



## Índice

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. ANÁLISE DE RISCO PARA A SAÚDE HUMANA E PARA O AMBIENTE .....	4
3. CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE DO RISCO .....	7

## 1. INTRODUÇÃO

Nos locais onde existam indícios ou evidências de que o solo se encontra contaminado com substâncias ou misturas perigosas, deve ser efetuada uma avaliação da qualidade do solo e das águas potencialmente afetadas, e sua remediação, se necessária.

A **remediação do solo** é necessária quando, elaborado um plano de amostragem do solo, os resultados analíticos demonstrem que as concentrações de uma ou mais substâncias perigosas presentes no solo em resultado de ação antropogénica são superiores aos valores de referência para as mesmas, tendo em consideração o uso atual ou previsto do solo, em função do que for mais restritivo (*vide “Guia Técnico – Valores de Referência para o Solo”, APA*), ou quando, na sequência de uma análise de risco para a saúde humana e/ou para o ambiente, estivermos perante uma situação de risco inaceitável. No primeiro caso, a remediação do solo deve ser conduzida até aos valores de referência para o solo (ou até valores de fundo naturais, se aplicável) e, no segundo, até aos **valores objetivo de remediação** determinados pela análise de risco.

Referir que, neste contexto se entende por:

- “**Análise de risco**”, o processo de análise do potencial de um ou mais contaminantes causarem efeitos adversos na saúde humana e/ou no ambiente num dado local, com o objetivo de determinar a necessidade de remediação; e
- “**Remediação**”, a técnica ou conjugação de técnicas de tratamento biológico, físico-químico ou térmico, confinamento e gestão, entre outras, realizadas para controlar, confinar, reduzir ou eliminar os contaminantes ou as vias de exposição, para que um solo contaminado deixe de constituir um risco inaceitável para a saúde humana e/ou para o ambiente, tendo em conta o seu uso atual ou previsto, podendo classificar-se, dependendo do local em que decorre, em:
  - *In situ*, quando o solo não é removido, efetuando-se a remediação no próprio local;
  - *Ex situ*, quando o solo é removido, efetuando-se a remediação no próprio local ou o seu tratamento, já enquanto resíduo, noutra local adequado.

No presente guia técnico são definidos os **elementos** que devem ser considerados na **análise de risco para a saúde humana e para o ambiente**, efetuada para eventual determinação dos valores objetivo de remediação do solo, bem como os **critérios de aceitabilidade do risco** a utilizar para o efeito.

## 2. ANÁLISE DE RISCO PARA A SAÚDE HUMANA E PARA O AMBIENTE

A **análise de risco para a saúde humana e para o ambiente** constitui um processo de identificação, quantificação e comparação de diversos parâmetros mediante os quais se definem e avaliam os riscos potenciais e reais que determinado solo contaminado pode causar na saúde humana e/ou no ambiente.

A metodologia geral para análise de risco e definição do modelo de contaminação é composta por uma fase inicial de compilação e análise de dados, pela avaliação da toxicidade, avaliação da exposição e, por último, pela caracterização e quantificação do risco (*vide* Figura 1).

**FIGURA 1 – FASES DA ANÁLISE DE RISCO**



Concretamente, a **análise de risco** deve contemplar os seguintes elementos:

**A. Enquadramento e objetivos.**

**B. Resultados das amostragens do solo e, se aplicável, das águas afetadas**, com a identificação e quantificação dos contaminantes presentes, e sua distribuição espacial, em extensão e profundidade.

**C. Análise de risco para a saúde humana:**

- a) Análise da exposição (identificação, propriedades físico-químicas e toxicológicas dos contaminantes, e concentrações a que os diversos recetores estão, ou poderão estar, expostos tendo em conta o uso atual e/ou previsto do solo e das águas):
  - i) Descrição da envolvente de exposição (parâmetros físicos, recetores potencialmente expostos e seus padrões de atividade);
  - ii) Definição dos cenários de exposição (identificação das fontes de contaminação, incluindo análise de eventuais mecanismos de degradação e transporte, do meio afetado, dos pontos de exposição e das vias potenciais de exposição);
  - iii) Dose de exposição (concentração de exposição através do solo, água, ar, ou por ingestão de alimentos, para cada cenário avaliado, frequência e duração da exposição, taxas de contacto, massa corporal e período médio de exposição dos recetores expostos, ou que possam vir a estar expostos);
- b) Análise da toxicidade (recolha de dados toxicológicos quantitativos e qualitativos, e seleção dos valores toxicológicos adequados), incluindo:
  - i) Efeitos adversos para a saúde humana causados por cada contaminante;
  - ii) Relação entre a dose de exposição e os efeitos adversos;
  - iii) Incertezas associadas aos dados toxicológicos disponíveis;
- c) Caracterização e quantificação do risco, combinando os resultados da análise da exposição e da análise da toxicidade:
  - i) Cálculo do risco por exposição a contaminantes individuais (cancerígenos e não cancerígenos);
  - ii) Cálculo do risco por exposição a múltiplos contaminantes para uma via de exposição concreta (considerando o risco acumulado para contaminantes cancerígenos e para não cancerígenos);
  - iii) Cálculo do risco combinado através de várias vias de exposição (considerando o risco acumulado para contaminantes cancerígenos e para não cancerígenos);
  - iv) Análise de incertezas.

#### **D. Análise de risco para o ambiente:**

- a) Abrangência da análise de risco para o ambiente, com seleção dos contaminantes relevantes ou, se for o caso, uma análise dos elementos que possam determinar a possibilidade de dispensa desta análise de risco, ou que justifiquem uma análise de risco para o ambiente simplificada;
- b) Análise da exposição (identificação dos contaminantes e concentrações a que os diversos recetores estão, ou poderão estar, expostos tendo em conta o uso atual e/ou previsto do solo e das águas);
- c) Análise da toxicidade (caracterização toxicológica dos contaminantes identificados e cálculo da concentração sem efeitos adversos previsíveis);
- d) Caracterização e quantificação do risco, incluindo uma análise de incertezas.

#### **E. Valores objetivo de remediação:**

Se aplicável, cálculo dos valores objetivo de remediação, considerando as várias vias de exposição e eventuais efeitos cumulativos.

#### **F. Conclusões:**

As conclusões deverão refletir, designadamente, se o risco é aceitável ou inaceitável para a saúde humana e/ou para o ambiente (*vide* critérios de aceitabilidade do risco na secção seguinte deste guia).

Na situação de risco inaceitável para a saúde humana e/ou para o ambiente, deverão ser apresentadas propostas de medidas de gestão de risco e respetiva fundamentação.

#### **G. Referências bibliográficas.**

##### **Anexos:**

- Planta, à escala adequada, contemplando a identificação dos pontos de amostragem do solo e das águas, se aplicável;
- Delimitação tridimensional da pluma ou plumas de contaminação;
- Modelo conceptual consolidado, contemplando uma descrição, escrita e esquemática, das condições atuais do local, identificando as potenciais fontes de contaminação, os contaminantes e as suas vias de migração, os potenciais recetores e as respetivas vias de exposição.

### 3. CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE DO RISCO

Os **critérios de aceitabilidade do risco**, a utilizar numa análise de risco para a saúde humana e para o ambiente, são os seguintes:

- a) Considera-se uma situação de **risco aceitável para a saúde humana**, quando:
  - i) *Para substâncias cancerígenas*, a frequência esperada de manifestação de cancro na população exposta é inferior ou igual a um em cada cem mil casos;
  - ii) *Para substâncias com efeitos sistémicos*, para cada substância, o quociente entre a dose de exposição a longo prazo e a dose máxima admissível é inferior ou igual à unidade.
  
- b) Considera-se uma situação de **risco aceitável para o ambiente**, quando, para cada substância, o quociente entre o nível de exposição, expresso em concentração, e o valor limite ecotoxicológico, definido pela concentração máxima para a qual não se esperam efeitos sobre os organismos, é inferior ou igual à unidade.
  
- c) Considera-se uma situação de **risco inaceitável para a saúde humana**, quando:
  - i) *Para substâncias cancerígenas*, a frequência esperada de manifestação de cancro na população exposta é superior a um em cada cem mil casos;
  - ii) *Para substâncias com efeitos sistémicos*, para cada substância, o quociente entre a dose de exposição a longo prazo e a dose máxima admissível é superior à unidade.
  
- d) Considera-se uma situação de **risco inaceitável para o ambiente**, quando, para cada substância, o quociente entre o nível de exposição, expresso em concentração, e o valor limite ecotoxicológico, definido pela concentração máxima para a qual não se esperam efeitos sobre os organismos, é superior à unidade.