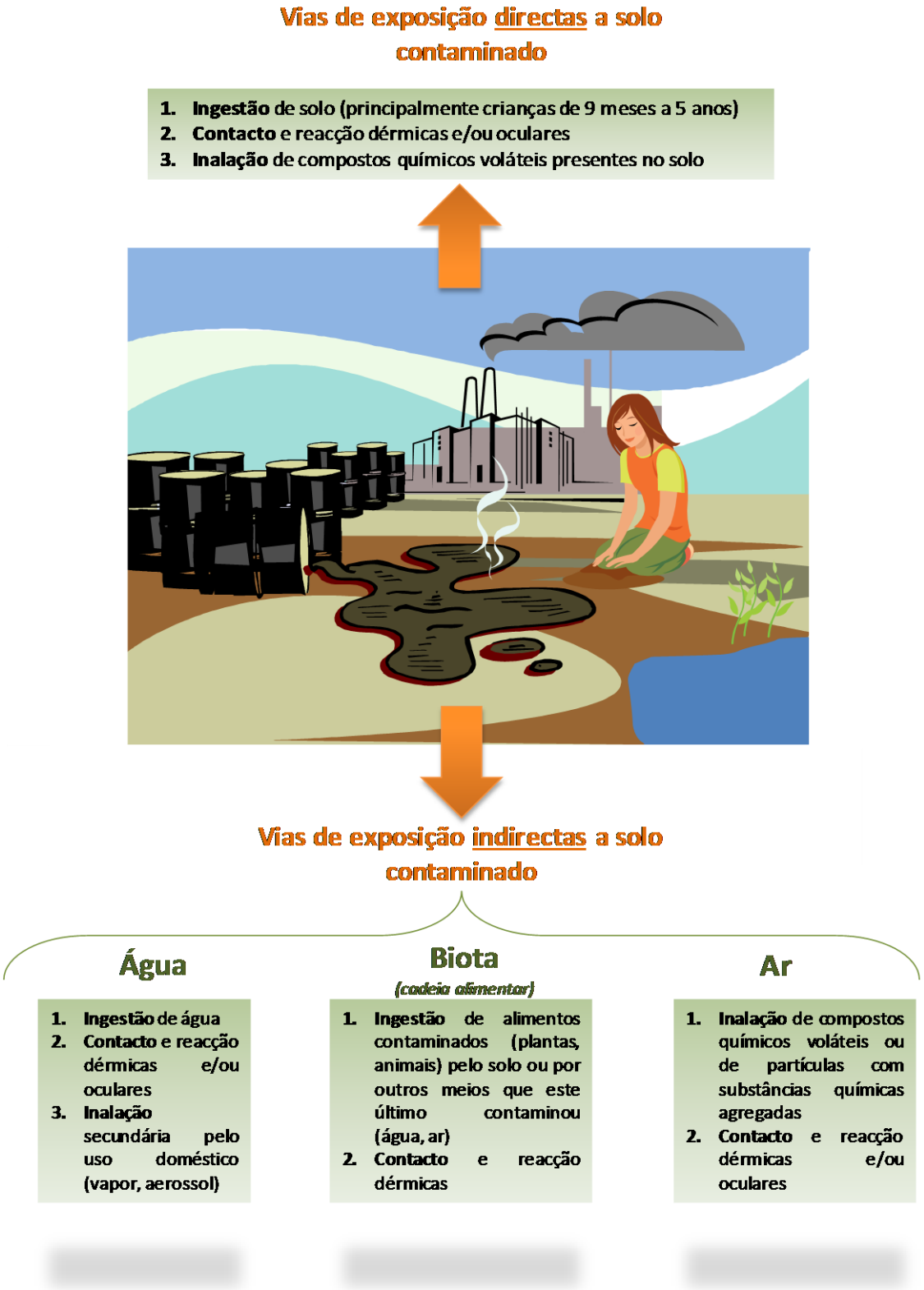



**Figura 4.** Vias de exposição, directas e indirectas, a solo contaminado por substâncias químicas

**Quadro 8 –** Principais efeitos na saúde resultantes da exposição directa ou indirecta a contaminantes

| SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS INORGÂNICAS | | | |
|---|---|---|---|
| **Substância** | **Caracterização geral** | **Via de exposição** | **Principais efeitos** |
| **Arsénio (As)** | • Os compostos de arsénio (particularmente as formas inorgânicas) são tóxicos para os seres humanos por ingestão, inalação e absorção através da pele.<br>• A exposição a níveis elevados de arsénio é letal.<br>• Os compostos inorgânicos de arsénio têm potencial mutagénico, sendo o arsénio inorgânico um agente cancerígeno humano. | **Via dérmica e conjuntiva** | • O contacto directo com a pele e mucosas pode causar queimaduras e irritação. |
| | | **Via digestiva** | • A ingestão a "curto prazo" provoca diarreia e dor abdominal; a ingestão a "longo prazo" pode afectar os pulmões, o sistema nervoso, o fígado, os rins e o estômago. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação a "curto prazo" pode causar tosse, dor de garganta e falta de ar; a inalação a "longo prazo" pode causar inflamação dos olhos e nariz. |
| **Azoto (N) - Nitratos** | • Os nitratos, em alimentos ou na água, podem ser tóxicos. A presença como contaminante, no solo, resulta da aplicação de resíduos orgânicos (lamas de depuração, efluentes pecuários) e/ou adubos azotados ao solo, em doses excessivas. | **Via digestiva** | • A ingestão prolongada ou crónica de plantas com elevado teor de nitratos pode resultar em cancro ou em efeitos teratogénicos (más formações congénitas).<br>• Nos bebés, a ingestão de nitratos pode provocar metemoglobinemia (cianose). |
| **Cádmio (Cd)** | • O cádmio é tóxico por inalação e por ingestão. O cádmio é um potencial agente cancerígeno para os seres humanos. | **Via digestiva** | • A ingestão a "curto prazo" pode causar problemas de estômago, inchaço da face, pescoço e garganta, dificuldade em respirar e, em casos raros, pode ser letal; a ingestão a "longo prazo" leva à insuficiência renal. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação a "curto prazo" pode causar irritação das vias respiratórias, falta de ar ou dores de cabeça; a inalação a "longo prazo" provoca insuficiência renal e diminui a função pulmonar. |
| **Chumbo (Pb)** | • O chumbo é tóxico por ingestão ou inalação e raramente por exposição cutânea ou ocular.<br>• Os compostos de chumbo são potenciais agentes cancerígenos.<br>• Nas crianças, a exposição crónica a chumbo pode levar à deficiência cognitiva e à dificuldade de aprendizagem. A exposição ao chumbo pode causar abortos, nados-mortos ou | **Via digestiva** | • A exposição a "curto prazo" provoca sabor metálico, dor abdominal, perda de apetite, baixa pressão arterial e lesões no fígado e nos rins; a exposição a "longo prazo" provoca anemia, dores de cabeça, irritabilidade, cansaço, fraqueza muscular, paralisia e lesões no fígado, rins e estômago. |
| | | **Via respiratória** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | problemas de fertilidade nos homens. | | |
| **Cobre (Cu)** | • O cobre é um nutriente essencial para os seres humanos, mas em quantidades excessivas causa efeitos negativos na saúde | **Via dérmica e conjuntiva** | • Irritação dos olhos e nariz. |
| | | **Via digestiva** | • Dores no peito e vómitos. |
| | | **Via respiratória** | |
| **Crómio (Cr)** | • O crómio (VI) é altamente tóxico por todas as vias de exposição, é um agente cancerígeno para os seres humanos.<br>• O dicromato de potássio pode ser tóxico para o sistema reprodutivo.<br>• Os compostos de crómio (III) são muito menos tóxicos. | **Via dérmica e conjuntiva** | • A exposição da pele ao crómio (VI) pode resultar em úlceras de pele. |
| | | **Via digestiva** | • A ingestão de crómio (VI) pode causar queima imediata da boca e da garganta e eventualmente morte, bem como lesões graves no estômago, no coração, no fígado e nos rins. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação a "curto prazo" de crómio (VI) pode provocar irritação das vias respiratórias e pulmonares; a inalação a "longo prazo" de crómio (VI) pode causar úlceras no nariz, irritação dos pulmões e cancro do pulmão. |
| **Flúor (F)** | • As plantas podem tornar-se perigosas para os animais que delas se alimentem ao atingirem níveis tóxicos de Flúor, por deposição atmosférica (ácido hidrofluorídrico) ou por via radicular. | **Via digestiva** | • A ingestão, em dose elevada, pode ser fatal, devido a efeitos adversos em vários sistemas do organismo humano. Em doses baixas, a ingestão continuada de Flúor, pode conduzir a alteração dentária (fluorose) e a hipercalcificação (que fragiliza os ossos); também pode induzir perturbação do sistema nervoso central (ao nível da aprendizagem e memória). |
| **Fósforo (P) / Fosfatos ($PO_4$;$P_2O_5$)** | • A ingestão excessiva de fósforo leva a uma diminuição da absorção de cálcio e aumenta a libertação de cálcio dos ossos. Agrava, assim, o risco de osteoporose.<br>• Os fosfatos são usados como aditivos alimentares, para dar sabor à comida, como agente conservante e nos refrigerantes. Como acidulante e antioxidante, é usado na forma de ácido fosfórico, Como agente "anti-humidade" e como estabilizante, é utilizado, respectivamente, na forma de fosfato tricálcico e nas formas de fosfato dissódico, fosfato de diamido e fosfato de diamido acetilato. | **Via dérmica e conjuntiva** | • Altos níveis de fosfatos estão ligados a doenças de rim e a um processo acelerado de envelhecimento. |
| | | **Via digestiva** | |
| **Manganês (Mn)** | • O manganês em excesso é tóxico. | **Via digestiva** | • Exposições prolongadas a compostos de manganês, por inalação ou ingestão, podem provocar efeitos adversos no sistema nervoso e no sistema |
| | | **Via respiratória** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | respiratório. |
| **Mercúrio (Hg)**[4] | • O mercúrio existe no ambiente em 3 formas: elementar, inorgânico (p.ex. óxido de mercúrio, cloreto mercúrio, etc.), e orgânico (p.ex. metil mercúrio, tiomerosal (que contém etilmercúrio).<br>• A forma em que o mercúrio se encontra afecta a sua absorção e retenção no organismo.<br>• Na presença de bactérias, o mercúrio pode transformar-se em metilmercúrio, a sua forma mais tóxica.<br>• O metilmercúrio tem a capacidade de atravessar facilmente as placentas e barreiras hemato-encefálicas pelo que fetos, mulheres em idade fértil e crianças são especialmente vulneráveis aos efeitos tóxicos do mercúrio.<br>• Os alvos principais de toxicidade do mercúrio e compostos de mercúrio são o sistema nervoso, os rins e o sistema cardiovascular. Outros sistemas que podem ser afectados são: respiratório, gastrointestinal, hematológico, imunológico e reprodutivo.<br>• Estudos demonstraram que crianças expostas a 10-20% do nível tóxico de adultos podem ter deficiências cognitivas em idades precoces (4-7 anos). | **Via dérmica e conjuntiva** | • A exposição a mercúrio elementar e inorgânico pode ocorrer de amálgamas dentárias, uso de sabonetes e cosméticos. A exposição ocupacional resulta principalmente de fabrico e reparação de instrumentos de medição (p.ex. barómetros, manómetros, esfigmomanómetros, pirómetros, etc.), interruptores eléctricos e relés, baterias, lâmpadas de incandescência e de mercúrio, tintas, pesticidas, antisépticos tópicos, produtos farmacêuticos (usos humanos e veterinários) e para medicina dentária.<br>• Compostos inorgânicos de mercúrio afectam sobretudo os rins, podendo causar a libertação anormal de proteínas na urina, sangue na urina, diminuição na produção de urina e falhas agudas dos rins.<br>• Exposição aguda a mercúrio elementar e inorgânico está associada a aumentos de pressão arterial, batimentos cardíacos e arritmias.<br>• A exposição ao metilmercúrio resulta da ingestão de peixe de água doce ou de mar, marisco e de animais que se alimentam de peixe. O metilmercúrio atinge sobretudo o sistema nervoso, mas também está associado ao aumento de risco de ataques de coração e tensão arterial elevada. |
| | | **Via digestiva** | |
| | | **Via respiratória** | |
| **Níquel (Ni)** | • O níquel é tóxico por inalação, ingestão e contacto com a pele.<br>• Alguns sais solúveis de níquel são tóxicos para o feto.<br>• Alguns compostos de níquel são cancerígenos para o ser humano. | **Via dérmica e conjuntiva** | • A exposição da pele pode causar irritação e dermatose de contacto. |
| | | **Via digestiva** | • A ingestão pode causar náuseas, vómitos, diarreia e dor abdominal. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação, a "curto prazo", provoca dor de garganta e rouquidão; a inalação, a "longo prazo", pode causar asma e corrimento nasal. |

[4] Descrição baseada na informação da UNEP [13].

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Zinco (Zn)** | O Zinco ocorre em vários minerais e em diferentes formas (sulfuretos ou carbonatos de Zn), e a sua maior utilização é na galvanização de produtos de ferro. É utilizado em baterias, fertilizantes, aros e rodas de veículos, tintas, plásticos, borrachas, em alguns cosméticos, como pós e bases faciais e em produtos farmacêuticos, como por exemplo, complexos vitamínicos. Pode, ainda, resultar da queima de combustíveis. | **Via digestiva**<br>**Via respiratória** | • A absorção excessiva do metal pelo organismo pode levar a um quadro de intoxicação, resultando em sintomas como vómitos, diarréias e cólicas. A inalação de vapores de Zn produzidos nos processos de solda e fabrico de ligas de Zn causam grande irritabilidade e lesões no sistema respiratório. |

***

**COMPOSTOS ORGÂNICOS**

| Composto | Caracterização geral | Via de exposição | Principais efeitos |
|---|---|---|---|
| **Antimicrobianos** | • Têm grande utilização nos tratamentos de doenças do Homem, na criação animal e na aquicultura. Muitas dessas moléculas não são totalmente metabolizadas no organismo animal, sendo excretados na urina e nas fezes, pelo que os seus resíduos têm sido detectados em amostras de solo, água superficial e subterrânea. A ocorrência desses resíduos no ambiente pode favorecer a resistência de microrganismos aos agentes antimicrobianos, além de causar problemas de ordem toxicológica a determinados organismos vivos.<br>• A utilização de adubo de origem animal e de lama de esgoto para fins de adubação consiste numa das principais vias de disseminação desses compostos no ambiente. Uma vez no ambiente, os resíduos de antimicrobianos podem acumular-se no solo, sofrer lixiviação ou, ainda, ser transportados, via escoamento superficial, para os rios e mares. Além disso, alguns desses resíduos no solo podem ser absorvidos e acumular-se nos tecidos vegetais, resultando num potencial risco para a saúde humana.<br>• Os antibióticos empregues na aquicultura são libertados directamente nas águas superficiais, pelo que uma carga elevada destes resíduos pode | **Via digestiva** | • Estudos realizados confirmam a ocorrência de resistência bacteriana em meios como a aquicultura, evidenciando os riscos de transferência de bactérias resistentes ao homem através do consumo de produtos provenientes dessa fonte. |
| | | **Via respiratória** | • A prevalência da resistência aos azois tem vindo a aumentar em isolados clínicos de A. fumigatus humanos e também em isolados de aves. O desenvolvimento da resistência adquirida poderá ser explicado, entre outros, pela infecção com estirpes de origem ambiental resistentes. Essa resistência tem vindo a ser atribuída ao uso de substâncias antifúngicas na agricultura dado que alguns dos mecanismos de resistência são comuns entre estirpes clínicas e ambientais. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | acumular-se nos sedimentos e alterar negativamente o ecossistema aquático. | | |
| **Compostos Bifenilos Policlorados (PCBs)** | • São potenciais agentes cancerígenos para os seres humanos.<br>• Os bifenilos policlorados podem ser transferidos da mãe para o filho durante a gravidez, se a mãe for exposta a estes compostos. | **Via dérmica e conjuntiva** | • O contacto dérmico com altos níveis de bifenilos policlorados pode levar a efeitos semelhantes aos da inalação e da ingestão. |
| | | **Via digestiva** | • A ingestão de bifenilos policlorados pode causar irritação gastrointestinal e pode levar a efeitos semelhantes aos da inalação. Os lactentes também podem ser expostos aos bifenilos policlorados através do leite materno, quando a mãe for exposta a estes compostos. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação de ar contendo bifenilos policlorados pode causar irritação das vias respiratórias. A exposição a níveis elevados de bifenilos policlorados pode afectar o sistema imunológico e pode causar efeitos neurológicos, tais como dificuldades de aprendizagem. A exposição a níveis elevados pode também causar depressão, fadiga, lesões no fígado e reacções cutâneas. |
| **Compostos de Estanho (TBTs e TPTs)** | • A exposição a "curto prazo" a níveis baixos pode ser irritante para os olhos e pode resultar em sonolência, batimentos cardíacos acelerados, dores de cabeça, tremores, confusão e perda de consciência; a exposição prolongada a níveis baixos pode causar aparecimento de uma série de doenças, incluindo cancro. A exposição a níveis elevados pode resultar em morte. | **Via dérmica e conjuntiva** | • O contacto dérmico com compostos de tributilestanho pode causar irritação da pele, queimaduras químicas e dermatoses; o contacto com os olhos pode causar irritação. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação do ar contendo compostos de tributilestanho pode causar irritação do sistema respiratório superior, dificuldades respiratórias, tonturas, dores de cabeça, tremores, falta de coordenação e sintomas gripais. |
| **Compostos Orgânicos Voláteis (BTEX)**<br><br>***Benzeno*** | • O benzeno é tóxico por inalação e ingestão. É considerado um agente cancerígeno e mutagénico.<br>• O benzeno pode causar leucemia. | **Via dérmica e conjuntiva** | • A exposição a curto prazo a níveis baixos pode ser irritante para os olhos e pode resultar em sonolência, batimentos cardíacos acelerados, dores de cabeça, tremores, confusão e perda de consciência; a exposição prolongada a níveis baixos pode causar aparecimento de uma série de |
| | | **Via digestiva** | |
| | | **Via respiratória** | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | doenças, incluindo cancro. A exposição a níveis elevados pode resultar em morte. |
| **Compostos Orgânicos Voláteis (BTEX)**<br><br>***Tolueno*** | • O tolueno é tóxico por inalação ou ingestão. | **Via dérmica e conjuntiva** | • É irritante para os olhos, garganta, pulmões e pele. A inalação ou ingestão podem causar tonturas, sonolência, dores de cabeça doença, fala enrolada, movimentos lentos, alucinações, problemas cardíacos e coma. A inalação a "longo prazo" pode causar lesões permanentes no sistema nervoso. |
| | | **Via digestiva** | |
| | | **Via respiratória** | |
| **Compostos Orgânicos Voláteis (BTEX)**<br><br>***Xilenos*** | • O xileno é tóxico. | **Via dérmica e conjuntiva** | • A exposição a concentrações elevadas de xileno a "longo prazo" pode provocar lesões ao nível do fígado, dos rins, do sistema nervoso central e dos olhos. |
| | | **Via digestiva** | |
| | | **Via respiratória** | |
| **Dioxinas e Furanos** | • As dioxinas são tóxicas por inalação ou ingestão.<br>• A TCDD é classificada como causadora de cancro em seres humanos.<br>• A TCDD produz efeitos tóxicos sobre a reprodução e no desenvolvimento dos animais. | **Via digestiva** | • A ingestão de dioxinas por seres humanos pode levar a efeitos adversos sobre a pele, incluindo acne grave e persistente, erupções na pele ou descoloração e pêlos excessivos. |
| | | **Via respiratória** | • Podem ocorrer alterações no sangue e na urina, lesões hepáticas ou alterações nos níveis hormonais. A exposição a níveis muito elevados de dioxinas pode causar vómitos, diarreia, infecções respiratórias e lesões no sistema nervoso e imunológico. |
| **Éteres Difenil Polibromados (PBDEs)** | • Os éteres difenílicos polibromados são compostos organobromados usados como retardantes de chama em equipamentos electrónicos, plásticos, espuma de poliuretano para mobiliário, materiais de construção, tecidos antideflagrantes, carpetes, | **Via dérmica e conjuntiva** | • Pesquisas realizadas em mulheres grávidas revelaram que a presença de PBDEs está associada à diminuição no TSH – tireotropina. A combinação de baixos níveis de TSH e de níveis normais de T4-tiroxina é |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | colchões, veículos a motor, aviões, etc..<br>• São compostos orgânicos sintéticos resistentes aos ácidos, às bases, ao calor, à luz e a substâncias redutoras e oxidantes. Por isso, são muito persistentes quando lançados para o ambiente.<br>• A presença dessas substâncias em amostras de material biológico de áreas remotas indica que os PBDEs estão distribuídos por todo o planeta.<br>• Os PBDEs são estruturalmente similares aos PCBs, tiroxinas (hormonas da tiroxina) e DDT. São considerados potentes interferentes endócrinos em relação à tiróide. | **Via digestiva** | um típico sinal de desenvolvimento de hipertiroidismo.<br>• Embora os mecanismos de afectação da tiróide pelos PBDEs sejam ainda pouco claros, acredita-se que estes compostos mimetizam as hormonas da tiróide.<br>• Estes compostos podem ser transferidos para o ambiente e acumular-se em células adiposas humanas. |
| | | **Via respiratória** | • Os PBDEs também estão a ser detectados no leite materno e em vários alimentos, incluindo peixes selvagens. Foram ainda identificados em lamas de depuração que estão a ser aplicados como fertilizante em culturas alimentares. |
| **Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAHs)** | • Os HAPs são tóxicos por inalação, ingestão ou absorção cutânea.<br>• São substâncias cancerígenas, mutagénicas e tóxicas ao nível do sistema reprodutor.<br>• Podem causar cancro do pulmão e da pele nos seres humanos. | **Via dérmica e conjuntiva** | • O contacto com a pele a "longo prazo" pode causar dermatoses. |
| | | **Via digestiva** | • Por acção indirecta através da ingestão de alimentos provenientes de locais com contaminação com HAPs. |
| | | **Via respiratória** | • A inalação a "longo prazo" pode causar uma diminuição da função pulmonar, dor no peito e irritação. |
| **Hidrocarbonetos derivados do Petróleo ($C_{10}$ a $C_{40}$)** | • Os hidrocarbonetos derivados do petróleo são um conjunto de compostos obtidos a partir do petróleo que, tipicamente, são compostos com cadeias com um número de átomos de carbono de $C_{10}$ a $C_{40}$.<br>• O óleo diesel é composto por hidrocarbonetos variando de $C_8$ a $C_{30}$, (n-alcanos, iso e cicloalcanos, hidrocarbonetos aromáticos e menores percentagens de enxofre, azoto e compostos oxigenados).<br>• A gasolina é constituída basicamente por hidrocarbonetos com número de átomos de carbono que varia de 4 a 8, podendo chegar até 12 átomos.<br>• Os maiores problemas relacionados com a contaminação por gasolina | **Via dérmica e conjuntiva** | • O $NO_2$ provoca ardor nos olhos, no nariz e nas mucosas em geral. O $NO_2$ reage com todas as partes do corpo expostas ao ar, pele e mucosas, provocando lesões nas células.<br>• É irritante na exposição cutânea. Origina secagem e fissuras devido a acção de perda da camada lubrificadora da pele. Pode haver dor transitória com queimaduras bolhas e eritema superficial.<br>• Quanto à exposição ocular, pode ser irritante para os olhos causando um ardor imediato e sensação de queimadura, provocando lacrimejar. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | são atribuídos à presença dos hidrocarbonetos monoaromáticos denominados BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), constituintes da gasolina mais solúveis em água.<br>• Os gases de escape dos veículos resultantes da combustão dos vários combustíveis usados contêm compostos de enxofre, azoto e compostos oxigenados que habitualmente são avaliados em termos de emissão de $NO_x$ e $SO_2$.<br>• Os óxidos de azoto também participam na formação do *smog* fotoquímico que é um aerossol, irritante aos olhos e às mucosas, constituído por produtos resultantes da interacção dos $NO_x$ com compostos, entre eles aldeídos, nitratos de alquilo, ozono e nitrato de peroxiacila. | **Via digestiva** | • Muitas vezes não existem sintomas mas pode conduzir a náuseas, vómitos e, ocasionalmente, diarreias. |
| | | **Via respiratória** | • Os epitélios (revestimentos celulares) que mais sofrem são os das vias respiratórias, ocorrendo degeneração e inflamação no sistema respiratório, desde o nariz até à profundidade dos alvéolos pulmonares. Em caso de intoxicação grave, a inalação provoca edema pulmonar, hemorragias alveolares e insuficiência respiratória, causando morte. Se a exposição for aguda, aparecerão traqueítes e bronquites crónicas, enfisema pulmonar, espessamento da barreira alvéolo-capilar (dificuldades nas trocas gasosas que ocorrem nos pulmões: gás carbónico por oxigénio) e broncopneumonias químicas ou infecciosas.<br>• Pode causar ainda dor de cabeça, tonturas, sonolência, descoordenação e euforia. |
| **Compostos orgânicos Halogenados** (nos quais se incluem os pesticidas persistentes como o hexaclorociclohexano, HCH, e o Hexaclorobenzeno, HCB) | • Embora não seja já usado na agricultura, o hexaclorociclohexano (HCH), e os seus isómeros (alfa, beta e delta), incluindo o lindano (isómero gama), podem eventualmente ser encontrados no meio ambiente, devido à conhecida persistência dos compostos clorados.<br>• No solo e na água, o HCH é normalmente biodegradado por algas, fungos e bactérias, em outras moléculas cloradas, eventualmente menos tóxicas. Condições anaeróbicas favorecem a biodegradação ou metabolização do lindano.<br>• Uma das formas de contaminação está associada a áreas de solo agrícola em que o HCH tenha sido lançado em doses excessivas, ou a áreas nas quais foram lançados incorrectamente resíduos industriais, ficando o solo, o lençol freático e/ou as águas de superfície | **Via dérmica e conjuntiva**<br>**Via respiratória** | • Os compostos orgânicos organoclorados, nos quais se inclui o HCH e HCB, actuam principalmente pela estimulação do sistema nervoso central, causando hiperexcitabilidade. Parecem actuar nos canais de cálcio, alterando o fluxo de sódio (sensibilização do miocárdio). Em altas doses são indutores das enzimas microssómicas hepáticas (possíveis lesões hepáticas). Toxicidade geralmente de moderada a alta.<br>• As principais manifestações clínicas são: náuseas, vómitos, diarreia; fraqueza, entorpecimento de extremidades; apreensão, excitabilidade, desorientação; contracções palpebrais, tremores musculares, convulsões generalizadas, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | contaminados.<br>• O hexaclorobenzeno (HCB), usado como fungicida, caracteriza-se pela sua toxicidade por ser altamente persistente no ambiente e possuir bioacumulação significativa. O HCB tem ainda sido utilizado como solvente e aditivo na produção de borracha, plástico PVC, foguetes, munições, protectores de madeiras e corantes. | | podendo evoluir para coma e depressão respiratória, acidose metabólica e arritmias.<br>• Nas situações de exposição directa a vapores de HCH, como em ambientes de trabalho fechados, ou após aplicações de HCH em paredes, plantas, animais, etc., tanto o lindano como outros isómeros do HCH, alfa, beta e delta, podem causar irritação das vias respiratórias superiores (nariz e garganta); irritação pulmonar; alterações cardíacas; alterações sanguíneas (anemia); efeitos sobre a pele (irritação e prurido) e convulsões.<br>• No caso dos compostos organofosforados as manifestações ao nível do Sistema Nervoso Central são: - inquietação, cefaleia, tremores, sonolência, confusão mental, descoordenação, fraqueza generalizada, hipotonia, hiporeflexia, convulsões, coma. Outras manifestações são: falta de apetite, náuseas, vómitos, cólicas abdominais, diarreia, incontinência fecal, broncoespasmo, dificuldade respiratória, aumento da secreção brônquica, rinorreia, cianose, edema pulmonar não cardiogénico, tosse, dor torácica; lacrimejamento, salivação, sudorese; incontinência urinária; bradicardia, hipotensão, e ainda tremores, câimbras, fraqueza, ausência de reflexos, paralisia muscular (incluindo musculatura respiratória acessória) e arreflexia. hipertensão, taquicardia, palidez, pupilas dilatadas, hiperglicemia. |
| | | **Via digestiva** | • Uma outra forma de exposição pode ocorrer pela ingestão de vegetais, carne, leite ou água contendo resíduos de HCH. Os efeitos na saúde são |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | semelhantes aos anteriores. |

***

| ELEMENTOS RADIOACTIVOS | | | |
|---|---|---|---|
| **Elemento** | **Caracterização geral** | **Via de exposição** | **Principais efeitos** |
| **Urânio e radionuclídeos derivados** | • A aplicação mais importante do urânio é a energética. Com este fim, utilizam-se apenas três isótopos do elemento (U-234, U-235 e U-238) em reactores nucleares de cisão e decaimento radioativo, nomeadamente na propulsão de submarinos, navios de guerra e em algumas sondas espaciais.<br>• O urânio pode ter outras utilizações:<br>  ○ Isótopos de urânio podem ser empregados na radioterapia, dentro da medicina nuclear.<br>  ○ Também é utilizado na datação de rochas ígneas e em outras formas de datação.<br>  ○ O nitrato de urânio é usado na fotografia.<br>  ○ O urânio é utilizado como catalisador em muitas reacções químicas.<br>• Fertilizantes à base de fosfatos podem ter taxas altas de urânio, constituindo assim uma fonte de contaminação do solo por este elemento.<br>• O radão é um gás de origem natural, radioactivo, cujos átomos se desintegram originando outros elementos também radioactivos, causando todos eles danos à saúde do Homem devido à exposição às radiações ionizantes. Este gás é inodoro, incolor e insípido e, por isso, não detectável pelos nossos sentidos.<br>• O radão provém das pequenas quantidades de urânio e rádio presentes, em proporções variáveis, na maior parte dos solos e rochas e, consequentemente, em materiais de construção.<br>• O período ou semi-vida do radão (tempo necessário para se reduzir a metade a radioactividade do radão (222Rn)) é de 3,8 dias.<br>• As concentrações mais elevadas ocorrem, usualmente, em rochas graníticas (plutónicas) sendo mais baixas em rochas sedimentares como os calcários.<br>• Em espaços interiores o radão tende a acumular-se alcançando concentrações | **Via digestiva** | • Um dos mais graves efeitos adversos do urânio é a toxicidade renal, mas o metal também tem efeito tóxico no sistema circulatório, no fígado, nos músculos e no sistema nervoso. |
| | | **Via respiratória** | • Um grande risco de cancro resulta, também, da inalação do gás inerte radão, radioactivo, proveniente da desintegração do urânio 238 em rochas e solos e presente em materiais utilizados em construções para habitação e para serviços. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | que podem ser muito superiores às concentrações de radão na atmosfera exterior da mesma região. Ou seja, podem atingir valores superiores a 400 Bq/m3 ou mesmo superiores a 1000 Bq/m3.<br>• O tipo de construção, os materiais utilizados e os hábitos dos moradores (ventilação da casa), são factores que influenciam os níveis de radão no ar interior. | | |

***

| MICRORGANISMOS | | | |
|---|---|---|---|
| **Microrganismo** | **Caracterização geral** | **Via de exposição** | **Principais efeitos** |
| ***Coccidioides spp*** | • Fungo endémico de regiões áridas no sul dos Estados Unidos da América. Aparece na clínica europeia como micose de importação mas é expectável que venha eventualmente a surgir em ambientes naturais secos e arenosos. | **Via respiratória** | • A primo-infecção é respiratória mas dissemina-se tornando-se sistémica, podendo infectar quase todos os órgãos/tecidos animais. Diagnóstico difícil por não ser frequente e é normalmente caracterizado em autopsia. |
| **Coliformes fecais** | • Os coliformes fecais são muitas vezes usados como indicadores da qualidade sanitária da água, e não representam por si só um perigo para a saúde, fornecendo informação como indicadores da presença de outros organismos causadores de problemas para a saúde. Os coliformes fecais incluem três géneros, Escherichia, Enterobacter e Klebsiella. | **Via digestiva** | • O grupo de bactérias determinado como coliformes totais são aquelas que não causam doenças, visto que habitam o intestino de animais mamíferos inclusive o homem. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogénicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desinteria bacilar e cólera. |
| ***Clostridium tetani*** | • Toxinfecção grave causada pela toxina do bacilo tetânico (tétano). | **Via dérmica e conjuntiva** | • É introduzido no organismo através de ferimentos ou lesões de pele.<br>• Clinicamente, o tétano acidental manifesta-se por: hipertonia ocasionando dificuldade de deglutição (disfagia), que pode chegar à contratura muscular generalizada (opistótono); rigidez muscular progressiva, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | atingindo os músculos reto-abdominais (abdómen em tábua) e o diafragma, levando à insuficiência respiratória; também ocorrem crises de contraturas desencadeadas, em geral, por estímulos luminosos, sonoros ou manipulação do doente. |
| ***Escherichia coli*** | • A *E. coli* é indicadora de contaminação fecal. | **Via digestiva** | • A bactéria *E. coli* pode causar infecções no intestino (infecções diarreicas) e no sistema urinário, incluindo cistite (infecção da bexiga), podendo disseminar-se para os rins.<br>• O alastramento da infecção primária para a corrente sanguínea pode causar bacterémia *E. coli*. Em casos raros, a *E. coli* pode causar meningite em crianças muito jovens. |
| ***Histoplasma spp*** | • Agente responsável pelas histoplasmoses africana e não africana. Endémico em zonas quentes e húmidas, dos continentes americano e africano associado a dejectos de aves e guano (*H. capsulatum*) e aos solos (*H. duboisii*). | **Via respiratória** | • Infecção fúngica sistémica primariamente respiratória e persistente que sobretudo em imunodeprimidos tende a alastrar-se pelo resto do corpo, tornando-se sistémica ou invasiva e portanto terminal. |
| **Leptospira** | • Os roedores são os principais reservatórios deste agente. | **Via dérmica e conjuntiva** | • Doença infecciosa aguda de carácter epidémico, com envolvimento sistémico, causado por espiroquetas do género Leptospira. Tem início abrupto e seu espectro clínico pode variar desde um processo inaparente até formas graves.<br>• A penetração da leptospira ocorre através da pele lesada ou mucosas, mas também pode ocorrer através da pele íntegra quando imersa em água por longo tempo. |
| ***Paracoccidioides brasiliensis*** | • O agente da paracoccidioidomicose é um fungo dimorfo endémico na América do Sul.<br>• A contaminação através de ferimentos cutâneos e nas mucosas é extremamente rara. | **Via respiratória** | • A contaminação ocorre por inalação do fungo. Micose profunda, geralmente com sintomatologia cutânea grave. Poderá ocorrer comprometimento pulmonar, lesões de pele e mucosas e linfoadenopatia. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Salmonella spp*** | • Agente indicador de contaminação. | **Via digestiva** | • Os sintomas incluem diarreia, cólicas abdominais e às vezes vómitos e febre. Em média, demora-se cerca de 12-72 horas para desenvolver os sintomas após a ingestão de uma dose infecciosa de salmonela. Os sintomas geralmente duram de quatro a sete dias. |
| ***Toxoplasma gondii*** | • A toxoplasmose é uma zoonose.<br>• Apresenta quadro clínico variado, desde infecção assintomática a manifestações sistémicas extremamente graves. | **Via dérmica e conjuntiva** | • A infecção pode ser transplacentária (ocorrendo dos fetos de mães que adquiriram a infecção durante a gravidez); pode ocorrer no decurso de uma transfusão sanguínea ou transplante de órgãos de doador infectado. |
| | | **Via digestiva** | • A infecção pode ocorrer pela: ingestão de oocistos por meio de água, solo, areia e objectos com resíduos contaminados com fezes de gatos infectados; por ingestão de carne infectada, crua e mal cozida, contendo cistos, especialmente carne de porco e carneiro. |
| ***Vibrium spp*** | • A maior parte dos vibrios são de origem marinha e necessitam de $Na^+$ para se desenvolverem. O género inclui um certo número de espécies que são patogénicas para o Homem.<br>• As espécies patogénicas são principalmente mesófilas, isto é, ocorrem, em geral, em águas tropicais e em número mais elevado em águas temperadas nos finais do Verão ou princípios do Outono. | **Via respiratória** | • As doenças associadas aos *Vibrio sp.* são caracterizadas por sintomas de gastroenterite e vão desde uma diarreia moderada até à cólera clássica, com muita diarreia líquida. As infecções por *V. vulnificus*, caracterizadas, principalmente, por septicemias, constituem uma excepção. |
| ***Aspergillus spp*** **resistentes a azois** | • Dada a utilização de pesticidas na agricultura, tem surgido resistência aos antifúngicos ministrados como primeira linha de combate da infecção profunda em doentes imunodeprimidos. | **Via respiratória** | • Inalação de esporos de estirpes resistentes e aerossóis provenientes da utilização de água canalizada. |

## 5.4. Especificidades relacionadas com a contaminação química

Actualmente, as substâncias que suscitam maiores preocupações, para o ambiente e para a saúde humana, são aquelas que reúnem **propriedades tóxicas, persistentes e de bioacumulação, denominadas por substâncias perigosas**. No solo ou nos sedimentos, estas substâncias podem ter origem natural (ex: devido ao enriquecimento natural do solo resultado da sua constituição geológica) ou origem antropogénica, esta última como resultado da actividade humana e em consequência do desenvolvimento inadequado de actividades económicas, da utilização imprópria de matérias-primas, e, da produção de resíduos e/ou do escoamento de águas residuais.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, a EP Solo e Sedimentos adoptou as definições que constam na Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro, no âmbito das substâncias perigosas e prioritárias, a saber:

CONCEITO ADOPTADO

- **Substâncias perigosas:** as substâncias ou grupos de substâncias tóxicas, persistentes e susceptíveis de bioacumulação, e ainda outras substâncias que suscitem preocupações da mesma ordem; as substâncias ou misturas na acepção do Regulamento nº 286/2011 da Comissão, de 10 de Março.

CONCEITO ADOPTADO

- **Substâncias prioritárias:** as substâncias definidas como tal em normativo próprio por representarem risco significativo para o ambiente aquático ou por seu intermédio, sendo a sua identificação efectuada através de procedimentos de avaliação de risco legalmente previstos ou, por razões de calendário, através de avaliações de risco simplificadas.

CONCEITO ADOPTADO

- **Substâncias perigosas prioritárias:** as substâncias identificadas como apresentando um risco acrescido em relação às substâncias prioritárias, sendo a sua selecção efectuada com base em normativo próprio relativo a substâncias perigosas ou nos acordos internacionais relevantes.

De salientar, que na UE o número de **sítios potencialmente contaminados** por actividades antropogénicas está estimado em cerca de 3,5 milhões [2], encontrando-se alguns destes sítios localizados em Portugal.

A **suspeita** de um sítio estar contaminado por substâncias perigosas tem enormes impactes sociais, dado que influencia o valor económico do solo e afecta a percepção da população sobre o ambiente local e, consequentemente, o uso do solo. Somente quando existe a confirmação da presença de substâncias perigosas causadas por actividades humanas, que possam constituir risco para a saúde humana e para o ambiente, é considerado um "**sítio contaminado**". Esta confirmação é essencial para desencadear meios que determinem os impactes negativos na saúde humana e no ambiente, assim como a adopção de medidas. O estabelecimento de prioridades de intervenção para os sítios contaminados deve ter em

especial apreço a excedência dos valores aceitáveis. Neste contexto, a EP Solo e Sedimentos adoptou os seguintes conceitos:

CONCEITO ADOPTADO

- **Sítios contaminados:** os locais onde há uma presença confirmada de substâncias perigosas, causada por actividades humanas, a um tal nível que se considera constituir um risco significativo para a saúde humana e/ou o ambiente, incluindo as águas subterrâneas. Esse risco deve ser avaliado tendo em consideração o uso actual ou a utilização futura aprovada do solo, todas as vias de contaminação possíveis e o grau de exposição humana.

CONCEITO ADOPTADO

- **Zonas prioritárias:** aquelas onde existam provas/evidências definitivas ou suspeitas legítimas da ocorrência, ou da probabilidade de ocorrência num futuro próximo, de degradação do solo (contaminação), que exceda o nível de aceitação.

Reconhece-se que a contaminação pode ser influenciada, em maior ou menor grau, por outros processos de degradação, designadamente no que se refere ao teor em contaminantes, à extensão da contaminação e à propagação a outros meios (ex: água, ar ou alimentos).

A EP Solo e Sedimentos sistematiza a referida influência através do Quadro 9, sendo o nível de importância de cada processo de degradação do solo na contaminação por substâncias perigosas, designado como "grau de afectação".

**Quadro 9 -** Influência de vários processos de degradação na contaminação do solo e na saúde humana

| Processos de degradação | Grau de afectação[1] | Observações | Potenciais efeitos indirectos na saúde humana |
|---|---|---|---|
| **Perda de matéria orgânica** | Moderado | Favorece o arrastamento de contaminantes, por escoamento superficial ou por lixiviação, que poderiam ser retidos pela matéria orgânica. | • Alterações climáticas e perda da biodiversidade, relacionadas com o menor sequestro de carbono. |
| **Erosão** | Moderado a elevado | Aumenta o arrastamento de substâncias poluentes para jusante, resultantes da actividade agro-florestal e dos incêndios (ex: adubos, pesticidas e cinzas). | • Aumento do risco de cheias a jusante<br>• Desertificação, como consequência das alterações climáticas |
| **Compactação** | Moderado | O efeito é indirecto, por ser devido ao aumento que provoca na erosão. | Encharcamento nas zonas com má drenagem, induzindo condições de insalubridade (ex: caso extremo da malária no arrozal) |
| **Salinização** | Pequeno | O processo conduz à elevação de sais solúveis no solo, que não se consideram contaminantes. | Perda de qualidade da água para consumo humano |
| **Deslizamento de terras** | Pequeno | O efeito é diminuto por ser um | Ameaça à segurança |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | fenómeno muito localizado em determinadas formações geológicas e em terreno declivoso. | humana |
| **Impermeabilização / selagem** | Moderado a elevado | Favorece o escoamento de contaminantes da actividade urbana e industrial para as áreas a jusante das impermeabilizadas/seladas. | • Incremento do risco e da intensidade das cheias<br>• Perda de zonas verdes<br>• Aumento de problemas sociais, tais como a criminalidade, devidos ao excesso de construção e ao desordenamento urbano |

[1] ***Grau de afectação*** – Nível de importância do processo de degradação na contaminação do solo.

Processos similares ocorrem de forma idêntica ao nível dos sedimentos. É ainda de sublinhar, que a contaminação do solo poderá influenciar, directa ou indirectamente, o estado dos sedimentos do domínio marítimo, lacustre ou fluvial e que, por exemplo, a contaminação do sedimento fluvial poderá influenciar o estado do sedimento do domínio marítimo, sobretudo o que se localiza na área onde desagua o rio. Estes ciclos poderão propagar a contaminação e afectar diversos ecossistemas.

## 5.5. Informação sobre solo, sedimentos e sua contaminação

A informação nacional no âmbito do solo e dos sedimentos e sobre a contaminação relacionada encontra-se dispersa e fragmentada entre os vários serviços do Estado, competentes na matéria nas suas diversas vertentes (ambiente, agricultura, mar, ordenamento do território, desenvolvimento regional, entre outras), universidades, institutos e autarquias. Encontra-se ainda repartida entre diversos instrumentos legais, de planeamento e/ou estratégicos (Anexo 2).

Constata-se também que, para alguns caracterizadores do solo e dos sedimentos, não existe uma cobertura nacional: muitos dos dados disponíveis possuem mais de 10 anos e não constituem um acervo nacional uniformizado, sendo muito heterogéneos em metodologia, escala e qualidade de informação.

Visando identificar e analisar a informação nacional mais relevante nesta matéria, a EP Solo e Sedimentos:

a) Elaborou um **Questionário de Recolha de Informação Nacional sobre Solo, Sedimentos e sua Contaminação**;

b) Identificou **Organismos de investigação nacionais** que potencialmente poderão deter informação importante no âmbito do solo, dos sedimentos e da contaminação

associada;

c) Identificou as principais **avaliações de âmbito nacional**, que relacionam aspectos de saúde com contaminantes do solo e dos sedimentos.

### 5.5.1. Questionário de Recolha de Informação Nacional

O Questionário elaborado pela EP (Anexo 3) visou recolher e reunir a informação no âmbito do solo, sedimentos e sua contaminação, disponível nas Entidades que constituem a EP. Os questionários foram preenchidos pelas seguintes Entidades: APA, DGADR, DGS, EDM, INRB e LNEG. A recolha de informação foi efectuada para três componentes: estudos, amostras e cartografia (Quadro 10).

**Quadro 10 –** Tipo de informação de que as Entidades são detentores

| ORGANISMO / ENTIDADE | ESTUDOS | AMOSTRAS | CARTOGRAFIA | OUTRA |
|---|---|---|---|---|
| APA | X | X | | |
| DGADR | | | X | *Avaliação do comportamento de substâncias activas (pesticidas) no solo degradação vs dissipação.* |
| DGS | X | | | |
| EDM | X | X | X | |
| INRB | X | X | | |
| LNEG | X | X | X | |
| **Total** | **25** | **15** | **4** | **1** |

Da análise dos questionários, compilados no documento elaborado pela EP "Compêndio de Questionários", é possível identificar locais nacionais com solo e sedimentos enriquecidos naturalmente com metais, e solo contaminado ou potencialmente contaminado devido á acção antropogénica.

Constata-se ainda que existem várias situações de contaminação antropogénica já sujeitas a intervenção de recuperação ou em que esta se encontra prevista (Anexo 1, 4 e 5). Neste contexto é de realçar a intervenção de recuperação nacional alcançada pela implementação do **POVT**, do **Quadro de Referência Estratégico Nacional 2007-2013** (QREN). No "Eixo Prioritário III – Prevenção, Gestão e Monitorização de Riscos Naturais e Tecnológicos" do POVT um dos domínios de intervenção é a "*Recuperação do Passivo Ambiental*", que tem como objectivo principal actuar ao nível da prevenção de riscos e da valorização ambiental e socioeconómica do território, visando proporcionar "*melhores condições para o uso futuro do solo, designadamente através da reabilitação de locais contaminados e de zonas mineiras onde estejam em risco aquíferos, ecossistemas ou a saúde humana e, simultaneamente, não seja viável a aplicação do princípio do poluidor pagador, o princípio da responsabilidade ou se*

*comprove a falta de capacidade de internalização dos custos*". No âmbito do referido domínio, foram considerados os seguintes locais de intervenção prioritária:

- No que se refere aos passivos ambientais, e tendo como principal critério a elevada penalização social, ecológica e económica que está a ser suportada pela região devido à presença da contaminação, foram considerados os seguintes sítios contaminados de intervenção prioritária [12]:
    - Estarreja - intervenção de remediação ambiental nas valas hidráulicas que atravessam a zona industrial do complexo;
    - Sines - valorização das lamas industriais depositadas/confinadas em bacias próprias no aterro de Santo André;
    - Alcanena - reabilitação da célula de lamas não estabilizadas da ETAR de Alcanena;
    - Barreiro - implementação de um conjunto de acções prioritárias para a recuperação do passivo ambiental dos territórios da Quimiparque;
    - Seixal - implementação de um conjunto de acções consideradas prioritárias para a recuperação do passivo ambiental dos territórios da ex-Siderurgia Nacional.
- Quanto às áreas mineiras, o "*Estudo de Hierarquização para a Reabilitação de Áreas Mineiras Abandonadas*", realizado em 2003, pela Empresa de Desenvolvimento Mineiro, S.A., permitiu identificar, "*um total de 175 áreas mineiras inventariadas e caracterizadas"* (Anexo 1), reduzindo-se para *"66 os locais de intervenção prioritária, tendo como critérios a sistematização e hierarquização dos impactes ambientais, na segurança, na saúde pública e nos ecossistemas, aplicando um modelo de hierarquização (Analiytical Hierarchy Process), optimizado com o rácio económico custo/benefício, face à limitação financeira e disponibilidade de um montante anual da contrapartida nacional*" [14].

A EP Solo e Sedimentos teve em consideração, no seu trabalho, as áreas prioritárias identificadas anteriormente.

### 5.5.2. Entidades de investigação nacional com potencial informação

A EP Solo e Sedimentos identificou **Organismos de investigação nacionais, não representados na EP**, designadamente Universidades e Institutos, que desenvolvem ou desenvolveram projectos ou actividades no domínio dos solos, dos sedimentos e contaminação relacionada e que potencialmente detêm informação importante nesta matéria (*vide* Anexo 6).

A EP considera ainda que os peritos dos Organismos identificados poderão prestar um válido contributo na estruturação e planeamento da intervenção nacional no domínio dos solos e dos sedimentos.

## 5.5.3. Avaliações nacionais com relevância no contexto de Ambiente e Saúde

Escassos são os estudos de avaliação nacional que estabelecem a relação da componente saúde com contaminantes do solo e dos sedimentos. São de destacar:

**A) Avaliação da qualidade das areias de praia**

A qualidade ambiental das praias tem vindo a adquirir uma importância crescente entre os critérios de escolha de destino turístico. Apesar de nos últimos anos a legislação ter evoluído no sentido do ordenamento da zona costeira e do tratamento de águas residuais, o único indicador da qualidade relacionado com a saúde pública, que pode permitir aos utentes uma escolha orientada, é a qualidade da água balnear.

Tendo em consideração que a actual Directiva 2006/7/EC, transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei nº 135/2009 de 3 de Junho, defende toda uma estrutura de protecção de qualidade da água balnear e zona envolvente bem como a saúde dos seus utilizadores, a qualidade da areia da praia é um parâmetro importante, e que tem justificado o estudo da qualidade microbiológica da areia.

Também a Organização Mundial de Saúde no guia "*Guidelines for safe recreational environments - Coastal and fresh waters*" [15] exprime a preocupação com a qualidade da areia das praias por estas poderem constituir um reservatório de agentes infecciosos, sobretudo em zonas balneares onde a utilização da areia apresenta maior relevância.

Perante esta motivação, a Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE), o INSA e a APA reuniram esforços no sentido de validar a metodologia desenvolvida em estudos anteriores e alargar a sua aplicação ao território insular.

Tendo consciência de que a pesquisa de indicadores nem sempre fornece informação sobre agentes patogénicos específicos e/ou de importação, e na sequência de colaborações anteriores com grande sucesso, decidiram a ABAE, o INSA e a APA desenvolver esforços no sentido de aprofundar o conhecimento sobre a presença e detecção de agentes de infecção em zonas balneares do território nacional.

Neste sentido, em 2001, no âmbito da campanha «Areia Limpa, Praia Saudável» promovida pela ABAE, foi realizado um estudo que envolveu directamente o ex-Instituto do Ambiente (IA) e o INSA, entre outros parceiros, que teve como objectivo seleccionar os indicadores de qualidade que melhor caracterizam a contaminação microbiológica das areias das praias, propor os respectivos valores de referência e os métodos de análise mais adequados para a determinação dos indicadores seleccionados [16].

Posteriormente, ambas as entidades, no âmbito de um projecto europeu – "*Improving Costal and Recreational Watwers*" (ICREW) – procederam à revisão, validação e desenvolvimento de alguns conceitos.

As conclusões de ambos os estudos foram as seguintes:

- Para a monitorização da qualidade das areias das praias, é suficiente a análise da areia seca. A água fornece informação que pode dispensar a análise da areia molhada, pois foi demonstrada uma correlação positiva entre estas duas matrizes.
- Os parâmetros químicos ensaiados evidenciam pouca sensibilidade na avaliação do teor de matérias oxidáveis presentes na amostra.
- Os indicadores com melhor desempenho foram os coliformes totais, a Escherichia coli e os enterococos intestinais em Bacteriologia e os fungos leveduriformes, fungos potencialmente patogénicos e alergogénicos e dermatófitos, em Micologia (Quadro 11).
- Os métodos escolhidos foram: o método de sementeira por espalhamento descrito por Sabino [17] para os parâmetros micológicos e o método cromogénico e/ou fluorogénico com determinação do número mais provável (Colilert® e Enterolert® - Idex) para as determinações bacteriológicas.

De salientar, que no que se refere aos **Parâmetros Micológicos** foram considerados fungos com forte associação ao Homem e animais homeotérmicos e potencialmente patogénicos, por contacto, inalação e ingestão. Estes distribuem-se por 3 parâmetros: Fungos leveduriformes, Fungos filamentosos potencialmente patogénicos e/ou alergogénicos e Dermatófitos (Quadro 11). Quanto aos **Parâmetros Bacteriológicos** indicadores da qualidade das areias, foram escolhidos os usados na classificação da qualidade de águas balneares: Bactérias coliformes, Escherichia coli e enterococos intestinais (Quadro 11).

**Quadro 11 –** Parâmetros microbiológicos pesquisados

| MICOLOGIA | | | BACTERIOLOGIA |
|---|---|---|---|
| **Fungos leveduriformes** | **Fungos filamentosos potencialmente patogénicos e/ou alergogénicos** | **Dermatófitos** | **Bactérias** |
| *Candida albicans* | *Aspergillus fumigatus* | *Trichophyton sp* | *Bactérias coliformes* |
| *Candida sp (Outras)* | *Aspergillus niger* | *Microsporum sp* | *Escherichia coli* |
| *Cryptococcus neoformans* | *Aspergillus sp (Outros)* | *Epidermophyton sp* | *Enterococos intestinais* |
| *Outras leveduras* | *Chrysosporium sp* | | |
| | *Fusarium sp* | | |
| | *Scytalidium sp* | | |
| | *Scedosporium sp* | | |
| | *Scopulariopsis sp* | | |
| | *Outros*[5] | | |

[5] *Histoplasma sp., Coccidioides sp., Exophiala sp., Fonsecae sp., Phialophora sp.,* e/ou outros, que tenham importância clínica relevante, quando presentes como espécie predominante em quantidade significativas (> 500 pfc./g).

De salientar, que a pesquisa dos parâmetros indicadores da qualidade microbiológica das areias não revela necessariamente a presença de agentes patogénicos de maior virulência mas tendências ou qualidade de uma forma geral. Na areia molhada, embora os indicadores tenham resultados sobreponíveis aos da água são, de uma forma independente, indicadores de contaminação fecal (não há uma associação com patogéneos de origem hídrica). É nesta zona que as crianças mais jovens se banham e brincam podendo mesmo levar a areia à boca. A pesquisa de microrganismos patogénicos naturais da água ou de contaminação fecal mais resistentes que os indicadores às condições ambientais, parece pois relevante e revela risco de doenças claramente caracterizadas.

**B) Avaliação de minas de urânio e seus resíduos**

Há evidência sobre a existência de efeitos nefastos na saúde resultantes da exposição ao urânio e aos produtos do seu decaimento. Esta evidência está bem documentada em mineiros, mas existe "*pouca informação sobre os efeitos na saúde da população que reside em áreas próximas de minas de urânio e das suas escombreiras*" [18].

Neste contexto, foi realizado em Portugal o estudo MINURAR [18;19], que visou, genericamente, comparar a população da freguesia de Canas de Senhorim, onde se localiza a mina da Urgeiriça, as escombreiras da mina e o tratamento químico do minério, com um conjunto de 7 outras freguesias, dividido em dois sub-grupos: "*GN1 (grupo não exposto 1)*" que "*incluiu as freguesias de Queirã (Vouzela), Rio de Mel e Moreira de Rei (Trancoso) e GN2 (grupo não exposto 2) que incluiu as freguesias de Campo da Madalena (Viseu), Sátão (Sátão), S. Pedro (Celorico da Beira) e Seia (Seia)"* [18].

As comparações incidiram sobre três componentes: dois são de natureza ambiental e estudaram a radioactividade ambiente (Parte A) e a distribuição dos metais e de outros contaminantes químicos no ambiente (Parte B), enquanto o terceiro componente é de natureza epidemiológica e estudou os efeitos na saúde da população (Parte C).

Foi, igualmente, realizado um estudo epidemiológico de delineamento transversal, através das listas de eleitores, uma amostra aleatória de 285 habitantes da freguesia de Canas de Senhorim (grupo exposto à mina e escombreira – GE) e outra de 312 habitantes de 7 freguesias de comparação (grupo não exposto – GN). O grupo GN foi ainda subdividido em dois sub-grupos de comparação: "*GN1 que incluiu 126 habitantes de 3 freguesias onde existiam pequenas explorações ou ocorrências de urânio (mas não escombreiras) e GN2 que incluiu 186 indivíduos residentes em 4 freguesias onde nunca existiu qualquer mina ou ocorrência de urânio. Foram incluídos no estudo apenas indivíduos dos grupos etários 45-54 e 55-64 anos*" [18].

As comparações foram feitas em relação aos seguintes parâmetros, correspondentes a efeitos potenciais da exposição: "*1. Função tiroideia; 2. Função reprodutiva na mulher e no homem; 3. Parâmetros hematológicos; 4. Função renal; 5. Prevalência de doenças crónicas; 6. Auto apreciação do estado de saúde"* [19]. Foram também efectuadas comparações em relação a indicadores de exposição relativos a*: "1. Metais pesados - concentrações de chumbo, cobre e zinco no sangue; 2. Contaminação interna por radionuclideos: concentração de Polónio-210 no cabelo*" [19].

Os resultados globais "*revelaram diferenças em várias funções e parâmetros biológicos, quer na comparação entre a população de Canas de Senhorim (GE) e as populações das 7*

*freguesias não expostas (GN), quer na comparação de GE com as populações do subgrupo GN2. A exposição da população de Canas de Senhorim à mina da Urgeiriça e à sua Escombreira constitui uma explicação plausível para as diferenças encontradas. Com efeito, não se identificou qualquer outra exposição que pudesse ter causado as diferenças observadas em funções e parâmetros tão diversos*" [19].

**C) Avaliação de substâncias perigosas**

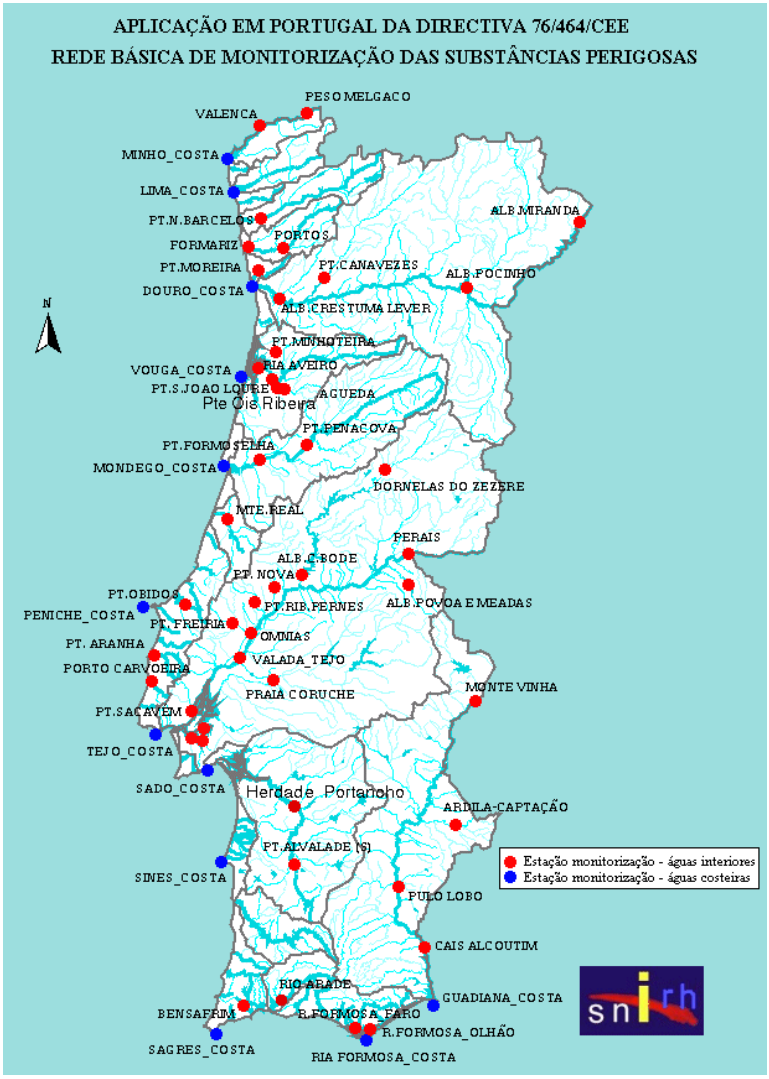
No âmbito do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, que estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, e da Directiva 76/464/CEE, relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático, tornou-se premente um conhecimento detalhado sobre o grau de contaminação do meio ambiente (água, sedimentos e biota) pelas substâncias da Lista I e da Lista II da Directiva 76/464/CEE. Nesse sentido, foi definido um Programa de Monitorização destas substâncias que teve início em Abril de 1999 e teve uma frequência anual, em contínuo até 2004. Passado este período esta monitorização ficou abrangida pelas competências no âmbito da Directiva Quadro da Água (2000/60/CE) transposta para o direito português pelo Decreto-Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro – Lei da Água, complementado pela publicação do Decreto-Lei nº 103/2010 de 29 de Dezembro, que transpõe a Directiva Comunitária nº 2008/105/CE e que estabelece normas de qualidade ambiental (NQA) para as substâncias prioritárias e para outros poluentes, identificados, respectivamente, nos anexos I e II. No arranque desta monitorização foi definida uma rede básica de monitorização das referidas substâncias, tanto a nível da água, como do biota e dos sedimentos, que permitiu de uma forma expedita avaliar os níveis de contaminação do ambiente (Figura 5).

As amostras recolhidas permitiram verificar os objectivos de qualidade e melhorar as águas em função dos seus principais usos, designadamente, de consumo humano e balneares, objectivo que visa proteger o ambiente e salvaguardar a saúde humana. Para o efeito, foram analisadas amostras de água superficial, sedimentos, pela estreita relação com a água, e de biota. Relativamente ao biota de águas interiores foram analisados peixes (músculo e fígado) e nas águas costeiras plâncton e moluscos (polvos). Fazendo alguns parte da cadeia alimentar da população podem, quando contaminados, ocasionar efeitos negativos na saúde humana.

Para a persecução do objectivo foram monitorizadas:

- As águas interiores, "*amostradas 12 vezes por ano em 46 estações e os sedimentos e o biota, 1 vez por ano nas mesmas 46 estações*" [20];
- As águas costeiras, "*monitorizadas em 12 estações três vezes por ano e os sedimentos e biota, 1 vez por ano*" [20].

O Laboratório de Referência do Ambiente da APA foi responsável pela colheita das amostras e respectiva análise laboratorial das substâncias consideradas. A APA contou ainda com a colaboração do Instituto Superior Técnico a nível de determinações analíticas e com o IPIMAR a nível das amostragens nas estações costeiras e também em algumas determinações analíticas.




Fonte: *http://www.snirh.pt/*

**Figura 5.** Rede nacional de monitorização das substâncias perigosas

Constatou-se que, quanto à avaliação das **substâncias perigosas da Lista I**, foram monitorizadas "*17 substâncias ou grupos de substâncias a nível da água, sedimentos e biota nas estações seleccionadas. Das substâncias ou grupos de substâncias monitorizadas apenas para dez se verificaram valores detectáveis na água*" [20] (Quadro 12).

**Quadro 12 -** Substâncias ou grupos de substâncias perigosas monitorizadas

| | Substância |
|---|---|
| 1 | Mercúrio |
| 2 | Cádmio |
| 3 | Hexaclorociclohexano |
| 4 | Tetracloreto de carbono |
| 5 | DDT |
| 6 | Pentaclorofenol |
| 7 | Aldrina |
| 8 | Dialdrina |
| 9 | Endrina |
| 10 | Isodrina |
| 11 | Hexaclorobenzeno |
| 12 | Hexaclorobutadieno |
| 13 | Clorofórmio |
| 14 | 1,2-Dicloroetano |
| 15 | Tricloroetileno |
| 16 | Percloroetileno |
| 17 | Triclorobenzeno |

Substâncias não detectadas

Fonte: *http://www.snirh.pt/*

Nos **sedimentos** amostrados de estações de águas interiores, estuarinas e costeiras, *"o Cádmio e o Mercúrio encontram-se entre os elementos mais detectados no período de 1999-2004. A maioria das concentrações mais elevadas encontradas reflectem a influência das actividades desenvolvidas na envolvente dos locais de amostragem, p.ex., em Dornelas do Zêzere, localizada a jusante das minas da Panasqueira (rio Zêzere) foram detectados teores elevados de Cádmio (12 mg/Kg em 2003), foram ainda detectados valores significativos destes metais nas estações de amostragem (Ponte de Sacavém, Esteiro de Coina, Seixal e Moita) localizadas na região de Lisboa e Setúbal, zonas de elevado impacto urbano e industrial"* [21].

Relativamente aos compostos orgânicos avaliados o Hexaclorociclohexano encontra-se entre as substâncias quantificadas com valores mais significativos: *"os valores de Hexaclorociclohexano, nomeadamente lindano, detectados tanto na água como nos sedimentos está sobretudo associado a zonas agrícolas onde existem culturas de arroz, trigo ou vinha*" [17].

No que respeita ao **biota:**

- **Nas águas interiores** foram recolhidos **barbos** nos principais rios: Vouga, Douro, Mondego, Tejo, Sado e Guadiana. Sistematicamente em todas as amostras analisadas apenas foram detectados valores de Mercúrio e Cádmio. O Mercúrio foi

detectado tanto no fígado como no músculo, e os valores mais elevados observaram-se no rio Guadiana. O Cádmio foi detectado apenas no fígado, tendo o valor mais elevado sido observado no rio Sado (2,4 mg/Kg em 2002).

- **Nas águas costeiras e estuarinas** "*foram recolhidos **mexilhões,** no período pré desova, em 13 pontos da costa portuguesa, [1999-2004], e ainda de **plâncton** nas estações definidas para as águas costeiras. Nos mexilhões obtiveram-se apenas resultados quantificáveis de cádmio e mercúrio em todas as estações. Os valores mais elevados de Mercúrio verificaram-se nas estações de Castelo do Queijo e Praia de Galápos. A nível do Cádmio os valores mais elevados observaram-se nas estações de Viana do Castelo, Castelo do Queijo e Lagos e sempre para a gama de comprimento maior. A nível do plâncton marinho foram detectados valores de Mercúrio e Cádmio em todas as estações e de DDT e Dialdrina, em apenas algumas estações"* [20].

Relativamente à **Lista II das substâncias perigosas** foram determinadas 141 substâncias. Das substâncias ou grupos de substâncias monitorizadas "*apenas 71 não apresentaram valores detectáveis na água*" [20]. Das 70 substâncias ou grupos de substâncias, com resultados quantificáveis, "*apenas 9 apresentaram médias aritméticas acima das normas de qualidade*" [20], a saber: Antraceno; 2,4-D; MCPA; Simazina; Óxido trubutilestanho; 2,4,6-Triclorofenol; Amoníaco; Fósforo total; Nitritos.

Nos **sedimentos** e a nível dos compostos orgânicos semi-voláteis "*os mais frequentemente detectados foram os HAPs". A estação de Esteiro Coina apresentou os valores mais elevados de HAPs assim como de outros compostos orgânicos semi-voláteis devido à grande actividade industrial ali existente*" [20].

*Relativamente aos Metais os elementos desta lista mais detectados no período de 1999-2004 foram: Arsénio, Chumbo, Cobalto, Crómio e Níquel. A maioria das concentrações mais elevadas encontradas reflecte a influência das actividades prevalecentes na envolvente dos locais de amostragem, por exemplo: em Ribeira de Pernes, local de indústria de curtumes, foi detectada a concentração mais elevada de crómio (2,1 g/Kg em 2000). Em Dornelas do Zêzere, localizada a jusante das minas da Panasqueira (rio Zêzere) foram detectados teores elevados Chumbo (0,29 g/Kg em 2001) e Arsénio (0,7 g/Kg em 2003) foram ainda detectados valores significativos de Bário, Boro, Vanádio e Zinco nas estações de amostragem (Ponte de Sacavém, Esteiro de Coina, Seixal e Moita) localizadas na região de Lisboa e Setúbal, zonas de elevado impacto urbano e industrial"* [22].

A nível do **biota:**

- **Nas águas interiores** foram recolhidos **barbos** nos principais rios: "*Vouga, Douro, Mondego, Tejo, Sado e Guadiana*" [20]. Dos resultados obtidos "*os metais Boro, Chumbo, Cobre, Selénio e Zinco foram aqueles que apresentaram resultados detectáveis em quase todos os rios, tanto no fígado como no músculo. O Bário apenas foi detectado no fígado dos peixes do rio Douro, o Crómio no fígado dos peixes do rio Sado e o Vanádio no fígado dos peixes dos rios Douro e Guadiana. As restantes substâncias não apresentaram valores significativos*" [20].

- **Nas águas costeiras e estuarinas** foram recolhidos neste período "*mexilhões em 13 pontos da costa portuguesa, correspondente ao período pré desova e ainda de plâncton nas estações definidas para as águas costeiras. Em regra, não foram*

*detectados valores quantificáveis de compostos orgânicos semi-volácteis nos mexilhões. A nível dos compostos orgânicos de estanho os valores mais significativos verificaram-se nas estações de Viana do Castelo e Lagos. Relativamente aos metais apenas o Zinco apresentou valores significativos. Nas amostras de plâncton foram detectadas valores de PCB em todas as estações, e os mais elevados observaram-se em Sagres-costa, Lima-costa e Douro-costa. A nível dos compostos organoestanosos os valores mais elevados observaram-se nas estações Tejo-costa e Sines-costa. Quanto aos metais, o mais frequentemente determinado foi o Zinco, seguido do Arsénio e Chumbo*" [20].

## 5.6. Avaliação de risco em solos e sedimentos contaminados por substâncias perigosas

Actualmente estão "*a ser aplicadas nos Estados-Membros metodologias diferentes para a avaliação dos riscos de sítios contaminados*" considerando a Comissão Europeia que a harmonização nesta matéria implica a "*harmonização de alguns dos elementos da avaliação de riscos*" bem como o desenvolvimento e melhoria de "*metodologias sobre a avaliação dos riscos ecotoxicológicos*" [1].

Em termos gerais, as metodologias de avaliação de risco para a saúde humana relativas a sítios contaminados são baseadas em princípios de toxicologia humana e no conhecimento das propriedades físico-químicas e do comportamento ambiental dos contaminantes. Alguns países seguem a metodologia desenvolvida pela Agência de Protecção Ambiental Americana: "*United States Environmental Protection Agency (EPA)*". Esta Agência, assumindo como "*futuro uso do solo o residencial*", tem desenvolvido uma metodologia de avaliação que permite a definição de prioridades nacionais, "*pela determinação de áreas, contaminantes e condições existentes"* [21], que conduzem à determinação de "*áreas de intervenção de reabilitação, áreas que necessitam de mais investigação, e áreas que não justificam intervenção*" [21].

Em linhas gerais, considera-se que a avaliação de risco tem como principal **objectivo** a identificação e quantificação dos riscos para a saúde humana, decorrentes de um sítio contaminado, uma vez que a saúde e a segurança da população devem ser prioritárias de entre os bens a proteger expostos à contaminação. Contudo, outros bens são também considerados nesta avaliação, tais como os ecossistemas (aquático, flora e fauna), a produção agrícola, as edificações e as infra-estruturas urbanas. O estabelecimento dos objectivos a serem atingidos no âmbito da reabilitação, e das medidas correctivas a serem adoptadas, são fundamentais. Esta avaliação reúne quatro importantes **etapas**:

- Recolha e avaliação dos dados;
- Avaliação de toxicidade;
- Avaliação da exposição;
- Caracterização, quantificação e gestão dos riscos.

A **recolha e a avaliação dos dados** poderão incluir uma fase de análise preliminar, de investigação confirmatória, e de investigação detalhada, no sentido de reunir as informações relevantes sobre a área em estudo (ex: características do solo, toxicologia dos contaminantes envolvidos, os cenários de uso e ocupação do solo e as variáveis de exposição). A identificação dos contaminantes presentes, sua distribuição espacial, concentrações e dinâmica no meio físico são essenciais nesta etapa.

Neste contexto, é de salientar o trabalho desenvolvido no âmbito do VIGISOLO, programa de vigilância em saúde ambiental do Ministério da Saúde brasileiro, pelo qual se identificam as "*áreas com populações expostas a solo contaminado utilizando uma ficha de campo que é cadastrada no SISSOLO*" - Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado – e que permite desencadear, de acordo com a gravidade, "*acções de curto, médio e longo prazo do sector saúde*" [23]. No levantamento realizado para efeitos de cadastro, que a EP Solo e Sedimentos considera possível adaptar para o contexto nacional, foram consideradas as áreas populacionais num "*raio de um quilómetro a partir da fonte de emissão dos contaminantes*", sendo a ficha de campo (Anexo 7) constituída por quatro grupos de informações:

- **Identificação do local**: "*além da denominação da área, contempla endereço, coordenadas geográficas, tamanho e distância da capital, tipo de resíduos presentes e potenciais contaminantes de interesse e, por fim, a seguinte classificação: área desactivada, área industrial, área de deposição de resíduos industriais, área de minas, depósito de agrotóxicos, contaminação natural, área agrícola, unidade de postos de abastecimento e serviços, e área de deposição final de resíduos urbanos*" [23].
- **População potencialmente exposta**: "*a partir da confirmação da presença de pessoas na área (trabalhadores e/ou moradores), a ficha permite o registo da distância da habitação mais próxima, população estimada no raio de um quilómetro e a estratificação social*" [23].
- **Vias de exposição da população aos contaminantes ambientais**: "*os itens levantados são populações susceptíveis, actividades realizadas na área e na sua envolvência, existência de cursos de água, tipos de abastecimento de água e seus usos*" [23].
- **Fontes de dados e estudos**: "*é possível indicar detalhes sobre as áreas, como a existência de estudos realizados e fontes de informação sobre a contaminação no solo, água, ar, água, exposição humana, bem como da existência de processo de remediação*" [23].

De realçar ainda, o procedimento adoptado no âmbito do SISSOLO, que estabelece as prioridades de intervenção pela utilização de "*sistema de pontuação de parâmetros*", num total de 100 pontos: "*1. Categorização da área (25 pontos); 2. Caracterização da população (25 pontos); 3. Avaliação toxicológica (25 pontos); 4. Existência de medidas de contenção e controlo (15 pontos); 5. Acessibilidade ao local (10 pontos)"* [23].

No que se refere à etapa de **avaliação de toxicidade**, nesta define-se a toxicidade específica para cada substância/composto químico de interesse, considerando-se os efeitos adversos à saúde associados à exposição, e recorrendo usualmente a análises de toxicidade. É necessário avaliar a relação entre a magnitude da exposição, o tipo de efeito adverso e a possibilidade de uma/um substância/composto originar cancro no indivíduo exposto. Os bancos de dados toxicológicos devem servir como fonte de informação sobre a toxicologia das(os)

substâncias/compostos de interesse e os efeitos adversos à saúde. Esta etapa pode ser dividida em duas actividades principais:

- **Identificação dos efeitos adversos:** determinação do tipo e magnitude do efeito adverso à saúde que é causado pela exposição a um agente tóxico específico;
- **Determinação da dose-resposta:** processo de avaliação quantitativa da toxicidade, relacionando-se a dose do contaminante, que foi recebida, com a incidência de efeitos adversos à saúde numa dada população exposta.

Quanto à **avaliação da exposição** é efectuada pela determinação da intensidade, frequência, duração e vias de exposição, actual ou futura, a determinado contaminante. A EPA considera que num "*ambiente residencial, as potenciais vias de exposição a contaminantes do solo são:*

- *Ingestão directa;*
- *Inalação de emissões voláteis e fugitivas;*
- *Ingestão de água subterrânea contaminada devido à migração de substâncias químicas do solo para um aquífero de água potável subjacente;*
- *Absorção dérmica;*
- *Ingestão de produtos alimentares que tenham sido contaminados através do sistema de absorção das plantas;*
- *Migração de compostos voláteis em "caves"* [21].

Das vias de exposição apresentadas, a EPA, considera que as "*três primeiras são as mais comuns*" [21].

A estimativa da avaliação da exposição humana pode ser fundamentada nos dados de monitorização ambiental e nos resultados da previsão da movimentação e da atenuação dos contaminantes por meio de modelação. A avaliação é desenvolvida observando-se os usos actuais e prevendo-se os usos futuros da área em estudo e sua envolvente, sendo necessário:

- Compreender os mecanismos de libertação e transporte do contaminante no meio físico;
- Identificar as populações expostas;
- Identificar todas as vias potenciais de exposição;
- Estimar as concentrações nos pontos de exposição, para cada via específica.

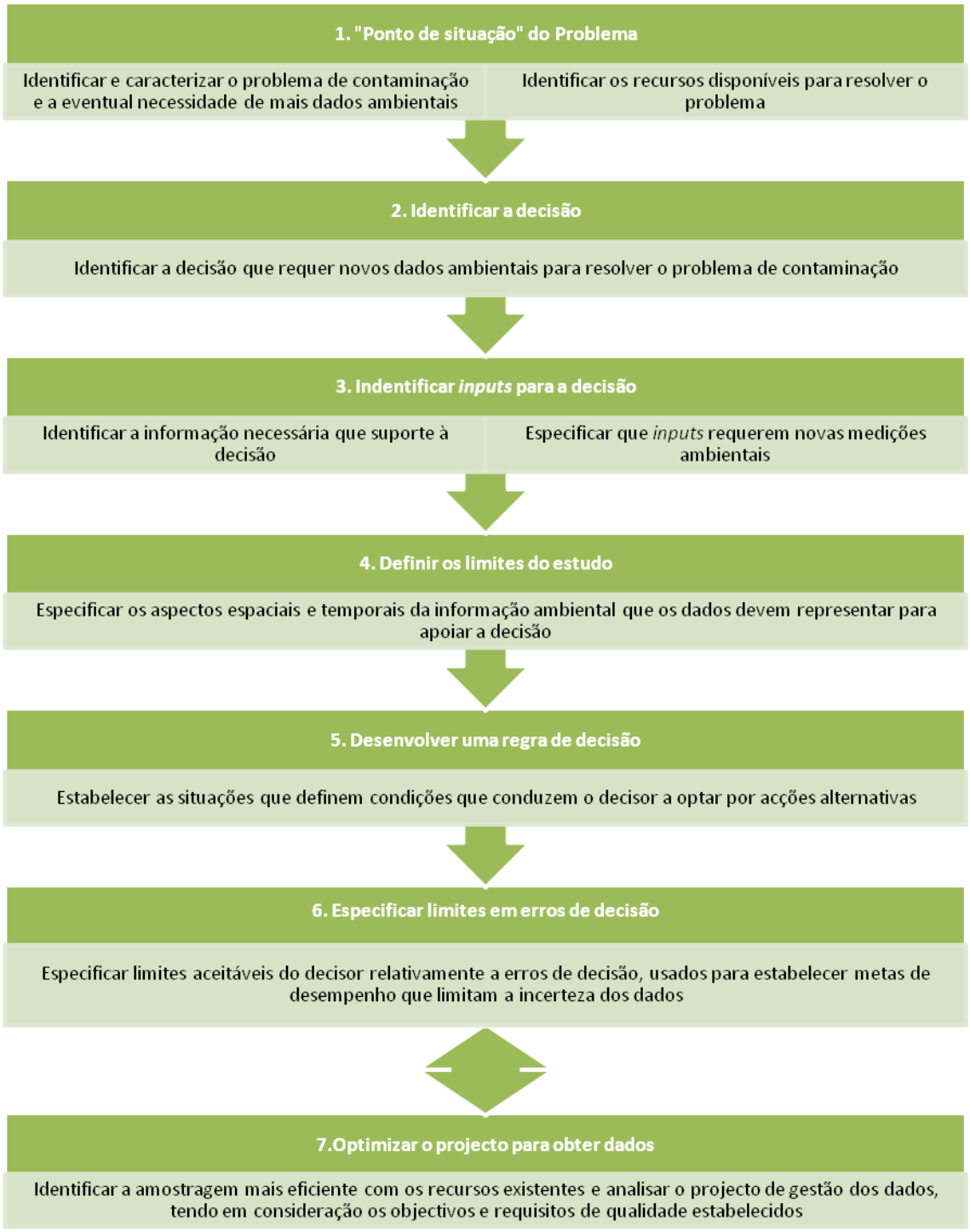
A avaliação da informação obtida nesta fase permite a elaboração dos cenários de exposição, onde são identificadas as várias possibilidades para que um contaminante, a partir da origem da contaminação, atinja as populações potencialmente expostas. Os resultados da avaliação da exposição são os valores de compostos indicativos para cada via de exposição específica (actual ou futura).

A etapa de **caracterização do risco** integra todos os dados obtidos nas etapas anteriores, tendo como objectivo quantificar o risco. Nesta etapa, as concentrações do contaminante medidas nos pontos de exposição e as concentrações teóricas estimadas por meio de modelos de transporte de massa, são comparadas com os dados toxicológicos específicos do composto de interesse. Esta comparação serve para determinar se os níveis de contaminação actuais ou

futuros da área podem produzir algum efeito adverso à saúde humana, segundo os índices toxicológicos utilizados.

A qualidade dos dados e a sua fiabilidade são importantes requisitos do processo de avaliação de risco da contaminação do solo/sedimento. Contudo, deve-se ter em consideração que parte da informação resulta de processos de amostragem e respectiva análise, tendo muitas vezes associado onerosos custos. A EPA encara que os dados a recolher "*têm de ter um objectivo concreto para o processo de avaliação de risco*", como apresentado na Figura 6. A EP Solo e Sedimentos considera que o processo apresentado poderá ser adoptado a nível nacional no âmbito de futuras avaliações de risco.

Por último, é de referir que no que concerne à avaliação de risco associada especificamente à contaminação dos sedimentos, especial atenção é prestada às substâncias químicas que suscitam preocupações por concentração de poluentes ("hotspots"), questões sanitárias e de contaminação do biota (especialmente o biota destinado ao consumo humano).




Fonte: EPA [21]

**Figura 6.** Processo que assegura os objectivos de qualidade dos dados

### 5.6.1. Avaliação de risco ao nível do solo – perspectiva nacional

Para se proceder à avaliação de risco de sítios contaminados e potencialmente contaminados, a APA tem vindo a recomendar o recurso às orientações:

- De Ontário/Canadá (1997), que têm como documentos de referência "*Canadian Environmental Quality Criteria for Contaminated Sites*" e "*Guidelines for Use at Contaminated Sites in Ontario*";
- Da Holanda (2004), contidas no documento "*Target values and Intervention Values for Soil Remediation*".

Contudo, é de realçar que actualmente as orientações referidas anteriormente e utilizadas na apreciação dos resultados encontram-se compiladas no documento intitulado "*Soil, Ground Water and Sediment Standards for Use Under Part XV.1 of the Environmental Protection Act*" [24], do qual se destaca a:

- Listagem de potenciais contaminantes e respectivas concentrações para a protecção da saúde humana e ecossistemas em função do uso do solo em meio cuja massa de água subterrânea (aquífero ou formação hidrogeológica indiferenciada) é explorada para consumo humano – água potável;
- Listagem de potenciais contaminantes e respectivas concentrações para a protecção da saúde humana e ecossistemas em função do uso do solo em meio cuja massa de água subterrânea (aquífero ou formação hidrogeológica indiferenciada) é explorada para outros consumos - água não potável;
- Listagem das concentrações de fundo dos potenciais contaminantes segundo as Normas de Ontário (Canadá).

Há no entanto que ressalvar que Portugal ao utilizar as normas canadianas tem em consideração que a especificidade geológica-litológica, climática, topográfica e hidrogeológica de cada região portuguesa e a consequente especificidade dos respectivos solos, será diferente da existente no Canadá, resultando, possivelmente, em alguns desvios da realidade aquando a sua utilização. Estes desvios urgem ser colmatados, designadamente, pela definição de valores nacionais de referência de contaminantes dos solos.

### 5.6.2. Avaliação de risco ao nível dos sedimentos – perspectiva nacional

A Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro, estabelece que para efeitos de dragagem e eliminação de sedimentos deve-se determinar as características (físicas e químicas) e composição destes materiais, segundo os valores estabelecidos na referida Portaria, os quais se encontram esquematizados no Anexo 8.

O referido diploma, classifica os "*materiais de acordo com o grau de contaminação*", relativamente aos metais e aos compostos orgânicos, em 5 classes de qualidade associadas à forma de eliminação dos materiais dragados, a saber:

- "*Classe 1: Material dragado limpo — depositado no meio aquático ou reposto em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias sem normas restritivas;*
- *Classe 2: Material dragado com contaminação vestigiária — pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio receptor e o uso legítimo do mesmo;*
- *Classe 3: Material dragado ligeiramente contaminado — pode ser utilizado para terraplenos ou no caso de imersão necessita de estudo aprofundado do local de deposição e monitorização posterior do mesmo;*
- *Classe 4: Material dragado contaminado — deposição em terra, em local impermeabilizado, com a recomendação de posterior cobertura de solos impermeáveis.*
- *Classe 5: Material muito contaminado — idealmente não deverá ser dragado e em caso imperativo, deverão os dragados ser encaminhados para tratamento prévio e ou deposição em aterro de resíduos devidamente autorizado, sendo proibida a sua imersão*".

Estas classes apresentam como principal critério o nível de contaminação do dragado, tendo em consideração a avaliação de 11 parâmetros: Arsénio, Cádmio, Crómio, Cobre, Mercúrio, Chumbo, Níquel, Zinco, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), compostos bifelinos policlorados (PCBs total) e hexaclorobenzeno. A classificação obtida indicará o destino final possível e adequado do dragado, que se traduz no respectivo nível de acção.

Observa-se que os critérios de qualidade dos dragados são exclusivamente químicos (metais e compostos orgânicos), não integrando critérios microbiológicos nem testes de ecotoxicidade, não existindo desta forma a garantia da ausência de microrganismos patogénicos. Para conhecer a qualidade microbiológica destes sedimentos devem ser analisados, complementarmente, parâmetros microbiológicos específicos, que avaliem a presença/ausência de indicadores de contaminação, nomeadamente os associados à contaminação fecal (ex: salmonela, enterococos e *Escherichia coli,* entre outros).

# 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A **EP Solo e Sedimentos do PNAAS** considera que:

i) O **solo e os sedimentos** são um importante domínio ambiental nacional, devendo ser salvaguardada a sua **protecção e preservação**, pois:

- ✓ Constituem **recursos naturais insubstituíveis**, do ponto de vista ecológico, económico e social;
- ✓ São **essenciais** para a sobrevivência do homem e dos ecossistemas;
- ✓ Detêm **funções** únicas nos ecossistemas, como resultado da conjugação de características geomorfológicas, ecológicas e de ocupação humana que, associadas aos usos e às actividades económicas que proporcionam, reforçam o elevado valor destes recursos naturais;
- ✓ Desempenham um papel essencial na **sustentabilidade** do país, e a sua **qualidade** favorece, directa ou indirectamente, a saúde, a segurança e o bem-estar da população.

Todavia, o **solo e os sedimentos** raramente têm sido considerados como um domínio ambiental prioritário, em resultado da ausência de uma cultura cívica que valorize este domínio, baseada no conhecimento rigoroso dos problemas e na capacitação técnica das entidades e agentes directamente envolvidos.

ii) A temática do **solo e dos sedimentos** encontra-se **dispersa por várias disposições legais,** associadas quer a políticas relacionadas com a defesa do ambiente (como, por exemplo, a política da água, dos resíduos, dos produtos químicos, da prevenção da poluição industrial e da conservação da natureza) quer a outras temáticas de políticas sectoriais, como sejam a agricultura, o desenvolvimento rural, o ordenamento do território, o mar, o turismo, o comércio, ou a indústria. Tendo os diplomas legais, de cada matéria específica, objectivos e campos de aplicação próprios, **estes não têm sido suficientes para salvaguardar uma eficaz protecção do solo e dos sedimentos nacionais**, tendo em conta a sua diversidade e, em particular, as suas necessidades específicas.

Acresce ainda que, usualmente, as abordagens concretizadas, designadamente ao nível legislativo, são individualizadas para o solo ou para os sedimentos, **não estabelecendo as necessárias e inequívocas inter-relações entre ambos**, e as imperativas e essenciais abordagens conjuntas.

iii) O **solo e os sedimentos** encontram-se **sujeitos a pressões ambientais crescentes**, que prejudicam o pleno desempenho das suas funções. A significativa intervenção antrópica, muitas vezes sem atender às necessidades, às especificidades e à capacidade de carga do meio receptor, tem conduzido a consequências adversas no solo e nos sedimentos, com repercussões ao nível do uso do solo, da fertilidade do solo e/ou da ecologia no geral, da biodiversidade, da qualidade da água e dos alimentos, do clima, e da saúde das populações, entre outros. Diversos **processos de degradação (Quadros 1 e 5) ameaçam seriamente a**

**qualidade do solo e dos sedimentos nacionais**, sendo a **contaminação o que se considera com maior implicação na saúde humana.** Neste contexto, considera esta EP ser urgente mudar o actual paradigma de intervenção, essencialmente de reparação, para uma perspectiva de prevenção da degradação do solo e dos sedimentos e atenuação dos seus efeitos no ambiente e na saúde humana.

iv) **A contaminação do solo e dos sedimentos encontra-se associada a três vertentes distintas**: vertente química, sobretudo relacionada com as substâncias químicas perigosas; vertente radioactiva, em particular o urânio e radionuclideos da família do urânio; vertente biológica, associada a agentes infecciosos e parasitários. A **boa qualidade do solo e dos sedimentos** envolve a análise das três vertentes referidas, pelo que as medidas de prevenção e de mitigação da contaminação devem ser específicas para cada vertente, tendo em consideração as características locais e a inter e intra relação das mesmas.

v) O **solo e os sedimentos são reservatórios e potenciais vias de transmissão de agentes infecciosos, sendo responsáveis pela ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias no ser humano**. Enquanto reservatórios facultam um meio propício ao crescimento e multiplicação do agente de infecção, sendo indispensáveis para a sua perpetuação e disseminação. Como via de transmissão directa, são fonte de contágio quando o indivíduo contacta directamente/ingere o solo/sedimento contaminado por agentes infecciosos, e, como via de transmissão indirecta, sempre que o agente infeccioso necessita de completar o seu ciclo biológico no solo ou, quando alimentos/água contaminados agentes infecciosos do solo/sedimentos são consumidos pelo indivíduo.

vi) Em Portugal, a exposição ambiental (antrópica) da população a radiações ionizantes encontra-se sobretudo relacionada com as **minas de urânio e a deposição de resíduos do tratamento do minério**. Estes **solos**, sobretudo as escombreiras, constituem uma fonte de radiação que pode originar doses de radiação externa significativas para quem frequente os locais, constituindo também uma fonte de radão e de poeiras radioactivas que se dispersam na atmosfera. A continuidade da requalificação ambiental, já iniciada, nas zonas envolventes às minas de urânio, das instalações do tratamento do minério e das escombreiras radioactivas mostra-se imprescindível, sobretudo como forma de assegurar que não subsistem riscos inaceitáveis de exposição da população às radiações ionizantes associadas.

vii) A **contaminação do solo e dos sedimentos por substâncias químicas perigosas ou seus metabolitos pode apresentar sérios riscos para a saúde pública**, sobretudo ao considerar-se a possível mobilidade ou transporte dos contaminantes, e os seus impactes ao nível da qualidade da água, do ar e do biota. Contudo, afirmar que uma área está contaminada exige informações suficientes que confirmem a situação de contaminação, designadamente, pela determinação dos contaminantes de interesse e pela caracterização da exposição da população. De salientar, que na vertente da saúde pública, mais importante que os dados sobre uma determinada doença é o estabelecimento de rotas/vias de exposição (passado, presente e futuro), que permitam considerar a totalidade

da população exposta, assim como, e sempre que necessário, o estabelecimento de acções de vigilância da saúde, de promoção da saúde, e de prevenção de factores de riscos dirigida à população exposta.

viii) **Com excepção das áreas mineiras em que se dispõe de uma inventariação completa, actualmente não existem dados disponíveis que permitam concluir quanto ao número total de sítios contaminados por substâncias químicas perigosas em Portugal**, mas esforços têm vindo a ser desenvolvidos, nos últimos anos, pelas Entidades nacionais. No entanto, foram identificadas situações prioritárias que já foram objecto de acções de remediação ou em que estas se encontram previstas. Afigura-se importante assegurar, paralelamente, políticas específicas para a gestão e controlo destas situações, que incluam, designadamente: elaborar inventários/cadastros de áreas suspeitas de contaminação; incrementar procedimentos de avaliação; definir prioridades de intervenção; fomentar o desenvolvimento de tecnologias de remediação para áreas prioritárias; e criar fundos para situações de passivos ambientais que necessitem de reabilitação. Salienta-se ainda, que as condições de uma área/local podem ser significativamente alteradas como resultado de actividades de remediação, de remoção ou de outras estratégias de intervenção. As condições podem também alterar-se como resultado da migração de contaminantes ou de mudanças do uso do solo da área/local ou nas suas proximidades, pelo que o **inventário/cadastro** assim como **a monitorização das áreas/locais identificados e a avaliação e acompanhamento da situação após a remediação são de enorme relevância.**

ix) **A metodologia de avaliação de risco em Portugal relativa a solo e sedimentos contaminados por substâncias químicas perigosas é efectuada tendo por base metodologias internacionais dada a ausência de normativo nacional específico. Assim,** reconhece-se que, à semelhança da recuperação em curso para as áreas mineiras abandonadas, a definição de uma metodologia robusta permitirá a determinação da probabilidade de ocorrência de impactes no ambiente e de efeitos adversos para a saúde humana, o que terá implicações, fundamentalmente, nos seguintes aspectos: protecção da saúde humana; identificação de áreas contaminadas prioritárias; estabelecimento de metas de reabilitação; determinação do nível de remediação necessário; avaliação da viabilidade técnica da remediação; determinação dos benefícios associados ao processo de remediação; estabelecimento de prioridades para alocação de recursos; gestão ambiental integrada.

x) Em matéria de **informação georreferenciada, da cartografia certificada e de informação de cadastro no âmbito do solo e dos sedimentos**, constata-se que existe:

- ✓ Dispersão da informação sobre solo e sedimentos por várias Entidades nacionais, sendo a existente muito heterogénea em metodologia, escala e qualidade de informação, existindo várias lacunas e deficiências que impossibilitam uma robusta caracterização nacional e um real diagnóstico da situação neste contexto;
- ✓ Insuficiência de instrumentos técnicos de suporte e carência de informação técnico-científica de base, designadamente quanto a valores de referência nacionais para os principais contaminantes químicos no solo e nos sedimentos, que permita identificar,

de forma harmonizada, os sítios nacionais contaminados, os que apresentam maior risco ambiental e/ou para a saúde humana, e os que carecem de prioridade de intervenção;

- ✓ Escassa disponibilização de informação aos decisores, aos gestores, aos agentes económicos e aos cidadãos em geral em matéria de solo e sedimentos, com especial relevância aos aspectos associados à comunicação de risco nesta matéria.

xi) **As alterações climáticas estão a ter e, sobretudo no futuro, irão ter impactes mais ou menos gravosos sobre os sistemas naturais e sociais**, designadamente ao nível da agricultura, dos recursos hídricos, das zonas costeiras, das florestas, da biodiversidade, das zonas urbanas, da saúde humana, vertentes que se inter-relacionam, directa ou indirectamente, com os processos de degradação dos solos e dos sedimentos. É notória a vulnerabilidade de algumas áreas geográficas nacionais que, considerando o seu nível de exposição, a sua sensibilidade e a sua capacidade de adaptação, terão dificuldades em suportar os efeitos adversos das alterações climáticas. Perante este risco já se encontram previstos a nível nacional dois níveis de respostas, em que o domínio dos solos e sedimentos é crucial: a mitigação e a adaptação. Na resposta, pretende-se uma redução das emissões de gases com efeito de estufa, nomeadamente pelo fortalecimento de sumidouros (como o solo e os sedimentos) de gases potenciais, que permitam o "sequestro de carbono". De referir, que o sequestro poderá realizar-se em duas vertentes, a geológica (formações geológicas especiais) e a biológica (fotossíntese), tendo o solo e os sedimentos em ambas, de forma directa ou indirecta, um papel preponderante.

xii) **Escassos são os trabalhos de pesquisa e investigação nacional que relacionam a temática do solo e dos sedimentos com questões de saúde humana**, sobretudo devido à complexa abordagem que reúne esta temática. O diminuto conhecimento e experiência nacional quanto à intervenção em matéria de "solo e sedimentos *versus* saúde humana" encontra-se associado a diversas questões, como sejam: a) o necessário envolvimento de peritos de diversos sectores que possibilite um trabalho multidisciplinar; b) a dificuldade de aferir o nível de risco e de dinamismo geomorfológico que caracterizam o solo e os sedimentos e que, potencialmente, podem ter implicações para a população, conduzindo a efeitos negativos na saúde, segurança e bem-estar da população; c) a dificuldade de reunir dados de saúde que comprovem a exposição da população à contaminação do solo/sedimentos; d) a percepção do risco por parte da população e de algumas entidades, que permitem a ocupação de terrenos, alguns outrora baldios e localizados fora do centro das cidades, em encostas íngremes, zonas de cheia e/ou sítios potencialmente contaminados, comprometendo a segurança e bem-estar da população.

# 7. RECOMENDAÇÕES

i) A **EP Solo e Sedimentos** considera fundamental o estabelecimento de directrizes de âmbito nacional em matéria de Solo e Sedimentos, idênticas ao proporcionado a outros compartimentos ambientais como o ar ou a água que, suportadas em quadro legislativo específico:

- Visem e salvaguardem a protecção ambiental, a preservação da biodiversidade e da geodiversidade, a utilização racional dos recursos, e a melhoria da qualidade dos solos e dos sedimentos;
- Apostem na prevenção das ameaças e na atenuação dos efeitos consequentes;
- Integrem critérios de sustentabilidade;
- Contemplem as diferentes funções destes recursos naturais e os diversos processos de degradação;
- Prestem ênfase aos riscos directos e indirectos para o ambiente e para a saúde humana; e
- Articulem a acção com as demais políticas sectoriais relevantes.

ii) A **EP Solo e Sedimentos** reconhece que **as directrizes**, referidas anteriormente, deverão ser elaboradas por um grupo interdisciplinar, no qual deverão ter assento os vários sectores que, directa ou indirectamente, afectam o solo e os sedimentos.

iii) A **EP Solo e Sedimentos** encara que as directrizes de âmbito nacional sobre Solo e Sedimentos devem estar assentes em determinados **requisitos**, a saber:

a) Reconhecer a importância dos solos e dos sedimentos enquanto recursos naturais essenciais à vida;

b) Contemplar a visão conjunta do domínio do solo e dos sedimentos, dada a sua interacção e influência;

c) Caracterizar a situação de referência do território nacional em matéria de solo e sedimentos;

d) Estabelecer o que se considera um "*bom estado ambiental do solo e dos sedimentos*";

e) Considerar todos os processos de degradação de forma conjunta, como única forma de enfrentar as ameaças a que se encontram sujeitos os solos e os sedimentos nacionais, de os proteger e de preservar as suas funções essenciais;

f) Envolver, sempre que possível, os órgãos e estruturas de gestão nacionais existentes e que têm atribuições e competências nesta matéria;

g) Assegurar o necessário enquadramento financeiro para a implementação das

directrizes, designadamente no âmbito da reabilitação do solo.

iv) A **EP Solo e Sedimentos** entende que a implementação destas directrizes **deverá permitir**, designadamente:

**a) No âmbito da informação:**

- Estabelecer um Sistema de Informação Geográfica, coordenado por En que no âmbito o domínio do solo e dos sedimentos e que, entre diversas funções, possibilite designadamente:
  - *Compilar a informação:* deverá permitir reunir os principais dados e informação existente em matéria de solo e de sedimentos nos vários sectores e Entidades, sob coordenação de serviço integrado na administração directa do Estado ou de organismo da administração indirecta do Estado. De realçar neste contexto duas áreas principais: uma que permita a caracterização do solo e dos sedimentos; outra que expresse os efeitos adversos na saúde decorrentes da exposição humana, directa ou indirecta, a factores de risco resultantes dos processos de degradação do solo e dos sedimentos em especial a contaminação;
  - *Apoiar a análise:* para além de apoiar a decisão, deverá constituir um reforço para análises específicas da matéria e potenciar avaliações de carácter transversal.
  - *Proceder à monitorização:* deverá permitir analisar e avaliar a variabilidade e as alterações que ocorrem ao nível do solo e dos sedimentos, assim como a evolução dos processos de degradação, designadamente ao nível da contaminação.
  - *Promover e alargar a divulgação da informação:* deverá facilitar a consulta da informação disponível (ex: plataforma de informação) e permitir criar e possibilitar novos meios de divulgação da informação à população em geral, a especialistas da matéria e a outros interessados. Neste contexto deverão estar previstos mecanismos de participação pública.
  - *Assegurar procedimentos de informação e comunicação do risco à(s) autoridade(s) competente(s):* estes procedimentos devem estar previstos nas situações em que se identifica uma situação susceptível de ter um impacte significativo no ambiente e/ou na saúde humana, de forma a serem ponderadas e, eventualmente, tomadas as medidas necessárias que salvaguardem a integridade, a estrutura e o funcionamento do ecossistema em causa, e se accionem meios que protejam a saúde pública.
- Rever a carta dos solos 1:1000000 e elaborar uma síntese cartográfica nacional que integre a informação disponível e actualizada.

**b) No âmbito dos processos de degradação do solo e dos sedimentos:**

- Definir metodologia (ex: estudos analíticos, provas empíricas ou modelização) para determinação dos parâmetros comuns apresentados no Quadro 2 e de outros parâmetros considerados oportunos, no sentido de se identificar as zonas de risco nacionais para cada processo de degradação, e combater as consequências negativas no ambiente e na saúde humana.
- Identificar, caracterizar e proceder às acções e diligências necessárias nos locais em que se classifique como zona de risco por motivo de degradação.
- Colmatar as actuais lacunas de conhecimento pelo recurso a programas de investigação, designadamente quanto à relação com a saúde humana.

**c) Quanto à contaminação por agentes infecciosos e parasitários:**

- Reforçar a monitorização das areias da praia, designadamente ao nível da informação da sua qualidade junto dos banhistas e entidades competentes;
- Fomentar a monitorização requerida no âmbito da utilização de lamas de depuração em solos agrícolas.
- Promover as necessárias diligências junto do sector da saúde, que contribuam para o incremento da realização de estudos epidemiológicos que estabeleçam a relação entre ambiente e saúde no contexto do solo e dos sedimentos.

**d) Quanto à contaminação por materiais radioactivos:**

- Acelerar e impulsionar a requalificação ambiental das zonas envolventes às minas de urânio, instalações de tratamento do minério e das escombreiras radioactivas identificadas prioritárias, assegurando a utilização das melhores técnicas disponíveis, assim como que as soluções adoptadas sejam eficazes no presente e no futuro próximo;
- Dar continuidade ao plano de monitorização radiológica ambiental para a zona das antigas explorações de urânio, no sentido de garantir que não subsistem riscos inaceitáveis de exposição das populações a radiações ionizantes; Delinear um programa de intervenção que garanta a adequada vigilância epidemiológica quando ocorre uma situação em que existe a exposição da população a valores de dose de radiação que não estejam em conformidade com as normas europeias aplicáveis.

**e) Quanto à contaminação por substâncias perigosas do solo e dos sedimentos:**

- Determinar os valores de referência para o solo e para os sedimentos nacionais relativamente às principais substâncias perigosas.
- Definir metodologia nacional para as seguintes situações:

- Identificação de sítios potencialmente contaminados e contaminados com substâncias perigosas;
- Amostragem da área contaminada (que poderá incluir solo, sedimentos, água, alimentos, espécies vegetais e animais);
- Vigilância epidemiológica da população exposta à contaminação;
- Reabilitação de solo e sedimentos degradados e respectiva estratégia que defina prioridades de actuação.

- Determinar as principais implicações de saúde nas situações comprovadas de contaminação do solo e/ou dos sedimentos, tendo em especial consideração:
  - A existência de vias potenciais de exposição humana;
  - A susceptibilidade da população exposta;
  - A comparação dos níveis esperados de exposição humana com os níveis registados;
  - A avaliação de dados de efeitos específicos sobre a saúde humana.
- Identificar as acções necessárias para mitigar ou prevenir efeitos adversos na saúde pública, nas situações comprovadas de contaminação, designadamente:
  - Acções para reduzir a exposição humana às substâncias perigosas no local de contaminação;
  - Informação adicional sobre a exposição humana e riscos associados à saúde junto da população exposta;
  - Estabelecimento de notificações a autoridades competentes;
  - Acções de acompanhamento de saúde, incluindo estudos epidemiológicos, programa de vigilância da saúde, ou educação em Ambiente e Saúde, entre outros.

# 8. BIBLIOGRAFIA


1. CE, 2006. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council - Establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC (presented by the Commission).* Comissão das Comunidades Europeias, 22 de Setembro de 2006 – COM (2006) 232[a] (Não publicada no Jornal Oficial), Bruxelas.
2. CE, 2006. *Thematic Strategy for Soil Protection - Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.* Comissão das Comunidades Europeias, 22 de Setembro – COM (2006) 231 (Não publicada no Jornal Oficial), Bruxelas.
3. CE, 2006. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council - Establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC – (Presidency proposal).* Comissão das Comunidades Europeias, 5 de Junho de 2009 – COM (2006) 232[b] (Documento de Trabalho), Bruxelas.
4. CE, 2001. *A Sustainable Europe for a BetterWorld: A European Union Strategy for Sustainable Development (Commission's proposal to the Gothenburg European Council).* Comissão das Comunidades Europeias, 15 de Maio – COM (2001) 264 (Não publicado no Jornal Oficial), Bruxelas.
5. EEA, 2010. *The European environment – state and outlook 2010 / SOER 2010*. European Environment Agency (EEA), Copenhaga.
6. CE, 2002. *Towards a Thematic Strategy for Soil Protection - Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.* Comissão das Comunidades Europeias, 16 de Abril de 2002 – COM (2002) 179, Bruxelas.
7. CE, 2006. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of floods {SEC(2006) 66} - Presented by the Commission.* Comissão das Comunidades Europeias, 18 de Janeiro de 2006 - COM(2006) 15 (Não publicada no Jornal Oficial), Bruxelas.
8. WHO, 2004. *Heat-waves: risks and responses*. World Health Organization (WHO) Europe, Copenhaga.
9. ECDC, 2010. *Climate change and communicable diseases in the EU Member States - Handbook for national vulnerability, impact and adaptation assessments.* European Center for disease prevention and control (ECDC), Estocolomo.
10. UNEP, 2005. *Marine Litter, an analytical overview.* United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
11. DEFRA, 2006. *Assessing Risks From Land Contamination - a Proportionate Approach / Soil Guideline Values: the Way Forward*. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Londres.
12. APA, 2010. *Programa Operacional Temático Valorização do Territorio / Eixo Prioritário III: Recuperação do passivo ambiental - Documento enquadrador*. Amadora.
13. UNEP, 2010. *Report on indicators to evaluate and track the health impacts of mercury and identify vulnerable populations*. United Nations Environment Program (DTIE)/Hg/INC.2/5, Nações Unidas.

14. http://www.edm.pt, site da Empresa de Desenvolvimento Mineiro S.A., acedido em Outubro de 2011.

15. WHO, 2003. *Guidelines for safe recreational water environments.* Volume 1, Coastal and fresh waters, World Health Organization.

16. Associação Bandeira Azul da Europa, 2002. *Qualidade Microbiológica de Areias de Praias Litorais – Relatório Final*. Instituto do Ambiente.

17. Sabino R, Veríssimo C, Cunha MA, Wergikoski B, Rodrigues R, Parada H, Falcão L, Rosado L, Pinheiro C, Brandão J. *Pathogenic Fungi: an unacknowledged risk at coastal resorts? New insights on microbiological sand quality in Portugal*. Marine Pollution Bulletin 62 (2011) 1506 – 1511.

18. José Marinho Falcão; Fernando P. Carvalho; Mário Machado Leite; Madalena Alarcão; Eugénio Cordeiro; João Ribeiro, 2005. *Minas de urânio e seus resíduos: Efeitos na saúde da população – Relatório Científico I*. Observatório Nacional de Saúde.

19. José Marinho Falcão; Fernando P. Carvalho; Mário Machado Leite; Madalena Alarcão; Eugénio Cordeiro; João Ribeiro, 2007. *Minas de urânio e seus resíduos: Efeitos na saúde da população – Relatório Científico II.* Observatório Nacional de Saúde.

20. http://www.snirh.pt, site do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos do Instituto da Água, acedido em Outubro de 2011.

21. EPA, 1996. *Soil Screening Guidance: User´s Guide.* Office of Emergency and Remedial response – U.S. Environmental Protection Agency, Washington.

22. Moura I, Almeida A, Quendera R, 2006. *Metals on sediments of Portuguese inland and coastal areas - Poster apresentado no SETAC Europe Annual Meeting*. Instituto do Ambiente, Lisboa.

23. Ministério da Saúde do Brasil, 2007. *Uma análise da situação de saúde.* Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, Brasília.

24. Ministry of the Environment – Ontário, 2004. Soil, *Ground Water and Sediment Standards for Use Under Part XV.1 of the Environmental Protection Act*. Queen's Printer for Ontario.

# ANEXOS

## ANEXO 1 – PRINCIPAIS SITUAÇÕES NACIONAIS DE CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS: ÁREAS MINEIRAS

### Áreas Mineiras Inventariadas (Concessão)

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| Norte | | | | |
| | Carvão | | | |
| | | Aveiro | | |
| | | | Castelo de Paiva | Pejão - Germunde |
| | | Porto | | |
| | | | Gondomar | São Pedro da Cova |
| | Estanho e Volfrâmio | | | |
| | | Aveiro | | |
| | | | Arouca | Rio de Frades |
| | | | Arouca | Regoufe |
| | | | Arouca | Pousadela |
| | | | Oliveira de Azeméis | Pintor |
| | | Bragança | | |
| | | | Vinhais | Tuela |
| | | | Vimioso | Argozelo |
| | | | Bragança | Ribeira |
| | | | Freixo de Espada-à-Cinta | Barca d'Alva |
| | | | Macedo de Cavaleiros | Murçós |
| | | | Bragança | Montesinho |
| | | | Mogadouro e Freixo de Espada-à-Cinta | Fonte Santa |
| | | | Miranda do Douro | São Martinho da Angueira |
| | | Guarda | | |
| | | | Vila Nova de Foz-Côa | Freixo de Numão |
| | | | Vila Nova de Foz-Côa | Torrão da Moita |
| | | | Vila Nova de Foz Côa | Almendreiras |
| | | Porto | | |
| | | | Amarante | Ordes |
| | | | Amarante | Vieiros |
| | | Viana do Castelo | | |
| | | | Vila Nova de Cerveira | Covas |
| | | Vila Real | | |
| | | | Sabrosa | Vale das Gatas |
| | | | Montalegre | Carris |

terça-feira, 17 de Janeiro de 2012 Página 1 de 8

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | | | Montalegre - Vieira do Minho | Borralha |
| | | | Montalegre | Bessa |
| | | | Ribeira de Pena | Adória |
| | | Viseu | | |
| | | | Tarouca | Tarouca |
| | **Ferro e Manganês** | | | |
| | | Bragança | | |
| | | | Torre de Moncorvo | Moncorvo |
| | | Vila Real | | |
| | | | Santa Marta de Penaguião | Costas do Marão/Maria Isabel |
| | | | Vila Real | Alto do Sião |
| | **Metais Básicos** | | | |
| | | Aveiro | | |
| | | | Castelo de Paiva | Terramonte |
| | | Viseu | | |
| | | | Tabuaço | Santa Leucádia |
| | | | S. João da Pesqueira | Várzea de Trevões |
| | **Ouro** | | | |
| | | Bragança | | |
| | | | Mirandela | Freixeda |
| | | | Bragança | França |
| | | Porto | | |
| | | | Gondomar | Banjas |
| | | Vila Real | | |
| | | | Boticas | Poço das Freitas |
| | | | Vila Pouca de Aguiar | Três Minas |
| | | | Vila Pouca de Aguiar | Jales |
| | | Viseu | | |
| | | | Penedono | Vieiros de Penedono |
| | | | Penedono | Santo António de Penedono |
| | **Radioativos** | | | |
| | | Viseu | | |
| | | | Sernancelhe | Carril |
| **Centro** | | | | |
| | **Estanho e Volfrâmio** | | | |

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | | Aveiro | | |
| | | | Arouca | Chãs nº 3 |
| | | Castelo Branco | | |
| | | | Covilhã | Argemela |
| | | | Covilhã | Peixeiro |
| | | | Penamacor - Idanha-a-Nova | Mata da Rainha |
| | | | Idanha-a-Nova | Segura |
| | | Coimbra | | |
| | | | Góis | Góis - Vale Pião |
| | | | Góis | Góis - Senhora da Guia |
| | | Guarda | | |
| | | | Guarda | Serra de Bois |
| | | | Trancoso - Pinhel | Massueime |
| | | | Pinhel | Ladeira das Vinhas |
| | | Viseu | | |
| | | | Vila Nova de Paiva-Satão | Lagares de Rebentão |
| | | | Viseu | Cume |
| | | | Viseu - Vouzela | Bejanca |
| | | | S. Pedro do Sul | Gourim |
| | **Metais Básicos** | | | |
| | | Aveiro | | |
| | | | Sever do Vouga - Águeda | Talhadas |
| | | | Albergaria-a-Velha | Palhal |
| | | | Sever do Vouga | Braçal |
| | | | Sever do Vouga | Coval da Mó e Bocanha |
| | | | Sever do Vouga | Malhada |
| | | Castelo Branco | | |
| | | | Penamacor | Ceife |
| | | | Sertã | Várzea dos Cavaleiros |
| | | | Penamacor | Pinheiro |
| | **Ouro** | | | |
| | | Castelo Branco | | |
| | | | Idanha-a-Nova | Monfortinho |
| | | | Castelo Branco | Sarzedas |
| | | Coimbra | | |
| | | | Góis | Escádia Grande |

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | **Outros** | | | |
| | | Guarda | | |
| | | | Gouveia | Tapada do Lobo 2 |
| | | Viseu | | |
| | | | Mangualde | Raseira |
| | **Radioativos** | | | |
| | | Coimbra | | |
| | | | Tábua | Mondego Sul |
| | | | Tábua | Vale da Abrutiga |
| | | | Tábua | Sevilha |
| | | Guarda | | |
| | | | Sabugal | Coitos |
| | | | Guarda | Forte Velho |
| | | | Gouveia | Formiga |
| | | | Seia | Fontinha |
| | | | Trancoso | Fonte Velha |
| | | | Aguiar da Beira | Fontainhas - Gradiz |
| | | | Trancoso | Ferreiros |
| | | | Gouveia | Vale do Tamão |
| | | | Aguiar da Beira | Ervideira |
| | | | Fornos de Algodres | Vales |
| | | | Guarda | Cruz da Faia |
| | | | Pinhel | Freixinho |
| | | | Trancoso | Corguinha e Prazos |
| | | | Sabugal | Carrasca |
| | | | Gouveia | Castelejo |
| | | | Gouveia | Ribeira do Bôco |
| | | | Gouveia | Canto do Lagar |
| | | | Aguiar da Beira | Mestras |
| | | | Sabugal | Bica |
| | | | Gouveia | Barrôco I |
| | | | Almeida | Barrôco D. Frango |
| | | | Guarda | Barroca Funda |
| | | | Guarda | Barracão (Fábrica) |
| | | | Trancoso | A. do Cavalo |
| | | | Guarda | Alto da Várzea |
| | | | Trancoso | Alto da Rasa |

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | | | Trancoso | Cótimos |
| | | | Guarda | Tentinolho |
| | | | Trancoso | Barrôco do Ouro |
| | | | Guarda | Pêra do Moço |
| | | | Sabugal | Pai Moniz |
| | | | Meda | Mortórios |
| | | | Sabugal | Rosmaneira |
| | | | Almeida | Sentinela |
| | | | Sabugal | Pedreiros |
| | | | Guarda | Tapada dos Mercados |
| | | | Pinhel | Senhora das Fontes |
| | | | Trancoso | Quinta das Seixas |
| | | | Aguiar da Beira | Maria Dónis |
| | | | Aguiar da Beira | Luz |
| | | | Trancoso | Lenteiros |
| | | | Almeida | Ribeira do Ferro |
| | | | Sernancelhe e Trancoso | Reboleiro |
| | | | Gouveia | Vale da Videira |
| | | | Sabugal | Vale d'Arca |
| | | | Guarda e Pinhel | Prado Velho |
| | | Viseu | | |
| | | | Mangualde | Quinta do Bispo |
| | | | Mangualde | Póvoa de Cervães |
| | | | Mangualde | Pinhal do Souto |
| | | | Nelas | Picoto |
| | | | Mangualde | Cunha Baixa |
| | | | Mangualde | Freixiosa |
| | | | Nelas | Vale Covo |
| | | | Mangualde | Valdante |
| | | | Nelas | Urgeiriça |
| | | | Mangualde | Espinho |
| | | | Penalva do Castelo | Corga de Valbom |
| **Alentejo** | | | | |
| | **Asbestos** | | | |
| | | Évora | | |
| | | | Portel | Arado do Castanheiro |
| | **Carvão** | | | |

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | | Setúbal | | |
| | | | Alcácer do Sal | Moinho da Ordem |
| | **Estanho e Volfrâmio** | | | |
| | | Portalegre | | |
| | | | Elvas | Santa Eulália |
| | **Ferro e Manganês** | | | |
| | | Beja | | |
| | | | Serpa | Orada |
| | | | Almodôvar | Monte dos Mestres |
| | | | Ferreira do Alentejo | Lagoas do Paço |
| | | | Vidigueira | Azenhas |
| | | | Castro Verde | Ferragudo |
| | | | Alvito | Alvito |
| | | | Mértola | Balança |
| | | Évora | | |
| | | | Montemor-o-Novo | Nogueirinha |
| | | | Montemor-o-Novo | Monges |
| | | Setúbal | | |
| | | | Santiago do Cacém | Cercal - Rosalgar |
| | | | Santiago do Cacém | Saramaga |
| | | | Santiago do Cacém | Martinelo |
| | **Metais Básicos** | | | |
| | | Beja | | |
| | | | Almodôvar | Barrigão |
| | | | Barrancos | Bofeta |
| | | | Moura | Vila Ruiva |
| | | | Moura | Preguiça |
| | | | Barrancos | Aparis |
| | | | Barrancos | Defesa das Mercês |
| | | Évora | | |
| | | | Alandroal | Mociços |
| | | | Estremoz | Mostardeira |
| | | | Vila Viçosa | Miguel Vacas |
| | | | Portel | Algares de Portel |
| | | | Alandroal | Bugalho |
| | | Portalegre | | |

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | | | Arronches | Balôco |
| | | | Campo Maior | Azeiteiros (Herdade dos) |
| | | | Arronches | Tinoca |
| | | Setúbal | | |
| | | | Alcácer do Sal | Caeirinha |
| | **Ouro** | | | |
| | | Évora | | |
| | | | Montemor-o-Novo | Grou |
| | | | Montemor-o-Novo | Chaminé |
| | **Outros** | | | |
| | | Évora | | |
| | | | Montemor-o-Novo | Gouveia de Baixo |
| | **Polimetálicos** | | | |
| | | Beja | | |
| | | | Mértola | São Domingos |
| | | | Aljustrel | Aljustrel |
| | | | Almodôvar | Algaré |
| | | | Ourique | Montinho |
| | | | Mértola | Chança |
| | | | Beja | Juliana |
| | | | Almodôvar | Reveza (Horta da) |
| | | Évora | | |
| | | | Montemor-o-Novo | Caeira |
| | | Setúbal | | |
| | | | Grândola | Lousal |
| | | | Grândola | Caveira |
| **Algarve** | | | | |
| | **Ferro e Manganês** | | | |
| | | Faro | | |
| | | | Alcoutim | Eira do Brejo - Alcoutim |
| | **Metais Básicos** | | | |
| | | Faro | | |
| | | | Alcoutim | Ferrarias |
| | | | Alcoutim | Alcaria Queimada |
| | **Outros** | | | |

| Zona | Grupo | Distrito | Concelho | Designação |
|---|---|---|---|---|
| | | Faro | | |
| | | | Alcoutim | Cortes Pereira |

TOTAL: 175

## Intervenções Concluídas, em Curso e Previstas até 2015 (Concessão)

| Grupo | Distrito | Designação | Concluída | Em Curso | Prevista Amb. | Prevista Seg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARVÃO** | | | | | | |
| | Setúbal | | | | | |
| | | Moinho da Ordem | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | **Total do grupo Carvão:** | | | | **1** |
| **ESTANHO E VOLFRÂMIO** | | | | | | |
| | Aveiro | | | | | |
| | | Chãs nº 3 | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Pintor | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Pousadela | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Regoufe | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Rio de Frades | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Bragança | | | | | |
| | | Argozelo | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Barca d'Alva | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Fonte Santa | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Montesinho | ☐ | ☑ | ☑ | ☐ |
| | | Murçós | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Ribeira | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | São Martinho da Angueira | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Castelo Branco | | | | | |
| | | Mata da Rainha | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Peixeiro | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Segura | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Coimbra | | | | | |
| | | Góis - Senhora da Guia | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Góis - Vale Pião | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Guarda | | | | | |
| | | Almendreiras | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Freixo de Numão | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |

terça-feira, 17 de Janeiro de 2012 Página 1 de 6

| Grupo | Distrito | Designação | Concluída | Em Curso | Prevista Amb. | Prevista Seg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ladeira das Vinhas | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Massueime | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Serra de Bois | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Torrão da Moita | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Porto | | | | | |
| | | Ordes | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Vieiros | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Viana do Castelo | | | | | |
| | | Covas | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Vila Real | | | | | |
| | | Adória | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Bessa | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Vale das Gatas | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Viseu | | | | | |
| | | Bejanca | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Cume | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Gourim | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Lagares de Rebentão | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Tarouca | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | | Total do grupo Estanho e Volfrâmio: | | | 34 |
| **FERRO E MANGANÊS** | | | | | | |
| | Beja | | | | | |
| | | Ferragudo | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Bragança | | | | | |
| | | Moncorvo | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Setúbal | | | | | |
| | | Cercal - Rosalgar | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Martinelo | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Saramaga | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Vila Real | | | | | |
| | | Alto do Sião | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |

| Grupo | Distrito | Designação | Concluída | Em Curso | Prevista Amb. | Prevista Seg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Costas do Marão/Maria Isabel | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | **Total do grupo Ferro e Manganês:** | **7** | | | |
| **METAIS BÁSICOS** | | | | | | |
| | Aveiro | | | | | |
| | | Braçal | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Coval da Mó e Bocanha | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Malhada | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Talhadas | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Terramonte | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | Beja | | | | | |
| | | Barrigão | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Vila Ruiva | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Castelo Branco | | | | | |
| | | Pinheiro | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Várzea dos Cavaleiros | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Faro | | | | | |
| | | Alcaria Queimada | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Viseu | | | | | |
| | | Santa Leucádia | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | Várzea de Trevões | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | **Total do grupo Metais Básicos:** | **12** | | | |
| **OURO** | | | | | | |
| | Bragança | | | | | |
| | | França | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Freixeda | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Castelo Branco | | | | | |
| | | Sarzedas | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Coimbra | | | | | |
| | | Escádia Grande | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Vila Real | | | | | |
| | | Jales | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |

| Grupo | Distrito | Designação | Concluída | Em Curso | Prevista Amb. | Prevista Seg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Viseu | | | | | |
| | | Santo António de Penedono | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Vieiros de Penedono | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | **Total do grupo Ouro:** | | | | **7** |
| **OUTROS** | | | | | | |
| | Évora | | | | | |
| | | Gouveia de Baixo | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Faro | | | | | |
| | | Cortes Pereira | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | Guarda | | | | | |
| | | Tapada do Lobo 2 | ☐ | ☐ | ☐ | ☑ |
| | | **Total do grupo Outros:** | | | | **3** |
| **POLIMETÁLICOS** | | | | | | |
| | Beja | | | | | |
| | | Aljustrel | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Montinho | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | São Domingos | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | Setúbal | | | | | |
| | | Caveira | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Lousal | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | **Total do grupo Polimetálicos:** | | | | **5** |
| **RADIOATIVOS** | | | | | | |
| | Coimbra | | | | | |
| | | Mondego Sul | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Sevilha | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Vale da Abrutiga | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | Guarda | | | | | |
| | | A. do Cavalo | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Alto da Rasa | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Alto da Várzea | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Barracão (Fábrica) | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |

| Grupo | Distrito | Designação | Concluída | Em Curso | Prevista | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Amb. | Seg. |
| | | Barroca Funda | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Barrôco D. Frango | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Barrôco do Ouro | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Barrôco I | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Bica | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Canto do Lagar | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Carrasca | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Castelejo | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Coitos | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Corguinha e Prazos | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Cótimos | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Cruz da Faia | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Ervideira | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Ferreiros | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Fontainhas - Gradiz | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Fonte Velha | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Fontinha | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Formiga | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Forte Velho | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Freixinho | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Lenteiros | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Luz | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Maria Dónis | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Mestras | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Mortórios | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Pai Moniz | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Pedreiros | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Pêra do Moço | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Prado Velho | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Reboleiro | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Ribeira do Bôco | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Ribeira do Ferro | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |

| Grupo | Distrito | Designação | Concluída | Em Curso | Prevista Amb. | Prevista Seg. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Rosmaneira | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Senhora das Fontes | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Sentinela | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Tentinolho | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Vale da Videira | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Vale d'Arca | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Vale do Tamão | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Vales | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | Viseu | | | | | |
| | | Carril | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Corga de Valbom | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Cunha Baixa | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Espinho | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ |
| | | Freixiosa | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |
| | | Picoto | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Pinhal do Souto | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Póvoa de Cervães | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Quinta do Bispo | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ |
| | | Urgeiriça | ☐ | ☑ | ☑ | ☐ |
| | | Valdante | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ |

**Total do grupo Radioativos:** 58

**TOTAL:** 127

## ANEXO 2 - DIPLOMAS LEGAIS COM RELEVÂNCIA NO CONTEXTO DO PRESENTE DOCUMENTO

### DIPLOMAS LEGAIS

| REFERÊNCIA | ÂMBITO |
|---|---|
| **Decreto-Lei n.º 90/90, de 16 de Março e respectiva Declaração de Rectificação n.º 13-A/98, de 31 de Agosto** | Estabelece o regime jurídico de revelação e aproveitamento de bens e recursos geológicos. |
| **Decreto-Lei n.º 235/97, D.R. 1ª série-A, N.º 203 de 3 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, D.R. 1ª série-A, N.º 59 de 11 de Março** | Estabelece o regime legal destinado a proteger as águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. Transpõe para a ordem jurídica interna a **Directiva n.º 91/676/CEE**, do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991. |
| **Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto e respectiva Declaração de Rectificação n.º 22-C/98, de 30 de Novembro** | Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. |
| **Decreto-Lei n.º 348/98, D.R. 1ª série-A, N.º 259 de 11 de Novembro** | Estabelece os requisitos (teores de Fósforo e Azoto total) a que devem obedecer as descargas provenientes de estações de tratamento de águas residuais efectuadas em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização. |
| **Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro** | Estabelece as normas e os critérios para a delimitação de perímetros de protecção de captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público, com a finalidade de proteger a qualidade das águas dessas captações. |
| **Decreto - Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 197/2005, de 8 de Novembro e a Declaração de Rectificação n.º 2/2006, de 6 de Janeiro** | Estabelece o regime jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA). |
| **Decreto-Lei n.º 198-A/2001, de 6 de Julho** | Estabelece o regime jurídico da concessão do exercício da actividade de recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas |
| **Decreto-Lei n.º 165/2002 de 17 de Julho** | Estabelece os princípios gerais de protecção bem como as competências e atribuições dos organismos e serviços intervenientes na área da protecção contra radiações ionizantes, resultantes das aplicações pacíficas da energia nuclear, e transpõe as correspondentes disposições da Directiva nº 96/29/EURATOM. |
| **Decreto-Lei n.º 174/2002, de 25 de Julho** | Estabelece as regras aplicáveis à intervenção em caso de emergência radiológica, transpondo para a ordem jurídica interna as disposições do título IX, "Intervenção", da Directiva nº 96/29/EURATOM. |
| **Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março** | Complementa a Lei da Água e estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, em desenvolvimento do regime fixado na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. |
| **Decreto-Lei n.º 178/2006, com as alterações introduzidas pelo DL nº 73/2011 de 17 de Julho** | Estabelece o regime geral da gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a **Directiva n.º2006/12/CE**, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a **Directiva n.º 91/689/CEE**, do Conselho, de 12 de Dezembro. |
| **Portaria n.º 1023/2006, D.R. 1ª série, N.º 182 de 20 de Setembro** | Define os elementos a apresentar no pedido de licenciamento das operações de gestão de resíduos. |
| **Portaria n.º 1322/2006, D.R.** | Define os termos a que fica sujeita a autorização de colocação no mercado das |

| | |
|---|---|
| **1ª série, N.º 227 de 24 de Novembro** | matérias fertilizantes. |
| **Decreto-Lei n.º 232/2007, de 15 de Junho** | Estabelece o regime jurídico da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) |
| **Decreto-Lei n.º 254/2007, 12 de Julho** | Regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente |
| **Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto** | Estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, revendo o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro, que transpôs para a ordem jurídica interna a **Directiva n.º 98/83/CE**, do Conselho, de 3 de Novembro |
| **Portaria n.º 1450/2007, de 12 de Novembro** | Fixa as regras em falta no Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, que estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos, permitindo a aplicação deste diploma legal, que deriva da aprovação da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água). |
| **Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho e respectiva Declaração de Rectificação nº 53-A/2008, de 22 de Setembro** | Estabelece o regime jurídico da conservação da natureza e da biodiversidade. |
| **Decreto-Lei n.º 147/2008, de 29 de Julho** | Estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais, transpondo desta forma para o ordenamento jurídico nacional a **Directiva n.º 2004/35/CE**, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Outubro, que aprovou, com base no princípio do poluidor-pagador, o regime relativo à responsabilidade ambiental aplicável à prevenção e reparação dos danos ambientais, com a alteração que lhe foi introduzida pela **Directiva n.º 2006/21/CE**, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à gestão de resíduos da indústria extractiva. |
| **Decreto-Lei n.º 173/2008, de de 26 de Agosto** | Estabelece o regime de prevenção e controlo integrados da poluição (PCIP) proveniente de certas actividades e o estabelecimento de medidas destinadas a evitar ou, quando tal não for possível, a reduzir as emissões dessas actividades para o ar, a água ou o solo, a prevenção e controlo do ruído e a produção de resíduos, tendo em vista alcançar um nível elevado de protecção do ambiente no seu todo, transpondo para a ordem jurídica interna a **Directiva n.º 96/61/CE, do Conselho, de 24 de Setembro**. |
| **Decreto-Lei n.º 209/2008, 29 de Outubro** | Estabelece o regime de exercício da actividade industrial (REAI). |
| **Decreto-Lei n.º 214/2008, 10 de Novembro e suas alterações, proferidas pelos Decretos-Lei n.º 316/2009, de 29 de Outubro e n.º 78/2010, de 25 de Junho** | Estabelece o regime de exercício da actividade pecuária (REAP), nas explorações pecuárias, entrepostos e centros de agrupamento, garantindo o respeito pelas normas de bem-estar animal, a defesa higio-sanitária dos efectivos, a salvaguarda da saúde, a segurança de pessoas e bens, a qualidade do ambiente e o ordenamento do território. |
| **Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho** | Estabelece o regime de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares. |
| **Decreto-Lei n.º 293/2009, de 13 de Outubro** | Assegura a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do **Regulamento (CE) n.º 1907/2006**, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH) e que cria a Agência Europeia dos Produtos Químicos. |
| **Decreto-Lei n.º 276/2009, D.R. 1ª série, N.º 192 de 2 de Outubro** | Estabelece o regime legal de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a **Directiva nº 86/278/CEE**, do Conselho, de 12 de Junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, visando a sua correcta utilização. |
| **Portaria n.º 631/2009, D.R. 1ª série, N.º 111 de 9 de Junho e suas alterações, proferidas na Portaria n.º 114-A/2011, de 23 de Março** | Regula a gestão dos efluentes pecuários, criando um quadro de licenciamento para encaminhamento destes efluentes. Este novo enquadramento dá prioridade à valorização agrícola, minimizando os impactes negativos desses efluentes sobre o ambiente. |
| **Decreto-Lei n.º 103/2010,** | Regulamenta as normas de qualidade ambiental (NQA) no domínio da política da |

| | |
|---|---|
| **D.R. 1ª série, N.º 192 de 24 de Setembro** | água, as quais têm como objectivo o controlo da poluição, estabelecendo níveis máximos de concentração de determinadas substâncias na água, nos sedimentos e no biota, que não devem ser ultrapassados para protecção da saúde humana e do ambiente. |
| **Decreto-lei nº 108/2010, 13 de Outubro** | Transpõem para a ordem jurídica nacional a Directiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Junho, que estabelece o regime jurídico das medidas necessárias para garantir o bom estado ambiental do meio marinho até 2020. |
| **Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março** | Aprova a lista das zonas vulneráveis e as cartas das zonas vulneráveis do continente (zonas vulneráveis à poluição por nitratos de origem agrícola). |

## ESTRATÉGIAS, PLANOS E PROGRAMAS

| REFERÊNCIA | ÂMBITO |
|---|---|
| **Resolução do Conselho de Ministros n.º 69/99, de 9 de Julho** | Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação (PANCD) |
| **Resolução de Conselho de Minsitros n.º 152/2001, de 11 de Outubro, e respectiva Declaração de Rectificação n.º 20-AG/2001 de 31 de Outubro** | Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB) |
| **Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro** | Estratégia Nacional para a Energia |
| **Resolução do Conselho de Ministros nº 104/2006, de 23 de Agosto** | Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2006) |
| **Resolução do Conselho de Ministros nº 114/2006, 15 de Setembro** | Estratégia Nacional para as Florestas (ENF) |
| **Resolução do Conselho de Ministros n.º 57/2007, de 4 de Abril** | Plano Estratégico Nacional de Turismo |
| **Resolução do Conselho de Ministros n.º 103/2007, de 6 de Agosto** | Programa para os Tectos de Emissão Nacional (PTEN) |
| **Resolução de Conselho de Ministros n.º 109/2007, de 20 de Agosto** | Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável — ENDS 2015 (ENDS) e o respectivo Plano de Implementação (PIENDS) |
| **Despacho n.º 2339/2007, de 14 de Fevereiro de 2007** | Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Água Residuais 2007-2013 (PEAASAR II) |
| **Despacho n.º 8277/2007, de 9 de Maio de 2007** | Estratégia Nacional para os efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (ENEAPAI) |
| **Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro** | Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão - PNALE II |
| **Resolução do Conselho de Ministros nº 24/2010, de 1 de Abril** | Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC) |
| **Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril** | Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020) |

## ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO DE RECOLHA DE INFORMAÇÃO NACIONAL SOBRE SOLO, SEDIMENTOS E SUA CONTAMINAÇÃO

## Secção I: Identificação da entidade

**1. Identificação da entidade:**

| | |
|---|---|
| **Entidade**: | |
| **Morada**: | |
| **Código Postal**: | **Localidade**: |

**2. Identificação da pessoa de contacto:**

| | |
|---|---|
| **Pessoa de contacto**: | |
| **Telefone**: | **Fax**: |
| **E-mail:** | |

**3. Tipo de informação de que a entidade é detentora:**

- ☐ Estudos
- ☐ Amostras
- ☐ Cartografia
- ☐ Dados estatísticos
- ☐ Outra. *Qual?* → 

## Secção II: Estudos

**A. CARACTERIZAÇÃO GERAL**

**1. Designação:** _____

**2. Ano de finalização:** _____

**3. Área geográfica:** _____

**4. A área (ou os locais) do estudo possui georeferenciação?**

- ☐ Sim
- ☐ Não

**5. Descrição sumária do objectivo e metodologia do estudo:**

→ 

**6. Síntese das principais conclusões do estudo:**

→ 

**7. Entidade(s) promotora(s) do estudo:**

→ 

**8.Tipo de "contaminação" associada mais relevante:**

- ☐ Enriquecimento natural
- ☐ Antropogénica

**9. Origem da "contaminação":**

→ 

**10. Principais poluentes/contaminantes:**

→ 

### B. TRATAMENTO E DISPONIBILIDADE DA INFORMAÇÃO

**1. Indique em que formato a informação se encontra disponível (ex: relatório, tese, publicação, …)**

→

**2. A informação é:**

- ☐ Confidencial
- ☐ Restrita à entidade produtora dos dados e/ou entidade financiadora
- ☐ Passível de divulgação a entidades externas
- ☐ De acesso ao público em geral

*2.1. Caso esta informação seja necessária para efeitos da implementação das Acções do PNAAS, poderia ser disponibilizada:*

- ☐ De forma gratuita
  - ☐ Sem celebração de Protocolo
  - ☐ Mediante a celebração de Protocolo
- ☐ Mediante pagamento, no valor de: _____ Euros
  - ☐ Sem celebração de Protocolo
  - ☐ Mediante a celebração de Protocolo

*2.2. Caso sejam necessários mais esclarecimentos sobre a referida informação, deve-se contactar:*

| | |
|---|---|
| Nome: | |
| Telefone: | Fax: |
| E-mail: | |

### C. RELAÇÕES AMBIENTE E SAÚDE

**1. Consideraria importante a associação da informação do referido estudo a efeitos na saúde humana? De que forma? Quais os principais factores de risco (físicos, químicos, microbiológicos, …) potencialmente associados?**

→

**2. Tem conhecimento de outros estudos desenvolvidos que poderiam corroborar esta associação?**

→

### D. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**1. Indique a(s) referência(s) bibliográfica(s) do referido estudo.**

→

## Secção III: Amostras

### A. CARACTERIZAÇÃO GERAL

**1. Tipo de amostra(s):** _____

**2. Área geográfica:** _____

**3. A(s) amostra(s) possui(em) georeferenciação?**

- ☐ Sim
- ☐ Não

**4. Uso do solo/tipo de sedimento:**

*4.1. Uso do solo:*

- ☐ Utilização predominantemente agrícola e/ou florestal
- ☐ Utilização predominantemente residencial
- ☐ Utilização predominantemente industrial/comercial

*4.2. Tipo de Sedimento*

- ☐ Marinho
- ☐ Fluvial/Estuarino

**5. Informação relativa à amostra:**

*5.1. Descrição do tipo de amostra/método de amostragem e fracção granulométrica:*

→

*5.2. Data/Período de colheita da amostra:*

→

*5.3. Número de amostras recolhidas:*

→

*5.4. Possibilidade das amostras serem novamente analisadas:*

→

**6.Tipo de "contaminação" associada mais relevante:**

- ☐ Enriquecimento natural
- ☐ Antropogénica

**7. Origem da "contaminação":**

→

**8. Principais poluentes/contaminantes:**

→

**9. Principal coberto vegetal associado:**

→

**10. Principal curso de água e bacia hidrográfica associada:**

→

## B. TRATAMENTO E DISPONIBILIDADE DA INFORMAÇÃO

**1. As amostras já foram analisadas?**

- ☐ Sim. Em caso afirmativo responda às questões abaixo.
- ☐ Não. Continue o questionário no ponto "C".

*1.1. Explique, sumariamente, em que contexto se procedeu à análise das amostras (ex: investigação, prospecção geológica, amostragem para efeitos de construção), qual a metodologia de análise, quais os parâmetros analisados e respectivos laboratórios e principais resultados obtidos, bem como se estas poderão ser alvo de outras análises.*

→

*1.2. Indique em que formato a informação se encontra disponível/armazenada (ex: listagem de base de dados, dados georreferenciados, relatório, publicação, …).*

→

*1.3. A informação é:*

- ☐ Confidencial
- ☐ Restrita à entidade produtora dos dados e/ou entidade financiadora
- ☐ Passível de divulgação a entidades externas
- ☐ De acesso ao público em geral

*1.4. Caso esta informação seja necessária para efeitos da implementação das Acções do PNAAS, poderia ser disponibilizada:*

- ☐ De forma gratuita
- ☐ Sem celebração de Protocolo

☐ Mediante a celebração de Protocolo

☐ Mediante pagamento, no valor de: _____ Euros ☐ Sem celebração de Protocolo ☐ Mediante a celebração de Protocolo

*1.5. Caso sejam necessários mais esclarecimentos sobre a referida informação, deve-se contactar:*

| | |
|---|---|
| Nome: | |
| Telefone: | Fax: |
| E-mail: | |

## C. RELAÇÕES AMBIENTE E SAÚDE

**1. Consideraria importante a associação desta informação a efeitos na saúde humana? De que forma? Quais os principais factores de risco (físicos, químicos, microbiológicos, …) potencialmente associados?**

→

**2. Tem conhecimento de trabalhos desenvolvidos que poderiam corroborar esta associação?**

→

## D. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**1. Liste as principais referências bibliográficas relativas à informação anteriormente referida.**

| | **Informação publicada em:** | **Referência Bibliográfica** |
|---|---|---|
| ☐ | Monografia (ou parte dela) | → |
| ☐ | Artigo de revista científica | |
| ☐ | Artigo de revista não científica | |
| ☐ | Legislação e Normas | |
| ☐ | Teses, Dissertações e similares | |
| ☐ | Comunicações/Posters de Congressos | |
| ☐ | Outro | |

| | | |
|---|---|---|
| ☐ | Monografia (ou parte dela) | → |
| ☐ | Artigo de revista científica | |
| ☐ | Artigo de revista não científica | |
| ☐ | Legislação e Normas | |
| ☐ | Teses, Dissertações e similares | |
| ☐ | Comunicações/Posters de Congressos | |
| ☐ | Outro | |

(...) **Nota:** Copiar tabela para inclusão de mais referências bibliográficas

## Secção IV: Cartografia

### A. CARACTERIZAÇÃO GERAL

**1. Tipo de informação:**

- ☐ Informação digital
  - ☐ Informação vectorial
  - ☐ Informação matricial
  - ☐ Ortofotos /imagem satélite
- ☐ Informação impressa
- ☐ Outra. Qual? → 

**2. Cobertura geográfica**
(nacional, regional, local): _____

**3. Escala:** _____

**4. Forma de levantamento:** _____

**5. Existe meta-informação?**

- ☐ Sim
- ☐ Não

**6. Descrição sumária da cartografia, incluindo tema e ano:**

→

**7. Tipo de "contaminação" associada mais relevante:**

- ☐ Enriquecimento natural
- ☐ Antropogénica

**8. Origem da "contaminação":**

→

**9. Principais poluentes/contaminantes contemplados:**

→

**10. Mapa de distribuição da cartografia temática:**

→ Anexar figura

### B. TRATAMENTO E DISPONIBILIDADE DA INFORMAÇÃO

**1. A informação possui análise escrita?**

- ☐ Sim
- ☐ Não

**2. Se "Sim":**

*2.1. Indique em que formato a informação se encontra disponível (ex: relatório, publicação, etc.).*

→

**3. Relativamente à informação cartográfica:**

*3.1. A informação é:*

- ☐ Confidencial
- ☐ Restrita à entidade produtora dos dados e/ou entidade financiadora
- ☐ Passível de divulgação a entidades externas
- ☐ De acesso ao público em geral

*3.2 Caso esta informação seja necessária para efeitos da implementação das Acções do PNAAS, poderia ser disponibilizada:*

- ☐ De forma gratuita
  - ☐ Sem celebração de Protocolo
  - ☐ Mediante a celebração de Protocolo

☐ Mediante pagamento, no valor de: _____ Euros ☐ Sem celebração de Protocolo ☐ Mediante a celebração de Protocolo

*3.3. Caso sejam necessários mais esclarecimentos sobre a referida informação, deve-se contactar:*

| | |
|---|---|
| Nome: | |
| Telefone: | Fax: |
| E-mail: | |

### C. RELAÇÕES AMBIENTE E SAÚDE

**1. Consideraria importante a associação desta informação a efeitos na saúde humana? De que forma? Quais os principais factores de risco (físicos, químicos, microbiológicos, …) potencialmente associados?**

→

**2. Tem conhecimento de trabalhos desenvolvidos que poderiam corroborar esta associação?**

→

### D. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**1. Liste as principais referências bibliográficas relativas à informação anteriormente referida.**

| | **Informação publicada em:** | **Referência Bibliográfica** |
|---|---|---|
| ☐ | Monografia (ou parte dela) | → |
| ☐ | Artigo de revista científica | |
| ☐ | Artigo de revista não científica | |
| ☐ | Legislação e Normas | |
| ☐ | Teses, Dissertações e similares | |
| ☐ | Comunicações/Posters de Congressos | |
| ☐ | Outro | |

| | | |
|---|---|---|
| ☐ | Monografia (ou parte dela) | → |
| ☐ | Artigo de revista científica | |
| ☐ | Artigo de revista não científica | |
| ☐ | Legislação e Normas | |
| ☐ | Teses, Dissertações e similares | |
| ☐ | Comunicações/Posters de Congressos | |
| ☐ | Outro | |

(...) **Nota:** Copiar tabela para inclusão de mais referências bibliográficas

## Secção V: Dados estatísticos

### A. CARACTERIZAÇÃO GERAL

**1. Temática dos dados:** _____

**2. Descrição sumária dos dados, ano(s) de recolha e principal objectivo de recolha:**

→

**3.Os dados relacionam-se com a contaminação do solo/sedimento?**

☐ Não. Continue o questionário no ponto "B".
☐ Sim. Em caso afirmativo responda às questões abaixo.

**4. Tipo de "contaminação" associada mais relevante:**

☐ Enriquecimento natural
☐ Antropogénica

**5. Origem da "contaminação":**

→

**6. Principais poluentes/contaminantes:**

→

## B. TRATAMENTO E DISPONIBILIDADE DA INFORMAÇÃO

**1. Os dados estatísticos já foram analisados?**

☐ Sim. Em caso afirmativo responda às questões abaixo.
☐ Não. Continue o questionário no ponto 1.2..

*1.1. Explique, sumariamente, em que contexto se procedeu a análise dos dados (ex: investigação, prospecção geológica, amostragem para efeitos de construção), como se procedeu à sua análise e principais resultados obtidos.*

→

*1.2. Indique em que formato a informação se encontra disponível/armazenada (ex: listagem de base de dados, dados georreferenciados, relatório, publicação).*

→

*1.3. A informação é:*

☐ Confidencial
☐ Restrita à entidade produtora dos dados e/ou entidade financiadora
☐ Passível de divulgação a entidades externas
☐ De acesso ao público em geral

*1.4. Caso esta informação seja necessária para efeitos da implementação das Acções do PNAAS, poderia ser disponibilizada:*

☐ De forma gratuita
  ☐ Sem celebração de Protocolo
  ☐ Mediante a celebração de Protocolo

☐ Mediante pagamento, no valor: _____ Euros
  ☐ Sem celebração de Protocolo
  ☐ Mediante a celebração de Protocolo

*1.5. Caso sejam necessários mais esclarecimentos sobre a referida informação, deve-se contactar:*

| | |
|---|---|
| Nome: | |
| Telefone: | Fax: |
| E-mail: | |

## C. RELAÇÕES AMBIENTE E SAÚDE

**1. Consideraria importante a associação desta informação a efeitos na saúde humana? De que forma? Quais os principais factores de risco (físicos, químicos, microbiológicos, …) potencialmente associados?**

→

**2. Tem conhecimento de trabalhos desenvolvidos que poderiam corroborar esta associação?**

| |
|---|
| → |

### D. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**1. Liste as principais referências bibliográficas relativas à informação anteriormente referida.**

| | Informação publicada em: | Referência Bibliográfica |
|---|---|---|
| | Monografia (ou parte dela) | → |
| | Artigo de revista científica | |
| | Artigo de revista não científica | |
| | Legislação e Normas | |
| | Teses, Dissertações e similares | |
| | Comunicações/Posters de Congressos | |
| | Outro | |

| | | |
|---|---|---|
| | Monografia (ou parte dela) | → |
| | Artigo de revista científica | |
| | Artigo de revista não científica | |
| | Legislação e Normas | |
| | Teses, Dissertações e similares | |
| | Comunicações/Posters de Congressos | |
| | Outro | |

(...) **Nota:** Copiar tabela para inclusão de mais referências bibliográficas

## Secção VI: Bibliografia complementar aconselhada

**1. Liste as referências bibliográficas <u>nacionais</u> que considere mais importantes no contexto das Acções do PNAAS no domínio dos solos e sedimentos:**

| | Informação publicada em: | Referência Bibliográfica |
|---|---|---|
| | Monografia (ou parte dela) | → |
| | Artigo de revista científica | |
| | Artigo de revista não científica | |
| | Legislação e Normas | |
| | Teses, Dissertações e similares | |
| | Comunicações/Posters de Congressos | |
| | Outro | |

| | | |
|---|---|---|
| | Monografia (ou parte dela) | → |
| | Artigo de revista científica | |
| | Artigo de revista não científica | |
| | Legislação e Normas | |
| | Teses, Dissertações e similares | |
| | Comunicações/Posters de Congressos | |
| | Outro | |

(...) **Nota:** Copiar tabela para inclusão de mais referências bibliográficas

**2. Liste as referências bibliográficas <u>internacionais</u> que considere mais importantes no contexto das**

**Acções no domínio dos solos e sedimentos:**

| | Informação publicada em: | Referência Bibliográfica |
|---|---|---|
| | Monografia (ou parte dela) | → |
| | Artigo de revista científica | |
| | Artigo de revista não científica | |
| | Legislação e Normas | |
| | Teses, Dissertações e similares | |
| | Comunicações/Posters de Congressos | |
| | Outro | |

| | | |
|---|---|---|
| | Monografia (ou parte dela) | → |
| | Artigo de revista científica | |
| | Artigo de revista não científica | |
| | Legislação e Normas | |
| | Teses, Dissertações e similares | |
| | Comunicações/Posters de Congressos | |
| | Outro | |

(...) **Nota:** Copiar tabela para inclusão de mais referências bibliográficas

## Secção VII: Áreas prioritárias de intervenção

*Consideram-se "áreas prioritárias de intervenção" os ramos de conhecimento/temáticas de estudo relacionados(as) com solo e sedimentos contaminados, com maior relevância no contexto de Ambiente e Saúde, onde se pretende que a Ep Solo e Sedimentos tenha a sua intervenção.*

**1. Indique três áreas prioritárias de intervenção que permitam estabelecer a relação entre contaminação de solos e sedimentos e efeitos adversos na saúde humana.**

**1ª Prioridade**:

**2ª Prioridade**:

**3ª Prioridade**:

**2. Justifique sumariamente cada prioridade.**

**1ª Prioridade**:

**2ª Prioridade**:

**3ª Prioridade**:

Muito Obrigado pela sua colaboração!

## ANEXO 4 – PRINCIPAIS SITUAÇÕES NACIONAIS DE CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS (exclui áreas mineiras)

| LOCALIZAÇÃO | PRINCIPAIS CONTAMINANTES (CONTAMINAÇÃO ANTROPOGÉNICA) | SITUAÇÃO ACTUAL |
|---|---|---|
| **TERRENOS DA EX-SIDERURGIA NACIONAL**<br><br>***Paio Pires - Seixal***<br><br>**Implementação de um conjunto de acções consideradas prioritárias para a Recuperação do Passivo Ambiental dos Terrenos da ex-Siderurgia Nacional. O objectivo do projecto consiste na elaboração do estudo final de caracterização do estado de contaminação dos solos e das águas subterrâneas, na definição dos usos futuros e na avaliação do risco e definição dos respectivos cenários de descontaminação. Este estudo inclui a requalificação da Lagoa da Palmeira.** | Hidrocarbonetos e metais pesados.<br><br>(Zn, As, Cr, Sn, Hg, Ni, Cd e Cu) | Candidatura ao Eixo III do POVT – Recuperação de Passivo Ambiental<br><br>Estudo final de caracterização do estado de contaminação dos solos e das águas - Concluído.<br><br>Remoção dos resíduos depositados no Vazadouro I - zona poente, nascente e central - dos terrenos da ex-Siderurgia Nacional e respectiva acção de fiscalização/supervisão dos trabalhos. Concluída a remoção de resíduos depositados no Vazadouro I – nascente.<br><br>Em procedimento concursal a remoção dos resíduos depositados no Vazadouro I - zona poente e central. |
| **TERRENOS DA QUIMIPARQUE**<br><br>***Parque Empresarial do Barreiro - Barreiro***<br><br>**Implementação de um conjunto de acções prioritárias para a Recuperação do Passivo Ambiental dos Terrenos da Quimiparque. O objectivo do projecto consiste na elaboração do estudo final de caracterização do estado de contaminação dos solos e das águas subterrâneas, na definição dos usos futuros e na avaliação do risco e definição dos respectivos cenários de descontaminação, designadamente:**<br><br>**• Estudo final de caracterização do estado de contaminação dos solos e das águas subterrâneas;**<br>**• Concepção/Resolução/Execução da remoção de resíduos de Zinco;**<br>**• Concepção/Resolução/Execução da requalificação paisagística do depósito de fosfogesso;** | Metais e compostos inorgânicos e orgânicos (cinzas e resíduos de pirite, escórias, fosfogesso, polióis, sistemas de poliuretano, resinas poliéster insaturadas e etoxilados). | Candidatura ao Eixo III do POVT – Recuperação de Passivo Ambiental<br><br>Estudo final de caracterização do estado de contaminação dos solos e das águas subterrâneas - Investimento Total - Concluído.<br><br>Concepção/Resolução/Execução da remoção de resíduos de Zinco - Concluído, com excepção de algumas lamas de zinco a remover. |

| | | |
|---|---|---|
| • Monitorização de águas e solos subterrâneos | | |
| **SANTO ANDRÉ – BACIAS DE LAMAS INDUSTRIAIS**<br><br>***Vila Nova de Santo André – Santiago do Cacém (Sines)***<br><br>**O objectivo do projecto consiste na remoção, transporte, desidratação e valorização das lamas depositadas no passado em bacias próprias, originadas pela actividade industrial da Plataforma industrial de Sines e da ETAR de Ribeira dos Moinhos, incluindo o saneamento dos solos e a requalificação ambiental de toda a zona afecta a estas bacias.** | Lamas oleosas provenientes da refinação do petróleo e de derivados de petróleo, de várias indústrias do pólo industrial de Sines. | Candidatura ao Eixo III do POVT – Recuperação de Passivo Ambiental<br><br>Remoção das lamas das bacias e seu transporte para desidratação e valorização no exterior. Recuperação e requalificação ambiental dos terrenos onde se encontram as bacias de lamas. O investimento a realizar foi aprovado em 2011. |
| **ALCANENA - LAMAS DA ETAR**<br><br>***Zona Industrial de Alcanena – Alcanena***<br><br>**Elaboração de um estudo de identificação das obras a projectar para resolução dos problemas decorrentes do passivo ambiental existente nas imediações da célula de lamas não estabilizadas da ETAR e de um estudo técnico-económico das várias soluções.** | Essencialmente Cr relacionado com a indústria de curtumes. | Candidatura ao Eixo III do POVT – Recuperação de Passivo Ambiental.<br><br>Estudo técnico que contemplou três soluções alternativas para a reabilitação da célula de lamas não estabilizadas da ETAR de Alcanena - Investimento Aprovado.<br><br>Empreitada para a reabilitação da célula de lamas não estabilizadas da ETAR de Alcanena - Investimento Aprovado. |
| **ESTARREJA – ERASE (Agrupamento para a Regeneração Ambiental das Águas Subterrâneas e Solos de Estarreja, ACE)**<br><br>***Complexo Químico de Estarreja – Estarreja***<br><br>**Fase II - Remediação ambiental de valas hidráulicas do Complexo Químico de Estarreja (CQE). O objectivo do projecto é finalizar a recuperação dos terrenos afectos à zona industrial do Complexo Químico de Estarreja, com a efectivação da intervenção de remediação ambiental nas valas hidráulicas que atravessam a zona industrial (Vala de S. Filipe).** | Elevadas concentrações de As e Hg nos solos e águas subterrâneas. | Candidatura ao Eixo III do POVT – Recuperação de Passivo Ambiental.<br><br>ERASE – Fase II - Remediação ambiental de valas hidráulicas (Vala de S. Filipe). Estudo para avaliação da contaminação do solo e proposta de soluções de remediação (em reformulação). |

| | | |
|---|---|---|
| **ESTALEIRO DA MARGUEIRA - LISNAVE**<br><br>***Concelho de Almada***<br><br>**Integra os terrenos correspondentes aos antigos estaleiros navais da Lisnave na Margueira.** | Contaminantes derivados da actividade de reparação naval: granalha superficial (25 cm max.), hidrocarbonetos a profundidades variáveis, PCB (Policlobifenilos) e TBT (Tributilestânicos). | Estudos de 1999 a 2003. |
| **AREEIRO DE SANTA MARTA DE CORROIOS E OUTROS AREEIROS ABANDONADOS**<br><br>***Concelho do Seixal***<br><br>**Passivos ambientais, resultantes do depósito de resíduos de hidrocarbonetos, provenientes de estaleiros navais, e de águas residuais contaminadas, em lagoas escavadas nas areias e/ou em areeiros abandonados sem que possuam qualquer tipo de impermeabilização, com consequente contaminação dos solos e das águas subterrâneas. Ex: os terrenos da antiga fábrica de explosivos da Sociedade Portuguesa de Explosivos (SPEL), o Poço do Talaminho e os antigos areeiros de J. Caetano e Fernando Branco.** | Compostos, designadamente nitratos de tolueno, como o TNT, outros compostos orgânicos e sais de metais como Hg, Ni, Cr, Fe, Mn, Al e U. | Vários estudos (Julho 2004). |

## ANEXO 5 – SITUAÇÕES ESPECÍFICAS RELACIONADAS COM SEDIMENTOS NACIONAIS CONTAMINADOS

| LOCALIZAÇÃO | PRINCIPAIS CONTAMINANTES (CONTAMINAÇÃO ANTROPOGÉNICA) | SITUAÇÃO ACTUAL |
|---|---|---|
| **PLATAFORMA CONTINENTAL ADJACENTE À DESEMBOCADURA DO RIO TEJO** *Zona Prodelta do Tejo* | Metais pesados (Cu, Pb, Zn, Hg, Sn e Sb) | ? |
| **PLATAFORMA ADJACENTE AO RIO AVE, AO RIO LIS E AO RIO MIRA** *Plataforma continental ocidental* | Metais Pesados (Pb, Zn e Hg) | ? |
| **RIBEIRA DE S. DOMINGOS E RIBEIRA DE OEIRAS** *Troço inferior da Bacia do Rio Guadiana* | Chumbo | ? |

## ANEXO 6 - ORGANISMOS NACIONAIS NÃO REPRESENTADOS NA EP SOLO E SEDIMENTOS E COM POTENCIAL INFORMAÇÃO EM MATÉRIA DE SOLO E SEDIMENTOS

| ORGANISMO | SERVIÇO | CONTACTOS |
|---|---|---|
| Instituto Politécnico de Bragança - Escola Superior Agrária de Bragança (ESAB) | | ***Prof. Tomás de Figueiredo*** Tomasfig@ipb.pt |
| Instituto Politécnico de Viseu - Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu (ESTV) | Departamento de Ambiente | ***Prof. Teresa Rabaça*** 232480622 trabaca@amb.estv.ipv.pt |
| Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR) | | ***Eng. Carlos Vale*** cvale@ipimar.pt |
| Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) | Unidade de Protecção e Segurança Radiológica | ***Dr. Fernando Carvalho*** carvalho@itn.pt<br><br>***Dr.ª Isabel Paiva*** *ipaiva@itn.pt* |
| Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) | Núcleo de Geologia de Engenharia e Geotecnia Ambiental do Departamento de Geotecnia | ***Dr.ª Celeste Jorge*** 218443348 cjorge@lnec.pt |
| Universidade de Aveiro (UA) | Departamento de Geociências | ***Dr.ª Manuela Inácio***<br><br>***Prof. Eduardo Anselmo Ferreira da Silva*** |
| | Departamento de Ambiente e Ordenamento | ***Prof. Luis Arroja*** |
| | Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM) | ***Prof. Sara Antunes*** 234370788 scantunes@ua.pt<br><br>***Eng.ª Sónia Rodrigues*** smorais@ua.pt |
| | Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD) | ? |
| Universidade de Coimbra (UC) | Departamento de Zoologia | jps@zoo.uc.pt |
| | Departamento de Ciências da Terra | ***Prof Ana Margarida Neiva*** neiva@dct.uc.pt |

| ORGANISMO | SERVIÇO | CONTACTOS |
|---|---|---|
| | Departamento de Ciências da Terra - Laboratório de Radioactividade Natural | ***Prof. Alcides Pereira*** apereira@dct.uc.pt 239860563 |
| Universidade de Évora (UE) | Departamento de Química | ***Prof. António Candeias*** |
| | Departamento de Geociências | ***Prof. Carlos Alexandre*** carlos.alex18@gmail.com |
| Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências (FCUL) | Instituto de Ciência Aplicada e Tecnologia (ICAT) | |
| Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) | Escola de Ciência das Vida e do Ambiente, Departamento de Biologia e Ambiente | ***Prof. Afonso Martins*** amartins@utad.pt<br>***Prof. João Coutinho*** j_coutin@utad.pt |
| | Escola de Ciências da Vida e do Ambiente, Departamento de Geologia | ***Prof. Maria Elisa Preto Gomes*** mgomes@utad.pt 259350261 |
| Universidade do Algarve (UAlg) | Laboratório de Tecnologia Ambiental | ***Prof. Maria Clara Costa*** mcorada@ualg.pt 289800900 - ext. 7634 |
| Universidade do Minho (UMinho) | Departamento de Ciências da Terra | ***Prof. Teresa Valente*** teresav@dct.uminho.pt 253604034 |
| Universidade Nova de Lisboa (UNL) - Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) | Departamento de Engenharia do Ambiente | ***Prof Leonor Amaral*** lmma@fct.unl.pt<br>***Prof Alexandra Ribeiro*** abr@fct.unl.pt<br>***Prof Isabel Sepúlveda*** is@fct.unl.pt |
| | Departamento de Ciências da Terra | ***Prof. António Ferreira*** amp.ferreira@fct.unl.pt<br>***Prof. Graça Brito*** mgb@fct.unl.pt |
| Universidade Técnica de Lisboa (UTL) - Instituto Superior de Agronomia (ISA) | | ***Prof. Manuel Madeira*** mavmadeira@isa.utl.pt<br>***Prof. Fernando Girão Monteiro*** fgmonteiro@isa.utl.pt<br>***Prof. Manuela Abreu*** manuelaabreu@isa.utl.pt |
| Universidade Técnica de Lisboa (UTL) - Instituto Superior Técnico (IST) | Centro de Recursos Naturais e Ambiente | ***Prof. Azevedo Coutinho*** macout@civil.ist.utl.pt<br>***Prof. Amílcar Soares*** asoares@ist.utl.pt |
| | Centro de Petrologia e Geoquímica | ***Prof. Orquídea Neves*** orquidia.neves@ist.utl.pt 218400806 |

## ANEXO 7 – FICHA DE CAMPO "SISSOLO"

| | | |
|---|---|---|
| 1) Categoria: ( ) área vermelha ( ) área azul ( ) área roxa ( ) área amarela ( ) área preta | | |
| 2) Data: ___/___/____ | | |
| 3) UF: _____ | 4) Município: _____ | |
| 5) Denominação da área: _____ | | 6) Distância da Capital: _____Km |
| 7) Nome do Proprietário: _____ | | 8)Tipo de Propriedade: ( ) Pública ( ) Privada |
| 9) Endereço _____ | | 10) Latitude: _____ 11) Longitude: _____ |
| 12) Classificação da Área: ( ) AD ( ) AI ( ) ADRI ( ) DA ( ) CN ( ) AM ( ) AA ( ) ADRU ( ) UPAS | | |
| 13) Caso a área seja AI, informe que tipo: _____ | | |
| 14) Área em Atividade: ( ) sim ( ) não | 15) Tamanho da área: _____ $m^2$ | 16)População nas proximidades: ( ) sim ( ) não |
| 17) Distância da moradia mais próxima: _____ m | 18) População estimada nas proximidades: ( ) 1 até 50 pessoas ( ) 51 até 1000 pessoas ( ) 1001 até 5 mil pessoas ( ) mais de 5 mil pessoas | |
| 19) Contaminantes: _____ | | |
| 20) Formas de Acondicionamento de Resíduos: ( ) sim ( ) não Especificar: _____ | | |
| 21) Tipo de atividade nas proximidades: ( ) residências ( ) hospital ( ) creche ( ) escola ( ) asilo ( ) comércio ( ) industrias ( ) agrosilvopastoril ( ) hospedagem ( ) outros: _____ | | |
| 22) Perfil da População: ( ) Flutuante ( ) Trabalhadores ( ) Urbana ( ) Rural | | |
| 23) Estratificação Social: ( ) Classe Alta ( ) Classe Média ( ) Classe Baixa | | |
| 24) Curso de água: ( ) nenhum ( ) rio/riacho ( ) lagoa/lago/açude ( ) igarapé ( ) barragem/represa ( ) mar | Nome: _____ Nome: _____ Nome: _____ Nome: _____ Nome: _____ | Distância: _____ m Distância: _____ m Distância: _____ m Distância: _____ m Distância: _____ m |
| 25) Tipo de abastecimento de água: para cada tipo de abastecimento encontrado na área informar se é para uso (1)agrícola, (2)doméstico, (3)comercial e/ou (4)industrial. ( ) caminhão pipa: _____ ( ) poço/cacimba: _____ ( ) público: _____ ( ) superficial: _____ | | |
| 26) Existência de estudo sobre a contaminação: ( ) não ( ) sim Caso afirmativo, especificar: ( ) Solo: _____ ( ) Ar: _____ ( ) Água: _____ ( ) Exposição humana: _____ ( ) outros: _____ | | |
| 27) Origem das Informações: _____ | | |
| 28) Remediação: ( ) não ( ) sim, especificar: _____ | | |
| 29) Observações: | | |
| Nome do Técnico: _____ | | CPF: _____ |

**ANEXO 8 -** CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS DRAGADOS DE ACORDO COM O GRAU DE CONTAMINAÇÃO - METAIS (mg/Kg) E COMPOSTOS ORGÂNICOS (µg/Kg) - E RESPECTIVOS NÍVEIS ACÇÃO (PORTARIA N.º 1450/2007, DE 12 DE NOVEMBRO)

| Parâmetro | Limites | | Níveis de Perigo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Limite de detecção | Limite de quantificação | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 |
| **UNIDADES** | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| **Arsénio (As)** | 0,02 | 0,2 | < 20 | 20 - 50 | 50 – 100 | 100 – 500 | > 500 |
| **Cádmio (Cd)** | 0,005 | 0,05 | < 1 | 1 – 3 | 3 – 5 | 5 – 10 | > 10 |
| **Crómio (Cr)** | 0,05 | 0,5 | < 50 | 50 - 100 | 100 – 400 | 400 – 1000 | > 1000 |
| **Cobre (Cu)** | 0,05 | 0,10 | < 35 | 35 – 150 | 150 – 300 | 300 – 500 | > 500 |
| **Mercúrio (Hg)** | 0,001 | 0,05 | < 0,5 | 0,5 – 1,5 | 1,5 – 3,0 | 3,0 – 10 | > 10 |
| **Chumbo (Pb)** | 0,05 | 0,50 | < 50 | 50 - 150 | 150 – 500 | 500 – 1000 | > 1000 |
| **Níquel (Ni)** | 0,05 | 0,50 | < 30 | 30 – 75 | 75 – 125 | 125 – 250 | > 250 |
| **Zinco (Zn)** | 0,05 | 0,10 | < 100 | 100 - 600 | 600 – 1500 | 1500 - 5000 | > 5000 |
| **UNIDADES** | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg | µg/kg |
| **PAHs total** | 0,001 | 0,01 | < 5 | 5 – 25 | 285 – 100 | 100 – 300 | > 300 |
| **Compostos Bifelinos Policlorados (PCBs total)** | 0,001 | 0,01 | < 300 | 300 – 2000 | 2000 – 6000 | 6000 - 20000 | > 20000 |
| **Hexaclorobenzeno (HCB)** | 0,001 | 0,01 | < 0,5 | 0,5 – 2,5 | 2,5 - 10 | 10 - 50 | > 50 |
| **NÍVEIS DE ACÇÃO** | | | **Material dragado limpo** — pode ser depositado no meio aquático ou reposto em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias sem normas restritivas. | **Material dragado com contaminação vestigiária** — pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio receptor e o uso legítimo do mesmo. | **Material dragado ligeiramente contaminado** — pode ser utilizado para terraplenos ou no caso de imersão necessita de estudo aprofundado do local de deposição e monitorização posterior do mesmo. | **Material dragado contaminado** — deposição em terra, em local impermeabilizado, com a recomendação de posterior cobertura de solos impermeáveis. | **Material muito contaminado** — idealmente não deverá ser dragado e em caso imperativo, deverão os dragados ser encaminhados para tratamento prévio e ou deposição em aterro de resíduos devidamente autorizado, sendo proibida a sua imersão. |