

Remediação do solo na Região de Lisboa e Vale do Tejo

Biénio 2023 - 2024



Ficha Técnica

Título: Remediação do solo na Região de Lisboa e Vale do Tejo - Biénio 2023-2024.

Ano: 2025

Entidade responsável pela edição: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, I.P.

Unidade de Ambiente, Conservação da Natureza e Biodiversidade / Divisão de Conservação da Natureza e Licenciamento Ambiental

Coordenação: Dyana Borges / Isabel Marques

Autoria: Jorge Santos Garcia

Fotografias: Jorge Santos Garcia



Siglas e Acrónimos

APA - Agência Portuguesa do Ambiente, I. P.

AQR - Avaliação Quantitativa de Risco

BTEX - Compostos orgânicos voláteis não halogenados (Benzeno, Etilbenzeno, Tolueno, Xileno)

CCDR-LVT - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, I. P.

COVH - Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados

CIRVER - Centro Integrado de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Perigosos

DDT - Diclorodifeniltricloroetano

PAH - Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

PCB - Policlorobifenilos ou bifenilos policlorados

PDM - Plano Diretor Municipal

PVC - Policloreto de Vinilo

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

RGGR - Regime Geral de Gestão de Resíduos

RJDRA - Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro

SVE - Extração de Vapores do Solo

TPH - Hidrocarbonetos Totais de Petróleo

TUA - Título Único Ambiental

Índice

1. Introdução	4
2. Enquadramento	6
3. Âmbito do relatório	7
4. A remediação do solo na área territorial de Lisboa e Vale do Tejo	8
4.1. Localização das operações de remediação do solo	8
4.2. Atividades económicas e uso do solo	11
4.3. Valores de referência	13
4.4. Contaminação	16
4.4.1. Avaliação do estado do solo	16
4.4.2. Contaminação do solo	18
4.4.2.1. Contaminação por metais	19
4.4.2.2. Contaminação por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)	21
4.4.2.3. Contaminação por hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH)	21
4.4.3. Distribuição espacial da contaminação	22
4.5. Avaliação Quantitativa de Risco	24
4.6. Remediação do solo contaminado	26
4.7. Resíduos da remediação do solo	28
5. Operações de remediação do solo concluídas	31
5.1. Área	31
5.2. Solo contaminado e não contaminado	32
5.3. Custo da remediação do solo	34
6. Georreferenciação dos dados dos processos de remediação do solo	36
7. Conclusões	39
8. Referências bibliográficas	40

1. Introdução

O solo, camada de materiais entre a superfície e as formações geológicas consolidadas subjacentes, é um recurso não renovável (são necessários milhares de anos para produzir alguns centímetros de solo), constituído por uma mistura de partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos.

O solo é o suporte da vida terrestre. Presta inúmeras funções e serviços de elevada importância socioeconómica e ambiental. Fornece alimento, biomassa, matérias-primas, regula os ciclos da água, do carbono e dos nutrientes, e é *habitat* para mais de 25% da biodiversidade do planeta. É, por isso, um fator essencial na atenuação das alterações climáticas. É, ainda, o suporte do registo histórico da evolução da espécie humana.

O solo está sujeito a pressões crescentes, por ação direta ou indireta do ser humano, por compactação, impermeabilização, salinização, acidificação, desertificação, erosão, e por contaminação.

A contaminação do solo, em particular, é potencial fonte de afetação da saúde humana, por possível contato direto com os contaminantes presentes ou por ingestão de alimentos contaminados, da qualidade dos recursos hídricos e para o ambiente por impacte na biodiversidade.

O crescimento populacional, as más práticas ambientais do passado, e, infelizmente, em alguns casos ainda do presente, que ocorreram/ocorrem em todos os setores da atividade económica (atividades comerciais e industriais, exploração de hidrocarbonetos, massas e depósitos minerais, gestão de resíduos, etc.), tem levado a uma diminuição da qualidade dos solos, por contaminação. As limitações ao aumento de novas áreas para urbanização, decorrentes de regras de ordenamento do território e de uso do solo mais restritivas, tem levado à redescoberta de antigas áreas industriais e comerciais, contaminadas ou potencialmente contaminadas pelo tipo de atividades que albergaram no passado, para urbanização.

A reutilização destas áreas representa um grande desafio para o desenvolvimento urbano sustentável e para a saúde dos seus futuros utilizadores. À medida que o conhecimento geral sobre o estado do solo aumenta, e é demonstrado o elevado grau de contaminação presente em muitos destes locais a reabilitar e a dispersão territorial da contaminação; políticas concretas de avaliação do estado do solo e de remediação da sua contaminação, suportadas em legislação e em critérios técnico-científicos claros, com objetivos bem definidos quanto ao resultados a obter, ganham relevância acrescida.

O destino dado à enorme quantidade de solo, nomeadamente de solo vegetal, que é removido anualmente deve ser também objeto de preocupação. Sendo um recurso não renovável, importa criar mecanismos que determinem a separação entre solo superficial (terra vegetal, solo arável) e o restante solo, mais mineral e menos estruturado, de forma a dar-lhe destinos mais nobres que uma cimenteira, um aterro para resíduos ou o enchimento de vazios de escavação. Do mesmo modo deve ser fomentada a aplicação de técnicas de remediação *ex situ*, a aplicar ao solo contaminado escavado, de forma permitir a sua valorização, nomeadamente noutras utilizações.

No âmbito do compromisso desta Comissão de Coordenação para com a problemática da contaminação do solo, os procedimentos de acompanhamento dos processos de remediação do solo contaminado têm sido objeto de introdução gradual de critérios mais rigorosos na avaliação do estado do solo, na delimitação e quantificação da contaminação, e na adequação dos projetos de remediação às especificidades dos casos em análise, bem como na demonstração do

cumprimento das condições das licenças de remediação do solo, emitidas sob a forma de Títulos Únicos Ambientais (TUA).

Ainda em resultado deste compromisso, tem-se verificado uma adaptação sistemática do conteúdo e/ou redação das medidas/condições dos TUA, tornando-os mais claros quanto às questões legais aplicáveis, aos compromissos assumidos pelos requerentes nos projetos de remediação aprovados, e às consequentes obrigações a que os mesmos estão sujeitos, de forma a garantir a viabilidade económica dos projetos, sem contudo descurar a proteção da saúde dos utilizadores dos locais onde foi determinada contaminação, nem a salvaguarda ambiental relativa ao correto encaminhamento do solo removido, nomeadamente do solo contaminado.

A georreferenciação da informação relativa ao estado inicial e final do solo nas áreas de terreno objeto de avaliação, como seja a delimitação da contaminação inicial e das áreas onde a contaminação foi removida e onde se mantém, assume-se como ferramenta essencial a uma correta gestão do solo, para fins de ordenamento do território.

A informação apresentada neste relatório foi prestada pelos requerentes das licenças para remediação do solo. A apresentada no Capítulo 3 baseia-se nos dados apresentados nos projetos de avaliação e remediação do solo, sendo os dados, no caso dos pontos 3.4.3. *Distribuição espacial da contaminações* e 3.5. *Resíduos resultantes da remediação do solo*, estimativas iniciais calculadas pelos requerentes. A apresentada no Capítulo 4 refere-se aos resultados das operações de remediação concluídas, reportada no relatório final que cada operador apresenta para demonstração do cumprimento das medidas/condições dos TUA.



2. Enquadramento

Apesar da problemática da contaminação do solo estar presente na legislação portuguesa, nomeadamente na *Lei de Bases do Ambiente* (Lei n.º 19/2014, de 14 de abril), na *Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo* (Lei n.º 31/2014, de 30 de maio), no *Regime de Emissões Industriais aplicável à Prevenção e ao Controlo Integrados da Poluição* (Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto), no *Regime Jurídico da Avaliação de Impacte Ambiental* (Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, na sua redação atual) ou no *Regime Jurídico da Responsabilidade por Danos Ambientais* (Decreto-Lei n.º 147/2008, de 29 de julho); Portugal não tem legislação específica relativa à remediação do solo contaminado.

Por isso, as operações de remediação do solo, apesar da sua especificidade, são reguladas pelo *Regime Geral de Gestão de Resíduos* (RGGR), aprovado pelo Anexo I ao Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, na sua redação atual, incluindo o licenciamento destas operações no regime simplificado de licenciamento de operações de tratamento de resíduos. Este diploma define ainda alguns critérios relativos à gestão do solo, contaminado e não contaminado, a escavar durante uma operação de remediação, e prevê a definição, pela Agência Portuguesa do Ambiente, I. P. (APA), dos valores de referência para determinação da contaminação do solo e dos critérios de aceitabilidade do risco, a usar numa análise de risco para a saúde humana ou para o ambiente. Complementarmente, o *Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro* (RJDRA), aprovado pelo Anexo II do mesmo decreto-lei, estabelece também critérios relativos à gestão do solo, contaminado e não contaminado, a escavar.

Também os Planos Diretores Municipais (PDM) de Lisboa e de Loures preveem, nos seus artigo 25.º e 10.º, respetivamente, a obrigatoriedade de avaliação do estado do solo nos locais onde existiram atividades potencialmente contaminantes do solo ou onde existam indícios de contaminação do solo; e a sua remediação, se determinada contaminação.

O RGGR, não obstante sujeitar as operações de remediação do solo a um procedimento de licenciamento prévio, não define critérios de avaliação do estado do solo nem sequer determina, de forma direta, a obrigatoriedade de avaliação do seu estado.

Essa obrigatoriedade acaba por resultar, indiretamente, das limitações legais aos usos e destinos do solo contaminado. De facto, resulta do RGGR que o solo contaminado não pode ser reutilizado em obra ou utilizado noutra obra (conjugação dos artigos 52.º e 6.º). A publicação, pela APA, do *Guia para a classificação e registo de dados de subproduto* (APA, 2021, na sua versão atual), veio abrir a possibilidade de encaminhamento de solo de um local contaminado para outras obras. Também o RJDRA, designadamente através do seu artigo 14.º que proíbe a eliminação de solo contaminado em aterros para resíduos inertes, vem limitar as opções de gestão do resíduo solo.

Concomitantemente, o solo contaminado fica proibido de ser encaminhado para pedreira, uma vez que não sendo possível considerá-lo resíduo inerte, não pode ser usado no enchimento de vazios de escavação, nos termos do *Regime jurídico a que está sujeita a gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais* (Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, na sua redação atual), que apenas permite o uso de resíduos inertes na recuperação ambiental de pedreiras e minas.

Assim, se bem que o RGGR não determine diretamente a necessidade de se avaliar o estado do solo, esta avaliação torna-se imperativa, pois na sua ausência, não é possível garantir que um solo não está contaminado, pelo que, pelo Princípio da Precaução, esse solo apenas pode ter como destino a valorização em cimenteira ou a eliminação em aterro para resíduos perigosos ou para resíduos não perigosos, não podendo ser reutilizado na obra, utilizado noutra obra, encaminhado

para pedreira ou eliminado em aterro para resíduos inertes, ou seja, esse solo acaba por ser equiparado a solo contaminado, com o acréscimo de custos associados a estes destinos.

De forma a dar cumprimento às obrigações que lhe foram atribuídas pelo RGGR, a APA publicou, em 2019, o *Guia Técnico - Valores de Referência para o Solo*, onde são definidos os valores de referência para um solo contaminado, e o *Guia Técnico - Análise de Risco e Critérios de Aceitabilidade do Risco*.

Com o objetivo de colmatar a inexistência de critérios claros relativos à avaliação do solo, foram ainda publicados diversos guias pela APA, ressalvando-se, entre eles as *Medidas / Recomendações a adotar em matéria de licenciamento, acompanhamento da execução, fiscalização e inspeção de operações urbanísticas - Vertentes avaliação e remediação do solo* (de abril de 2017, atualizado em 2019), o *Guia Técnico - Plano de Amostragem e Plano de Monitorização do Solo* (de 2019, com 2^a revisão em 2022), e o *Guia Técnico - Metodologia para Determinação da Valores de Fundo Natural do Solo* (2022).

3. Âmbito do relatório

A jurisdição territorial da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, I. P. (CCDR-LVT) abrange 52 municípios, compreendidos em 3 NUTS II (Grande Lisboa, Península de Setúbal, e Oeste e Vale do Tejo), desagregando-se em 5 NUTS III - Grande Lisboa, Península de Setúbal, Oeste, Lezíria do Tejo e Médio Tejo, com uma área total de 12.216 km², ou seja, 1.221.600 ha.

Figura 1 - Área de jurisdição da CCDR LVT (NUTS III e municípios):



Os municípios integrados na área de LVT distribuem-se por 4 distritos - a totalidade dos municípios dos distritos de Lisboa e Santarém, 6 municípios do distrito de Leiria e 9 dos distrito de Setúbal.

O presente relatório pretende sistematizar os resultados do procedimento de avaliação dos pedidos de licenciamento de operações de remediação do solo, e outros pareceres conexos, que decorreram na região de Lisboa e Vale do Tejo no biénio 2023 - 2024.

Foram efetuadas, no total, iterações diversas em 66 processos (análises aos pedidos de licenciamento, aos elementos complementares prestados no âmbito do procedimento de licenciamento e aos elementos recebidos para verificação do cumprimento das medidas/condições do TUA; alterações/averbamento aos TUA emitidos, análise dos relatórios finais e dos esclarecimentos prestados relativos aos relatórios finais), submetidos por 59 entidades.

4.A remediação do solo na área territorial de Lisboa e Vale do Tejo

Dos 37 pedidos de licenciamento com decisão no período em análise, um foi posteriormente encerrado pelo requerente, 34 mereceram deferimento (emissão de TUA favorável condicionado) e 2 foram objeto de indeferimento (emissão de TUA desfavorável, por não ter sido dada resposta ao pedido de esclarecimentos e de elementos complementares).

Na sequência dos TUA emitidos foram ainda avaliadas 22 demonstrações do cumprimento das condições neles impostas.

No período 2023 - 2024 foram ainda emitidas 32 alterações/averbamentos aos TUA. Estes averbamentos consubstanciam-se na alteração ou aditamento de condições aos TUA em vigor, em resultado dos elementos apresentados para demonstração do cumprimento dos TUA ou por solicitação do requerente, por alterações nos projeto de edificação e/ou remediação ou por terem efetuado campanhas complementares de avaliação do solo.

Ainda no mesmo período, foram recebidos 18 relatórios finais das operações de remediação do solo. Estes relatórios determinaram a conclusão de 17 operações de remediação do solo, tendo um dos relatórios demonstrado que a operação de remediação não cumpriu as medidas/condições do TUA.

Um relatório final não foi aprovado, por ter demonstrado a existência de uma área de terreno a intervenção não avaliada por não ter sido incluída na área objeto de licenciamento.

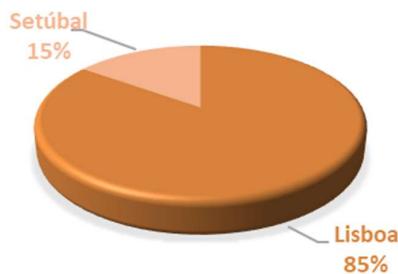
Tabela 1 - Síntese dos relatórios finais de operações de remediação do solo:

Relatórios finais recebidos	Operações de remediação do solo concluídas		Operações de remediação do solo não concluídas
	em cumprimento do TUA	em incumprimento do TUA	
18	16	1	1

4.1. Localização das operações de remediação do solo

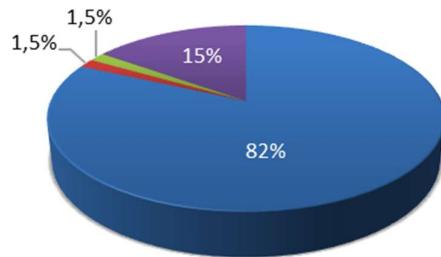
Dos 66 processos objeto de algum tipo de iteração no biénio em análise, 56 localizam-se no distrito de Lisboa, e os restantes 10 no distrito de Setúbal.

Figura 2 - Localização dos projetos de remediação do solo por distrito



Considerando-se a distribuição por NUT III, verifica-se que a maioria dos processos se inclui na NUT *Grande Lisboa*, com 54 projetos; seguida da *Península de Setúbal*, com 9 projetos e do *Oeste* e da *Lezíria do Tejo*, com um projeto cada. A NUT *Médio Tejo* não engloba nenhum projeto.

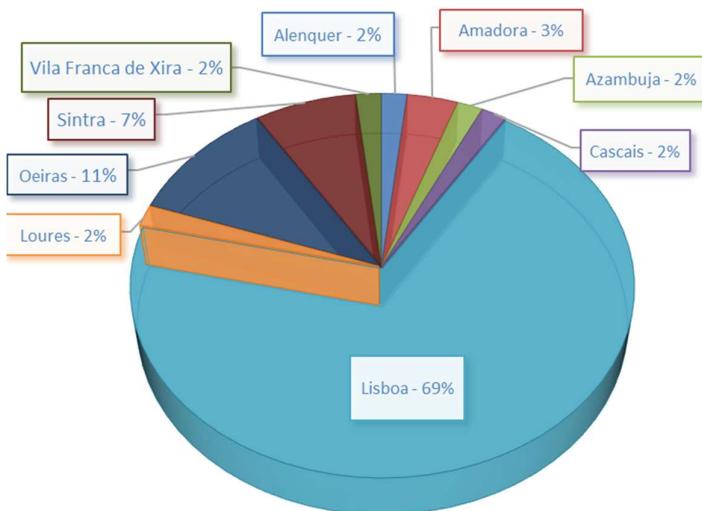
Figura 3 - Localização dos projetos de remediação do solo por NUT III



- Grande Lisboa (Cascais, Lisboa, Loures, Oeiras, Sintra, Vila Franca de Xira)
- Lezíria do Tejo (Azambuja)
- Oeste (Alenquer)
- Península de Setúbal (Almada, Barreiro, Seixal, Setúbal)

Os 56 projetos localizados no distrito de Lisboa distribuem-se por 9 municípios - Alenquer, Amadora, Azambuja, Cascais, Lisboa, Loures, Oeiras, Sintra e Vila Franca de Xira, cabendo ao município de Lisboa, com 39 projetos, a maioria das operações de remediação do solo, seguida de Oeiras com 6 projetos, Sintra com 4, Amadora com 2 e os restantes municípios com um projeto cada.

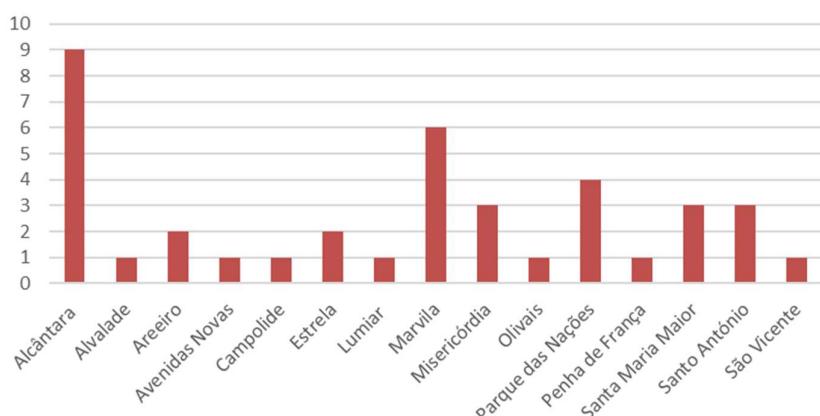
Figura 4 - Localização dos projetos de remediação do solo por município, no distrito de Lisboa



Contrariando a percepção muitas vezes transmitidas pelos agentes relacionados com a temática da contaminação do solo, de que a contaminação em Lisboa está concentrada nas áreas do “aterro da Boavista” (zona da Avenida 24 de Julho, freguesia da Misericórdia), conquistada ao rio Tejo nas primeiras décadas do século XIX e onde se instalaram as primeiras indústrias de produção de gás em meados desse mesmo século; e do Parque das Nações (freguesia do Parque das Nações), onde nas primeiras décadas e até meados do século XX, se instalaram inúmeras atividades potencialmente contaminantes, incluindo a refinação e armazenamento de combustíveis, a distribuição dos processos analisados no biênio 2023-2024, demonstra que a contaminação do solo se encontra distribuída por toda a cidade de Lisboa, bem como pelos municípios que a envolvem, se bem que com alguma concentração na zona ribeirinha.

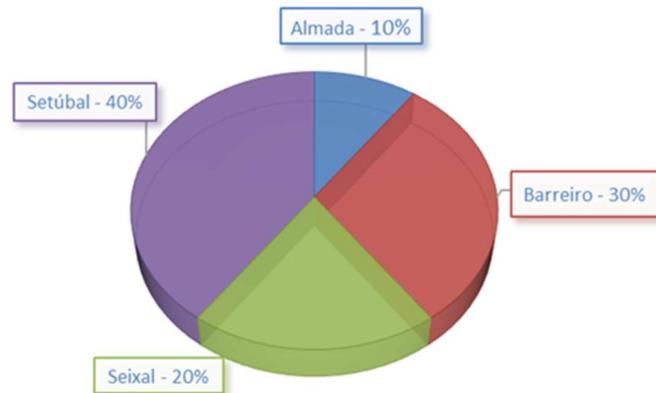
De facto, os projetos de remediação do solo situados no município de Lisboa, distribuem-se por 15 (62,5%) das suas 24 freguesias, com 9 processos em Alcântara; 6 em Marvila; 4 no Parque das Nações; 3 na Misericórdia, Santa Maria Maior e Santo António; 2 no Areeiro e Estrela; e um projeto nas restantes freguesias abrangidas - Alvalade, Avenidas Novas, Campolide, Lumiar, Olivais, Penha de França e São Vicente.

Figura 5 - Distribuição dos processos do município de Lisboa por freguesias



Os projetos localizados no distrito de Setúbal distribuem-se por 4 municípios - Almada com um projeto, Barreiro com 3 projetos, Seixal com 2 projetos, e Setúbal com 4 projetos.

Figura 6 - Localização dos projetos de remediação do solo por município, no distrito de Setúbal



4.2. Atividades económicas e uso do solo

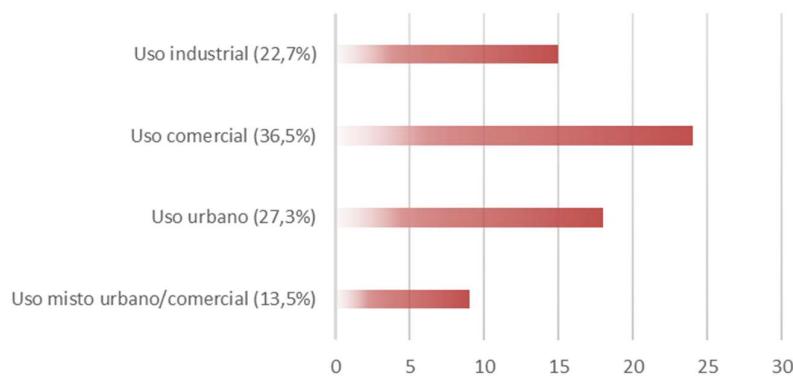
Conforme referido, no biénio 2023-2024 foram submetidos elementos diversos, relativos a 66 processos de licenciamento de operações de remediação do solo, por 58 entidades, das quais 9 são entidades públicas - câmaras municipais (Cascais, Lisboa e Loures) e empresas públicas (Águas do Tejo Atlântico, Baía do Tejo, Construções Públicas, S. A., Federação Portuguesa de Futebol, e Lisboa Ocidental SRU), responsáveis por 13 projetos. A Câmara Municipal de Lisboa foi responsável por 5 projetos, relativos ao *Plano Geral de Drenagem de Lisboa* (PGDL).

De acordo com o *Guia Técnico - Valores de Referência para o Solo*, a determinação do estado do solo da área abrangida por determinado projeto baseia-se no uso previsto para esse solo, seja mantendo-se o uso atual ou tendo em conta o uso futuro previsto para o local, após a implementação do projeto no âmbito do qual foi desenvolvida a avaliação do solo, podendo esse uso ser industrial, comercial, urbano e agrícola¹.

Dos 66 projetos, 15 respeitam ao uso industrial do solo, 24 ao uso comercial do solo, 18 ao uso urbano do solo, e 9 a um uso misto do solo (usos urbano e comercial).

¹ As atividades enquadradas em cada uso do solo podem ser consultadas no Quadro 1 do *Guia Técnico - Valores de Referência para o Solo* (APA).

Figura 7 - Distribuição dos projetos por uso do solo



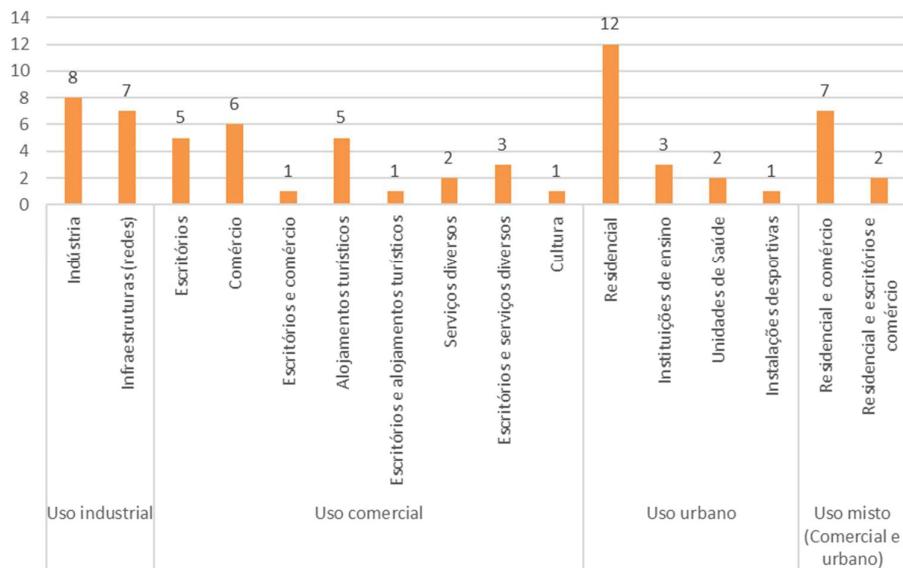
Os projetos relativos ao uso industrial do solo respeitam a 7 obras relacionadas com redes de drenagem de águas e a 8 projetos de remediação do solo em atuais ou antigos estabelecimentos industriais. As intervenções nos estabelecimentos industriais tanto respeitam a operações de remediação em unidades industriais em laboração como a estabelecimentos industriais em processos de desativação, neste último caso como preparação para novos usos do solo (ex: instalação de parque fotovoltaico, aluguer das instalações para outras atividades económicas) ou para possíveis alienações dos terrenos.

Os projetos relativos ao uso comercial do solo enquadram-se em diversas tipologias. Efetuou-se análise de projetos relativos à construção de edifícios para escritórios (5 projetos); à construção de edifícios para comércio (6 projetos), compreendendo projetos relativos à construção de grandes superfícies comerciais (5 projetos) e de armazéns logísticos (1 projeto); à construção de alojamentos turísticos (5 projetos), à remodelação de equipamentos culturais/museu (1 projeto) e a projetos de prestações de serviços diversos (2 projetos, relativos a um parque de estacionamento e a um terminal de contentores). Foram ainda analisados projetos relativos a diferentes usos comerciais do solo, designadamente um projeto relativo à construção de edifícios para escritórios com comércio nos pisos térreos, um projeto de construção de edifícios para escritórios e para alojamento turístico, e 3 projetos relativos a comércio (venda ou aluguer de veículos) conjugado com prestação de serviços (reparação e veículos automóveis).

No que respeita ao uso urbano do solo, foram avaliados 12 projetos de construção ou reabilitação de edifícios para uso residencial (2 dos quais para alojamento para estudantes), 3 projetos para construção ou reabilitação de instituições de ensino (escolas), 2 projetos de construção de unidades de saúde (hospitais) e um projeto de construção de instalações desportivas, num total de 18 projetos.

Foram ainda avaliados 9 projetos para uso misto do solo - 7 projetos para construção de edifícios para uso urbano (residencial) e uso comercial (comércio) nos pisos térreos e 2 projetos para construção de edifícios para uso urbano (residencial) e comercial (escritórios), com uso comercial (comércio) nos pisos térreos.

Figura 8 - Distribuição dos tipos de projetos por uso do solo



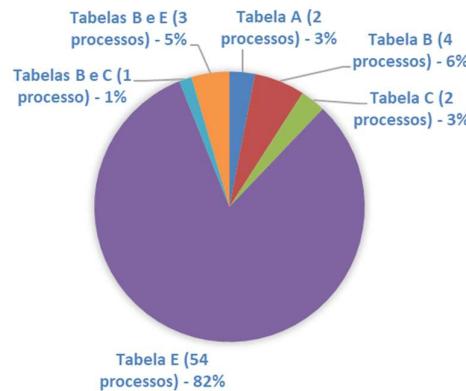
4.3. Valores de referência

Os valores de referência a usar na determinação do estado de um solo foram definidos pela APA, nos termos do n.º 4 do artigo 77.º do RGGR, e estão publicados no *Guia Técnico - Valores de Referência para o Solo*.

O guia contém 5 tabelas de valores de referência, a usar em função das características do local e do tipo de remediação, definindo, em cada tabela, valores de referência para os 3 usos do solo considerados (urbano, comercial/industrial e agrícola). Cada uso de solo pode possuir valores de referência distintos, em função das características granulométricas (solo com textura grosseira ou média/fina) e da utilização, ou não, da água subterrânea no local.

Os requerentes dos processos avaliados no período 2023-24 recorreram a 4 das 5 tabelas de valores de referência disponibilizadas no referido guia técnico, designadamente as Tabelas A (solos em locais ambientalmente sensíveis) em 2 processos, B (solos a menos de 30 m de uma massa de água superficial) em 4 processos, C (solos pouco profundos) em 2 processos, e E (solos genéricos) em 54 processos. No período em causa, o recurso à conjugação de tabelas ocorreu em 4 situações - um caso em que foi usada a Tabela C associada à Tabela B, e 3 casos em que foi usada a Tabela E associada à Tabela B.

Figura 9 - Tabelas de valores de referência utilizadas

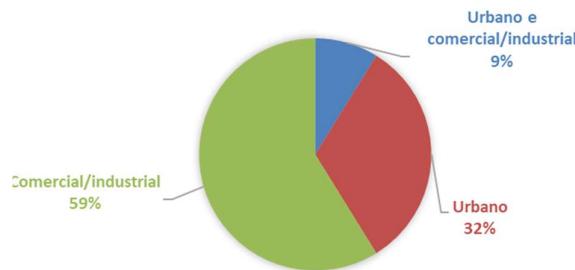


Não houve recurso à Tabela D, relativa à remediação estratificada do solo.

Por outro lado, verifica-se, relativamente aos critérios para seleção dos valores de referência de cada tabela:

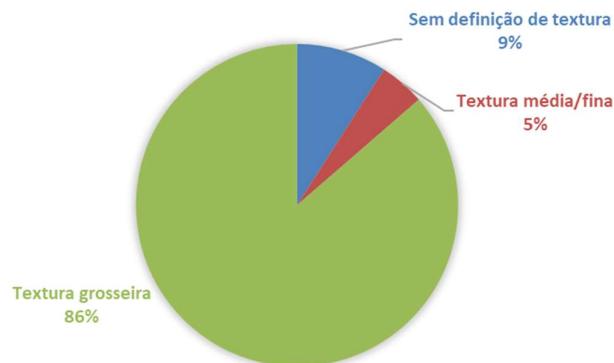
Uso do solo - Em 6 processos foram usados valores referência para uso urbano e comercial/industrial do solo (referentes ao uso das Tabelas A e B, que não individualizam os valores de referência para esses usos do solo), em 21 processos foram usados valores de referência para um uso urbano do solo e em 40 processos foram usados valores de referência para um uso comercial/industrial do solo.

Figura 10 - Valores de referência, por uso do solo



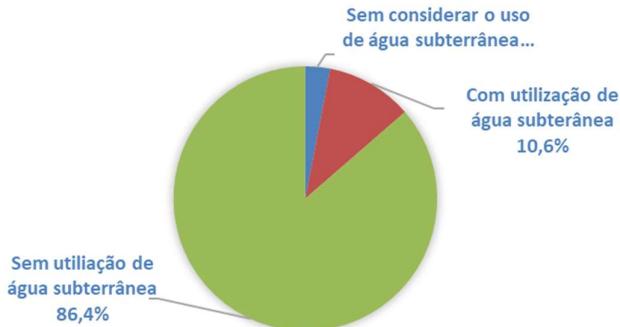
Textura do solo - Em 6 processos foram usados valores referência para qualquer tipo de textura do solo (referentes ao uso das Tabelas A e B, que não diferenciam a textura do solo), em 3 processos foram usados valores de referência para solo com textura média/fina e em 57 processos foram usados valores de referência para um solo com textura grosseira, textura a usar por defeito, a não ser que seja demonstrado que o solo do local em causa pode ser classificado com tendo textura média/fina.

Figura 11 - Valores de referência, por textura do solo



Água subterrânea - Em 2 processos foram usados valores de referência que não consideram o uso de água subterrânea (referentes ao uso da Tabela A), em 7 processos foram usados valores de referência considerando estar prevista, ou ocorrer já, a captação e utilização de água subterrânea, e em 57 processos foram usados valores de referência considerando não ocorrer, nem estar previsto que venha a ocorrer, a captação e utilização de água subterrânea.

Figura 12 - Valores de referência, tendo em conta o uso de água subterrânea



O guia técnico prevê ainda que possam ser usados como valores de referência, valores de fundo natural, a definir pela APA caso a caso; e, para parâmetros não considerados nas suas tabelas, valores nacional ou internacionalmente reconhecidos, desde que devidamente fundamentados e aceites pela Administração.

Recorrendo a esta possibilidade, em 2 processos em que os requerentes demonstraram que as concentrações de metais no solo consistentemente acima dos valores de referência tabelados se deviam às particularidades geoquímicas do substrato geológico, o Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL), a APA definiu, complementarmente, valores de fundo natural para crómio, num dos processos, e para bário, crómio e vanádio, no outro processo.

Em 5 processos foram também complementarmente aceites valores de referência baseados nos *Regional Screening Levels* da US EPA (*Environmental Protection Agency*, dos Estados Unidos da América), por inexistência de valores de referência nacionais, abrangendo parâmetros tão díspares quanto metais (alumínio, estanho, lítio, manganês), alquilbenzenos, *cis*- e *trans*-clordano (pesticidas), COV halogenados, dibenzofurano e fluoretos.

4.4. Contaminação

4.4.1. Avaliação do estado do solo

A seleção dos parâmetros a avaliar em cada projeto depende do tipo expectável de contaminação eventualmente presente, tendo em conta a informação disponível sobre as atividades passadas e presentes dessa área de solo/terreno, havendo, porém, um grupo mínimo de parâmetros cuja determinação se considera fundamental para o conhecimento do estado do solo nesse local, que integra 8 metais (arsénio, cádmio, chumbo, cobre, crómio, mercúrio, níquel e zinco), 16 hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH), e 4 partições de carbono de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH).

Adicionalmente é comum serem avaliados BTEX, e parâmetros classificados como compostos orgânicos voláteis halogenados (COV halogenados / COVH).

Outros parâmetros que podem/costumam ser analisados incluem policlorobifenilos ou bifenilos policlorados - PCB (nomeadamente em locais onde estiveram instalados postos de transformação ou geradores e em sedimentos), pesticidas organoclorados (quando no local se desenvolveram atividades agrícolas ou de controlo de infestantes), ftalatos (fábricas de polímeros plásticos ou de artigos em plástico ou de armazenagem ou deposição de resíduos plásticos), éter metil-terc-butílico - MTBE (em locais onde podem ter ocorrido derrames de combustíveis). Por vezes, quando se desconhecem as anteriores atividades e usos do solo, os requerentes optam pela realização de ensaios de varrimento, que são pacotes analíticos compostos por um leque alargado de parâmetros, de vários tipos de contaminantes.

Para efeitos de sistematização, os parâmetros contaminantes foram considerados nos seguintes grupos:

- Metais - elementos da Tabela Periódica;
- BTEX - benzeno, etilbenzeno, tolueno, xileno;
- PAH - acenafteno, acenaftíleno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, indeno(1,2,3-c,d)pireno, naftaleno e pireno;
- COV halogenados - grupo muito grande de parâmetros, com diversos usos, geralmente associados a pesticidas e a solventes orgânicos, entre os quais cloreto de vinilo, clorofórmio, dicloroetanos, dicloroetenos, hexaclorobutadieno, tetracloroetano, tetraclorometano, tricloroetanos e tricloroeteno;
- TPH - partições de átomos de carbono C₆-C₁₀, C₁₀-C₁₆, C₁₆-C₃₄ e C₃₄-C₅₀;
- Pesticidas organoclorados - grupo constituído por um grande número de parâmetros, destacando-se pesticidas proibidos na União Europeia há já bastantes anos, por serem considerados, tal como os PCB, Poluentes Orgânicos Persistentes - POP, por serem moléculas que não existem naturalmente, por serem de muito difícil degradação e por terem efeitos graves sobre o ambiente (organismos terrestres e aquáticos) e a saúde humana, nomeadamente por serem bioacumuláveis e terem efeitos carcinogénicos, mutagénicos e/ou tóxicos para a reprodução, nomeadamente aldrina, clordano, dieldrina, DDT e seus metabolitos da degradação DDD e DDE, endossulfão, endrina e heptacloro;

- Outros - PCB, MTBE, alquilbenzenos, clorobenzenos, trimetilbenzenos, ftalatos, cianetos, dissulfureto de carbono, dibenzofurano.

Verifica-se, considerando os grupos de parâmetros de forma individualizada, que em:

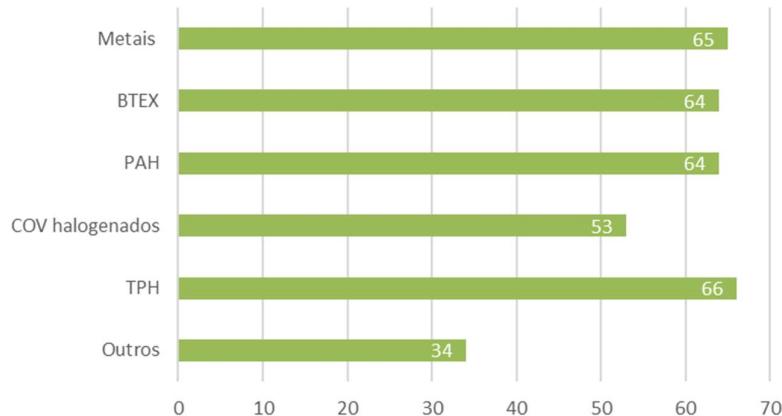
- 98,5% dos processos, foram avaliados quanto a metais;
- 97% dos processos, foram avaliados quanto a BTEX;
- 97% dos processos, foram avaliados quanto a PAH;
- 80% dos processos, foram avaliados quanto a COV halogenados;
- 100% foram avaliados quanto a TPH;
- 51,5% dos processos, foram avaliados quanto a outros contaminantes (PCB, alquilbenzenos, clorobenzenos, pesticidas, MTBE, cianetos, fluoretos, dissulfureto de carbono, trimetilbenzenos). Ressalvar o caso dos PCB, que foram avaliados em 31 dos 34 processos.

Considerando os grupos de parâmetros de forma conjugada, verifica-se que em:

- 95,5% dos processos, foram avaliados os grupos metais, PAH e TPH;
- 80,3% dos processos, foram avaliados os grupos metais, BTEX, PAH, COV halogenados e TPH.

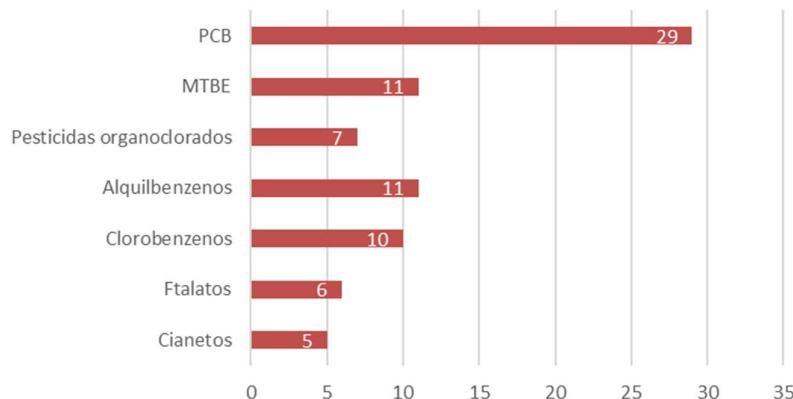
A não avaliação de metais, PAH e TPH em alguns dos locais sustentou-se na especificidade da contaminação expetável, tendo por base o conhecimento do histórico de atividades desenvolvidas nesses locais.

Figura 13 - Grupos de parâmetros avaliados



Os parâmetros de avaliação em situações específicas (outros parâmetros) foram avaliados em 34 processos. Destes, os PCB foram avaliados em 29 projetos, o MTBE e os alquilbenzenos em 11 projetos, os clorobenzenos em 10 projetos, os pesticidas em 7 projetos, os ftalatos em 6 projetos e os cianetos em 5 projetos.

Figura 14 - Parâmetros incluídos no grupo de outros parâmetros

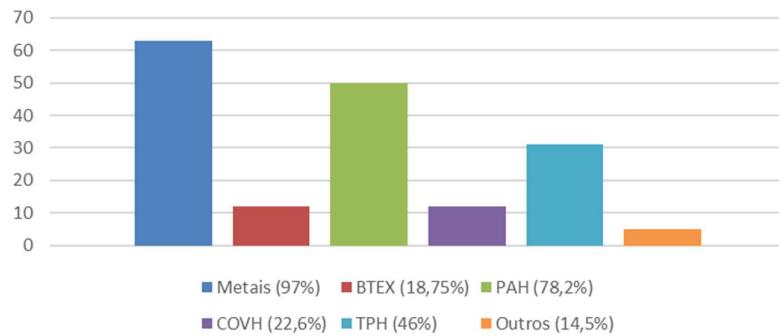


4.4.2. Contaminação do solo

Na análise da contaminação presente foi usado como referencial o número de processos em que determinado grupo de contaminantes foi analisado, e não os 66 processos em que ocorreram iterações no período em análise. Deste modo, cada grupo de parâmetros possui um referencial próprio, uma vez que nenhum grupo de parâmetros foi analisado na totalidade dos processos.

De entre os grupos de parâmetros avaliados, os metais são os que mais contribuem para as situações de contaminação do solo, apresentando excedências aos valores de referência em 63 dos 65 processos em que foram avaliados; seguidos dos PAH em 50 de 64 processos, dos TPH em 31 de 66 processos, e dos BTEX e COV halogenados em 12 de 64 e de 53 processos, respectivamente. Outros contaminantes foram identificados em 5 de 34 processos.

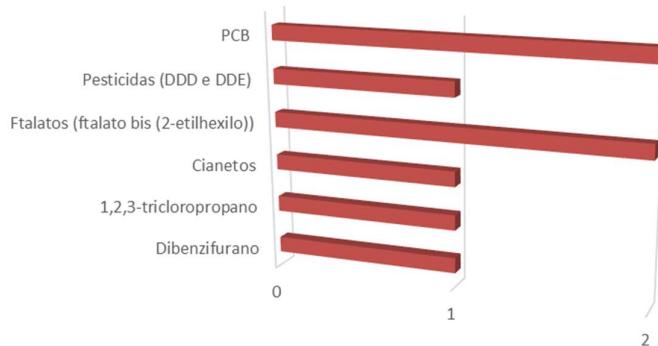
Figura 15 - Grupos de parâmetros contaminantes (em número e percentagem dos processos onde foram avaliados)



Relativamente aos contaminantes incluídos no grupo de outros parâmetros, os PCB e os ftalatos (designadamente o ftalato bis (2-etylhexilo)) apresentam excedências aos respetivos valores de referência em 2 processos, e os pesticidas (*p,p*-DDD e DDE, metabolitos persistentes resultantes da degradação do DDT), os cianetos (usado em pesticidas), o 1,2,3-tricloropropano (solvente usado para remover tintas e vernizes e como desengordurante) e o dibenzofurano (produzido como

subproduto na indústria química, usado como inseticida (pesticida) e na produção e plásticos - policloreto de vinilo/PVC) num processo cada.

Figura 16 - Parâmetros contaminantes do grupo outros parâmetros



No que respeita à contaminação determinada em cada local, constata-se que o grupo dos metais é responsável único pela contaminação em 11 locais. Mais nenhum grupo é responsável isolado pela contaminação de um local.

Da análise da contaminação determinada pela conjugação de vários grupos de parâmetros, verifica-se que em 63 de 65 locais, a avaliação de metais determinou contaminação; em 26 de 64 locais, a contaminação abrange os 3 grupos de contaminantes que se consideram fundamentais para o conhecimento do estado do solo (metais, PAH, TPH) e em 5 de 53 locais, a contaminação inclui os 5 grupos de parâmetros mais importantes (metais, PAH e TPH, a que acrescem BTEX e COV halogenados).

Tabela 2 - Análise comparativa dos grupos de parâmetros avaliados e dos parâmetros que apresentaram contaminação:

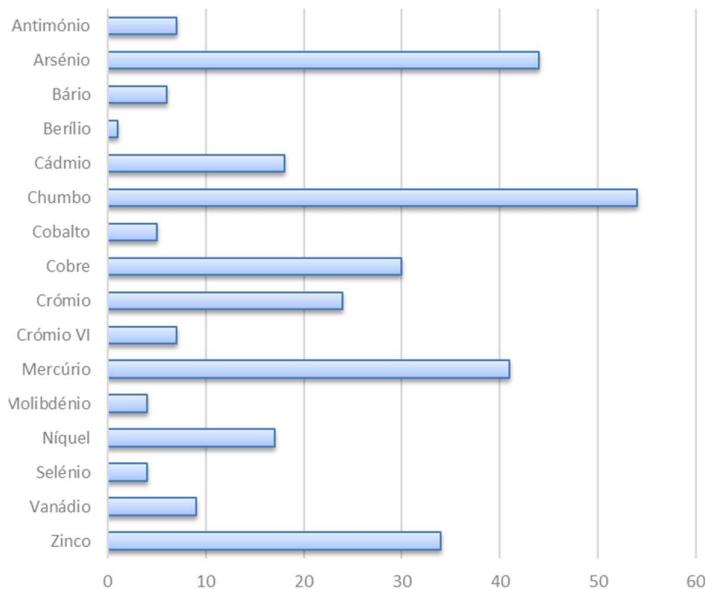
Processos	Processos avaliados para metais	Processos com contaminação por metais	Processos avaliados para metais, PAH e TPH	Processos com contaminação por metais, PAH e TPH	Processos avaliados para metais, BTEX, PAH, COVH e TPH	Processos com contaminação por metais, BTEX, PAH, COVH e TPH
66	65	63	64	26	53	5
100 %	98,5%	97%	97%	40,6%	80,3%	9,4%

4.4.2.1. Contaminação por metais

A contaminação por metais está presente, conforme já indicado, em 63 dos locais avaliados, tendo sido determinada contaminação por 16 elementos químicos - antimónio (7 presenças), arsénio (44), bário (6), berílio (1), cádmio (18), chumbo (54), cobalto (5), cobre (30), crómio total (24), crómio VI (7), mercúrio (41), molibdénio (4), níquel (17), selénio (4), vanádio (9) e zinco (34). Confirma-se que o grupo dos 8 elementos que constituem a base da avaliação de metais (arsénio, cádmio, chumbo, cobre, crómio, mercúrio, níquel e zinco) são os que apresentam maior número de excedências aos respetivos valores de referência, não se podendo, porém, concluir que estes resultados expressam inequivocamente a sua maior presença no solo como resultado de ação

antropogénica, ou se resultam apenas do facto de serem os elementos químicos mais comumente amostrados.

Figura 17 - Contaminação por metais



A argumentação, muito utilizada por requerentes, de que a presença da formação geológica do CVL é a responsável pelas elevadas concentrações de alguns metais, nomeadamente bário, crómio, vanádio, e por vezes ainda o cobalto e o níquel, presentes no solo, não é claramente suportada pelos resultados.

Se a contaminação por metais detetada em locais onde se verifica a presença do CVL tivesse apenas origem na composição geoquímica desta formação geológica, seria expectável que as excedências se limitassem apenas aos elementos químicos associados ao CVL, o que não acontece. De facto, nos 11 locais onde a contaminação se deve apenas a metais, quando se deve a vários metais coexistem metais típicos do CVL e não representativos do CVL, e nos 2 locais a contaminação é devida a um metal, num caso é por chumbo, não representativo do CVL e no outro crómio, que se associa ao CVL. Num outro local, com contaminação por diversos grupos de parâmetros, a contaminação por metais é devida apenas ao crómio.

Por outro lado, não é fácil determinar se as concentrações dos referidos metais resultam das características geoquímicas do substrato rochoso (CVL) que originou estes solos, ou de ação antropogénica, uma vez que os metais em questão estão associados a processos industriais metalúrgicos e de tratamento de superfícies metálicas. Mesmo aceitando que a composição geoquímica do CVL pode influenciar as concentrações elevadas de bário, cobalto, crómio, níquel ou vanádio, detetadas em alguns solos, a informação de que se dispõe à data, obtida em inúmeros locais do município de Lisboa e de municípios vizinhos, não permite excluir o contributo de práticas humanas incorretas para essas contaminações. De facto, dos 63 locais com contaminação por metais, apenas em 2 se verifica que a contaminação se deve unicamente a metais associados ao CVL, designadamente crómio (sendo que um desses locais apresenta contaminação por parâmetros orgânicos).

4.4.2.2. Contaminação por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)

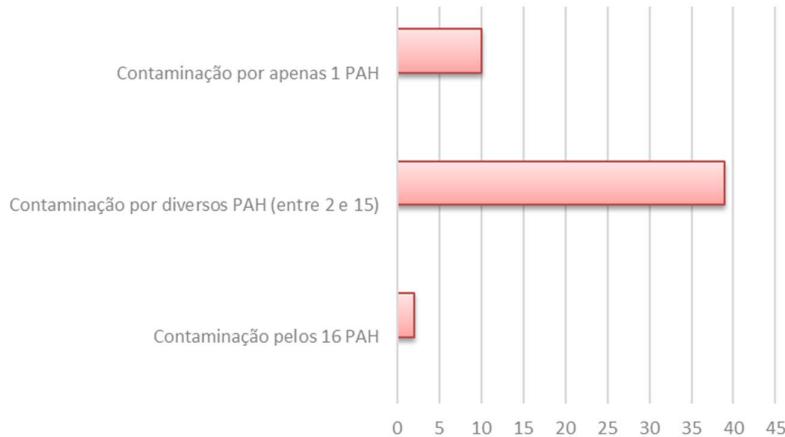
Os PAH são um vasto grupo de substâncias presentes no petróleo e carvão, e por isso também nos combustíveis fósseis seus derivados e na nafta. São produzidos em atividades de liquefação, destilação e gaseificação de carvão, produção de coque, entre outras, e estão presentes em produtos como impermeabilizantes asfálticos, creosoto, etc., e em resíduos como cinzas e escórias da produção de energia a partir de combustíveis fósseis, da indústria química (fabrico de plásticos, solventes, etc.). São ainda lançados para atmosfera sob a forma de emissões gasosas. De entre os seus constituintes, a legislação portuguesa definiu valores de referência para os 16 PAH mais comuns (*vide* ponto 4.4.1.).

No biénio em análise, a contaminação por PAH está presente, conforme já indicado, em 50 de 64 processos.

Não se afigurando relevante uma análise pormenorizada ao comportamento dos 16 PAH em causa, optou-se por apresentar uma panorâmica macro sobre este grupo, com análise específica a 2 deles - benzo(a)pireno e naftaleno - por serem aqueles cujos efeitos sobre a saúde humana são mais conhecidos, sendo ambos considerados carcinogénicos e o benzo(a)pireno também mutagénico.

Verifica-se que em 2 dos 51 processos, a contaminação é devida aos 16 PAH avaliados. Em 10 processos, o contributo deste grupo para a contaminação do local é devida a apenas um dos PAH - benzo(a)pireno em 6 casos e acenaftileno, dibenzo(a,h)antraceno, fluoranteno e naftaleno num caso cada.

Figura 18 - Contaminação por PAH



A contaminação por benzo(a)pireno está presente em 43 (86%) dos locais com contaminação por PAH e a contaminação por naftaleno em 20 (40%) dos 50 locais contaminados por PAH.

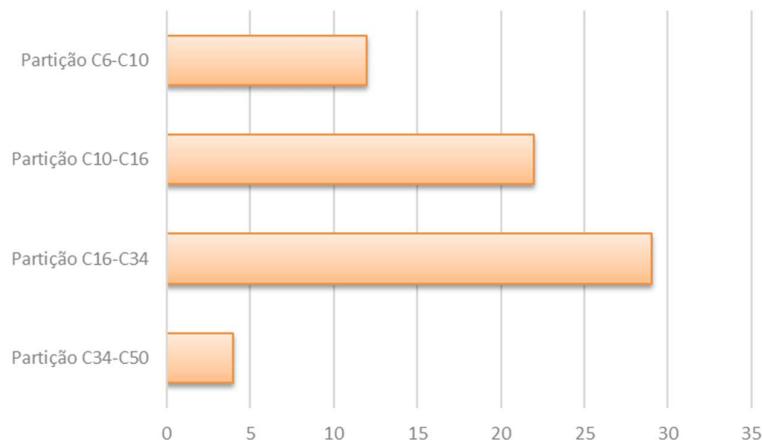
4.4.2.3. Contaminação por hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH)

Os TPH são um vasto grupo de substâncias presentes no petróleo, incluindo substâncias também incluídas nos grupos BTEX e PAH, e por isso também nos combustíveis fósseis seus derivados. Podem ser divididos nas frações alifática e aromática, e são avaliados geralmente por partição de

átomos de carbono - C₆-C₁₀ (TPH voláteis, associados às gasolinas), C₁₀-C₁₆ (TPH de baixa volatilidade, associados ao gasóleo, fuelóleo “leve” (querosene) e a óleos minerais de cadeia curta), C₁₆-C₃₄ (podendo incluir ainda gasóleos de cadeia mais longa, até C₂₈ e óleos minerais de cadeia mais longa) e C₃₄-C₄₀/C₅₀ (óleos “pesados” ou de cadeia longa, fuelóleo “pesado” (até C₇₀) e betume/betume/pez mineral). São indicativos da contaminação por derrames ou fugas de combustíveis.

No biénio em análise, a contaminação por TPH está presente, conforme já indicado, em 31 de 66 processos, verificando-se a presença da partição C₆-C₁₀ em 12 processos, da partição C₁₀-C₁₆ em 22 processos, da partição C₁₆-C₃₄ em 29 processos e da partição C₃₄-C₅₀ (geralmente dada pelos resultados C₃₄-C₄₀) em 4 processos; com as 4 partições presentes em simultâneo em 2 processos.

Figura 19 - Contaminação por TPH



Verifica-se uma predominância da contaminação pelas cadeias de átomos de carbono C₁₀-C₁₆, respeitantes ao gasóleo e ao fuelóleo e óleos minerais de cadeia curta, e C₁₆-C₃₄, respeitantes a gasóleos de cadeia longa e a fuelóleos e óleos minerais de cadeia média, representando 76% da contaminação por TPH, o que não será de estranhar, visto estas partições de TPH integrarem os combustíveis mais usados em veículos pesados e na produção de energia e calor em estabelecimentos industriais e comerciais, e ainda no aquecimento residencial que recorre a combustíveis fósseis.

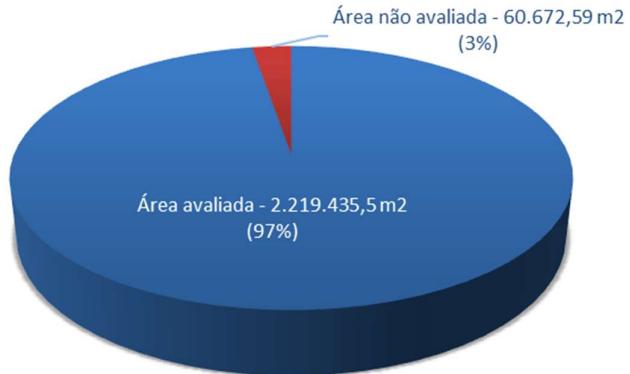
4.4.3. Distribuição espacial da contaminação

A área dos lotes de terreno, considerando-se como tal as áreas de terreno abrangidas pelos 66 projetos (estabelecimento industrial, lote de terreno, loteamento, etc.) atinge 2.280.108,09 m², equivalente a 228 ha, dos quais 2.219.435,50 m², ou seja, 221,94 ha, foram avaliados quanto à contaminação.

Sem prejuízo de, por princípio, todo o lote de terreno dever ser objeto de avaliação do estado do solo, verificaram-se situações em que por diversos fatores, se aceitou que a avaliação do estado do solo fosse restrita a certa área do lote, caso, nomeadamente, de obras de remodelações em edifícios específicos confinados a uma área restrita de lotes de grande dimensão, ou condicionada à realização de posterior avaliação complementar da área em causa, em situações em que o acesso a uma parte do lote apenas poderia ocorrer após a emissão da licença, por implicar

demolições ou desmatamentos prévios. Obtém-se, assim, uma diferença de cerca de 6 ha (60.672,5 m²) entre a área dos projetos e a efetivamente avaliada, ou seja, cerca de 97% da área dos lotes foi avaliada.

Figura 20 - Avaliação do estado do solo



A área contaminada atinge 417.341,52 m² (cerca de 20% da área avaliada), estando estimada a remediação de 81.728,99 m² (cerca de 20% da área contaminada).

Tabela 3 - Estimativas de área total, área avaliada e área não avaliada:

Área total (m ²)	Área de solo não avaliado (m ²)	Área de solo avaliado (m ²)
2.280.108,1	60.672,6	2.219.435,5
100 %	2,7%	97,3%

Tabela 4 - Estimativas de área contaminada e área não contaminada:

Área de solo avaliado (m ²)	Área de solo não contaminado (m ²)	Área de solo contaminado (m ²)
2.219.435,5	1.803.695	417.341,5
100 %	81,3%	18,7%

Tabela 5 - Estimativas de área a remediar e área com contaminação a manter:

Área de solo contaminado (m ²)	Área de solo contaminado previsto remediar (m ²)	Área de solo contaminado não previsto remediar (m ²) ²
417.341,5	81.729	335.612,5
100%	19,6%	80,4%

² Área de solo contaminado não previsto remediar é entendida como as áreas de solo onde será mantida contaminação com risco aceitável para os receptores e vias de exposição considerados na AQR e as áreas de solo contaminado sujeitas a medidas de gestão do risco.

4.5. Avaliação Quantitativa de Risco

A Avaliação Quantitativa de Risco (AQR) é um instrumento de apoio à decisão de remediação do solo, no que respeita à definição dos objetivos para essa remediação. Tenta prever qual o nível de risco que a contaminação presente num determinado local apresenta para os atuais ou futuros utilizadores do mesmo, em termos de saúde humana e ambiente.

A avaliação do risco baseia-se em 3 premissas - existe contaminação do solo e/ou da água subterrânea, estão presentes vias de exposição, e há/haverá receptores expostos à contaminação.

A legislação nacional define os seguintes critérios de aceitabilidade do risco para a saúde humana:

- Substâncias cancerígenas - uma frequência de manifestação de cancro na população exposta “*inferior ou igual a um em cada cem mil casos*” (1E-5);
- Substâncias com efeitos sistémicos, ou substâncias tóxicas - “*para cada substância, o quociente entre a dose de exposição a longo prazo e a dose máxima admissível é inferior ou igual à unidade*”;

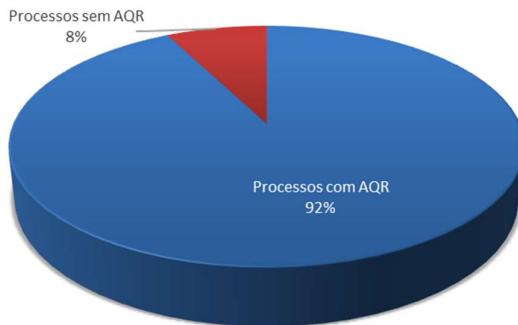
e para o ambiente “*quando, para cada substância, o quociente entre o nível de exposição, expresso em concentração, e o valor limite ecotoxicológico, definido pela concentração máxima para a qual não se esperam efeitos sobre os organismos, é inferior ou igual à unidade*”.

Quando se verificam excedências a estes limiares, assume-se que as concentrações de contaminantes determinadas no solo apresentam risco inaceitável, para as vias de exposição e receptores considerados. As vias de exposição mais comumente usadas são o contato direto (contato dérmico e inalação e ingestão de partículas de solo contaminado) e a inalação dos contaminantes em fase gasosa, ao ar livre ou em ambiente fechado.

A AQR é efetuada quando o projeto não prevê a remediação total do lote, ou quando, estando esta prevista, se verifica, após a operação de remediação, que afinal não se concretizou a remoção da totalidade da contaminação; e tem como objetivo determinar o grau de aceitabilidade do risco devido à contaminação remanescente, de forma a determinar a necessidade, e o tipo, de medidas complementares de remediação a implementar, se necessário. Se o risco apresentado pelas concentrações dos contaminantes presentes, considerando as vias de exposição adequadas for aceitável, o requerente não se encontra obrigado a tomar medidas de remediação complementares. Se for determinado risco inaceitável, devem ser tomadas medidas complementares de remediação, que podem passar pela remoção adicional de solo contaminado, a implementação de técnicas de remediação *in situ*, ou pelo corte da via de exposição através da impermeabilização do solo contaminado ou da cobertura com solo não contaminado ou da limitação ou proibição de acesso à área contaminada.

Dos 66 processos avaliados no biénio 2023-2024, foram efetuadas AQR para a saúde humana em 61 processos.

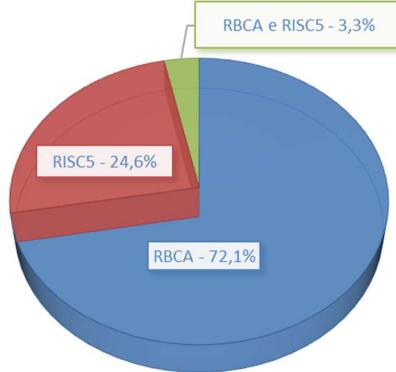
Figura 21 - AQR



Não houve avaliações do risco para o ambiente.

As AQR foram efetuadas com recurso a 2 modelos de software - o *Risk Based Corrective Action (RBCA) Tool Kit for Chemical Release* (versão 2.6) e a versão 5 do *Risk-Integrated Software for Clean-Ups* (Risc5). O RBCA foi usado em 46 processos e o RISC5 em 17 processos, sendo que em 2 processos foram usados os 2 softwares de avaliação de risco.

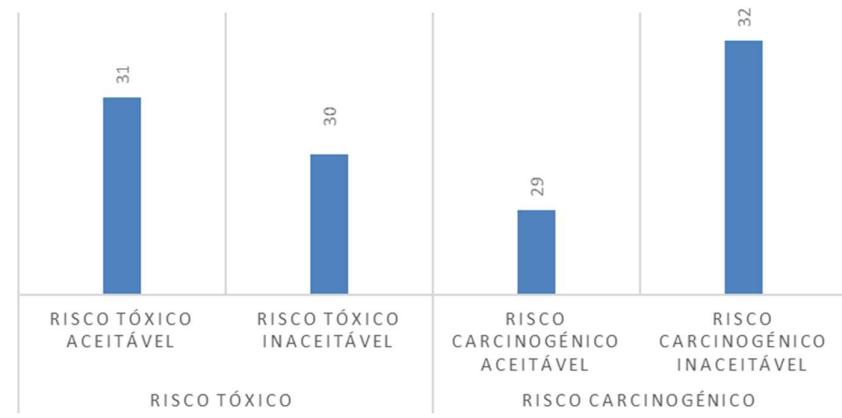
Figura 22 - Software de AQR utilizado



Foram determinados risco tóxico aceitável para os atuais ou futuros utilizadores (recetores) dos locais, em 31 processos, e risco carcinogénico aceitável em 29 processos; e risco tóxico inaceitável em 30 processos e risco carcinogénico inaceitável em 32 processos. Não foi considerado o risco inaceitável determinado para os trabalhadores da construção, por se tratar de uma exposição de curta duração à contaminação (se bem que no caso do risco carcinogénico, esta é assumida ter efeitos permanentes), podendo ser tomadas medidas preventivas, como seja o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) adequado ao tipo de contaminante e via de exposição do risco inaceitável.

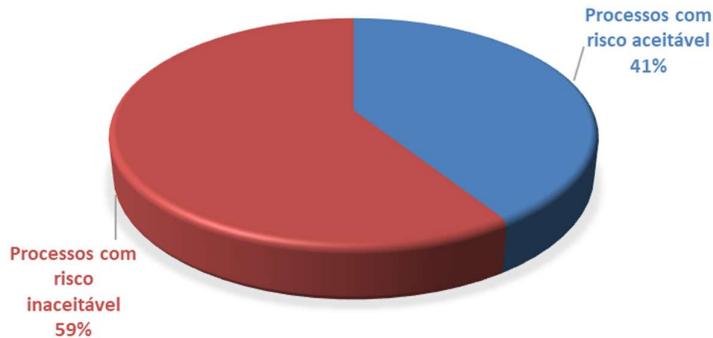
Verifica-se que em cerca de metade das AQR foi determinado risco tóxico inaceitável (49,2%), o mesmo acontecendo com o risco carcinogénico inaceitável (52,5%).

Figura 20 - Risco para a saúde humana



A AQR demonstrou que em 25 locais (cerca de 41% dos processos submetidos a AQR), o risco é aceitável em ambas as vertentes analisadas.

Figura 21 - Aceitabilidade do risco



4.6. Remediação do solo contaminado

A remediação do solo pode recorrer a diversas técnicas, a implementar isolada ou conjuntamente, conforme o tipo e as concentrações dos contaminantes presentes. Estas técnicas podem classificar-se em:

- Técnicas biológicas *in situ* e *ex situ*: *i*) biorremediação, recorrendo aos microrganismos presentes no solo ou fornecendo esses microrganismos e nutrientes; *ii*) arejamento com injeção de ar para acelerar a degradação aeróbia (*bioventing* e *biosparging*); *iii*) fitorremediação, com absorção dos contaminantes através da plantas específicas; *iv*) biopilhas; *v*) biolixiviação, com introdução de soluções de microrganismos (*bioleaching*); *vi*) compostagem; *vii*) *landfarming*, com espalhamento do solo contaminado sobre uma superfície para facilitar a atuação dos microrganismos do solo ou fornecidos, por melhoramento da oxigenação; e *viii*) biorreatores, com fornecimento de microrganismos e nutrientes, em meio aeróbio ou anaeróbio, para materiais no estado pastoso;

- Tratamentos físicos *in situ* e *ex situ*: *i*) Separação eletrocinética; *ii*) extração de vapores do solo com injeção de ar na zona vadosa e na zona saturada (SVE e *air sparging*); *iii*) triagem/crivagem, por separação gravimétrica; *iv*) lavagem do solo (*soil washing*); *v*) separação eletrocinética; e *vi*) condicionamento, com remoção da solo e sua deposição em aterro;
- Tratamentos químicos *in situ* e *ex situ*: *i*) solidificação/estabilização, com recurso a substâncias diversas - silicatos/zeólitos, cal, fosfatos, cimento, carvão ativado, etc.; *ii*) oxirredução química - oxidação, com recursos a substâncias fortemente oxidantes como peróxidos, ozono, permanganato e persulfatos; e redução, com recursos a substâncias fortemente redutoras como ferro zero valente, etc.; *iii*) solidificação/estabilização; *ii*) extração química, através de lavagem com reagentes/solventes;
- Tratamentos térmicos *in situ* e *ex situ*: *i*) com aquecimento por resistência elétrica (*electrical resistance heating*); *ii*) injeção e extração de vapor (*steam injection and extraction*); *iii*) aquecimento por condutividade (*conductive heating*); *iv*) aquecimento por rádio frequência (*radio-frequency heating*); *v*) vitrificação; *vi*) Dessorção térmica (*thermal desorption*); e *ivii*) incineração.



Adicionalmente, em Portugal, medidas de gestão do risco através do corte das vias de exposição são também consideradas técnicas de remediação do solo. Estas medidas podem incluir a impermeabilização do solo contaminado, ou a sua cobertura com uma camada de solo não contaminado ou outros materiais permeáveis, e a limitação ou a proibição de acesso às áreas contaminadas, nos casos em que a AQR determinou a existência de risco inaceitável para os recetores expostos.

No biénio em análise, todas as operações de remediação do solo consistiram na remoção de parte ou da totalidade do solo contaminado, com adoção, nos casos em que essa remoção foi parcial, de medidas de gestão de risco.

Num dos processos, a remoção parcial do solo contaminado foi implementada como alternativa à técnica inicialmente prevista, de extração de vapores do solo (SVE), uma vez que esta não só se mostrou ineficaz na remoção de vapores e hidrocarbonetos presentes, como promoveu o aparecimento de produto em fase livre.

Em 39 dos 66 processos, a técnica de remediação proposta implementar consiste apenas na remoção, total ou parcial, do solo contaminado, implicando, nos casos de remoção parcial, que as concentrações remanescentes dos contaminantes apresentam um nível de risco aceitável para os recetores considerados. Nos restantes 27 processos, é proposto recorrer à conjugação de técnicas, com remoção de parte do solo contaminado, no âmbito da escavação a efetuar para implementação do projeto de edificação, e de gestão do risco através do corte da via de exposição dos recetores considerados às concentrações remanescentes dos contaminantes.

Figura 22 - Técnicas de remediação do solo contaminado implementadas



4.7. Resíduos da remediação do solo

Nas operações de remediação do solo podem ser produzidos diversos resíduos, conforme o tipo de técnica(s) de remediação a implementar e o estado do lote de terreno - com edificado a demolir, infraestruturas enterradas a remover, pavimentos betuminosos ou em betão a remover, depósitos de resíduos diversos, etc..

A classificação de perigosidade de um resíduo pode ser dada de forma direta pela *Lista Europeia de Resíduos* (códigos LER), publicada na Decisão da Comissão 2014/955/UE, de 8 de dezembro. Nos casos em que um resíduo possui entradas espelho, como o solo e rochas, i. e., quando o mesmo resíduo pode ter códigos LER de resíduo perigoso e de resíduo não perigoso, a determinação da classificação de perigosidade a atribuir a esse resíduo deve ter em conta os critérios definidos nos Regulamentos (UE) n.º 1357/2014, da Comissão, de 18 de dezembro de 2014, e Regulamento (UE) n.º 2017/997, do Conselho, de 8 de junho de 2027.

Uma vez que a técnica de remediação utilizada em todos os processos é por remoção da contaminação, o principal resíduo a produzir é o solo escavado, seguido de diversas tipologias de resíduos de construção e demolição (RCD), sendo por vezes produzidos outros resíduos mais específicos.

O solo escavado pode assumir diversas classificações, em função da qual pode ter diversos destinos:

- Solo contaminado - o solo com excedências aos valores de referência selecionados de pelo menos um parâmetro é considerado solo contaminado, podendo ser classificado como resíduo perigoso (código LER 17 05 03*) ou resíduo não perigoso (LER 17 05 04), em função do cumprimento dos critérios de classificação de perigosidade. Nos termos do RGGR, e/ou do RJDRA, o solo contaminado não pode ser reutilizado na obra de origem, eliminado em aterro para resíduos inertes nem depositado em pedreira;
- Solo não contaminado - o solo que não apresenta qualquer excedência aos valores de referência selecionados, é considerado solo não contaminado, podendo ser classificado como resíduo perigoso (código LER 17 05 03*) ou resíduo não perigoso (LER 17 05 04). Este solo pode ser reutilizado na própria obra, neste caso nem sequer chegando a ser considerado resíduo; utilizado noutra obra como subproduto (neste caso a classificação contaminado/não contaminado depende da utilização do solo na obra de destino); eliminado em aterro para resíduos inertes ou para resíduos não perigosos, em função do

cumprimento dos critérios de admissibilidade a aterro constantes do RJDRA, ou depositado em pedreira, se demonstrado não apresentar contaminação para o uso agrícola do solo.

Relativamente às quantidades estimadas de resíduos a produzir nas operações de remediação do solo, que a seguir se discutem, importa ter presente que a informação transmitida pelos requerentes é por vezes omissa para determinados resíduos. Deste modo, verificam-se omissões pontuais de dados relevantes em alguns processos, nomeadamente das quantidades exatas de solo não contaminado previsto remover e de solo contaminado previsto manter no local.

É também importante referir que na fase de análise do pedido de emissão de licença de remediação do solo, se trabalha com estimativas, tanto ao nível das áreas contaminadas e das espessuras dos níveis de solo contaminado, influenciando consideravelmente os volumes de solo contaminado e não contaminado presentes e a escavar, mas também no que respeita à massa volémica (peso volémico) atribuída por cada requerente ao solo, a qual pode variar entre 1,6 e 2 t/m³, influenciado também, de forma relevante, as estimativas das quantidades de solo.

Não obstante estas incertezas, são apresentadas as estimativas das quantidades de solo contaminado previsto remover e encaminhar a destino adequado, e a quantidade de solo contaminado previsto manter, com a devida implementação de medidas de gestão de risco.

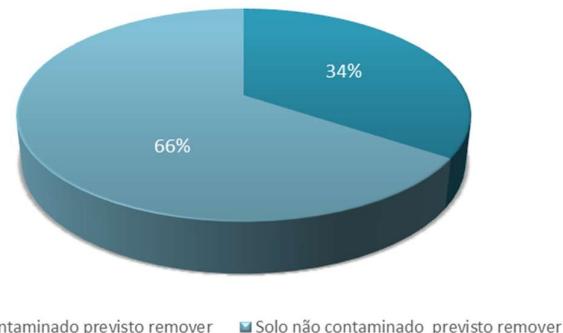
Assim, para os 66 processos foi estimada a presença de pelo menos 1.989.080,9 t de solo contaminado, dos quais foi prevista a remoção de 1.288.354,1 t e a manutenção de 700.726,8 t.

Figura 23 - Quantidade estimada de solo contaminado presente (t)



No âmbito das obras de edificação a efetuar nestes projetos foi também prevista a remoção de 2.463.218,1 t de solo não contaminado.

Figura 24 - Quantidade estimada de solo a remover (t)



No que respeita aos destinos previstos para o solo a escavar, os projetos preveem:

- Solo contaminado classificado como resíduo perigoso (LER 17 05 03*) - eliminação em aterro para resíduos perigosos - CIRVER (operação D1A);
- Solo contaminado classificado como resíduo não perigoso (LER 17 05 04) - valorização em cimenteira (R5H) ou eliminação em aterro para resíduos não perigosos (D1A);
- Solo não contaminado - reutilização em obra, utilização noutra obra como subproduto, valorização em cimenteira (R5H), eliminação em aterro para resíduos inertes ou para resíduos não perigosos - D1A (em função do cumprimento dos critérios de admissibilidade a aterro), deposição em pedreira - R10C (demonstrado não apresentarem contaminação para uso agrícola do solo e o cumprimento dos critérios de admissibilidade a aterro para resíduos inertes).

Interessante notar que os custos associados ao correto destino dos solos têm levado ao desenvolvimento de estratégias para a gestão desses solos em obra, com objetivo de minimizar os impactes económicos da remediação, contribuindo, se bem que de forma indireta, para uma criteriosa e ambientalmente mais adequada gestão destes materiais.

Entre estas estratégicas destacam-se: *i*) a opção por reutilizar em obra preferencialmente o solo não contaminado que não cumpre os critérios para eliminação em aterro para resíduos inertes; e *ii*) a estratégia de encaminhar o solo não contaminado que não pode ser encaminhado para aterro para resíduos inertes ou para pedreira, para valorização em cimenteira, em detrimento da sua eliminação em aterro para resíduos não perigosos, por ser um destino com menor custo associado.

5. Operações de remediação do solo concluídas

No período em análise foram concluídas 17 operações de remediação do solo, com extinção das respetivas licenças de remediação. Num dos processos, o relatório final demonstrou o incumprimento das condições da respetiva licença (TUA)³.

5.1. Área

Neste universo de processos finalizados é possível efetuar uma análise comparativa, por processo, das estimativas iniciais das áreas a remediar com as áreas finais, efetivamente remediadas (sem contaminação remanescente) e com contaminação remanescente.

Não é possível extrapolar resultados globais, visto haver lacunas na informação, como se pode constatar na tabela abaixo.

Tabela 5 - Processos concluídos - Áreas:

Requerente	Área do terreno (m ²)	Área de solo avaliado (m ²)	Área contaminada estimada (m ²)	Área estimada remediar (m ²)	Área de solo remediada (m ²)	Área de solo contaminado remanescente (m ²)
Local A	308.314,00	308.314,00	491,00	Não indicada	135,65	355,35
Local B	Não indicada	20.300,00	16.112,00	Não indicada	0,00	16.112,00
Local C	3.101,04	3.101,04	1.782,00	1.782,00	1.670,40	111,60
Local D	423,10	423,10	178,00	Não indicada	59,00	128,00
Local E	17.162,00	17.162,00	4.116,40	4.166,40	0,00	4.166,40
Local F	5.391,00	5.391,00	187,00	Não indicada	189,00	403,00
Local G	1.400,00	1.400,00	1.080,00	1.080,00	574,00	561,00
Local H	Não indicada	Não indicada	1.236,00	Não indicada	1.223,00	190,00
Local I	22.247,45	22.247,45	2.230,18	1.564,18	254,00	1.310,18
Local J	2.276,00	1.461,00	339,32	62,00	Não indicada	187,70
Local K	8.464,90	8.464,90	5.854,00	Não indicada	5.854,00	0,00
Local L	15.060,00	15.060,00	5.475,00	5.475,00	5.475,00	0,00
Local M	4.130,00	4.130,00	894,00	894,00	0,00	4.130,00
Local N	Não indicada	Não indicada	365,00	104,00	104,00	261,00
Local O	6.080,00	6.080,00	297,00	32,00	11,00	304,00
Local P	7.975,00	7.975,00	2.340,00	2.340,00	2.765,00	803,00

³ O relatório final da operação, de entrega obrigatória, visa: *i*) demonstrar que o projeto de remediação já foi terminado e decorreu em conformidade com o indicado no pedido de licenciamento; *ii*) demonstrar que foram cumpridas as medidas/condições da licença; *iii*) indicar as quantidades de solo contaminado e não contaminado efetivamente intervenzionadas e os respetivos destinos. A operação de remediação é considerada concluída quando o relatório demonstra não serem necessárias medidas complementares de intervenção/gestão, podendo a análise do relatório concluir pelo cumprimento, ou não, do projeto de remediação e das medidas/condições do TUA.

Local Q	1.100,00	1.100,00	1.100,00	Não indicada	0,00	1.100,00
TOTAL	403.124,49	422.608,68	44.076,90	17.449,58	18.314,05	30.073,43

Os dados expressos na tabela comprovam a importância da qualidade da informação a prestar pelos requerentes, para aferição do resultado do trabalho desenvolvido na remediação do solo, identificando-se diversas lacunas de informação que inibem uma análise adequada das situações inicial e final, logo da eficácia da operação de remediação. Desde logo, a lacuna de informação relativa à correta área dos lotes/terrenos e à área avaliada, faz com que a área total de solo avaliado seja superior à área dos terrenos, mesmo sabendo-se que em alguns casos, o terreno não foi totalmente avaliado, situação que, obviamente, é incorreta. Ressalvar ainda o facto de que nos casos em que a área remediada é zero, que tal não significa que não tenha havido intervenção, indica apenas que a intervenção nessas áreas ocorreu apenas no âmbito do projeto de edificação, não removendo a totalidade da contaminação.

Por fim, verifica-se também que a área intervenção (soma da área de solo remediado com a área de solo com contaminação remanescente), num total de 48.387,48 m² é superior à da área inicialmente estimada como estando contaminada (44.076,90 m²). Esta discrepância de áreas pode dever-se a diversos fatores, como sejam incorreções no cálculo inicial dos polígonos de solo contaminado, a refinamentos da extensão da contaminação ocorrida durante a obra, mas também aos resultados da avaliação da eficácia da remediação/contaminação remanescente.

5.2. Solo contaminado e não contaminado

É ainda possível efetuar análise comparativa das quantidades estimadas iniciais de solo contaminado presente, a remover e a manter, e de solo não contaminado a remover, com as quantidades de solo contaminado e não contaminado efetivamente removidas, e de solo contaminado remanescente.

Tabela 6 - Processos concluídos - Solo contaminado presente, removido e remanescente:

Requerente	Solo contaminado presente estimado (t)	Solo contaminado perigoso e não perigoso a remover (t)	Solo contaminado perigoso removido - LER 17 05 03* (t)	Solo contaminado não perigoso removido - LER 17 05 04 (t)	Solo contaminado remanescente (t)
Local A	Não indicado	2.485,39	0,00	43.849,52	102.035,95
Local B	Não indicado	19.866,00	19.865,00	0,00	0,00
Local C	13.394,00	13.394,00	0,00	13.077,70	Não indicado
Local D	650,00	140,00	0,00	159,98	471,00
Local E	Não indicado	5.587,90	0,00	0,00	5.916,00
Local F	Não indicado	1.546,00	192,88	322,01	806,00
Local G	Não indicado	4.163,00	3.445,62	78,44	505,80
Local H	Não indicado	3.138,00	0,00	2.976,16	570,00
Local I	2.154,00	684,00	0,00	847,72	1.472,00
Local J	1.258,76	529,76	154,16	478,68	Não indicado
Local K	12.730,84	3.987,00	0,00	3.573,00	0,00

Local L	16.674,40	16.178,60	0,00	14.275,42	0,00
Local M	2.803,10	2.645,00	0,00	2.595,00	158,00
Local N	769,00	295,00	290,58	0,00	Não indicado
Local O	885,60	103,50	149,46	0,00	74,00
Local P	6.307,80	5.747,80	0,00	5.746,04	1.606,00
Local Q	Não indicado	7.581,50	0,00	9.734,26	Não indicado
TOTAL	101.995,29	88.072,45	24.097,70	97.713,93	113.614,85

Mais uma vez se verifica que o rigor dados dados é essencial a uma correta discussão dos resultados das operações de remediação do solo, mesmo sabendo que nunca poderá haver total concordância entre os valores iniciais, estimados, e os valores finais de solo removido, pelos motivos já anteriormente abordados.

Não obstante, também aqui, as lacunas na informação prestada pelos requerentes, associada à falibilidade do cálculo da quantidade de solo a escavar, por eventual estimativa incorreta da sua massa volúmica, não permite a análise comparativa entre valores iniciais estimados e valores finais.

É, contudo, possível, efetuar uma análise dos destinos do solo escavado, usando como referencial, as quantidades finais comunicadas. Assim:

A totalidade do solo contaminado classificado como resíduo perigoso (LER 17 05 03*) foi encaminhado para eliminação em aterro para resíduos perigosos (operação D1A), como, aliás, constava das licenças.

Relativamente ao solo contaminado classificado como resíduo não perigoso (LER 17 05 04), terão sido valorizadas 53.219,03 t e eliminadas, em aterro, 44.494,9 t (operação D1A). Não foi recolhida informação que permita indicar os destinos de valorização nem o tipo de aterro (aterro para resíduos inertes ou para resíduos não perigosos) de eliminação.

Figura 25 - Destino do solo contaminado classificado como resíduo não perigoso removido (t)



Relativamente ao solo não contaminado removido, mais uma vez se verifica a impossibilidade de se efetuar uma análise credível ao destino desses solos, pelos motivos já indicados, aos quais acresce o facto dos relatórios finais aprovados no biénio 2023-2024 respeitarem a operações de remediação licenciadas nos anos 2019 a 2024, sendo que são as operações com licenciamento mais antigo (2019 a 2021) as que mais lacunas de informação apresentam.

Tal deve-se ao facto de nessa época não se solicitar informação sobre o solo não contaminado a remover e seus destinos. Esta informação começou a ser solicitada e a constar das licenças emitidas a partir de 2023, quando a sua relevância foi compreendida, por ser parte da caracterização do local contaminado e por permitir mais rigor no controlo do encaminhamento do solo contaminado removido.

Foi ainda nessa altura, com a publicação do novo RGGR, que o solo não contaminado passou a ser considerado um resíduo, carecendo a sua movimentação de ser acompanhada de eGAR, e a poder ser classificado como subproduto, para utilização em obra que não a de origem.

Tabela 7 - Processos concluídos - Solo não contaminado removido e seus destinos:

Requerente	Solo não contaminado estimado remover (t)	Solo não contaminado removido (t)	Solo não contaminado reutilizado (t)	Solo utilizado como subproduto (t)	Solo não contaminado enviado para pedreira (t)	Solo não contaminado eliminado (t)
Local A	Não indicado	Não indicado	Não indicado	Não indicado	Não indicado	Não indicado
Local B	0,00	0,00	Não indicado	0,00	0,00	0,00
Local C	29.774,00	24.232,94	Não indicado	0,00	0,00	Não indicado
Local D	620,00	1.069,90	Não indicado	0,00	0,00	Não indicado
Local E	Não indicado	2.002,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local F	20.000,00	28.901,00	0,00	14.466,00	14.435,00	0,00
Local G	Não indicado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local H	Não indicado	38.093,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Local I	0,00	Não indicado	Não indicado	0,00	0,00	Não indicado
Local J	Não indicado	3.943,15	0,00	0,00	3.943,15	0,00
Local K	8.000,00	3.950,51	0,00	0,00	0,00	0,00
Local L	65.526,50	49.184,52	0,00	0,00	49.184,52	0,00
Local M	Não indicado	16.814,48	1.046,16	0,00	0,00	15.768,32
Local N	0,00	0,00	Não indicado	0,00	0,00	0,00
Local O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local P	66.064,00	81.175,08	1.691,62	0,00	0,00	1.691,62
Local Q	521,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	192.505,50	249.367,28	2.737,78	14.466,00	67.562,67	17.459,94

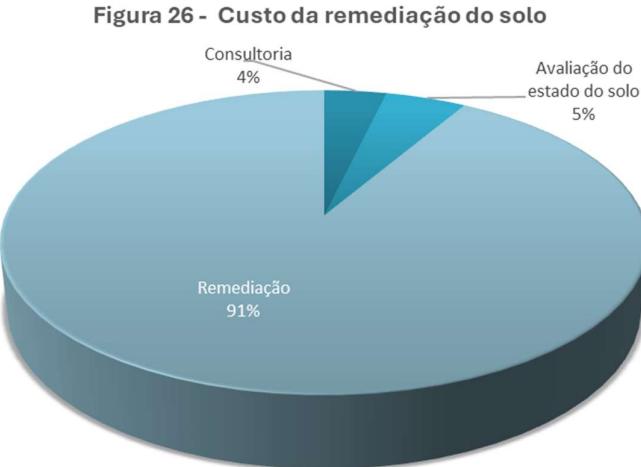
5.3. Custo da remediação do solo

Dos 17 processos de remediação do solo concluídos em 2023-2024, dispõe-se de informação relativa aos custos associados a 16 destas operações, os quais orçam em quase 13 milhões de euros - € 12.791.181,43.

A discriminação parcelar destes valores, solicitada nos relatórios finais, permite distinguir entre custos associados à:

- Consultoria (custos relativos a estudos, projetos e acompanhamento de obra) - € 469.479,56 (esta rúbrica por vezes inclui o custo de sondagens, quando estas são efetuadas com recurso a equipamento do consultor);
- Avaliação do estado do solo (custos relativos à realização de sondagens, recolha de amostras e análises laboratoriais) - € 610.459,13;
- Remediação (custos relativos à aplicação das técnicas de remediação definidas e ao encaminhamento dos resíduos a destino final) - € 11.681.781,16.

Os custos associados à aplicação das técnicas de remediação, que se limitaram à escavação do solo contaminado e seu encaminhamento a destino adequado constituem o grosso dos custos de remediação.



A grande maioria dos projetos de licenciamento apresentam lacunas relevantes na avaliação do estado do solo, sendo este um dos aspetos que mais pesa nos pedidos de esclarecimentos adicionais e nas medidas/condições nos respetivos TUA, para cumprimento prévio à aprovação do início da remediação.

De facto, verifica-se grande relutância dos requerentes, muitas vezes representados pelos consultores, não só na realização de campanhas de avaliação do solo espacialmente equilibradas, como no refinamento das manchas de contaminação. Os resultados expressos na Figura 26 vêm fundamentar a insistência desta Comissão de Coordenação na melhoria da avaliação do estado inicial do solo, uma vez que o custo adicional de complementar o conhecimento da contaminação de um solo tem importante repercussão nos custos de remediação, pois o custo do encaminhamento do solo contaminado assume-se como fator económico decisivo e desequilibrador.

A uma melhor delimitação da contaminação deverá corresponder uma mais correta quantificação do solo contaminado presente e a remover, logo, um menor custo associado ao seu correto encaminhamento.

6. Georreferenciação dos dados dos processos de remediação do solo

A informação, nomeadamente a suportada em coordenadas geográficas, apresentada nos pedidos de licenciamento de operações de remediação dos solos, nos pedidos de averbamentos às licenças emitidas e nos relatórios finais das operações de remediação é armazenada numa base de dados, na aplicação *Google Earth*, permitindo localizar espacialmente a distribuição dos projetos submetidos a esta Comissão de Coordenação, bem como, em cada projeto, a delimitação do terreno (lote, loteamento, estabelecimento industrial), a delimitação da área avaliada (quando diferente da área do lote), e a distribuição da contaminação inicial, da área remediada (entendendo-se como tal, neste âmbito, a área onde a contaminação foi totalmente removida) e da área com contaminação remanescente.

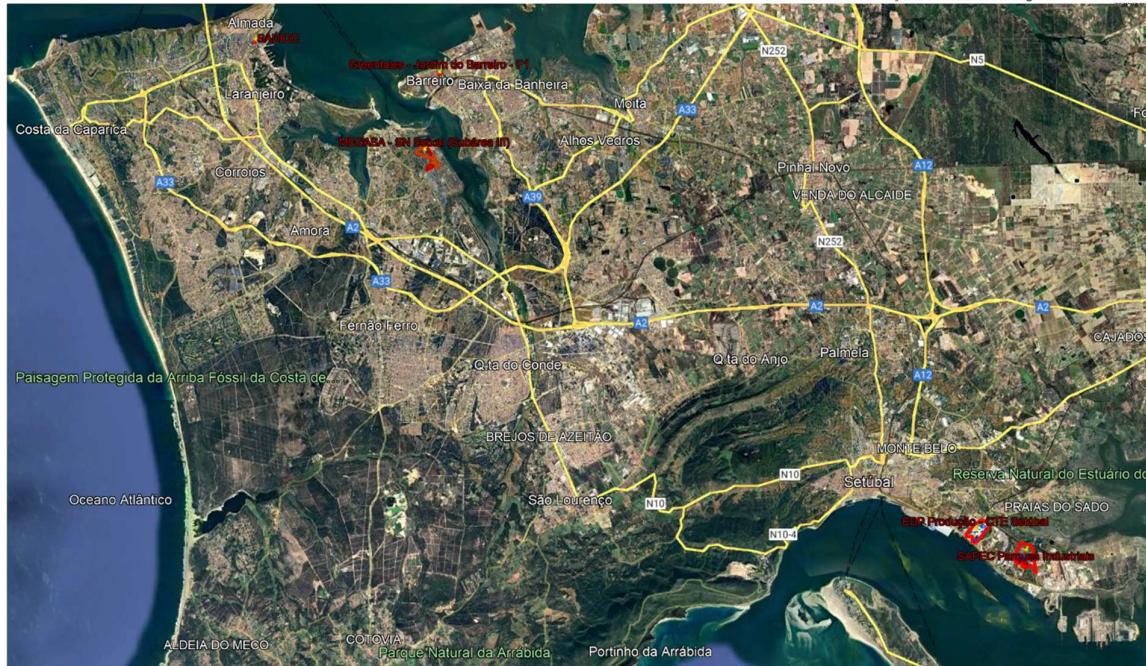
Nas Figuras 27 e 28 apresenta-se a localização dos processos avaliados no período 2023-2024 nos distritos de Lisboa e Setúbal (excluindo os concluídos, que se apresentam nas Figuras 29 e 30).

Figura 27 - Planta de localização dos processos do distrito de Lisboa avaliados em 2023-2024:



(Fonte: Base de dados da georreferenciação dos processos, na aplicação *Google Earth*)

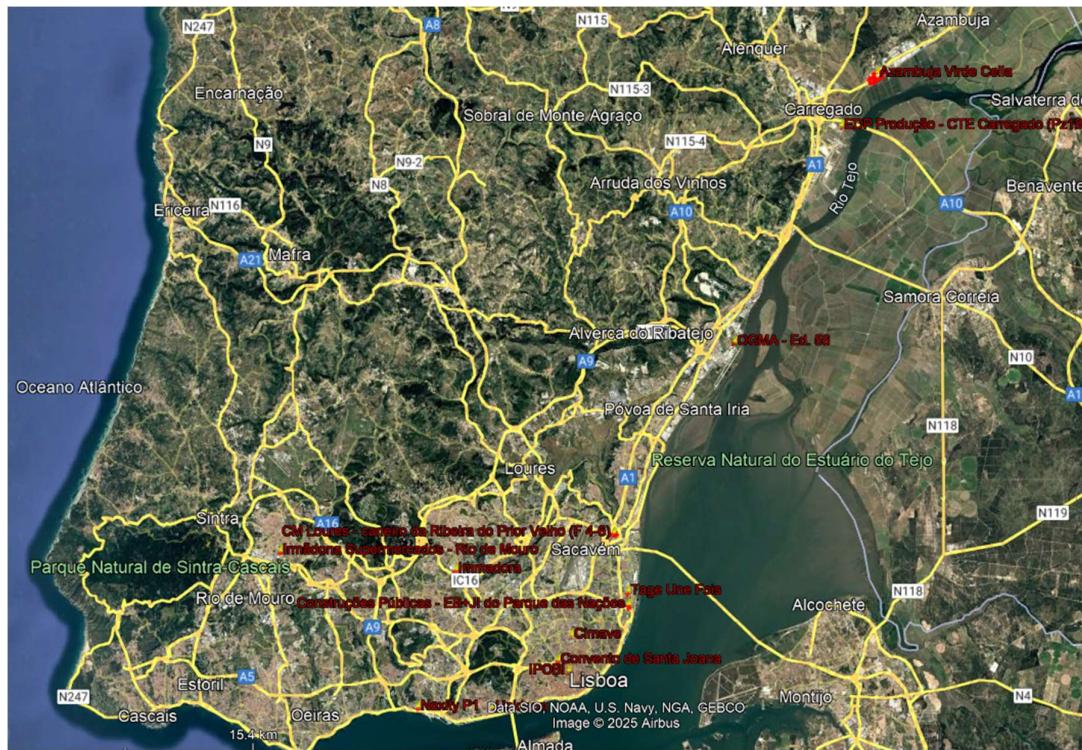
Figura 27 - Planta de localização dos processos do distrito de Setúbal avaliados em 2023-2024:



(Fonte: Base de dados da georreferenciação dos processos, na aplicação Google Earth)

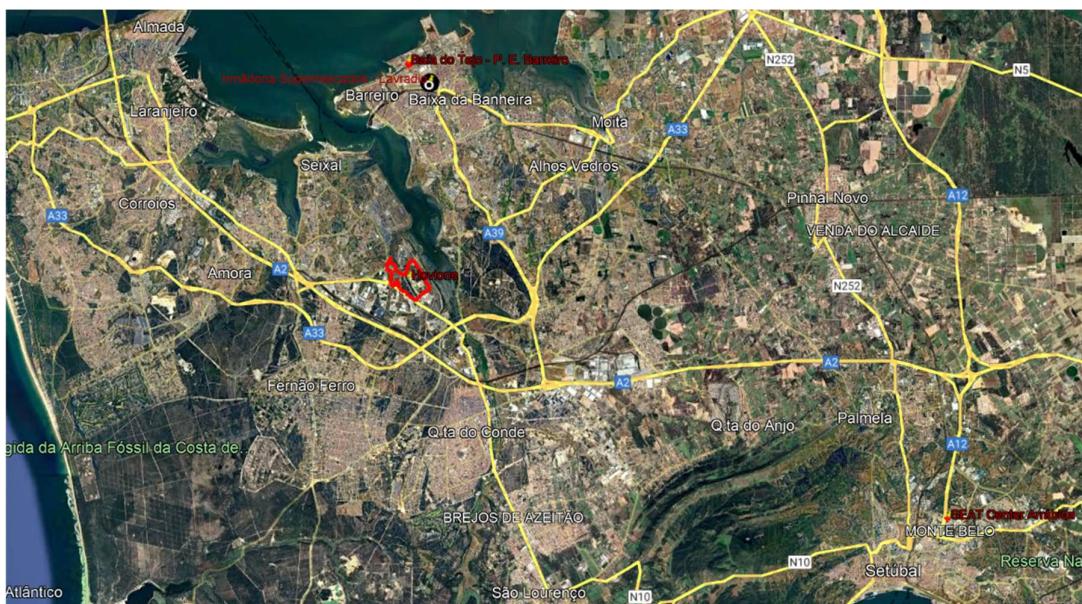
A localização dos projetos concluídos no biénio 2023-2024 nos distritos de Lisboa e de Setúbal são apresentado nas Figura 29 e 30, respetivamente.

Figura 29 - Planta de localização dos processos do distrito de Lisboa concluído em 2023-2024:



(Fonte: Base de dados da georreferenciação dos processos, na aplicação Google Earth)

Figura 30 - Planta de localização dos processos do distrito de Setúbal concluído em 2023-2024:



(Fonte: Base de dados da georreferenciação dos processos, na aplicação Google Earth)

Para cada processo, como referido, é delimitada a área do lote, a distribuição a contaminação inicial, e das áreas remediada e com contaminação remanescente, conforme exemplo representado nas figuras 31 e 32.

Figura 31 - Delimitação da contaminação inicial do solo:



Legenda:

- Área contaminada inicial
- Área remediada (onde a contaminação foi totalmente removida)
- Área com contaminação remanescente

Figura 32 - Delimitação da área remediada e da contaminação remanescente:



7. Conclusões

No biénio 2023-2024 foram efetuadas iterações diversas em 66 processos, relativas a pedidos de licenciamento, verificação do cumprimento das medidas/condições dos TUA, alterações/averbamentos aos respetivos TUA e análise dos relatórios finais da operações de remediação do solo, que culminaram na emissão de 36 TUA, 2 dos quais com indeferimento do pedido de licenciamento; 22 verificações do cumprimento dos TUA; 32 alterações/averbamentos aos TUA e conclusão de 17 operações de remediação do solo, das quais uma não cumpriu o determinado no respetivo TUA.

Estas iterações abrangem 2 distritos da área de jurisdição da CCDR LVT, nomeadamente Lisboa e Setúbal, situando-se a maioria dos processos no distrito de Lisboa, e, dentro deste, no município de Lisboa, onde se distribuem por um grande número de freguesias, se bem que com predominância pela área ribeirinha, junto ao Tejo, onde, no passado, se localizavam preferencialmente as atividades industriais e de produção de energia, talvez por se situar perto do rio, facilitando o acesso à água de processo ou industrial, à chegada da matéria prima e ao escoamento dos produtos. Era também, no início da revolução industrial e até às décadas de 1930/1940, a área de maior e mais concentrado desenvolvimento urbano.

Os usos do solo predominantes são o uso comercial e o urbano, repercutindo-se na seleção destes valores de referência em cerca de 68% dos processos. A tabela E dos valores de referência é a mais utilizada, bem como os valores de referência para solo com textura grosseira, e para locais onde não está prevista a utilização de água subterrânea.

Na avaliação do estado do solo, os grupos de parâmetros metais, BTEX, PAH e TPH são os mais usados, sendo-o na quase totalidade dos projetos. Os COV halogenados e outros parâmetros, como PCB, pesticidas, ftalatos, etc., são avaliados quando o conhecimento das atividades desenvolvidas no local no passado ou no presente, permite suspeitar da sua eventual presença no solo.

Os metais, PAH e TPH são os grupos de parâmetros que mais contribuem para a contaminação do solo. De entre os parâmetros englobados no grupo de outros, os PCB são os que mais vezes excedem o respetivo valor de referência.

No que respeita aos metais, o chumbo, o arsénio, o mercúrio e o zinco são os que mais contribuem para a contaminação do solo. Em 11 locais (16,7%), a contaminação é devida exclusivamente a este grupo de parâmetros. Relativamente aos 16 PAH analisados, sobressai o benzo(a)pireno, presente em 86% dos locais contaminados por PAH, sendo mesmo o único PAH presente em 6 locais (12% dos locais contaminados por PAH). As partícões de carbono C₁₀-C₁₆ e C₁₆-C₃₄, associadas ao gasóleo, fuelóleo leve e óleos minerais de cadeia curta, são as mais relevantes na contaminação por TPH.

A área contaminada estimada nos 66 processos atinge 417.341,52 m² (correspondendo a cerca de 19% da área avaliada), estando estimada a remediação de 81.728,99 m², correspondendo a cerca de 20% da área contaminada estimada. A restante área contaminada será mantida no local, demonstrado que apresenta risco aceitável para a saúde humana.

A análise do risco para a saúde humana apenas releva quando o projeto de remediação prevê a manutenção e solo contaminado no local, sendo para isso, necessário demonstrar que o risco é aceitável, devido às concentrações presentes ou após a tomada de medidas adequadas de gestão desse risco. Foi avaliado o risco em 92,4% dos processos, sendo que em cerca de metade deles foi determinado risco inaceitável, tóxico e/ou carcinogénico. Aproximadamente 41% dos processos apresentam risco aceitável para ambas as valências avaliadas.

A remoção do solo contaminado é a técnica de remediação prevista em todos os projetos de remediação do solo, sendo estimada a remoção de cerca de 35% do solo contaminado presente, o qual representa aproximadamente 34% do total de solos a remover no âmbito dos projetos de construção associados aos projetos de remediação apresentados.

No biénio 2023-2024 foram concluídos 17 projetos de remediação do solo com entrega do respetivo relatório final, um dos quais não demonstrou ter cumprido as medidas/condições do TUA. A informação relativa a estas operações apresenta lacunas, aliás como alguma da informação relativa às estimativas das áreas iniciais contaminadas e das quantidades de solo contaminado presente, a remover e a manter, e de solo não contaminado a remover. Assim a análise efetuada com base nesta informação deve ser lida com o devido cuidado.

A totalidade do solo contaminado classificado como resíduo perigoso (LER 17 05 03*) foi encaminhado para eliminação em aterro para resíduos perigosos (operação D1A). O solo contaminado classificado como resíduo não perigoso (LER 17 05 04), terá tido como destinos a valorização (53.219,03 t) e a eliminação em aterro (44.494,9 t), não sendo, porém, possível indicar os destinos de valorização nem individualizar as quantidades respetivas; o mesmo acontecendo relativamente ao tipo de aterro de destino (aterro para resíduos inertes ou para resíduos não perigosos) e quantidades associadas às operações de eliminação. Para este facto contribui também a forma de recolha e sistematização da informação transmitida nos relatórios finais, e ainda a informação solicitada a integrar os relatórios finais.

As lacunas de informação relativas ao projeto de remediação do solo e aos resultados dessa remediação podem ser suprimidas com a solicitação desses elementos na avaliação dessas fases dos projetos de remediação. As lacunas relativas à sistematização da informação recebida podem também ser ultrapassadas com a melhoria dos quadros de recolha dessa informação. Uma vez que algumas destas lacunas tinham já sido identificadas e implementadas medidas para as resolver, é expectável que futuros relatórios sejam mais consistentes no que respeita a esta informação.

O custo da remediação do solo de 16 projetos foi de € 12.791.181,43.

8. Referências bibliográficas

- ✓ *Avaliação da aplicação do RGGR às operações de descontaminação de solo na Região de Lisboa e Vale do Tejo.* Isabel Marques / Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo; novembro de 2021; 22 pp.
- ✓ *COM 2021-699 Estratégia de Proteção do Solo da UE para 2030 - Colher os benefícios dos solos saudáveis para as pessoas, a alimentação, a natureza e o clima.* Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, 17 de novembro de 2021.
- ✓ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fe5df8d6-6b19-4def-bdc6-62886d824574/content/src/html/chapter-13-4.html> [consultado em 9 de outubro de 2025].
- ✓ *Guia de Classificação de Resíduos.* APA, 2020.
- ✓ *Guia para a classificação e registo de dados de subproduto.* APA, versão 2, novembro de 2023.
- ✓ *Guia Técnico - Análise do Risco e Critérios de Aceitabilidade do Risco.* APA, 2019.

- ✓ *Guia Técnico - Valores de Referência para o Solo*. APA, 2019, revisão 2 - junho de 2022.
- ✓ *Lista Europeia de Resíduos*. Decisão da Comissão 2014/955/UE, de 8 de dezembro.
- ✓ Pavel, L; Gavrilescu, Maria; *Overview of ex situ decontamination techniques for soil clean-up*, Environmental Engineering and Management Journal, Vol. 7, n.º 6, november/december 2008; 815-834.
- ✓ *Regime Geral de Gestão de Resíduos* (RGGR), aprovado pelo Anexo I ao Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, na sua atual redação.
- ✓ *Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro* (RJDRA), aprovado pelo Anexo II ao Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, na sua atual redação.

