



**Programa de Monitorização Externa da
Central de Valorização Energética
(LIPOR II)**

Relatório síntese das atividades: 1999 a 2018

Relatório elaborado para:
**LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de
Resíduos do Grande Porto**
Apartado 1510
4435-996 BAGUIM DO MONTE

Programa de Monitorização Externa LIPOR II

Relatório síntese das atividades: 1999 a 2018

R 122.19-19/06.13
OUT. 2019

FICHA TÉCNICA

Designação do Projeto

Programa de Monitorização Externa da LIPOR II
Relatório síntese das atividades: 1999 - 2018

Cliente

LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto
Apart. 1510
4435-996 BAGUIM DO MONTE

N.º do Relatório

R122.19-19/06.13

Tipo do Documento

Relatório final

Data de Emissão

31 . Outubro . 2019

Elaboração



(Alexandra Passos Silva, Eng.º)

Aprovação



(Miguel Coutinho, Doutor)

Proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização prévia do IDAD.

EQUIPA TÉCNICA

O presente relatório foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

Isabel Capela

Professora Associada, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro – DAOUA
Diretora do IDAD

Carlos Borrego

Professor Catedrático Jubilado, DAOUA
Adjunto da Diretora do IDAD

Alexandra Passos Silva

Licenciada em Engenharia do Ambiente, IDAD

João Ginja

Licenciado em Engenharia do Ambiente, IDAD

ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	6
1. INTRODUÇÃO	10
2. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL	14
2.1 MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	14
2.1.1 Desenvolvimento do Plano	14
2.1.2 Análise de resultados obtidos no período 2004-2018	17
2.2 MONITORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	31
2.2.1 Desenvolvimento do Plano	31
2.2.2 Análise de resultados obtidos no período 2004-2018	34
2.3 MONITORIZAÇÃO DO BIOTA TERRESTRE E AQUÁTICO	37
2.4 MONITORIZAÇÃO DO RUÍDO	41
2.4.1 Desenvolvimento do Plano	41
2.4.2 Análise de resultados obtidos no período 2004-2018	43
3. MONITORIZAÇÃO PSICOSSOCIAL	47
3.1. DESENVOLVIMENTO DO PLANO	47
3.2 ANÁLISE DO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2008 E 2018	48
4. MONITORIZAÇÃO DA SAÚDE PÚBLICA	52
4.1. DESENVOLVIMENTO DO PLANO	52
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS ENTRE 2001 E 2017	54
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
6. REFERÊNCIAS	59



lipor



SUMÁRIO EXECUTIVO

No presente documento procede-se a descrição das atividades empreendidas no âmbito do Programa de Monitorização Externa da LIPOR II (PMExt). O PMExt foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial impacte ambiental da operação da Central de Valorização Energética - LIPOR II, localizada no Lugar de Crestins em Moreira da Maia. A conceção do PMExt foi efetuada em 1997, seguindo-se o desenvolvimento de procedimentos e mecanismos de implementação, no terreno, desse mesmo Programa, em 1999. As atividades de monitorização que foram iniciadas em 1999 decorrem até a atualidade, tendo o Programa de Monitorização Externa sido revisto e atualizado em função da interpretação dos dados obtidos e da atualização da legislação ambiental aplicável.

O objetivo final de um programa de monitorização como o PMExt da LIPOR II, é permitir detetar e caracterizar alterações ambientais e assim responder sem ambiguidade a questão central de saber se a construção e o funcionamento desta unidade industrial acarretaram algum impacte significativo na qualidade do ambiente e na saúde pública da sua envolvente.

O Programa de Monitorização Externa da LIPOR II inclui 3 Planos de Monitorização, sendo que um deles (Monitorização Ambiental) incluía inicialmente 4 planos funcionais:

- Monitorização Ambiental:
 - Monitorização da Qualidade do Ar;
 - Monitorização da Qualidade dos Recursos Hídricos;
 - Monitorização do Biota Terrestre e Aquático (Biomonitorização);
 - Monitorização do Ruído.
- Monitorização Psicossocial;
- Monitorização da Saúde Pública.

As diferentes componentes ambientais do PMExt foram agrupadas como atrás descrito, de forma a permitir o cruzamento da informação obtida, tendo para tal sido selecionadas estações de monitorização na envolvente da LIPOR II, de modo a permitir o estabelecimento de relações de "causa-efeito" entre os 3 Programas de Monitorização.

A realização das ações previstas no PMExt, os resultados obtidos nas monitorizações efetuadas, as alterações de regulamentos legais aplicáveis e também a evolução da atividade da LIPOR II, conduziram a revisão do PMExt. Todas as revisões efetuadas as atividades inicialmente previstas foram realizadas mantendo o respeito pela génese do PMExt no que se refere aos requisitos de interpretação integrada dos resultados obtidos nas diferentes áreas de atuação. A descrição pormenorizada das alterações ao Plano de Monitorização Ambiental inicial a nível de frequências, parâmetros, localização e número de pontos de amostragem foi efetuada no Capítulo 2 deste relatório.

O Plano de Monitorização de **Qualidade do Ar** foi sendo adaptado as publicações e revisões da legislação nacional aplicável quando existentes. Este plano sofreu a primeira grande revisão no final do triénio 2004-2007, com a exclusão dos compostos ácidos e derivados particulados (por os valores obtidos serem muito baixos, inferiores ao limite de deteção dos equipamentos), e com a substituição da monitorização do Mercúrio pela monitorização do Mercúrio Gasoso Total, usando um analisador em contínuo que obedece a norma europeia de referência e assim dar cumprimento a legislação nacional. Posteriormente, ocorreu a exclusão da monitorização de Zinco (Zn) e de Hidrocarbonetos Não Metânicos (HCNM) em 2011, e de Manganês (Mn), Crómio (Cr) e Cobre (Cu) em 2017, por inexistência de valores limite legais e também pelos teores baixos determinados ao longo dos anos.

Para os parâmetros Partículas em suspensão (PM10), Ozono (O3), Dióxido de Azoto (NO2) e Dióxido de Enxofre (SO2) consideraram-se os dados obtidos nas estações de Leça do Balio e Vila Nova da Telha, pertencentes a Rede de Medida da Qualidade do Ar da Área Metropolitana do Porto. No período compreendido entre 2004 e 2018, o histórico de resultados confirma a existência de uma tendência de diminuição das concentrações de PM10, SO₂ e a



manutenção dos níveis de NO_2 . Estes resultados apresentam uma tendência equivalente a observada de forma global nos resultados das estações fixas no território nacional. Relativamente ao O_3 , o número mais significativo de ultrapassagens do valor alvo para a proteção da saúde humana decorreu em 2005 e 2006, variando entre 17 e 21 excedências (valor a não exceder mais de 25 dias por ano civil). Após 2007, o número de ultrapassagens deste valor de referência foi próximo ou inferior a 10, em ambas as estações.

Atualmente, pela interpretação da série de dados obtida para os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH), Benzo(a)pireno (B(a)P), dioxinas e furanos (PCDD/F), Mercúrio gasoso total (MGT), Arsénio (As), Cádmio (Cd), Cobre (Cu) e Níquel (Ni) efetuada em detalhe no Capítulo 2, pode-se concluir que os valores limite da legislação nacional ou da bibliografia especializada não são ultrapassados, embora a interpretação dos homólogos e congéneres constituintes dos PAH indiquem a presença de compostos, nomeadamente o fenantreno, que possam ser emitidos por centrais de incineração.

A interpretação dos perfis de PCDD/F nas amostras de ar ambiente revelam a influência de outras fontes de emissão existentes na região, dados os perfis observados serem diferentes dos encontrados nos efluentes gasosos da LIPOR II. De referir que se observa ao longo do tempo um decréscimo da concentração de PCDD/F.

Os valores determinados para o MGT podem indiciar uma potencial influência do processo de incineração da LIPOR II. No entanto, para os níveis atmosféricos medidos contribuem, para além do processo de incineração, um número indeterminado de outras fontes existentes na região, como sejam, vários processos de combustão, a queima residencial e industrial de carvão e óleo e a fundição de metais não ferrosos.

As concentrações atmosféricas de Cd, Pb, As, e Ni são comparadas com os valores regulamentares, não se verificando ultrapassagem dos limites definidos. E ainda avaliada a potencial influência da LIPOR II através da construção das rosas de poluição para cada ano em análise, não sendo evidente a existência de influência preponderante associada à atividade da LIPOR II.

A execução dos Planos de Monitorização Ambiental, permitiu ao longo do tempo concluir pela inexistência de quaisquer relações de causa-efeito entre a atividade da LIPOR II e os resultados obtidos na Monitorização efetuada sobre os produtos **Biota Terrestre**, **Biota Aquático**, **Sedimentos** e **Recursos Hídricos**. A interpretação dos resultados obtidos nos produtos referidos, por comparação com os valores regulamentares da legislação nacional ou, na ausência desta, por comparação com os valores definidos em bibliografia especializada, demonstrou que os teores determinados muito pontualmente ultrapassavam os valores de referência. Acresce o facto de que a comparação temporal dos resultados obtidos com os valores de referência determinados em campanhas anteriores, indicou uma melhoria da qualidade ambiental na generalidade dos produtos estudados.

O Plano de Monitorização do **Ruído**, que se desenrola desde o ano 2000, foi sendo adaptado às alterações da envolvente da Central no que se refere a vias rodoviárias e desenvolvimento urbanístico. Tecnicamente, foram implementadas diversas melhorias nos equipamentos de medição, sendo a rede de monitorização em contínuo constituída por 3 sonómetros Classe 1, homologados pelo Instituto Português da Qualidade, o que permite que todos os resultados obtidos possam ser enquadrados no âmbito do Regulamento Geral do Ruído.

No âmbito da monitorização do ruído existem alguns incumprimentos relativamente aos valores legislados no Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro. No período de medições correspondente à monitorização em contínuo que decorre desde 2010, ocorreu a ultrapassagem do limite legislado de 55 dB(A) para o L_n , determinado no ponto R4 (Crestins). Neste ponto de monitorização, obtiveram-se valores elevados dos indicadores de ruído L_{den} e L_n . De notar que esta ocorrência acontece tanto no ruído ambiente (com a LIPOR II em funcionamento) como no ruído residual (com a LIPOR parada), o que induz à presença de outras fontes sonoras no local.

Ao longo dos anos de execução do PMExt de ruído, tem-se verificado uma grande variabilidade nos níveis sonoros medidos na envolvente da LIPOR II, sendo que por vezes o ruído residual (período de paragem da LIPOR II) apresenta níveis superiores ao ruído ambiente (funcionamento da LIPOR II).



Nesses casos, o valor da incomodidade não é calculado, sendo este resultado apresentado como $L_{AR} < L_{AeqT}$, ou seja, os níveis do ruído residual são superiores aos níveis do ruído ambiente.

Entre 2010 e 2018, sempre que níveis sonoros obtidos para o ruído ambiente foram superiores aos níveis sonoros do ruído residual, foi possível calcular o valor da incomodidade, tendo-se concluído que os valores da diferença $L_{AR} - L_{AeqT}$ eram inferiores aos valores limite, em todos os pontos de medição, nos períodos diurno e entardecer, com exceção dos valores obtidos no ano de 2014 para os pontos 1 e 3 no período noturno, onde os níveis de incomodidade foram superiores ao valor limite.

A interpretação dos resultados obtidos no contacto com a população residente nas zonas próximas à da Central LIPOR II tem revelado, ao longo do Plano de Monitorização **Psicossocial**, que a percepção de ameaça é um fator menos relevante para a qualidade de vida dos residentes mais próximos e mais ligados à comunidade local do que a qualidade ambiental. Salienta-se que o nível de qualidade ambiental percebido é relativamente elevado.

De referir que o padrão de resposta dos residentes mais próximos, obtido na campanha de monitorização realizada em 2018, é igual ao obtido dos residentes mais distantes nas avaliações anteriores, e claramente mais ligado à qualidade ambiental percebida. Trata-se da normalização desta situação e da inserção da LIPOR II na paisagem da zona, tal como é percebida pelos seus habitantes.

O Plano de Monitorização da **Saúde Pública** compreendeu 3 campanhas de monitorização realizadas ao longo dos 20 anos de PMExt. A última campanha prevista para o triénio 2011-2013 foi realizada em 2017.

A efetivação desta 3ª campanha de monitorização do Plano de Saúde Pública esteve dependente das autorizações de diversos organismos, o que impediu a realização dos trabalhos enquanto não fossem obtidas as necessárias autorizações. Assim, em setembro de 2014 foi recebido o parecer favorável da Unidade de Investigação Clínica e um pedido de informação complementar, nomeadamente o parecer da Comissão Nacional Proteção Dados (CNPd), visto o estudo a desenvolver envolver a colheita de dados sensíveis no âmbito da Lei 67/1998 de 26 de outubro. Em dezembro de 2016 obteve-se o parecer favorável da Comissão de Ética para a Saúde (Parecer nº 136/2016), pelo que foram efetuadas as recolhas das necessárias amostras de sangue humano e de leite materno no segundo semestre de 2017.

A principal conclusão da análise da evolução temporal dos níveis de dioxinas (PCDD) e furanos (PCDF) em amostras de leite materno e de sangue humano é de que os dados obtidos nas 3 campanhas realizadas não evidenciam qualquer alteração dos níveis biológicos de PCDD e PCDF no leite materno e sangue da população mais próxima da unidade de valorização energética. Esta afirmação sustenta-se nos seguintes factos:

- Entre 2001 e 2017, os níveis destes compostos registaram reduções importantes:
 - 61,3% no valor médio em amostras de leite materno;
 - 45,2% no valor médio em amostras de sangue humano.
- Os valores registados em 2017 na população local são inferiores aos obtidos na população de controlo:
 - 16,0% no valor médio em amostras de leite materno;
 - 21,2% no valor médio em amostras de sangue humano.

Assim, pode concluir-se sobre a inexistência de impactos negativos da LIPOR II sobre a população mais próxima da Central de Valorização Energética.

Por último, é importante salientar que o PMExt forneceu dados de grande relevância que extravasaram as fronteiras da própria LIPOR II. Insere-se aqui o carácter pioneiro do PMExt na caracterização dos níveis de dioxinas e furanos em amostras de ar ambiente, e de material biológico, como o leite de vaca e os ovos de galinha, o leite materno e o sangue humano. De igual modo, através do PMExt obteve-se a monitorização regular da água do rio Leça, o que permitiu acompanhar a evolução da sua qualidade ao longo dos últimos 20 anos.



A operação continuada deste Programa de Monitorização representa indubitavelmente um elemento determinante na criação de um espírito de confiança entre a atividade desenvolvida na Central de Valorização Energética e os atores sociais que a rodeiam.

1 INTRODUÇÃO

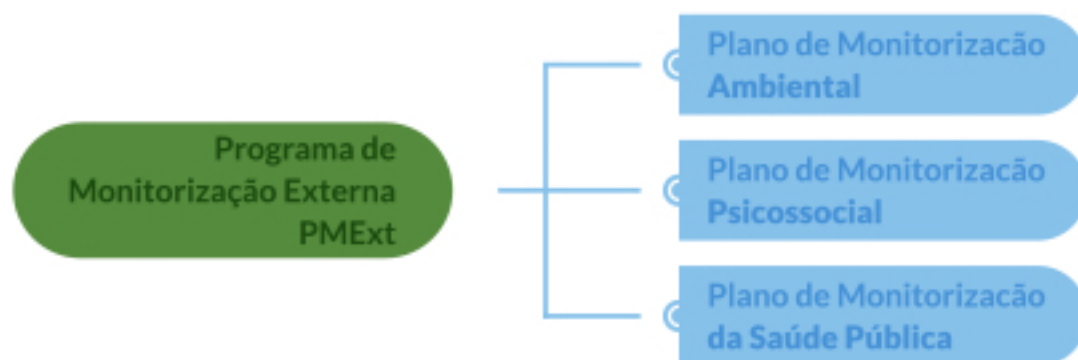
A LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto é a entidade responsável pela gestão, valorização e tratamento dos resíduos sólidos urbanos produzidos pelos municípios que a integram: Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde. A LIPOR é constituída por um complexo instalado em Baguim do Monte, onde se efetua a valorização multimaterial e a valorização orgânica, e outro em Moreira da Maia (lugar de Crestins) – LIPOR II – onde é efetuada a valorização energética. A Central de Valorização Energética foi inaugurada em 2000, tendo como objetivo principal o tratamento térmico controlado dos resíduos sólidos urbanos que não apresentem potencial de valorização pela reciclagem orgânica ou multimaterial, recuperando a sua energia endógena para a produção de energia elétrica.

Com a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Central de Valorização Energética de Resíduos Sólidos Urbanos - LIPOR II, em 1996, o IDAD - Instituto do Ambiente e Desenvolvimento iniciou um conjunto de estudos de enquadramento ambiental do projeto de construção e operação daquela unidade industrial. Nesses estudos incluiu-se, em 1997, a conceção do Programa de Monitorização Externa (PMExt) da LIPOR II, seguindo-se o desenvolvimento de procedimentos e mecanismos de implementação, no terreno, desse mesmo Programa, em 1999.

As atividades de monitorização que decorreram nos últimos 20 anos (1999 até à atualidade), basearam-se no Programa de Monitorização Externa inicial e nas revisões e atualizações que foram sendo feitas durante este período, em função da interpretação dos dados obtidos e da atualização da legislação ambiental aplicável.

O objetivo final de um programa de monitorização como o Programa de Monitorização Externa (PMExt) da LIPOR II é permitir detetar e caracterizar alterações ambientais e assim responder sem ambiguidade à questão central de saber se a construção e o funcionamento desta central de valorização energética acarretaram algum impacto significativo na qualidade do ambiente e saúde pública da sua envolvente.

O Programa de Monitorização Externa (PMExt) da LIPOR II foi concebido considerando na sua constituição três planos distintos e complementares:



Embora elaborados como planos independentes, os três planos sectoriais tiveram, subjacente à sua conceção, as inter-relações existentes entre os vários sectores. Como exemplo desse conjunto de entre-relações, destaca-se a relação direta entre as potenciais contaminações ambientais e a saúde pública, assim como o aparecimento de stress fisiológico em alguns elementos da população circundante devido a uma perceção negativa do projeto.

O presente documento tem como objetivo apresentar a síntese das atividades empreendidas no âmbito do Programa de Monitorização Externa (PMExt) da LIPOR II e as alterações verificadas nos últimos 20 anos, i. e., desde a sua implementação até à atualidade. Foi no triénio de 2001-2003 que foi efetuada a primeira revisão do PMExt, decorrente da interpretação dos resultados até aí obtidos. Seguiram-se novas revisões do PMExt nos triénios de 2004-2007, de 2007-2010 e de 2011-2014, que decorreram quer das alterações da legislação aplicável, quer de novas interpretações dos dados obtidos.



Todas as revisões efetuadas às atividades inicialmente previstas foram realizadas mantendo o respeito pela génese do PMExt no que se refere aos requisitos de interpretação integrada dos resultados obtidos nas diferentes áreas de atuação.

No Quadro 1.1. apresenta-se uma sistematização da evolução do PMExt ao longo dos últimos 20 anos. A descrição pormenorizada das alterações a nível de frequências, parâmetros, localização e número de pontos de amostragem será efetuada no Capítulo 2 deste relatório.

Para cada um dos três Planos de Monitorização será efetuada a apresentação da evolução temporal dos resultados obtidos para os parâmetros atualmente monitorizados, sendo considerado o período de tempo que decorre desde a última revisão efetuada. O período em análise não será necessariamente igual em cada um dos planos, pois as revisões efetuadas nem sempre ocorreram em simultâneo.

A zona de implantação da LIPOR II, Moreira da Maia, fica situada próxima da cintura industrial da área Metropolitana do Porto, para além de estar também na zona de influência de contaminação proveniente de indústrias geograficamente muito próximas. As condições climatéricas e meteorológicas (em particular o regime de ventos) possibilitam que os níveis de contaminação ambiental da zona da LIPOR II sejam afetados por variáveis e contaminantes exógenos, ou seja, exteriores ao funcionamento intrínseco da própria LIPOR II.

De notar que a zona de implantação da Central sofreu ao longo destes 20 anos alterações significativas a nível de infraestruturas, nomeadamente a construção do IC24, contemporâneo com o início das operações da LIPOR II, e a sua posterior ampliação em A41 (CREP - Circular Regional Exterior do Porto). A localização geográfica da LIPOR II e o seu posicionamento relativamente às estruturas rodoviárias é apresentado na Figura 1.1.

Em termos estruturais, o presente documento inclui, para além do presente capítulo, os Capítulos 2, 3 e 4, referentes respetivamente aos Planos de Monitorização Ambiental, de Monitorização Psicossocial e de Monitorização da Saúde Pública, o Capítulo 5 de Considerações Finais.

Quadro 1.1. Resumo da evolução do Programa de Monitorização Externa (PMExt) da LIPOR II



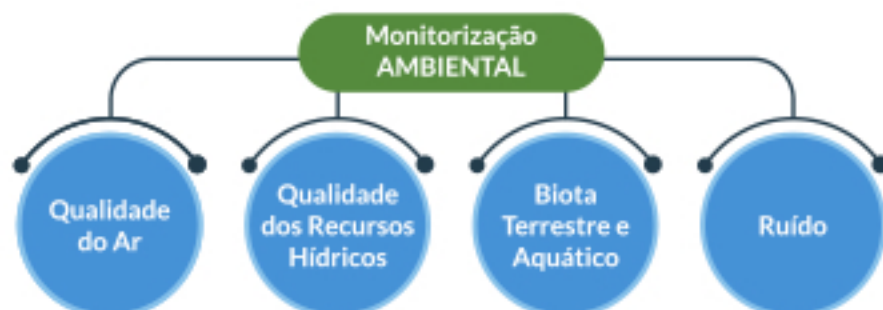




fig. 1.1 - Localização geográfica da Central LIPOR II e seu posicionamento relativamente às estruturas rodoviárias.

2 MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL

O Plano de Monitorização Ambiental, integrado no PMExt da LIPOR II, iniciado em 1999, incluía quatro planos funcionais:



Os diferentes materiais estudados, independentemente de se encontrarem incluídos em cada um dos planos funcionais referidos, foram, do ponto de vista da organização e interpretação dos resultados, agrupados em duas áreas temáticas:

- a área ambiental, com recolha de amostras de ar, água, sedimentos, solos de utilização agrícola e medição dos níveis de ruído;
- a área biológica, onde se encontravam incluídas amostras de folhas de couve-portuguesa, milho, batatas, ovos e vísceras de galinha, leite de vaca e azevém, fitoplâncton e macrofauna bentónica (bentos).

A caracterização e interpretação do estado de referência na zona a monitorar era, assim, efetuada tendo em conta duas áreas temáticas distintas, a ambiental e a biológica, de forma a permitir o estabelecimento de relações de "causa-efeito" entre estas duas áreas e entre os três Planos de Monitorização que integram o PMExt da LIPOR II.

As localizações para as estações de monitorização em cada um dos planos foram escolhidas de forma a permitir o cruzamento da informação recolhida em cada tipo de amostragem, possibilitando, a médio e longo prazo, identificar possíveis relações de causa-efeito entre cada um dos planos.

A maioria das estações consideradas situava-se próximo da Central de Valorização nos subúrbios da cidade do Porto, tendo inicialmente sido também incluída uma estação localizada no centro do Porto, para recolha de amostras de ar em zona de características urbanas. Para recolha de material agropecuário, foram selecionadas estações rurais inseridas na área de estudo. As amostras de sedimento foram recolhidas em três locais num troço do rio Leça incluído na zona estudada. Em dois destes locais, foram ainda recolhidas amostras de água, no âmbito dos planos funcionais do biota aquático e dos recursos hídricos. As restantes estações de monitorização dos recursos hídricos situavam-se numa linha de água que circundava os terrenos da LIPOR II e em cinco poços inventariados no âmbito do Estudo de Impacte Ambiental (1996). As estações de monitorização dos níveis de ruído integravam um conjunto de 5 locais em torno da unidade.

2.1 Monitorização da Qualidade do Ar

2.1.1 Desenvolvimento do Plano

A escolha da localização das estações de monitorização da qualidade do ar baseou-se em estudos de simulação da dispersão de poluentes efetuados no âmbito do EIA assim como em aspetos económicos, logísticos, topográficos, de segurança do equipamento e aspetos relacionados com as condições atmosféricas.



Foi considerado ainda que o PMExt integraria o conjunto das estações de monitorização da qualidade do ar integradas na Rede de Medida da Qualidade do Ar da Área Metropolitana do Porto, situadas em Custóias, Vila Nova da Telha e centro da Maia. Ao abrigo do acordo estabelecido à data entre a LIPOR e a Direção Regional do Ambiente do Norte (DRA-Norte) encontrava-se prevista a utilização no PMExt dos valores obtidos pela DRA-Norte para os compostos monitorizados em contínuo naquelas estações. No período que correspondeu à medição dos níveis de referência para estes compostos tinham já sido incluídas duas destas estações: Custóias e Vila Nova da Telha. Encontrava-se igualmente prevista a inclusão de equipamento de medição destes compostos na estação de monitorização situada em Agrela, o qual seria da responsabilidade da LIPOR.

Deste modo, para a interpretação da situação de referência, foram utilizados 5 locais para a monitorização da qualidade do ar: Crestins, centro do Porto, Agrela, Vila Nova da Telha e Custóias. Três destes locais (Agrela, Vila Nova da Telha e Custóias), juntamente com a estação do centro da Maia, integrariam o conjunto das estações de monitorização da qualidade do ar no período correspondente ao funcionamento da LIPOR II.

No Quadro 2.1 apresenta-se a evolução do Plano de Monitorização da Qualidade do Ar.

Quadro 2.1. Evolução temporal do Plano de Monitorização da Qualidade do Ar

PARÂMETROS MONITORIZADOS	1999 ** 2001	2001 ** 2004	2004 ** 2007	2007 ** 2011	2011 ** 2013	2014 ** 2017	2018 ** 2019
Metais pesados	a)	a)	a)	a)	b)	b) c)	c)
Hidrocarbonetos Não-Metano Voláteis (C2-C8)							
Compostos Ácidos/Derivados Particulados							
Dioxinas e furanos (PCDD/F)							
Benzeno (BTX)							
PAH							
Mercúrio Gasoso Total							

a) Pb, Cu, Mn, Cr, Cd, Hg, Ni, As b) Pb, Cu, Mn, Cr, Cd, Ni, As c) Pb, Cd, Ni, As

A primeira revisão do plano de monitorização da qualidade do ar ocorreu em 2001, no que se refere à frequência de amostragem, e surgiu na sequência da necessidade de dar resposta aos requisitos da aplicação de diretivas comunitárias, nomeadamente a transposição da Diretiva 1999/30/CE. Estabeleceu-se também, nesta primeira revisão, o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre os níveis de poluentes numa área de abrangência regional envolvendo toda a zona metropolitana do Porto, pelo que se incluíram mais 5 pontos de amostragem apenas para a monitorização de PCDD/F.

As alterações implementadas a partir de 2004 decorreram, quer da análise dos dados adquiridos nos quatro anos de historial obtidos até esse momento, bem como da necessidade de adequação aos requisitos legislativos. Assim, com exclusão dos compostos ácidos/derivados particulados, mantiveram-se todos os poluentes monitorizados até à data, aos quais foi adicionada a determinação dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAH) de acordo com o definido no Decreto-Lei nº 276/99 de 23 de julho.

Relativamente aos metais pesados, foi alterada a periodicidade de recolha de mensal para semanal, de acordo com o Decreto-Lei nº 111/2002, de 16 de abril, que estabelecia para o chumbo um valor limite e um período mínimo de amostragem de 14% do ano. Entendeu-se que este requisito deveria ser aplicado aos restantes metais monitorizados.

Relativamente aos hidrocarbonetos não metano voláteis monitorizados, a frequência de amostragem passaria a semanal, pois para o benzeno o Decreto-Lei nº 111/2002 definia não só o valor limite como também um período mínimo de amostragem de 14% do ano.

A exclusão dos compostos ácidos e derivados particulados em 2004 deveu-se à inexistência de legislação nacional e comunitária, assim como à obtenção de uma elevada percentagem de valores de ácido fluorídrico e de fluoretos inferiores ao limiar analítico.



Para o período 2007-2010, o Plano de Monitorização da Qualidade do Ar continuou a manter a recolha de amostras em 2 postos de amostragem (Leça do Balio e Vila Nova da Telha), tendo-se, no entanto, verificado alterações no que respeita aos poluentes monitorizados, às frequências de recolha e aos métodos de amostragem anteriormente assumidas.

Para responder à Diretiva 2004/107/CE, a amostragem de mercúrio passou a ser efetuada relativamente ao mercúrio gasoso total no ar ambiente, correspondendo a frequência de amostragem a 8 campanhas de 7 dias durante o ano em cada local. Considerando o método de referência indicado no Anexo V desta Diretiva, a amostragem e a determinação de mercúrio passou a ser efetuada através da utilização de um amostrador automático de mercúrio gasoso.

Relativamente aos hidrocarbonetos não-metano voláteis, foi introduzida a monitorização em contínuo do benzeno como complemento da especificação por recolha de amostras descontínuas em *canisters* (pequenos recipientes de metal). Assim, tornou-se possível a análise da conformidade com a legislação, dando resposta ao requisito do normativo nacional sobre o benzeno, assumindo-se uma frequência de amostragem de 8 campanhas de 7 dias durante o ano em cada local de amostragem, conforme definido no Decreto-Lei nº 111/2002 de 16 de abril.

Em 2010, e decorrente da análise dos dados adquiridos durante o período anterior de monitorização, foi excluída a monitorização dos hidrocarbonetos não-metano voláteis e do benzeno por apresentarem valores sistematicamente baixos. A análise estatística dos dados revelava uma manutenção generalizada ou mesmo um decréscimo dos níveis atmosféricos comparativamente com períodos homólogos anteriores.

De salientar que em 2010 se constatou uma melhoria dos níveis atmosféricos de alcanos no último período de Inverno em Vila Nova da Telha e, no último período de Verão em Leça do Balio, comparativamente com os anteriores períodos de Inverno e Verão. O benzeno, único hidrocarboneto para o qual existe valor limite legislado, apresentou, em 2009 e 2010, concentrações médias em ambos os locais, significativamente inferiores ao valor da legislação em vigor. A análise à variação temporal das concentrações de benzeno com a direção do vento comprovava não existirem indícios da influência da LIPOR II em alguns dos teores mais elevados de benzeno, uma vez que este poluente é fundamentalmente influenciado pelas condições meteorológicas e por outras fontes, tais como o tráfego que circula nas vias rodoviárias da região e os postos de abastecimento. Na maioria dos casos, verificava-se que o aumento dos teores de benzeno ocorria no final do dia e no período noturno, o que estava relacionado fundamentalmente com a presença de condições de estabilidade atmosférica, a qual resultava na concentração de poluentes junto ao solo.

Não foi assim possível estabelecer uma relação entre valores mais elevados de benzeno e o funcionamento da LIPOR II com base na direção do vento, devido ao elevado número de fontes de benzeno existentes na região.

Para além da influência das condições meteorológicas nos teores de benzeno medidos, verificava-se em 2010, que o tráfego rodoviário que circula nas principais vias de circulação rodoviária constituía uma das principais fontes de benzeno. Dessas vias refira-se a A41, localizada entre ambos os locais de monitorização de benzeno e, junto à LIPOR II, a EN14 e A4, situadas a cerca de 400 e 1200 m, respetivamente, da estação de Leça do Balio, e a EN13, situada a cerca de 700 m a Este e Nordeste da estação de V. N. da Telha. Para além da influência do tráfego rodoviário, teve-se em conta a presença de outras fontes relevantes, nomeadamente de um posto de combustível na EN13, localizado a cerca de 600 m a Este-Nordeste de V.N. da Telha, e da Refinaria de Matosinhos, a cerca de 6,3 km a Oeste de Leça do Balio e cerca de 5,7 km a Sudoeste de V.N. da Telha.

As amostragens de mercúrio gasoso total e de PAH passaram a ser circunscritas apenas a um único ponto de amostragem, dada a pouca variabilidade espacial do nível destes contaminantes. Foi ainda excluída a monitorização do Zn do grupo de metais, pelo facto de não existir valor legal e por não se tratar de um poluente cuja medição fosse efetuada a nível das fontes de emissão.

As alterações implementadas em 2017 decorreram, não só da análise dos dados adquiridos durante o longo historial de monitorização, mas também da necessidade de adequação aos requisitos legislativos. Assim, mantiveram-se os poluentes monitorizados, mas excluindo-se os metais Mn, Cri, Cu, por não serem considerados nos valores limite apresentados para os vários poluentes no Decreto-Lei nº 102/2010 de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei nº 43/2015 de 27 de março e pelo Decreto-Lei nº 47/2017 de 10 de maio.

O programa de execução dos trabalhos de monitorização definidos para o Plano da Qualidade do Ar inclui, atualmente, a recolha de amostras de ar e análise de poluentes em dois postos de amostragem: Vila Nova da Telha (QA1) e Leça do Balio (QA2).



fig. 2.1 · Localização dos pontos de monitorização do programa de Qualidade do Ar.

2.1.2 Análise de resultados obtidos no período 2004-2018

Apresenta-se de seguida a variação temporal das concentrações dos poluentes considerados no Plano de Monitorização da Qualidade do Ar atualmente em vigor, constituído pelas atividades descritas no Quadro 2.2.

Apresenta-se a variação temporal dos resultados obtidos nas estações da Rede de Medida da Qualidade do Ar da Área Metropolitana do Porto, no período compreendido entre 2004 e 2018. Das estações fixas de qualidade do ar atualmente em funcionamento, são considerados os resultados de duas delas (Vila Nova da Telha e Leça do Balio). Os dados apresentados para Metais (Pb, Ni, Cd, As), PAH e PCDD/F correspondem ao período compreendido entre 2004 e 2018, enquanto para o Mercúrio Gasoso Total (MGT) os dados apresentados iniciam-se em 2008, ano em que este parâmetro foi incluído no plano de monitorização.

Quadro 2.2. Qualidade do ar: períodos e frequências de amostragem

POLUENTE	PERÍODO DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM
PM10, O ₃ , NO _x e SO ₂	1 hora	Em contínuo
Metais (Pb, Ni, Cd, As)	24 horas	Semanal
Mercúrio Gasoso Total (MGT) *	7 dias / campanha	8 campanhas distribuídas ao longo do ano
Dioxinas e furanos (PCDD/F) *	72 horas	Trimestral
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) *	24 horas	Mensal

* amostragem em apenas um dos locais.

** uma amostragem adicional será realizada no período de paragem da LIPOR II.

Para a interpretação da qualidade do ar, consideram-se os valores limite (Quadro 2.3) apresentados para os vários poluentes no Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015 de 27 de março e pelo Decreto-Lei n.º 47/2017 de 10 de maio, onde constam os critérios de validação para a agregação de dados e para o cálculo dos parâmetros estatísticos.

De acordo com a legislação, são ainda definidos limiares de interpretação a considerar na definição da estratégia de interpretação da qualidade do ar de uma determinada zona:

- Limiar superior de interpretação (LSA) - nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada utilizando uma combinação de medições fixas e de técnicas de modelação e ou medições indicativas;
- Limiar inferior de interpretação (LIA) - nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada apenas através de técnicas de modelação ou de estimativa objetiva.

Os regimes de interpretação da qualidade do ar ambiente são determinados tendo em consideração os seguintes critérios:

- a) Nas zonas e aglomerações em que os níveis de um poluente excedam os respetivos LSA, são efetuadas medições fixas que podem ser complementadas por técnicas de modelação e ou medições indicativas, com o objetivo de se obterem informações adequadas sobre a distribuição espacial da qualidade do ar ambiente;
- b) Nas zonas e aglomerações com níveis de poluentes situados entre o LSA e o LIA, pode ser efetuada a combinação de medições fixas e de técnicas de modelação e ou medições indicativas para avaliar a qualidade do ar ambiente;
- c) Nas zonas e aglomerações onde os níveis de poluentes forem inferiores ao LIA, podem ser usadas técnicas de modelação e ou de estimativa objetiva para avaliar a qualidade do ar ambiente.

A excedência do LSA e LIA deve ser determinada a partir das concentrações dos cinco anos anteriores, caso se encontrem disponíveis dados suficientes. Considera-se que um limiar de interpretação foi ultrapassado se tiver sido excedido em, pelo menos, três desses cinco anos.

Quadro 2.3. Resumo dos valores legislados no DL nº 102/2010 para os vários poluentes do ar ambiente

PARÂMETRO	Designação	Período considerado	Limite Inferior de Avaliação (LIA)	Limite Superior de Avaliação (LSA)	Valor Limite (VL)
Monóxido de carbono (CO)	Valor limite para proteção da saúde humana	Máximo diário da média de 8 horas	5 mg.m ⁻³	7 mg.m ⁻³	10 mg.m ⁻³
Partículas em suspensão (PM10)	Valor limite diário para proteção da saúde humana	24 horas	25 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 35 vezes por ano civil)	35 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 35 vezes por ano civil)	50 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 35 vezes por ano civil)
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Ano civil	20 µg.m ⁻³	28 µg.m ⁻³	40 µg.m ⁻³
Partículas em suspensão (PM2.5)	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Ano civil	12 µg.m ⁻³	17 µg.m ⁻³	25 µg.m ⁻³
Dióxido de azoto (NO ₂)	Valor limite horário para proteção da saúde humana	1 hora	100 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 18 vezes por ano civil)	140 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 18 vezes por ano civil)	200 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 18 vezes por ano civil)
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Ano civil	26 µg.m ⁻³	32 µg.m ⁻³	40 µg.m ⁻³
	Limiar de alerta	base horária (medido em 3 horas consecutivas)	—	—	400 µg.m ⁻³
Óxidos de azoto (NO _x)	Nível crítico para proteção da vegetação	Ano civil	19,5 µg.m ⁻³	24 µg.m ⁻³	30 µg.m ⁻³
Benzeno (C ₆ H ₆)	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Ano civil	2,0 µg.m ⁻³	3,5 µg.m ⁻³	5,0 µg.m ⁻³
Ozono (O ₃)	Limiar de informação	1 hora	—	—	180 µg.m ⁻³
	Limiar de alerta	1 hora	—	—	240 µg.m ⁻³
	Valor alvo para proteção da saúde humana	Máximo das médias octo-horárias do dia	—	—	120 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 25 dias por ano civil)
	Valor alvo para proteção da vegetação	ADP40 calculado com base nos valores horários de maio a junho	—	—	18000 µg.m ⁻³ .h
	Objetivo a longo prazo para proteção da saúde humana	Máximo da média diária octo-horária no ano civil	—	—	120 µg.m ⁻³
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Valor limite horário para proteção da saúde humana	1 hora	—	—	350 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 24 vezes por ano civil)
	Valor limite diário para proteção da saúde humana	24 horas	50 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 3 vezes por ano civil)	75 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 3 vezes por ano civil)	125 µg.m ⁻³ (a não exceder mais de 3 vezes por ano civil)
	Nível crítico para proteção da vegetação	Ano civil e Inverno (1 out ↔ 31 mar)	8,0 µg.m ⁻³	12 µg.m ⁻³	20 µg.m ⁻³
	Limiar de alerta	base horária (medido em 3 horas consecutivas)	—	—	500 µg.m ⁻³
Chumbo	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Ano civil	0,25 µg.m ⁻³	0,35 µg.m ⁻³	0,5 µg.m ⁻³
Arsénio	Valor alvo	Ano civil	2,4 ng.m ⁻³	3,6 ng.m ⁻³	6,0 ng.m ⁻³
Cádmio	Valor alvo	Ano civil	2,0 ng.m ⁻³	3,0 ng.m ⁻³	5,0 ng.m ⁻³
Níquel	Valor alvo	Ano civil	10,0 ng.m ⁻³	14,0 ng.m ⁻³	20,0 ng.m ⁻³
Benzo(a)pirenol	Valor alvo	Ano civil	0,4 ng.m ⁻³	0,6 ng.m ⁻³	1,0 ng.m ⁻³

Devido à inexistência de valores limite para o MGT e para as dioxinas e furanos, são considerados os valores de referência definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Para o MGT, o valor guia definido pela OMS para a média anual é de 1000 ng.m⁻³. Segundo a classificação da OMS para as dioxinas e furanos, resultados inferiores a 100 fg (I-TEQ¹).m⁻³, situam-se no intervalo correspondente a zonas rurais ou urbanas não contaminadas (WHO, 1995b; WHO, 2000).

¹ Nem todos os congéneres de dioxinas e furanos apresentam efeitos tóxicos. A sua toxicidade depende da existência, em simultâneo, de átomos de cloro nas posições 2, 3, 7 e 8. Encontram-se nestas condições 7 congéneres de dioxinas e 10 de furanos. De salientar, que entre estas 17 espécies ocorrem graus de toxicidade diferentes, com uma forte variabilidade de congénere para congénere. Para facilitar a interpretação dos resultados analíticos, e com a finalidade de agregar os possíveis efeitos toxicológicos dessas misturas de congéneres, desenvolveram-se fatores de toxicidade equivalente (TEF). Os TEF comparam a toxicidade de cada congénere relativamente ao congénere de maior toxicidade - o 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD). Ao TCDD foi atribuído um TEF de 1.

A toxicidade global de uma amostra é estimada pela multiplicação da concentração de cada congénere pelo correspondente valor de TEF, obtendo-se a concentração equivalente de TCDD (TEQ) pela soma posterior dos TEQ dos vários congéneres. Resulta assim, um TEQ total que descreve cada amostra particular. No presente estudo, por motivos operacionais e dependendo da natureza da amostra, aplicam-se quer os TEF estabelecidos pelo Forcing Group NATO/CCMS (1988) e definidos como TEF internacionais (I-TEF) quer os TEF apresentados pela OMS (WHO-TEQ).

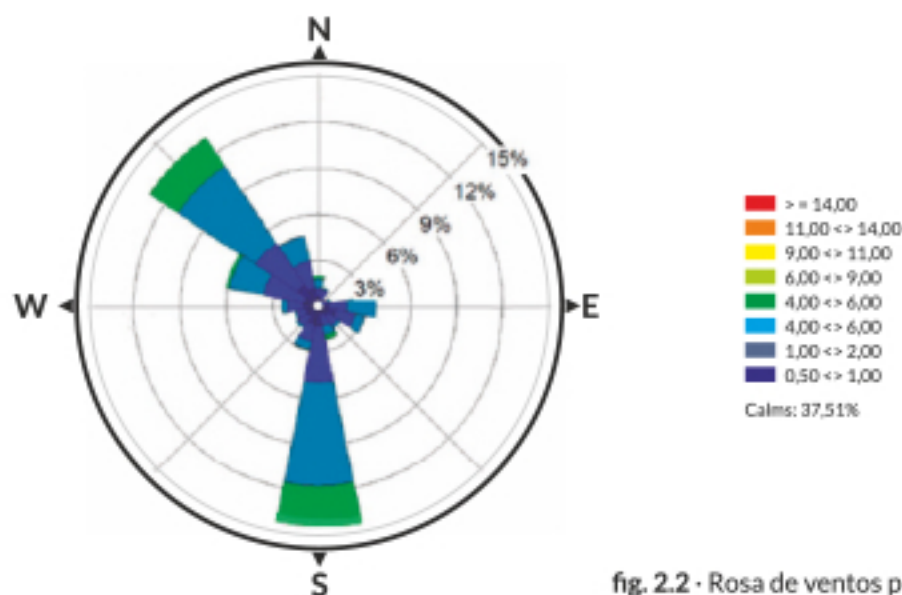
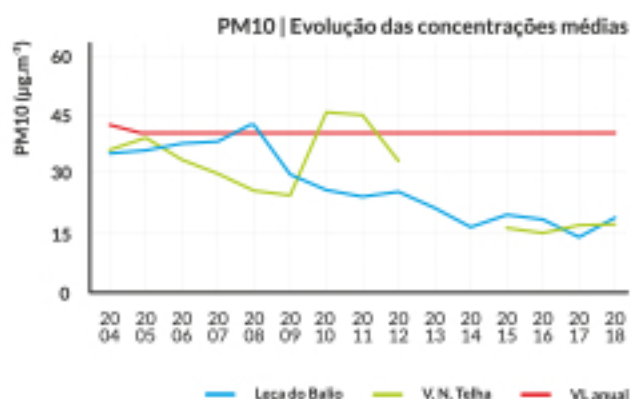


fig. 2.2 · Rosa de ventos para o ano 2018

2.1.2.1 · Partículas em suspensão (PM₁₀), Ozono (O₃), dióxido de azoto (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂)

Para os parâmetros Partículas em Suspensão (PM₁₀), Ozono (O₃), dióxido de azoto (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂) consideram-se os dados obtidos nas estações da Rede de Medida da Qualidade do Ar da Área Metropolitana do Porto, no período compreendido entre 2004 e 2018. Na avaliação dos dados deverá ser considerada a representatividade temporal da medição, considerando-se aceitável uma taxa mínima de aquisição de dados de 85% do ano para medições fixas em contínuo. Para medições indicativas, o período mínimo de amostragem é de 14% do ano.

Na presente avaliação consideram-se apenas os dados das estações de Vila Nova da Telha e de Leça do Balio, tendo em conta a sua proximidade à LIPOR II e as respetivas eficiências de aquisição de dados. Na série de dados apresentada (Figura 2.3) não são incluídos resultados representativos de períodos inferiores a 14% do ano (medições indicativas).



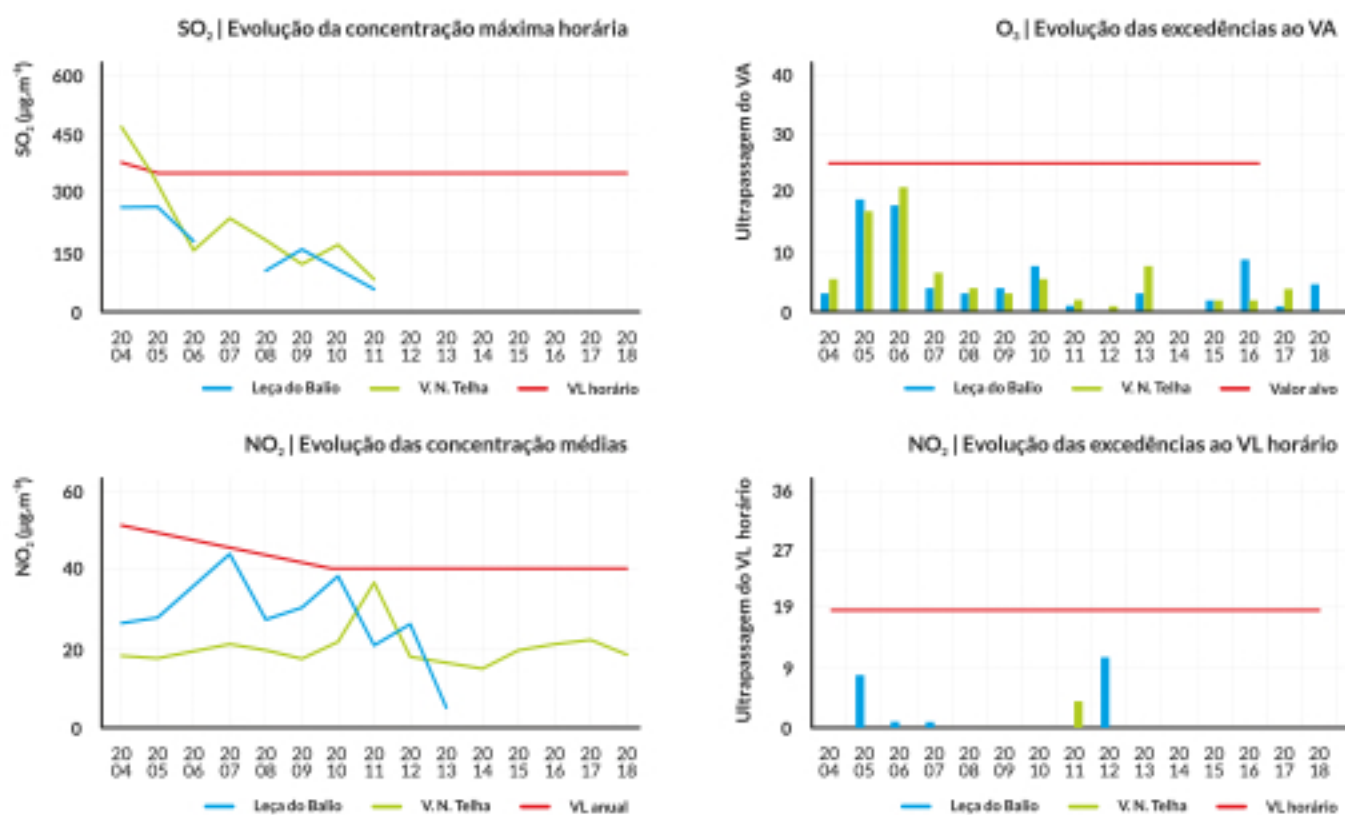


fig. 2.3 - Evolução das concentrações de PM₁₀, O₃, NO₂ e SO₂, nas estações de Leça do Balio e Vila Nova da Telha, no período de 2004 a 2018 (Fonte: <https://qualar.apambiente.pt>)

O histórico de resultados confirma a existência de uma tendência de diminuição das concentrações de PM₁₀, com os níveis mais reduzidos a serem registados no período de 2015 a 2018 em ambas as estações. Na estação de Leça do Balio a tendência evolutiva tem sido decrescente desde 2008. Em Vila Nova da Telha, as concentrações mais elevadas foram registadas em 2010 e 2011, com incumprimentos no valor limite anual e no valor limite diário durante esse período.

Relativamente a 2018, da comparação com os valores da legislação, verifica-se que a média anual de PM₁₀ é muito inferior ao valor limite anual nas estações de Leça do Balio e Vila Nova da Telha. Para o valor limite diário, 50 µg.m⁻³ (valor a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil), observam-se 2 ultrapassagens em Vila Nova da Telha e 1 em Leça do Balio, pelo que não se verifica incumprimento do critério definido para o período anual.

Para o dióxido de enxofre, utiliza-se o valor máximo horário como indicador da evolução das concentrações. Para este poluente, com medições até 2011 em Leça do Balio e Vila Nova da Telha, observa-se uma diminuição gradual dos valores máximos horários. Os resultados no período avaliado, com exceção da medição em 2004 em Vila Nova da Telha, mantêm-se em níveis inferiores ao valor limite horário.

Para o ozono, os períodos com um número mais significativo de ultrapassagens do valor alvo para a proteção da saúde humana decorreram em 2005 e 2006, variando entre 17 e 21 excedências. Após 2007, o número de ultrapassagens deste valor de referência foi próximo ou inferior a 10, em ambas as estações. Salienta-se que nestas estações a eficiência de aquisição de dados tem sido variável, com várias situações inferiores ao critério definido para medições fixas, o que limita a avaliação dos resultados. Em 2018 foram registados dados válidos apenas para Leça do Balio. Neste caso registam-se seis ultrapassagens do valor alvo para proteção da saúde humana (120 µg.m⁻³, máximo das médias octo-horárias, a não exceder mais de 25 dias por ano civil).

No que diz respeito à tendência evolutiva das concentrações de NO₂, na estação de Vila Nova da Telha, observa-se uma relativa manutenção das concentrações médias anuais, com exceção do registo de 2011. Neste caso a medição

decorreu num período reduzido do ano, próximo de 14%, pelo que o resultado apresenta uma reduzida representatividade temporal. Excluindo este período, confirma-se que os níveis de NO₂ apresentam resultados médios próximos de 20 µg.m⁻³ ao longo do intervalo considerado. Em 2018, o máximo da média horária foi de 125 µg.m⁻³ e o valor médio de NO₂ obtido durante o período anual foi de 19 µg.m⁻³, confirmando-se deste modo o cumprimento dos requisitos estabelecidos na legislação para este poluente. Na estação de Leça do Balio, os resultados disponíveis referem-se ao período de 2004 a 2013, tendo sido registadas concentrações inferiores aos valores legais.

2.1.2.2 · Metais

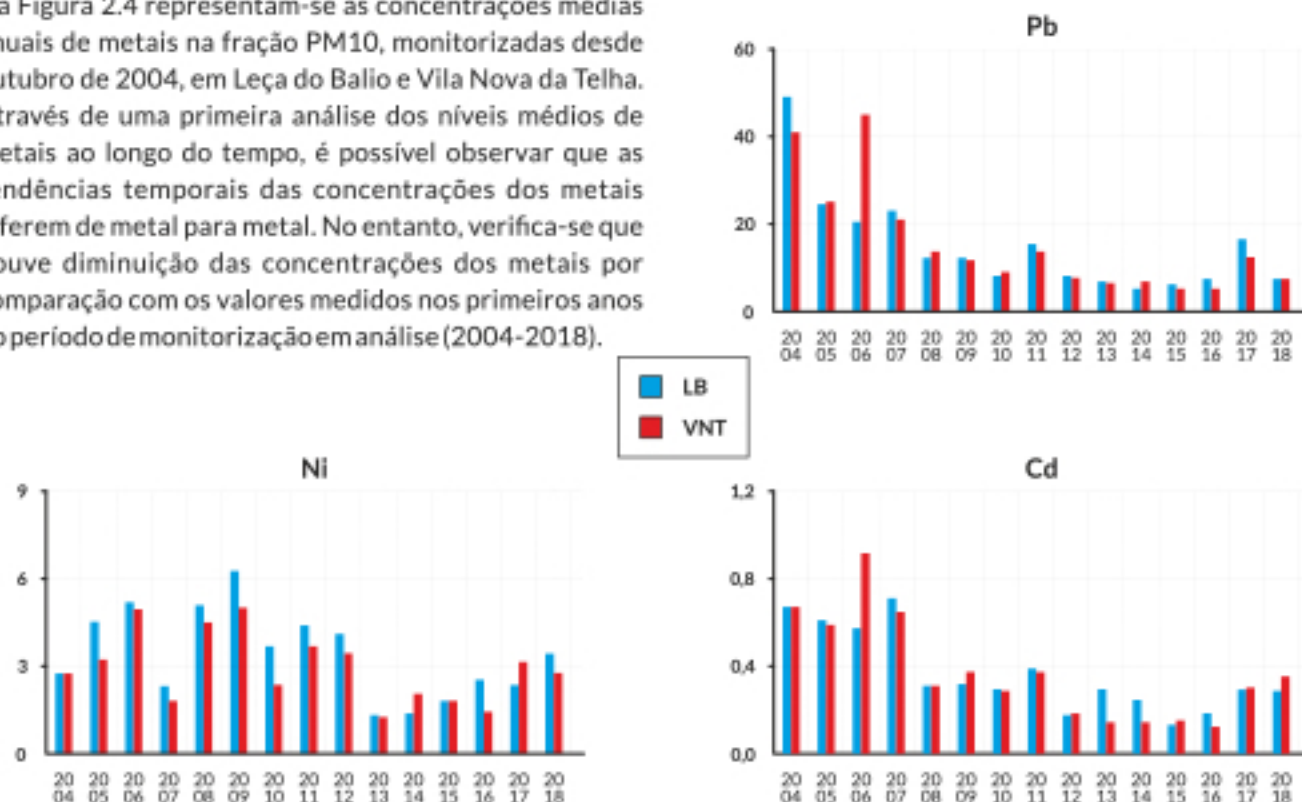
No Quadro 2.4 apresentam-se os níveis médios de cada metal para todo o período de monitorização.

Tendo em consideração o período de monitorização compreendido entre 2004 e 2018, verifica-se que no geral Leça do Balio (LB) apresentou concentrações de metais mais elevadas do que Vila Nova da Telha (VNT). Além disso, é possível observar que, para ambos os locais, foram obtidas concentrações médias de metais em PM₁₀ pela seguinte ordem decrescente: Pb > Ni > As > Cd.

Quadro 2.4. Concentrações médias de metais para Leça do Balio (LB) e Vila Nova da Telha(VNT), para o período de monitorização compreendido entre 2004 e 2018, em ng.m⁻³

	Pb	Ni	Cd	As
LB	14,7	3,4	0,4	0,6
VNT	15,5	2,9	0,4	0,8

Na Figura 2.4 representam-se as concentrações médias anuais de metais na fração PM₁₀, monitorizadas desde outubro de 2004, em Leça do Balio e Vila Nova da Telha. Através de uma primeira análise dos níveis médios de metais ao longo do tempo, é possível observar que as tendências temporais das concentrações dos metais diferem de metal para metal. No entanto, verifica-se que houve diminuição das concentrações dos metais por comparação com os valores medidos nos primeiros anos do período de monitorização em análise (2004-2018).



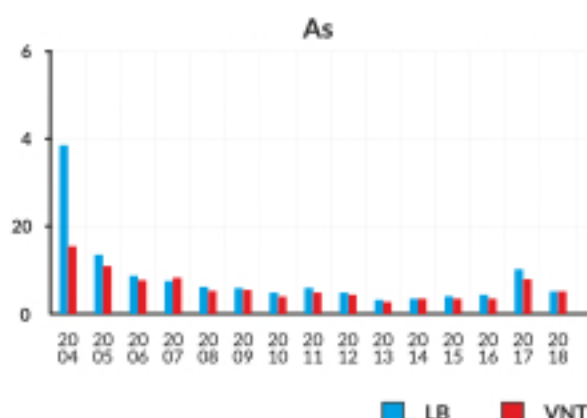


fig. 2.4 - Concentrações (ng.m⁻³) médias anuais de metais na fração particulada PM10 em Leça do Balio e V. N. da Telha

As concentrações médias anuais de **chumbo** variaram de 6,1 ng.m⁻³ (2015) a 49,1 ng.m⁻³ (2004) em Leça do Balio e de 5,4 ng.m⁻³ (2015-2016) a 40,9 ng.m⁻³ (2004) em Vila Nova da Telha. Deste modo, verifica-se que os níveis obtidos são muito inferiores ao valor limite definido para a média anual de chumbo para proteção da saúde humana (500 ng.m⁻³). As concentrações médias diárias mais elevadas de chumbo registadas em cada local foram 73,7 ng.m⁻³ em Leça do Balio (2004) e 1245,24 ng.m⁻³ em Vila Nova da Telha (2006). Este último valor (1245,24 ng.m⁻³) foi bastante superior ao valor limite definido para a média anual, tendo sido o único em todo o período de estudo (2004-2018). Por análise da Figura 2.4 observa-se que foram detetados níveis de chumbo mais elevados nos primeiros anos. A diminuição observada para os teores de chumbo já era esperada, uma vez que a contribuição das emissões de chumbo resultantes da combustão da gasolina foi eliminada progressivamente na Europa, através da legislação e da transição completa para a utilização de gasolina sem chumbo. Em Portugal proibiu-se a comercialização da gasolina com chumbo a partir de 1 de julho de 1999, pelo Decreto-Lei n.º 186/99 de 31 de maio de 1999. Atualmente os níveis médios de chumbo na atmosfera da região em estudo são cerca de 100 vezes inferiores ao valor limite de 500 ng.m⁻³, definido na legislação em vigor.

Os valores médios anuais para o **cádmio** variaram entre de 0,1 ng.m⁻³ (2015) a 0,7 ng.m⁻³ (2007) em Leça do Balio e de 0,1 ng.m⁻³ (2013-2016) a 0,9 ng.m⁻³ (2006) em Vila Nova da Telha. O **níquel** apresentou uma diminuição das concentrações médias anuais comparando os primeiros anos com os anos mais recentes, tal como é possível observar através da Figura 2.4. A gama média anual variou de 1,3 ng.m⁻³ (2013) a 6,3 ng.m⁻³ (2009) em Leça do Balio e de 1,3 ng.m⁻³ (2013) a 5,0 ng.m⁻³ (2009) em Vila Nova da Telha. O **arsénio** também apresentou uma diminuição em termos de teores médios anuais. No geral, a gama de valores médios obtidos variou entre 0,4 ng.m⁻³ (2006) e 3,9 ng.m⁻³ (2004) em Leça do Balio e entre 0,3 ng.m⁻³ (2013-2016) e 1,6 ng.m⁻³ (2004) em Vila Nova da Telha. Verifica-se que os valores médios anuais destes metais são inferiores aos respetivos valores alvo definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010.

A análise efetuada permite concluir ainda que os teores médios de arsénio, cádmio e níquel são equivalentes às respetivas gamas de valores encontrados em áreas rurais da UE (WHO, 1995a; WGs, Cd, Ni, 2000) e em zonas com características rurais de Espanha (Salvador *et al.*, 2007).

Na Figura 2.5 apresentam-se as rosas de poluição associadas ao teor de metais construídas para o último ano de monitorização (2018). As rosas de poluição são construídas a partir da interligação entre os dados meteorológicos disponibilizados pela LIPOR II e os valores determinados de concentração em metais. A construção das rosas de poluição foi efetuada considerando a frequência horária com que ocorrem as várias direções do vento num dado período e assumindo uma concentração média horária constante e igual à concentração média diária medida para cada metal.

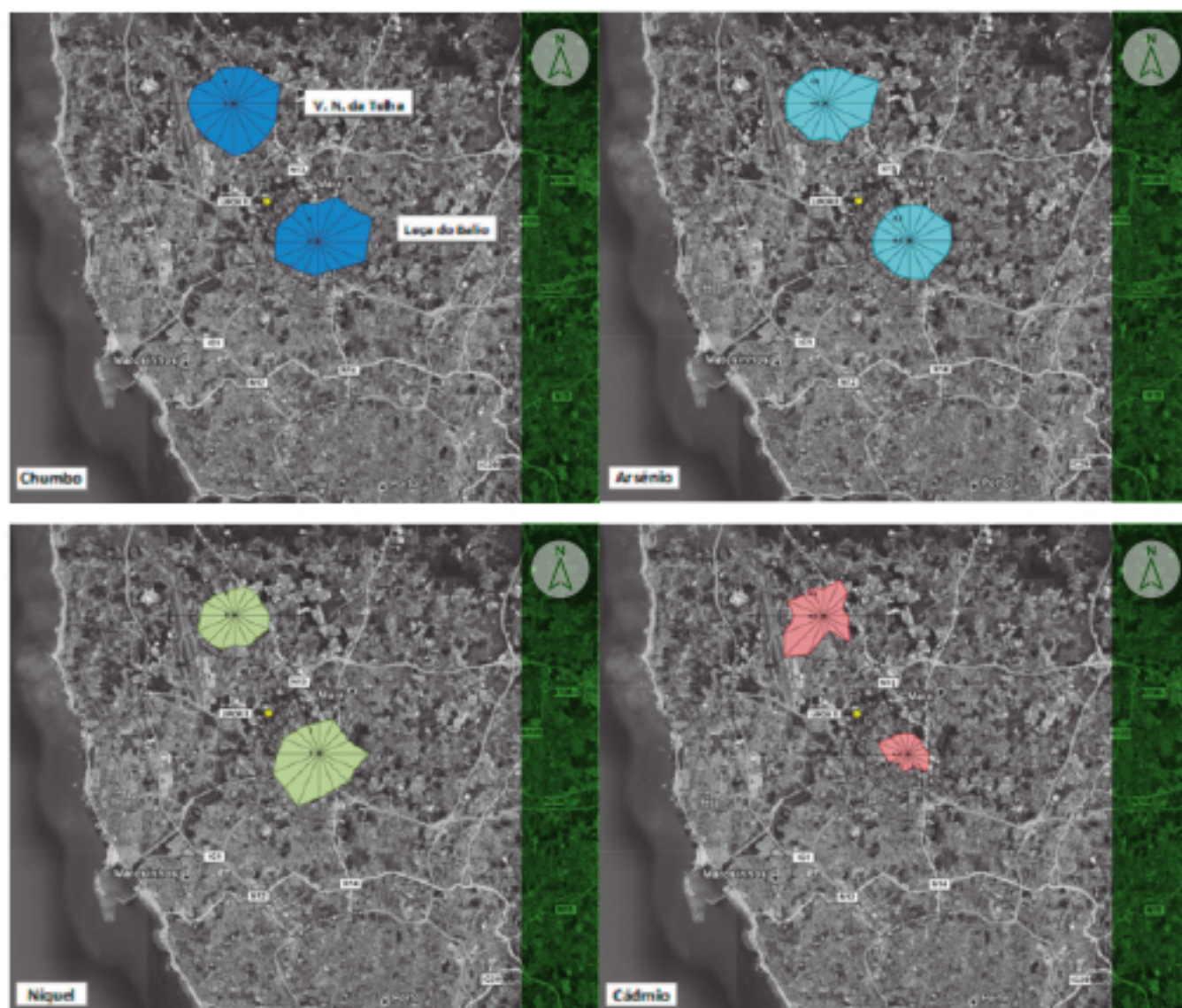


fig. 2.5 - Rosas de Poluição para o Pb, As, Cd e Ni para o ano de 2018 na fração particulada PM10 em ng.m^{-3} , em Leça do Balio e V. N. da Telha

As rosas de poluição apresentadas permitem verificar que, no geral, Pb, As, e Ni apresentaram uma distribuição de teores médios homogénea no que diz respeito às diferentes direções do vento. Ainda assim é possível verificar uma ligeira predominância de ventos de Nordeste associados a concentrações mais elevadas. No caso do Cd, as concentrações mais elevadas ocorrem em Vila Nova da Telha associadas a ventos de Sudoeste. Os resultados revelam a contribuição de fontes de emissão localizadas fora da área em estudo, não sendo evidente a existência de influência preponderante associada à atividade da LIPOR II.

2.1.2.3 · Mercúrio Gasoso Total (MGT)

A monitorização do Mercúrio Gasoso Total (MGT) é apenas efetuada desde o início de 2008 nas estações de Leça do Balio e Vila Nova da Telha, o que permite concluir sobre 11 anos de monitorização.

Na Figura 2.6 representa-se a evolução temporal dos níveis de MGT determinada a partir dos valores médios anuais calculados para o período compreendido entre 2008 e 2018, incluindo os registos até 2011 em ambos os pontos e, após essa data, apenas em Leça do Balio.

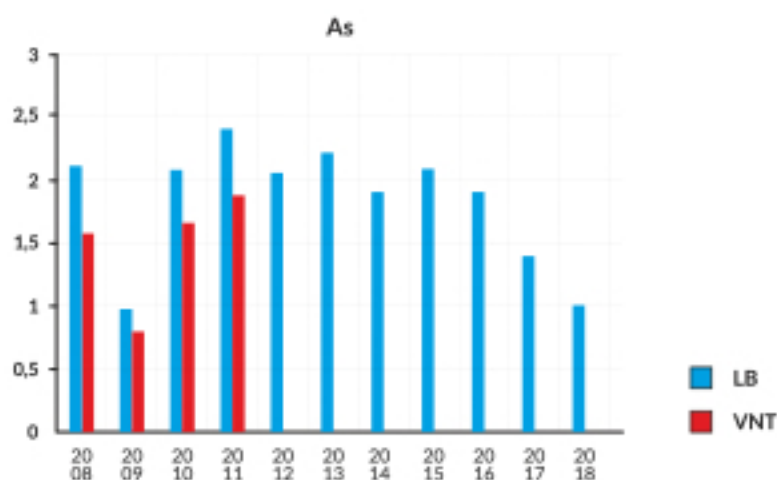


fig. 2.6 - Evolução temporal dos níveis médios de MGT nas estações de V. N. da Telha (VNT) e Leça do Balio (LB)

Os resultados obtidos demonstram que não existe uma tendência clara das concentrações de MGT entre 2008 e 2018, para os dois locais de monitorização, verificando-se uma tendência decrescente da concentração de MGT a partir de 2015 na estação de Leça do Balio.

Efetuada a comparação entre os dois locais durante o período de tempo em que se procedeu à monitorização em Vila Nova da Telha, verifica-se que Leça do Balio apresentou níveis mais elevados de MGT. As concentrações médias anuais variaram entre 1,0 ng.m⁻³ (2018) e 2,4 ng.m⁻³ (2011) em Leça do Balio e entre 0,8 ng.m⁻³ (2009) e 1,9 ng.m⁻³ (2011) em Vila Nova da Telha.

O valor médio de 11 anos de concentrações de MGT determinadas em Leça do Balio foi de 1,7 ng.m⁻³ e o valor médio de 4 anos de concentrações de MGT determinadas em Vila Nova da Telha foi de 1,4 ng.m⁻³. Esses valores são muito inferiores ao valor-alvo de 50 ng.m⁻³ para a proteção da saúde humana, considerado no documento da Comissão Europeia (Comissão Europeia, 2011). Gworek *et al.* (2017) compilou registos de MGT na atmosfera à escala global, medidos entre 1997 e 2013 e concluiu que por regra, nas áreas industriais, a contaminação por mercúrio no ar excede 5 ng.m⁻³, enquanto nas cidades tende a ser menor que 4 ng.m⁻³.

Além disso, as concentrações de MGT obtidas na monitorização da qualidade do ar da LIPOR II são semelhantes à média geral de $1,53 \pm 0,05$ ng.m⁻³ medida por Kentisbeer *et al.* (2011) entre 2005 e 2008 em 10 estações rurais do Reino Unido e com outras referências bibliográficas disponíveis para os níveis de MGT (Ebinghaus *et al.*, 2011; Kock, Bieber, Ebinghaus & Thees, 2005). Os valores médios determinados para 2009 são equivalentes ao valor mínimo registado em zonas rurais do Canadá (Temme *et al.*, 2007).

A interpretação dos dados da monitorização efetuada permitiu inferir sobre a existência de variação sazonal das concentrações de MGT. Esta variação sazonal das concentrações de MGT pode ser parcialmente explicada por condições meteorológicas e causada por mudanças nos padrões naturais de circulação da atmosfera, altura da camada de mistura, precipitação e variações de deposição húmida e seca ao longo do ano. Outro motivo possível para maiores concentrações de MGT nos meses mais frios é o aumento da combustão de combustíveis fósseis para aquecimento doméstico, que é maior durante o inverno (Albuquerque *et al.*, 2016).

Durante todo o período de monitorização do MGT, foi efetuada a construção de rosas de poluição para identificar a potencial influência da LIPOR II nos teores de MGT medidos.

A rosa de poluição mais recente (construída para o ano de 2018) para o poluente MGT permite identificar uma possível influência da LIPOR II sobre os teores medidos em Leça do Balio. O MGT tem, para além do processo de incineração da LIPOR, um número indeterminado de outras fontes existentes na região e que também contribuem para os níveis atmosféricos medidos. Dessas fontes incluem-se entre vários processos de combustão, a queima residencial e industrial de carvão e óleo e a fundição de metais não ferrosos.

A rosa de poluição associada ao MGT para os períodos das campanhas realizadas no último ano de monitorização (2018) é apresentada na Figura 2.7. Esta demonstra que a distribuição dos teores mais elevados de MGT ocorreram com vento predominante de Nor-Nordeste e Este, apontando para a influência de fontes de emissão fora da área onde se localiza a LIPOR II.



fig. 2.7 - Rosa de Poluição para MGT, para o ano de 2018 em ng.m^{-3} , em Leça do Balio.

2.1.2.4 - Dioxinas e Furanos

A monitorização da concentração em dioxinas e furanos (PCDD/F) tem sido realizada ao longo do Plano da Qualidade do Ar nos dois pontos de monitorização (Leça do Balio e Vila Nova da Telha) com periodicidade trimestral. Adicionalmente, é recolhida uma amostra suplementar no período de paragem anual da Central.

A variação temporal das concentrações de PCDD/F recolhidas entre 2004 e 2018, em ambos os locais de monitorização encontra-se representada na Figura 2.8.

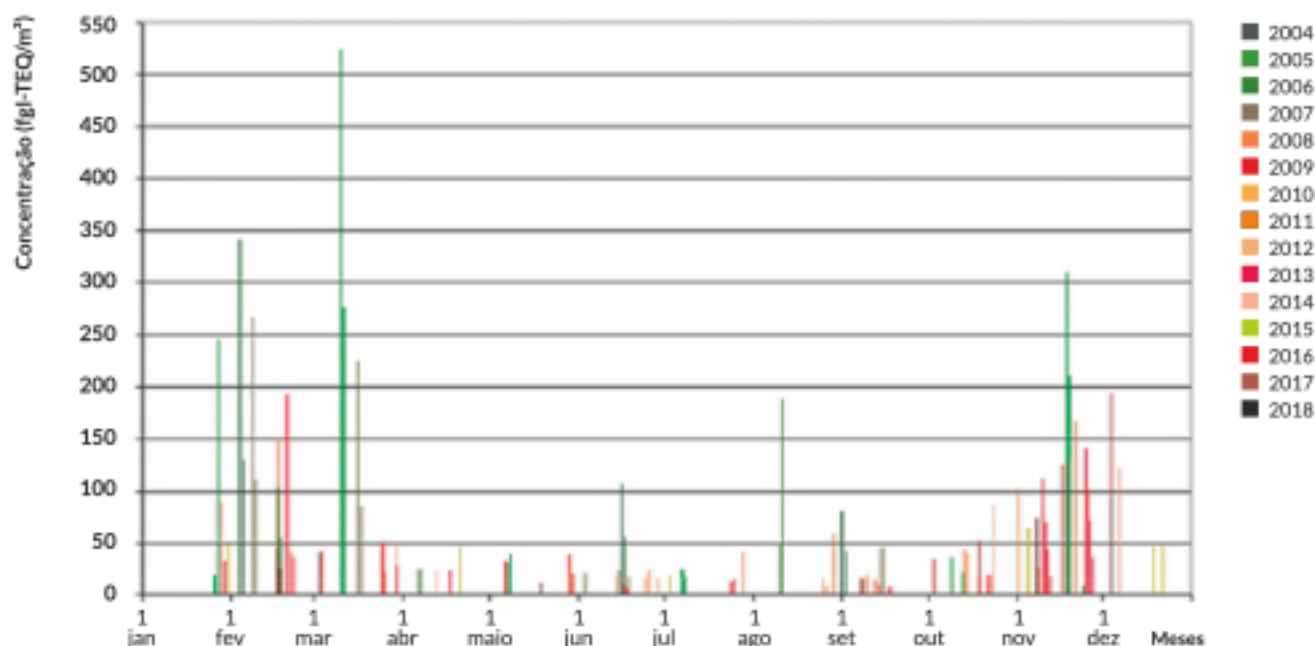


fig. 2.8 · Variação temporal dos níveis atmosféricos de Dioxinas e Furanos (expressos em fg I-TEQ.m⁻³)

A observação da figura anterior permite verificar que os valores máximos de PCDD/F ocorreram em março de 2005 (523,7 fg TEQ.m⁻³ em VNT) e em fevereiro de 2004 (341,2 fg TEQ.m⁻³ em LB). Os valores mínimos de PCDD/F de 6,49 fg TEQ.m⁻³ e de 7,4 fg TEQ.m⁻³ foram medidos em setembro de 2016 em Leça do Balio e Vila Nova da Telha respetivamente.

Um dos fatores que contribui para a sazonalidade dos níveis atmosféricos de PCDD/F é a própria variação sazonal da camada limite atmosférica, referida habitualmente como camada de mistura. A altura da camada de mistura está no verão a aproximadamente 1000-2000m enquanto que no inverno chega a diminuir centenas de metros (Coutinho et al, 2007). Esta situação é explicada pelo facto de que durante o verão, nas regiões localizadas a latitudes médias, ocorre um aquecimento durante o dia mais elevado do que o arrefecimento que ocorre durante a noite. Em contrapartida, durante o inverno, ocorre frequentemente um arrefecimento mais elevado durante a noite do que aquecimento durante o dia, ocorrendo conseqüentemente condições de maior estabilidade (Sul, 1995). Deste modo, as emissões de poluentes para a atmosfera serão menos bem dispersas durante o inverno.

Devido à inexistência de valores limites para as dioxinas e furanos considerados na legislação portuguesa, consideram-se os valores de referência definidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS (WHO, 1995).

A Figura 2.9 apresenta vários parâmetros estatísticos, expressos em TEQ, calculados para todas as concentrações de PCDD/F e considerando os vários anos do período de monitorização de PCDD/F desde 2004 até 2018. A análise da figura permite verificar que os valores determinados em 2004 e 2005 são bastante superiores aos determinados no resto do período, verificando-se um decréscimo de concentração de PCDD/F ao longo do tempo. O valor máximo foi determinado em 2005 (524 TEQ.m⁻³) e o valor mais baixo corresponde a 2018 (31 TEQ.m⁻³).

Todas as amostras recolhidas apresentam valores da mediana das concentrações inferiores a 100 fg (I-TEQ).m⁻³, situando-se, segundo a classificação da OMS, no intervalo correspondente a zonas rurais ou urbanas não contaminadas (WHO, 1995).

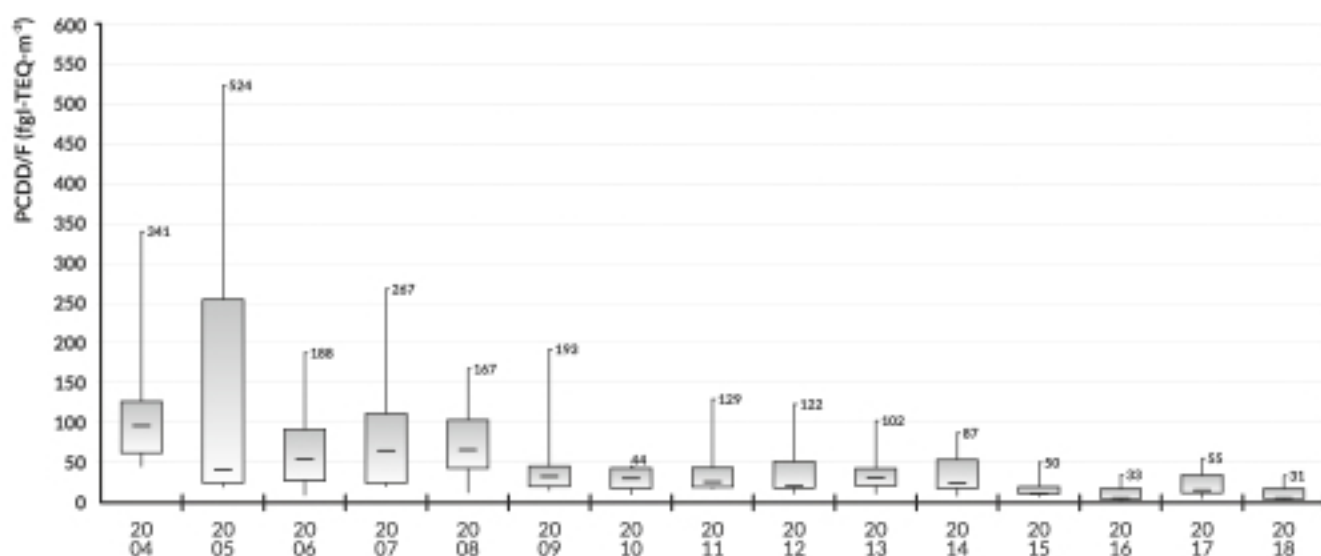


fig. 2.9 · Parâmetros estatísticos calculados e valores de concentração para as dioxinas e furanos obtidos entre 2004 e 2018

Na figura seguinte apresenta-se o perfil de homólogos determinados nas amostras de ar ambiente recolhidas desde 2004 nos 2 pontos de monitorização, com o intuito de determinar eventuais diferenças entre os padrões de concentração. A análise dos perfis de homólogos permite ainda obter indicações sobre as potenciais fontes de PCDD/F ao longo do período de monitorização.

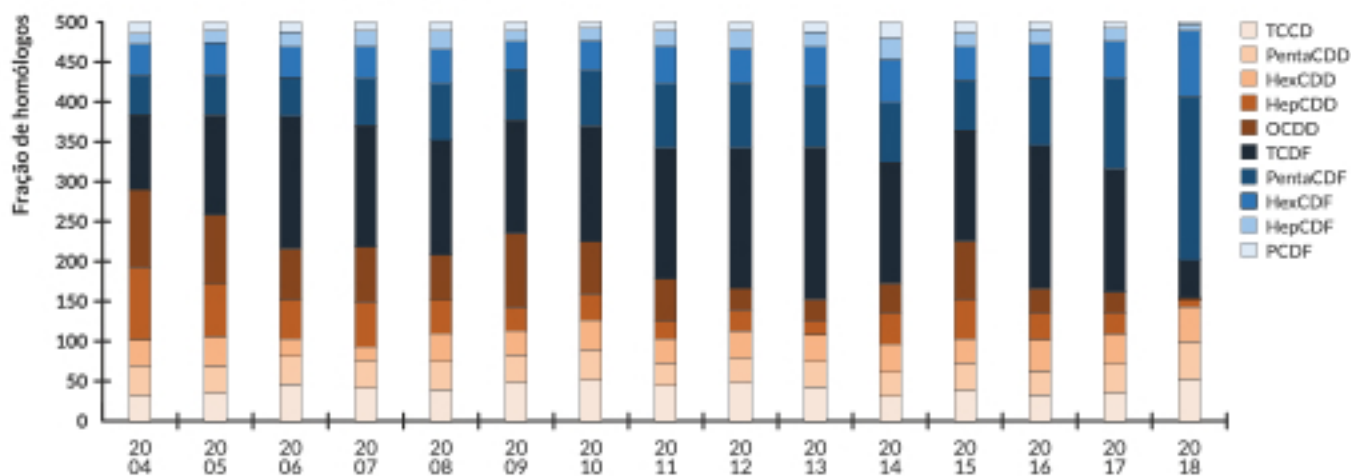


fig. 2.10 · Perfis de homólogos de PCDD/PCDF no ar ambiente obtidos entre 2004 e 2018.

A Figura 2.10 permite observar que a contribuição de cada homólogo em relação ao total de PCDD/F se alterou através dos anos. Esta mudança é particularmente significativa para as duas PCDD de maior cloração, isto é, Heptaclorodibenzo-p-dioxina (HepCDD) e Octoclorodibenzo-p-dioxina (OCDD), assim como também é notável para o Tetraclorodibenzo furano (TCDF) e Pentaclorodibenzo furano (PentaCDF). Enquanto a contribuição da HepCDD e da OCDD diminuiu ao longo dos anos, a contribuição do TCDF e do PentaCDF aumentou. Esta informação não é totalmente verdadeira no que se refere ao ano de 2018, pois verificou-se nas amostras analisadas uma diminuição da contribuição de TCDF.

Os perfis individuais de homólogos das amostras de ar ambiente representados na figura anterior revelam uma elevada contribuição dos furanos de menor cloração o que, segundo a bibliografia, aponta para a contribuição das fontes de combustão existentes na região.

2.1.2.5 · Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

A monitorização dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) tem sido realizada ao longo do Plano da Qualidade do Ar no ponto de monitorização de Leça do Balio com periodicidade mensal. Esta monitorização é realizada com vista à análise temporal dos níveis totais das espécies de PAH consideradas (Figura 2.11) e das concentrações de benzo(a)pireno (B(a)P), espécie utilizada como marcador do risco carcinogénico dos PAH (Figura 2.12).

Os valores apresentados como “total de PAH” correspondem ao total de PAH encontrados em PM₁₀ e fase gasosa no ar ambiente: naftaleno (Naph), acenaftileno (Aci), acenafteno (Ace), fluoreno (Fl), fenantreno (Phe), antraceno (Ant), fluoranteno (Ft), pireno (Pyr), benzo[a]antraceno (B[a]A), criseno (Chr), benzo[b+j+k]fluoranteno (B[bjk]F), benzo[a]pireno (B[a]P), benzo[ghi]pireno (B[ghi]P), dibenz[a,h]antraceno (DB[ah]A) e indeno[1,2,3-cd]pireno (InP). É de notar que a análise individual do benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno e benzo[j]fluoranteno não foi realizada durante a totalidade do período de monitorização (2004-2018), sendo que estes foram quantificados e são apresentados juntos (Benzo[b+j+k] fluoranteno). A Figura 2.12 revela o efeito da sazonalidade com valores mais elevados a ocorrer entre os meses de novembro e março.

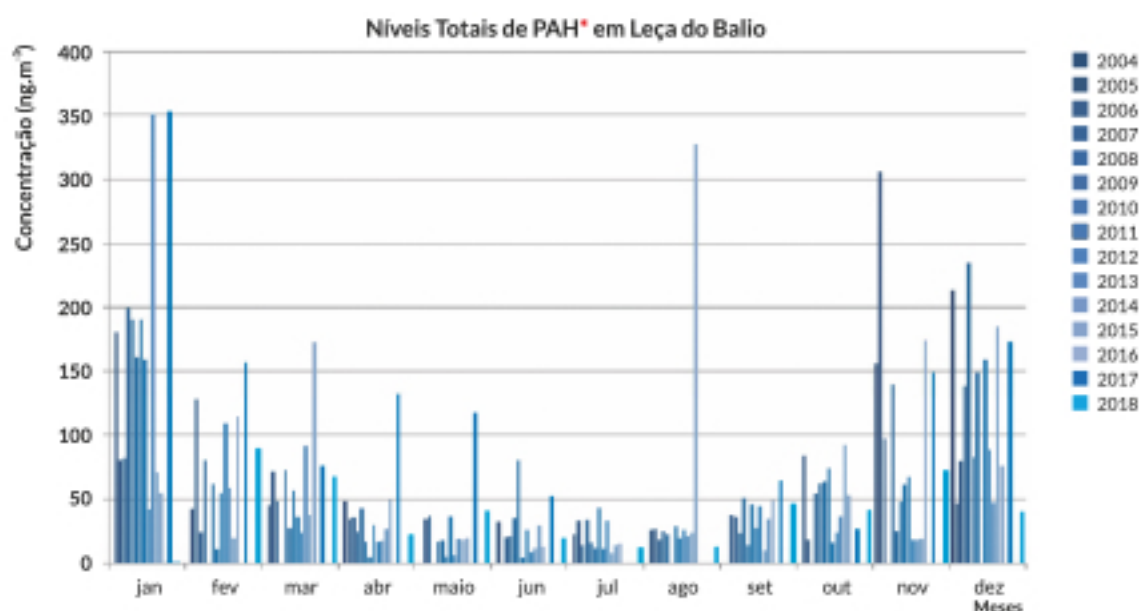
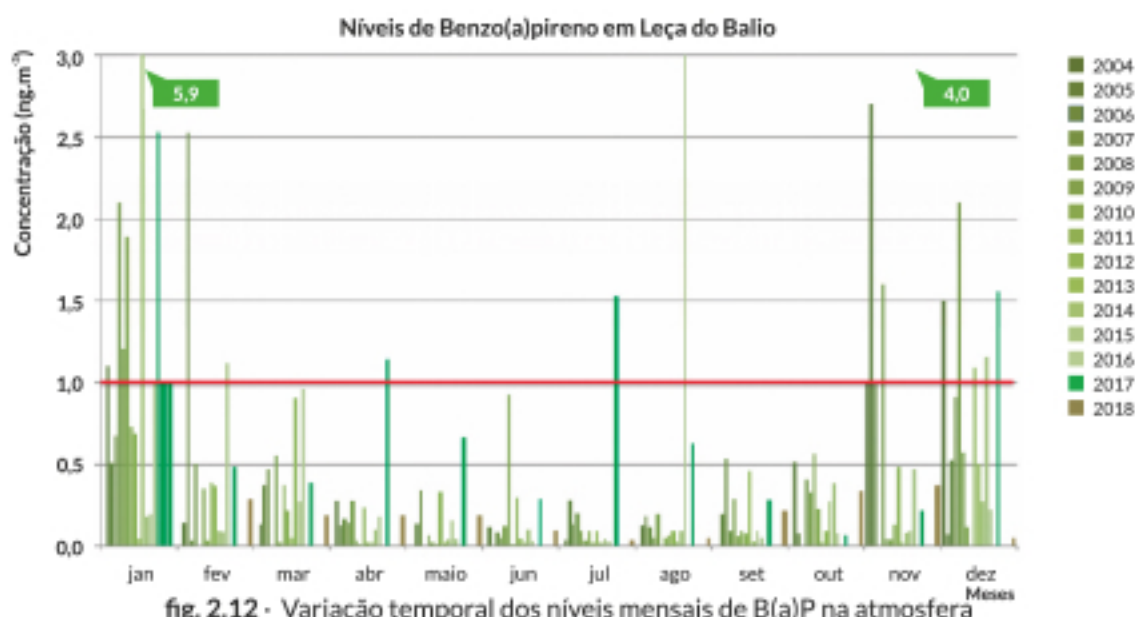


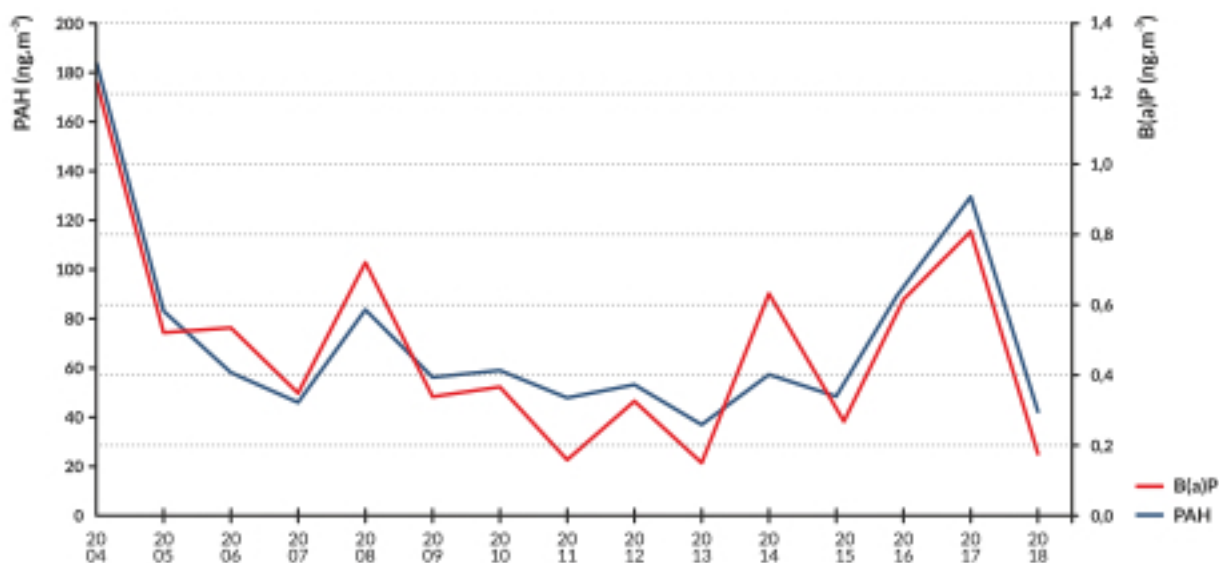
fig. 2.11 · Variação temporal dos níveis mensais totais de PAH na atmosfera (expressos em ng.m^{-3})

* Somatório das espécies de PAH consideradas no âmbito do programa de monitorização: naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3)-cd-pireno, benzo(ghi)perileno, dibenzo(ah)antraceno.

A Figura 2.12 apresenta os níveis de B(a)P, desde o início da sua monitorização, assim como o valor alvo para a média anual, de 1 ng.m^{-3} (reta de cor vermelha), definido no Decreto-Lei nº 102/2010 de 23 de setembro. Tal como os níveis totais, e como foi comprovado atrás, as concentrações de B(a)P são muito mais elevadas durante o inverno.



Na Figura 2.13 apresenta-se a evolução temporal das médias anuais do somatório das concentrações das espécies de PAH selecionadas no âmbito do programa de monitorização, assim como do benzo(a)pireno B(a)P.



É possível notar uma certa tendência de diminuição entre 2004 e 2013, dos níveis totais de PAH e do benzo(a)pireno, sendo que, comparando 2004 com 2013 se verifica uma diminuição de 71% das concentrações do somatório de PAH e 84% dos níveis de benzo(a)pireno. Notou-se também uma tendência de diminuição em termos de emissões na Europa (EEA, 2013).

Em 2014, os valores de concentração aumentaram e a média anual obtida para o PAH foi de $56,4 \text{ ng.m}^{-3}$ e para o benzo(a)pireno foi de $0,6 \text{ ng.m}^{-3}$. No entanto, deve notar-se que os níveis determinados para as amostras recolhidas em janeiro de 2014 contribuíram fortemente para a obtenção de valores médios mais elevados. O motivo dos registos de concentrações mais elevadas não é conhecido. Esta tendência crescente foi interrompida em 2015 e em 2018.



Em termos totais, 2004 foi o ano em que se verificou o valor médio anual de PAH mais elevado de $184,6 \text{ ng.m}^{-3}$, com uma gama de variação nas amostras recolhidas mensalmente entre 156 e 213 ng.m^{-3} . Em contrapartida, 2013 foi o ano que apresentou um valor médio mais baixo, com o somatório de PAH de $36,6 \text{ ng.m}^{-3}$ e gama de variação nas amostras recolhidas mensalmente entre 6 e 108 ng.m^{-3} .

Tal como os PCDD/PCDF, os PAH são muito influenciados pela sazonalidade, com concentrações mais elevadas a ocorrerem no período do inverno. A análise da concentração das espécies de PAH permitiu identificar o naftaleno e a espécie de PAH com 3 anéis aromáticos fenantreno, como compostos associados à fase gasosa que têm as contribuições mais significativas para a concentração total de PAH. A distribuição dos dados de concentração dos PAH demonstra níveis mais elevados dos compostos de menor massa molecular, nomeadamente o naftaleno e as espécies com 3 anéis aromáticos (acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno). Vários autores demonstraram que quantidades mais elevadas de PAH com baixa massa molecular (2-3 anéis) são normalmente detetadas na fase gasosa (Chen et al., 2007; Kishida et al., 2008; Liu et al., 2007), uma vez que quando libertados para a atmosfera reagem com facilidade com outros poluentes, tais como, o O_3 e o NO_x . O facto de estes PAH serem geralmente detetados em quantidades apreciáveis na fase gasosa, justifica a necessidade da análise dos PAH não só na fração de PM, mas também e em simultâneo na fração gasosa do ar ambiente, ainda que apresentem menor toxicidade relativamente aos de maior massa molecular.

Todas as amostras recolhidas revelam uma contribuição de naftaleno superior ou igual a 50%. Refira-se que o fenantreno pode ser considerado indicador da influência de fontes de incineração, juntamente com o fluoranteno e pireno. Embora a concentração de PAH no ar ambiente dependa de um vasto conjunto de fatores, como sejam fontes secundárias e processos de remoção, o aumento da concentração no inverno sugere que, para além do tráfego automóvel e das indústrias, as fontes sazonais, p.e. combustão doméstica, possam assumir uma importância significativa.

2.2 Monitorização dos Recursos Hídricos

2.2.1 Desenvolvimento do Plano

O plano de monitorização dos recursos hídricos implementado no início do PMExt considerava a interpretação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da área envolvente próxima da LIPOR II, assim como a interpretação do efeito na qualidade das águas subterrâneas resultante da infiltração de águas lixiviantes em zonas de deposição de partículas, nas áreas identificadas como de maior potencial de deposição.

A escolha da localização das estações de monitorização da qualidade das águas superficiais teve em conta a localização da LIPOR II, a facilidade de acesso às margens do rio Leça, a existência prévia de outras estações de monitorização no rio e ainda a particularidade da existência de pontes nas proximidades do local. A escolha da localização das estações de amostragem em pontes justifica-se pela facilidade de acesso, possibilitando realizar as amostragens ao longo da secção de escoamento do rio e permitir a recolha a diferentes profundidades. Nesta perspetiva, as estações de monitorização selecionadas no Rio Leça foram a ponte de Moreira e a ponte de Goimil, localizadas a montante e a jusante da Central de Valorização, respetivamente.

Na linha de água que inicialmente atravessava os terrenos de implantação da unidade, e posteriormente os circundou, foi também considerado um ponto de monitorização, de forma a permitir a interpretação da evolução da qualidade daquela linha de água durante as operações de construção da LIPOR II.

De igual modo, para controlo da qualidade das águas subterrâneas, nomeadamente das águas exploradas nos poços tradicionais existentes na zona, foram considerados cinco poços, já inventariados no EIA da LIPOR II, e que abrangiam a área de influência da central de valorização energética.

O plano de monitorização dos recursos hídricos do PMExt contemplava ainda um conjunto de 3 piezómetros duplos e 2 piezómetros simples para controlo da qualidade das águas subterrâneas, quer na envolvente próxima da LIPOR II, quer nas zonas de deposição de partículas conforme já referido.

A conclusão da construção dos piezómetros ocorreu no triénio 2001-2004, pelo que a sua monitorização só foi iniciada neste período. Na revisão deste plano em 2001, foram alteradas as periodicidades de monitorização de alguns parâmetros, mantendo-se a monitorização das águas superficiais (rio Leça e linha de água) e subterrâneas (poços).

No Quadro 2.5 apresenta-se a evolução temporal do Plano de Monitorização dos Recursos Hídricos.



A revisão ocorrida em 2004 incidiu sobre a periodicidade de monitorização, dilatando os períodos entre recolhas, por se ter inferido da evolução temporal dos resultados não existirem alterações significativas de comportamento. Foram também eliminados os parâmetros de monitorização que ao longo do tempo apresentaram no mínimo 75% dos resultados inferiores aos respetivos limiares analíticos (sódio, cloreto de vinilo, arsénio, pesticidas clorados, mercúrio, AOX, tetracloreto de carbono, vanádio e solventes clorados).

Visto que o historial de dados sobre a qualidade dos recursos hídricos não apresentava alterações significativas quanto à respetiva situação desde o início da monitorização para a qualidade de água destinada a rega (águas superficiais) e água para consumo humano (águas subterrâneas), o Plano de monitorização dos Recursos Hídricos, sofreu em 2007 uma profunda alteração.

As comunidades fito planctónica e de macroinvertebrados bentónicos do rio Leça afirmaram-se como bons indicadores da qualidade da água do rio Leça e do sedimento, respetivamente, verificando-se a existência de uma boa correlação entre os resultados obtidos no âmbito da monitorização dos recursos hídricos e desta componente da biomonitorização. Por outro lado, os testes ecotoxicológicos efetuados forneceram suporte adicional sobre as condições da coluna de água e do sedimento sobre os organismos, estabelecendo a ligação entre a informação analítica físico-química e o estado destas comunidades bióticas. Acresce, ainda, o facto de que as amostras recolhidas nos sedimentos do troço do rio Leça selecionado, apresentarem resultados que permitiram obter uma boa informação sobre a evolução da sua qualidade. Os resultados obtidos revelaram-se consistentes e o sedimento apresentava-se como bom indicador da qualidade ambiental na envolvente da LIPOR II, quer do ponto de vista prático, quer do ponto de vista da informação obtida.

Tendo em conta o referido, o Plano de Monitorização dos Recursos Hídricos deixou de contemplar a análise das águas subterrâneas e focalizou-se apenas nos recursos hídricos superficiais, integrando também a componente da biomonitorização do Rio Leça de 2007 até 2013. A partir de 2014 esta componente deixou de ser monitorizada.

De salientar que no período compreendido entre 1999 e 2007, a componente de biomonitorização do rio Leça integrava o plano de Monitorização do Biota Terrestre e Aquático (capítulo 2.3 deste relatório).

A definição do valor de qualidade da água é efetuada com base na análise da informação relativa a uma série de indicadores de qualidade (biológicos, físico-químicos e morfológicos) sendo atribuída a classificação correspondente ao pior estado obtido por esses indicadores.



No âmbito da biomonitorização do rio Leça foram considerados os seguintes indicadores de qualidade biológica: fitobentos, macroinvertebrados bentónicos e estrutura das comunidades. Foi ainda realizado o teste Microtox®, que permite determinar a toxicidade de amostras de água.

A caracterização efetuada no último ano da biomonitorização do rio Leça (2013), e considerando os elementos de qualidade biológica (fitobentos e macroinvertebrados bentónicos), permitiu classificar o estado ecológico da água como medíocre nas duas estações de monitorização, Moreira e Goimil, através da classe de qualidade obtida com os macroinvertebrados. No Quadro 2.6 apresenta-se a classificação final do estado de qualidade biológica para os dois locais de amostragem obtidos entre 2009 e 2013, ano em que ocorreu o final do período de biomonitorização.

Quadro 2.6. Classificação final do estado de qualidade biológica para os 2 locais de amostragem

ESTAÇÃO	2009	2010	2011	2012	2013
Moreira	mau	mau	mau	mau	mediocre
Goimil	mau	mau	mau	mediocre	mediocre

Os resultados obtidos com o teste Microtox®, reforçam a conclusão apresentada com base nos elementos biológicos, pois demonstram toxicidade nos sedimentos e na coluna de água para ambas as estações de monitorização, confirmando as conclusões obtidas desde o início da monitorização deste parâmetro.

No âmbito da biomonitorização do rio Leça, procedeu-se também à caracterização química dos sedimentos no período compreendido entre 1998 e 2013, considerando os seguintes parâmetros de controlo: PCDD/PCDF, metais, PCB e PAH.

Para a interpretação da qualidade dos sedimentos consideraram-se os valores de referência da normativa canadiana (para as dioxinas e furanos) e as Classes de Qualidade definidas na Portaria nº 1450/2007 de 12 de novembro (metais, PCB e PAH). A cada uma das Classes de Qualidade está associada a seguinte forma de eliminação dos materiais dragados (Anexo III da referida Portaria):

CLASSE 1 | Material dragado limpo – pode ser depositado no meio aquático ou reposto em locais sujeitos a erosão ou utilizado para alimentação de praias sem normas restritivas.

CLASSE 2 | Material dragado com contaminação vestigial – pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características de meio recetor e o uso legítimo do mesmo.

CLASSE 3 | Material dragado ligeiramente contaminado – pode ser utilizado para terraplenos ou, no caso de imersão, necessita de estudo aprofundado do local de deposição e monitorização do mesmo.

CLASSE 4 | Material dragado contaminado – deposição em terra, em local impermeabilizado, com a recomendação de posterior cobertura com solos impermeáveis.

CLASSE 5 | Material muito contaminado – idealmente não deverá ser dragado e em caso imperativo, deverão os dragados ser encaminhados para tratamento prévio e ou deposição em aterro de resíduos devidamente autorizado, sendo proibida a sua imersão.

A análise estatística da evolução temporal dos resultados obtidos permitiu concluir que não existiram variações significativas nas caracterizações efetuadas durante o período de 15 anos que decorreu entre 1998 e 2013.

Os valores encontrados no período em interpretação situaram as amostras de sedimento recolhidas na Classe 1 da portaria 1450/2007, quanto ao respetivo grau de contaminação por metais pois os teores encontrados no período em interpretação para o arsénio, o cádmio, o mercúrio, o crómio, o níquel, o chumbo, o cobre e o zinco eram inferiores ao valor definido para o primeiro nível de contaminação (Classe 1).

Relativamente aos PAH, os valores determinados integraram a amostra recolhida na estação de Moreira na Classe 2 de contaminação da Portaria 1459/2007, enquanto a amostra recolhida na estação de Goimil apresentou um valor que a integrava na Classe 3 de contaminação da referida Portaria. De salientar que os valores da mediana dos resultados obtidos nas caracterizações efetuadas entre 1998 e 2012 classificaram o sedimento do rio Leça na Classe 2 de contaminação.

Os valores de PCB individualizados e determinados nas amostras recolhidas nas estações de Goimil e Moreira enquadraram o sedimento na Classe 3 da Portaria 1450/2007 de 12 de novembro, situação verificada desde o início do período de monitorização.

No período compreendido entre 1998 e 2013 foi também caracterizado o teor em PCDD/PCDDF presente nas amostras de sedimento do rio Leça. Por ausência de legislação nacional, foi utilizada a normativa canadiana cujo valor de referência era de 13 ng I-TEQ/kg matéria seca, na interpretação da qualidade das amostras analisadas, tendo-se concluído que os valores individuais e de referência das dioxinas e furanos, determinados nas estações de Moreira e de Goimil eram inferiores ao valor indicado na normativa canadiana.

Atendendo à manutenção, e em alguns casos decréscimo, dos valores determinados ao longo do tempo na caracterização efetuada sobre o sedimento do rio Leça, foi decidido interromper a monitorização deste material a partir de 2014. No início de 2011 o Plano de Monitorização dos Recursos Hídricos passou a integrar a interpretação da qualidade da água do rio Leça como água para rega. Foi ainda excluída a monitorização da linha de água visto as práticas agrícolas de proximidade terem deixado de existir e o seu traçado ter sido modificado pelos utilizadores dos terrenos ao longo dos anos.

2.2.2 Análise de resultados obtidos no período 2011-2018

Neste capítulo apresenta-se a variação temporal das concentrações dos poluentes determinados no atual Plano de monitorização dos Recursos Hídricos, iniciado em 2011 e que engloba atualmente um grupo alargado de parâmetros com frequências de análise distintas conforme se apresenta no Quadro 2.7.

Quadro 2.7. Parâmetros a monitorizar e frequência de análise

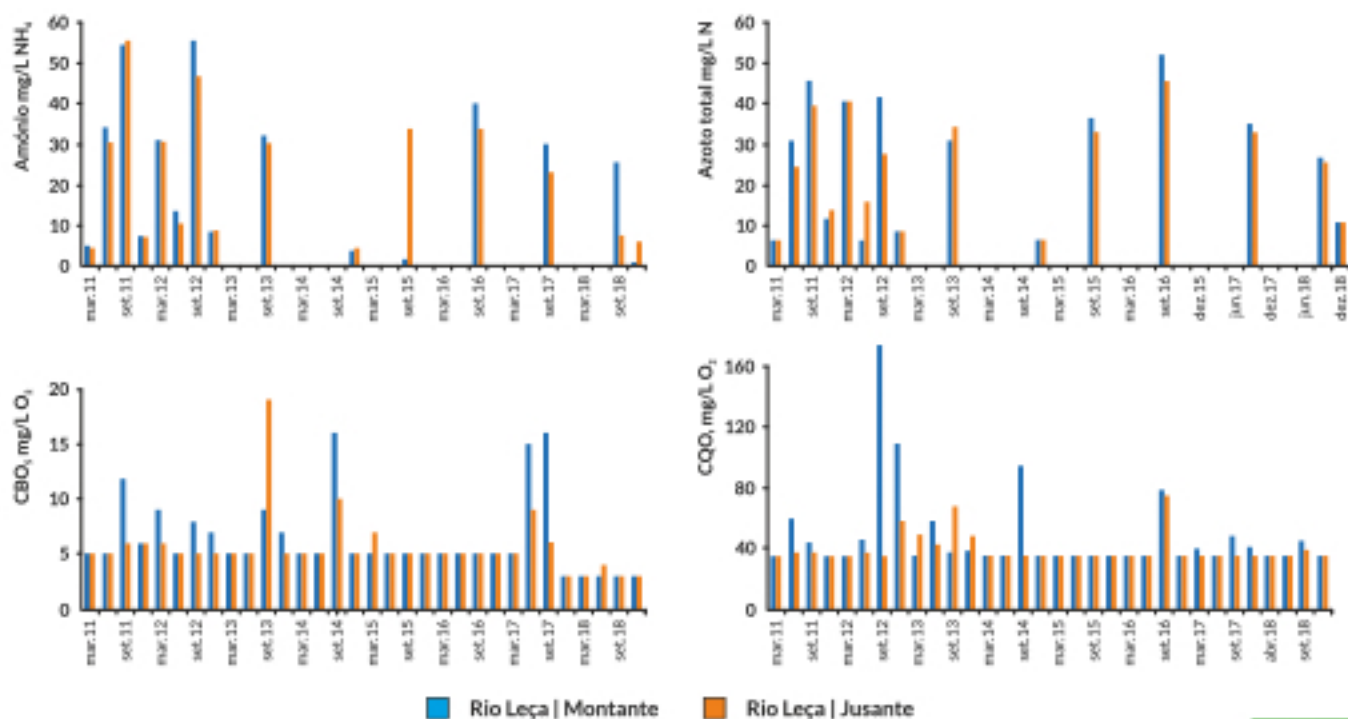
LOCAL	PARÂMETROS A MONITORIZAR	FREQUÊNCIA DA ANÁLISE
Ponte de Moreira (ponto a montante) e Ponte de Goimil (ponto a jusante)	CQO, CBO5, Condutividade Elétrica, Oxigénio Dissolvido, pH, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura <i>in situ</i>	Trimestral
	Amónio, Arsénio, Azoto total, Cádmio, Chumbo, Cianetos, Cobre, Crómio, Índice de fenol, Mercúrio, Níquel, Nitratos, Nitritos, Óleos e Gorduras, Sulfatos e Zinco	Semestral

A monitorização da qualidade da água do rio Leça é, desde 2011, da responsabilidade do aterro anexo à Central de Valorização, com a recolha das amostras a ser efetuada em 2 pontos (localizados a montante e a jusante da Central, na Ponte de Moreira e na Ponte de Goimil respetivamente), e cuja localização se apresenta na Figura 2.14.



fig. 2.14 · Localização dos pontos de monitorização do Plano de Recursos Hídricos

A interpretação dos resultados obtidos na monitorização do rio Leça, realizada por comparação dos resultados obtidos de março 2011 a final de 2018 com a legislação em vigor em função do uso da água (valores paramétricos legais constantes do Anexo XVI do Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto), permite afirmar que não se observou qualquer padrão de contaminação que revelasse afetação química ou biológica associada ao funcionamento da LIPOR II. Esta conclusão está ilustrada nas Figura 2.15 e 2.16, em que se efetua a representação gráfica dos parâmetros analisados que apresentaram resultados superiores ou iguais aos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados.



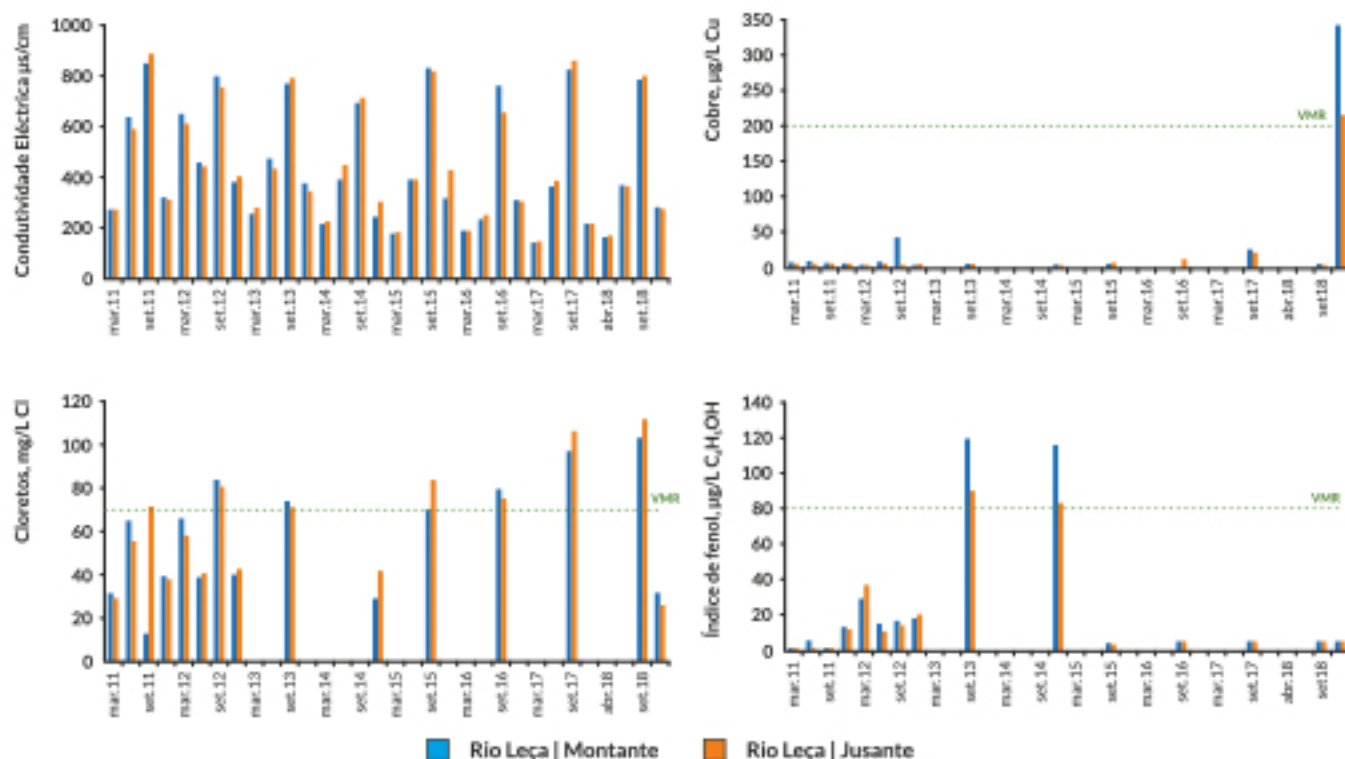
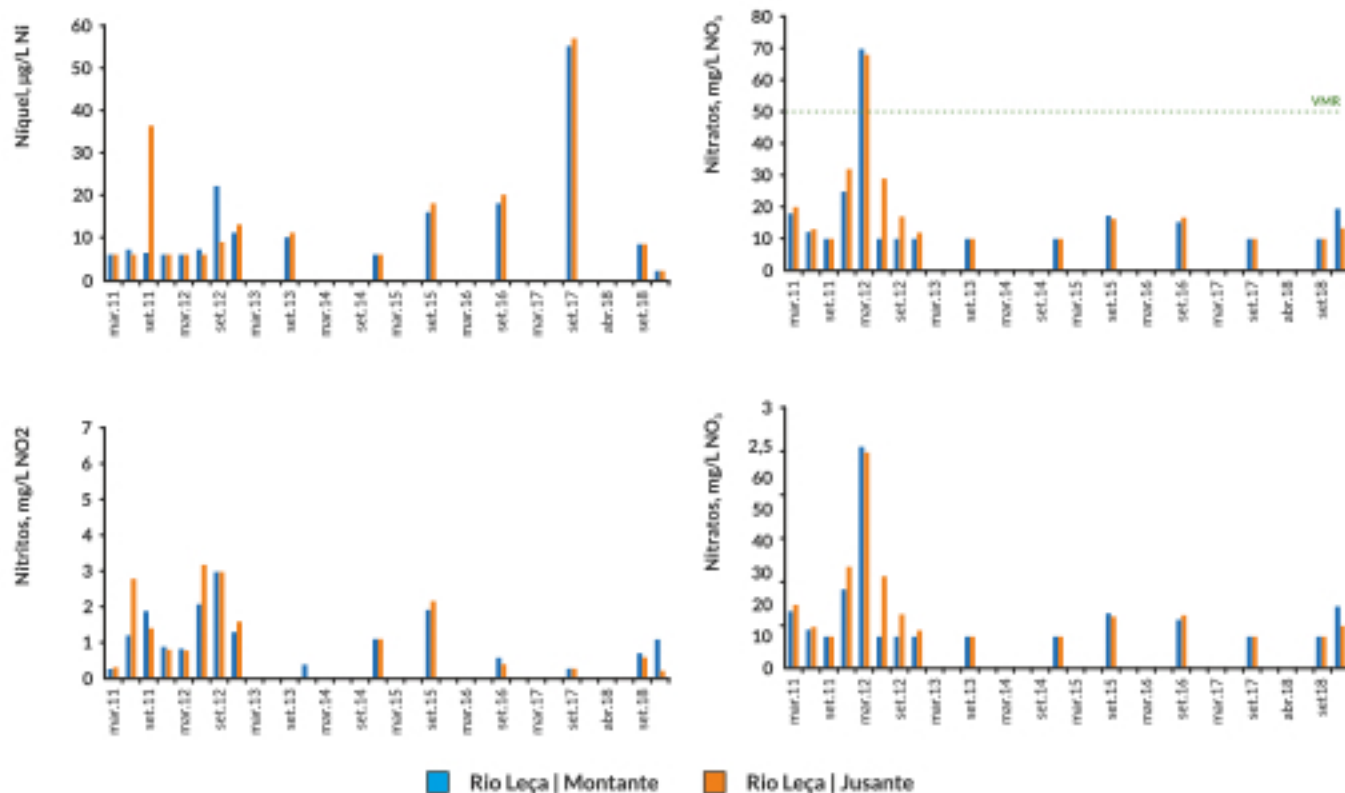


fig. 2.15 - Valores individuais dos parâmetros determinados nas amostras de água recolhidas de 2011 a 2018



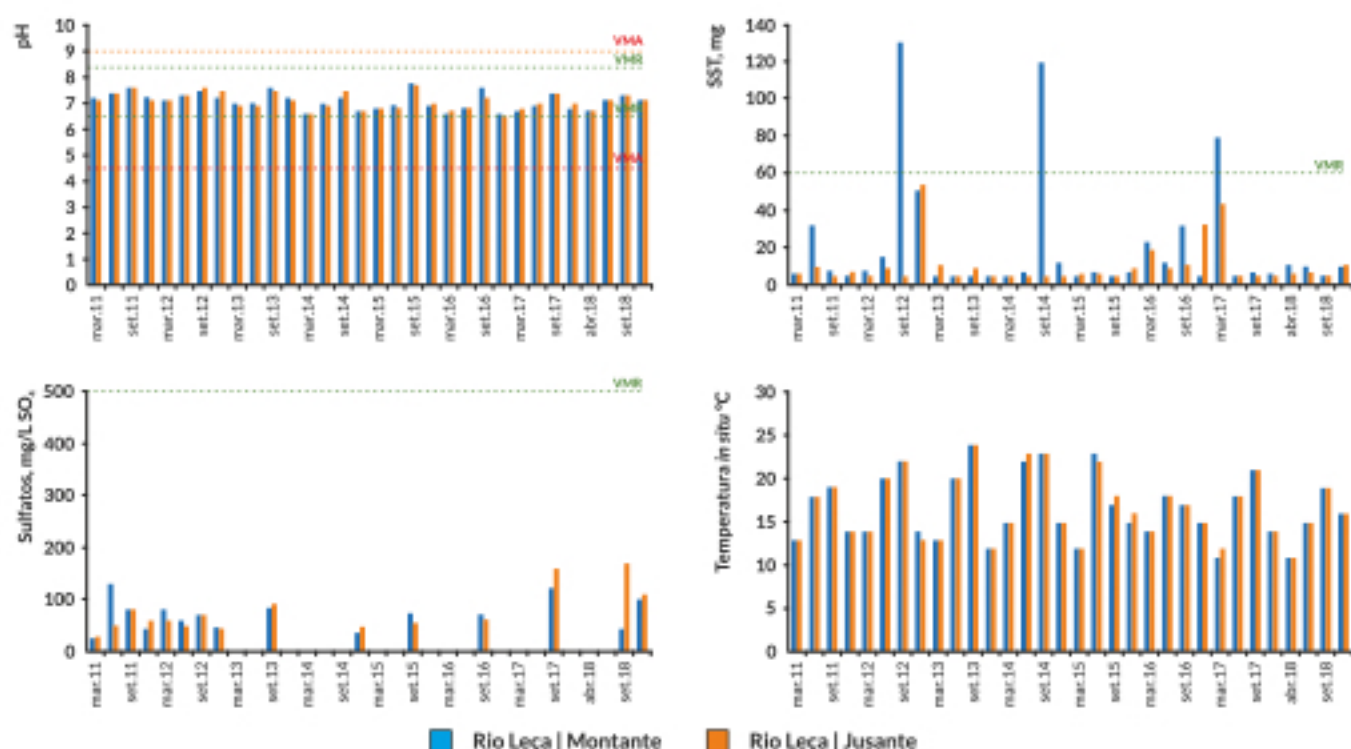


fig. 2.16 · Valores individuais dos parâmetros determinados nas amostras de água recolhidas de 2011 a 2018

A análise dos gráficos apresentados permite verificar que nos resultados obtidos nos pontos a montante e a jusante da Central de Valorização Energética, não existem diferenças significativas nos valores determinados para os vários parâmetros. De salientar que os parâmetros que apresentam uma maior diferença nos valores medidos entre os dois locais de amostragem são a amónia, os nitritos, os óleos e gorduras e os sulfatos, podendo, conforme o mês de análise, verificar-se uma maior concentração no ponto a jusante ou no ponto a montante. De acordo com os gráficos, é possível, ainda observar que, tendencialmente, as concentrações mais elevadas são determinadas nas amostras recolhidas na terceira campanha trimestral de amostragem (setembro) nomeadamente para os parâmetros amónio, azoto total, CBO₅, CQO, cloretos, condutividade elétrica e sólidos suspensos totais, o que pode estar relacionado com atividades locais sazonais, nomeadamente a agricultura. Esta tendência pode ainda estar relacionada com o menor caudal do rio Leça verificada durante a época seca.

2.3 Monitorização do Biota terrestre e aquático

A conceção do Plano de Biomonitorização teve como objetivo avaliar o grau de contaminação de espécies biológicas e respetivos meios de suporte existentes na área potencialmente afetada pelo funcionamento da LIPOR II e avaliar a respetiva propagação ao longo da cadeia alimentar.

Os critérios utilizados na escolha das áreas de amostragem e dos produtos a analisar no âmbito do plano da biota terrestre, basearam-se em elementos dos Planos de Ordenamento do Território e na identificação, no terreno, através de fotografia aérea e de inquéritos às populações, das principais culturas e produção agropecuária local.

O cruzamento da informação anterior com os pressupostos utilizados na definição das estações de monitorização da qualidade do ar, atendendo à possibilidade de contaminação através da deposição de poluentes atmosféricos, e com a possibilidade de contaminação através da rega com águas superficiais e subterrâneas, permitiu selecionar 6 estações de monitorização num raio de 5 km em torno da Central de Valorização Energética.

Três destas estações de monitorização (Agrela, Gandra e Gemunde) correspondiam a áreas sob influência da deposição atmosférica, enquanto outras duas (Ponte de Cabreira e Ponte de Moreira), correspondiam a áreas sob influência do rio Leça, existindo, ainda, uma última (Carvalhas), que se encontrava sob influência mista da deposição atmosférica e do rio Leça.

Considerou-se, na caracterização da situação de referência, um conjunto de cinco estações suplementares para obtenção de maior informação sobre os níveis de dioxinas e furanos no leite de vaca e nos ovos de galinha. Estas estações correspondiam a locais diferentes dos considerados inicialmente na monitorização da biota terrestre, mas situavam-se dentro da área em estudo, na envolvente da LIPOR II. Considerando as características particulares dos materiais em causa (leite de vaca e ovos de galinha), a ampliação do número de locais de recolha permitiu aferir a existência de eventuais anomalias ou situações específicas que pudessem ocorrer nas estações iniciais.

Na monitorização do biota aquático definiram-se 3 estações de monitorização situadas no rio Leça (Ponte de Moreira, Ponte de Cabreira e Ponte de Goimil), estando a primeira destas estações situada a montante da LIPOR II e as outras duas a jusante. A monitorização efetuada debruçava-se sobre a qualidade do ecossistema aquático e sobre os sedimentos. A escolha destas estações procurou ser coincidente quer com estações de monitorização da água superficial (Ponte de Moreira e Ponte de Goimil), quer com as estações de monitorização do biota terrestre que se encontram sob influência do rio Leça (Ponte de Moreira e Ponte de Cabreira).

O plano de monitorização do biota terrestre e do biota aquático incluía a determinação de parâmetros químicos (no biota terrestre e no biota aquático) e a determinação de parâmetros biológicos (no biota aquático) e decorreu entre 1999 e 2013 (Quadro 2.8).

Quadro 2.8. Evolução temporal do Plano de Biomonitorização

PARÂMETROS MONITORIZADOS	1999 ** 2001	2001 ** 2004	2004 ** 2007	2007 ** 2011	2011 ** 2013
Solo Agrícola	■	■	■	■	■
Couve (folhas)	■	■	■	■	■
Batatas	■	■	■	■	■
Milho (folhas)	■	■	■	■	■
Milho (grão)	■	■	■	■	■
Azevém	■	■	■	■	■
Vaca (leite)	■	■	■	■	■
Galinha (vísceras)	■	■	■	■	■
Galinha (ovos)	■	■	■	■	■
Rio Leça - Sedimento	■	■	■	■	■
Rio Leça - Coluna de água	■	■	■	■	■
Solos não agrícolas	■	■	■	■	■

No triénio 2001-2004 ocorreu a primeira revisão deste plano, nomeadamente no que dizia respeito às periodicidades de amostragem e de análise (passando de trimestral para semestral nos materiais: solos, folhas de couve, ovos de galinha e sedimentos). Foi também eliminado o controlo do Arsénio (As) em todos os materiais, com exceção dos solos, e o Crómio VI deixou de ser determinado no sedimento. A análise dos resultados obtidos nos anos anteriores permitiu também alterar as periodicidades na determinação de PCDD/F nos ovos de galinha e nas folhas de couve, passando para semestral e anual respetivamente.



O Plano de Biomonitorização revelou-se desde o início uma tarefa complexa no que se refere à recolha de alguns materiais biológicos. Assim, tendo em atenção os aspetos operacionais (existência de explorações agropecuárias disponíveis para colaboração, acessibilidade/disponibilidade dos materiais biológicos a monitorizar e a época de cultivo dos materiais vegetais) e as características do historial de resultados (qualidade da informação obtida, evolução temporal dos resultados e níveis de referência ou legais existentes, ou em desenvolvimento, que permitissem a comparação com os valores obtidos), procedeu-se à revisão deste plano em 2004, eliminando dos materiais a caracterização das vísceras de galinha e o milho-grão, e alterando as periodicidades de recolha e análise do leite e do azevém.

Da análise efetuada em 2007 sobre os resultados obtidos ao longo da monitorização, destaca-se o seguinte:

- Não foram estabelecidas quaisquer relações que permitissem verificar a propagação de algum tipo de contaminação ao longo da cadeia alimentar;
- Tendo em conta as condições iniciais de contaminação (verificadas no período considerado como "pré-monitorização", em 1998) e a distribuição geográfica das estações de monitorização, não foram identificados quaisquer indícios de contaminação dos materiais biológicos e/ou meios de suporte (solos e sedimento) que pudessem ser atribuídos ao funcionamento da LIPOR II;
- Ao facto de não existir evidência sobre alterações provocadas pelo funcionamento da LIPOR II, acrescia que o processo de recolha das amostras de materiais biológicos estar sujeito a dificuldades crescentes quanto à disponibilização dos mesmos pelos proprietários das agropecuárias;
- As amostras recolhidas nos solos agrícolas apresentaram resultados que permitiam obter uma boa informação sobre a evolução da qualidade deste meio de suporte. Dadas as suas características, sempre disponíveis para recolha, e dado o facto de as amostragens poderem ser efetuadas diretamente pela equipa de monitorização, os resultados obtidos revelavam-se consistentes, considerando-se que, do ponto de vista prático e do ponto de vista da informação obtida, os solos se apresentam como bons indicadores da qualidade ambiental na envolvente da LIPOR II;
- Neste contexto, entende-se que, pela informação que proporciona sobre a qualidade dos solos, a sua monitorização poderá constituir uma boa base de informação quando enquadrada no Plano de Ação Europeu de Ambiente e Saúde 2004-2010 [COM (2004) 416 final, de 9 de junho], na vigilância de situações de exposição. Salienta-se que, de acordo com este Plano de Ação, a responsabilidade pelos avanços neste domínio complexo deverá ser repartida entre outros, pela indústria e pela sociedade civil, as quais desempenham um papel fundamental na transposição de informações sobre ameaças identificadas para ações preventivas e respostas inovadoras.

Pelo que atrás foi referido, e atendendo aos condicionalismos de ordem prática, ao histórico de resultados obtidos e à relevância da manutenção deste tipo de acompanhamento ambiental na interpretação da saúde pública, o anterior Plano da Biomonitorização terrestre passou a estar limitado, entre 2007 e 2010, à caracterização química dos Solos, denominando-se "Monitorização de Solos".

Os locais de monitorização dos solos abrangiam locais selecionados a partir dos resultados obtidos por aplicação de um modelo matemático de dispersão de poluentes, tendo em conta os valores de emissão de dioxinas e furanos da LIPOR II. Inicialmente foram identificados 5 locais de monitorização em Agrela, Guardearas, Sendal, Couço e Goimil.

Neste contexto, este Plano de Monitorização de Solos integrou a caracterização química de solos, numa perspetiva de acompanhamento ambiental da saúde pública, sendo a monitorização alargada a solos agrícolas e solos não agrícolas. A seleção dos locais para a recolha de solo teve por base os resultados de um modelo de dispersão atmosférica, de forma a identificar potenciais zonas de deposição de poluentes. Por outro lado, no conjunto de locais a monitorizar, foram também incluídas as hortas biológicas (Horta de Crestins, Horta das Condominhas, Horta de Custóias e Horta de Rates).

A monitorização dos solos nas hortas biológicas manteve-se até 2010, tendo a sua exclusão da monitorização sido determinada pelo facto de não estarem associados a locais sob a influência da LIPOR II.

No triénio 2011-2013, os solos de Agrela e Guardieiras foram também excluídos do plano de monitorização devido a não terem sido determinados valores quantificados nos parâmetros analisados. Adicionalmente a frequência de amostragem dos solos de Sendal, Couço e Goimil passou a anual, face à consistência temporal dos valores aí registados.

Devido à inexistência de legislação nacional relativa à interpretação da potencial contaminação de solos, foram, em 2013, considerados os Valores de Referência apontados pelo *Ontario Environmental Protection (Soil, ground water and sediments standards for use under Part XV.1 of the Environmental Protection Act, de 15 de Abril de 2011)* recomendados pelo antigo Instituto de Resíduos, atualmente integrado na Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., e ainda os Valores de Referência e Padrões de Qualidade usados na Holanda para a Interpretação de Solos Contaminados (*The Dutch Target and Intervention Values Soil Remediation, Circular 2009*).

No caso particular dos metais, a interpretação da monitorização realizada foi também efetuada por comparação dos valores obtidos com os valores limite referidos no Decreto Lei nº 118/2006 de 21 de junho, o qual regulamenta a concentração de metais pesados nos solos recetores de lamas e nas lamas para utilização na agricultura como fertilizantes, bem como as quantidades máximas que poderão ser introduzidas anualmente nos solos agrícolas.

O Decreto Lei nº 118/2006 estabelece no seu Anexo I os 3 níveis de valores limite para a concentração de metais pesados, em função do pH dos solos.

A análise dos resultados obtidos nas campanhas de monitorização realizadas no triénio 2011-2013 aos solos das estações de Sendal, Couço e Goimil e a sua comparação com os resultados obtidos anteriormente para os locais em estudo, foram justificativas da suspensão do plano "Monitorização de Solos".

No grupo dos metais, apenas a amostra recolhida em 2013 na estação de Couço ultrapassou, para o Zinco, os valores da legislação portuguesa por comparação com os teores de metais pesados nos solos recetores de lamas e nas lamas para utilização na agricultura como fertilizantes, bem como as quantidades máximas que poderão ser introduzidas anualmente nos solos agrícolas, considerados no Decreto-Lei nº 118/2006.

Nas amostras recolhidas em 2013 (último ano de monitorização de solos), foram identificados, nas estações de Sendal e de Couço, resultados superiores aos respetivos limites de quantificação analítica ao nível dos Hidrocarbonetos de Petróleo (TPH).

As estações de Sendal e de Goimil apresentaram resultados mensuráveis para Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos e Pesticidas Organoclorados. A estação de Couço apresentou resultados quantificados para p-Isopropiltolueno, Ftalatos e Bis (2-etil-hexil) ftalato. De acordo com a consulta a bibliografia especializada e das normativas canadiana e holandesa, nenhuma amostra indiciou níveis de contaminação relevante no que diz respeito aos compostos atrás mencionados.

No que se refere às dioxinas e furanos, todas as amostras de solo recolhidas apresentaram valores inferiores ao valor de referência definido na normativa canadiana de $13 \text{ ng I-TEQ/kg}_{\text{matéria seca}}$.

Do anteriormente exposto, pode afirmar-se que as amostras recolhidas durante o período de monitorização de solos, se enquadram nos níveis de referência considerados, com exceção de valores superiores aos valores da mediana dos dados de referência para Dioxinas e Furanos nas 3 estações monitorizadas (Sendal, Couço e Goimil), para Chumbo e Zinco nas estações de Couço e de Goimil, para o Cobre na estação de Couço e para o Crómio e Níquel nas estações de Sendal, de Couço e de Goimil. Apesar destes casos apresentarem níveis superiores ao histórico de valores encontrados nos locais analisados, não correspondem à ultrapassagem dos valores legislados.



Por fim, pode afirmar-se que, face aos resultados obtidos, ao histórico existente e à inexistência de valores superiores aos valores legislados, com exceção do valor de Zinco determinado numa amostra recolhida na estação de Couço, não se afiguraram vestígios de contaminação no solo.

No triénio 2014-2017, estes solos (Sendal, Couço e Goimil) deixaram de ser monitorizados, visto não apresentarem contaminação que pudesse ser atribuída à atividade da Central de Valorização Energética.

2.4 Monitorização do Ruído

2.4.1 Desenvolvimento do Plano

Na monitorização dos níveis de ruído, foram selecionados 5 pontos em torno da Central de Valorização Energética, considerados como problemáticos no Estudo de Impacte Ambiental anteriormente desenvolvidos, de forma a avaliar as alterações no ambiente sonoro, provocadas pelas atividades de construção da unidade industrial.

A escolha das estações procurou identificar locais onde a proximidade de aglomerados populacionais fosse crítica (estações de Custió e Leça do Balio) e locais mais sujeitos ao ruído resultante do acréscimo de tráfego associado à construção da LIPOR II (duas estações localizadas em Crestins, respetivamente na Rua do Sendal e na Travessa do Couço). Foi também selecionado um local para controlo (Rua de Santa Luzia, em Crestins), constituindo o ponto mais afastado da Central de Valorização Energética.

O Plano de Monitorização de Ruído decorre desde 1999 até à atualidade, como se pode observar no Quadro 2.9.



O Plano de Monitorização de Ruído manteve as mesmas características na revisão efetuada em 2001, mas a partir de 2004 e até ao final de 2007, este plano passou a incluir a medição de ruído no interior de uma habitação situada na rua de Sendal, devido a queixas manifestadas pelos moradores relativamente ao ruído emitido pela Central.

Nessas medições, o critério de incomodidade foi pontualmente ultrapassado nas medições trimestrais, mas em termos anuais os valores foram inferiores aos limites, chegando a situações em que os níveis do ruído residual foram superiores aos níveis do ruído ambiente.

Esta monitorização no interior de uma habitação foi interrompida no final de 2007, por um lado por motivos de doença da proprietária da habitação, mas também devido à presença de outras fontes sonoras localizadas no interior da habitação (animais e eletrodomésticos) que causavam interferências nas medições. O ponto R5 foi excluído por não estar sob a influência acústica da LIPOR II.

Outra alteração implementada neste plano durante o triénio 2004-2007 relacionou-se com a inclusão de duas medições anuais extraordinárias a ocorrer durante os períodos de paragem da LIPOR II.

Na certeza de que ao longo do PMExt, a componente do ruído se revelou um dos aspetos de maior relevância e de maior preocupação, entendeu-se em 2007 que o plano do ruído deveria, em futuros períodos de monitorização, ser objeto de reforço, não só quanto à intensificação das medições em locais já identificados como críticos, mas também quanto ao aumento no grau de conhecimento dos fatores que pudessem influenciar os níveis de ruído na envolvente próxima da LIPOR II.

Assim, para o período de monitorização do ruído entre 2007 e 2010, foi implementada a criação de uma rede de monitorização com realização de campanhas de medição em contínuo (Figura 2.17).

A criação da rede de monitorização em contínuo permitiu, para além do acompanhamento dos níveis de ruído, um aumento significativo do grau de conhecimento dos fatores que influenciam os níveis de ruído na envolvente próxima da LIPOR II, possibilitando uma maior capacidade de intervenção ao nível da gestão do ruído e da comunicação dos níveis medidos. A rede de monitorização em contínuo era constituída por um conjunto de estações de medição de ruído em contínuo (dotadas de analisadores OPER@) com ligação a uma estação central computadorizada.

Paralelamente às medições em contínuo, manteve-se a realização de medições pontuais do ruído ambiente e do ruído residual, com recurso a sonómetro homologado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ).

É ainda de referir que, a partir de 2014, o ponto R2 (localizado a leste da LIPOR II) deixou de ser alvo da monitorização dos níveis de ruído, dado que o histórico de medições não apontava para uma influência da LIPOR II, neste local.

Em 2015, foi necessário proceder à atualização dos equipamentos utilizados nas medições de ruído em contínuo. Assim, a partir de agosto de 2015 os equipamentos de monitorização (OPER@) foram substituídos por outros equipamentos de medição em contínuo (sistema de monitorização DUO) mais evoluídos tecnicamente e possuidores de homologação pelo IPQ, o que permitiu a interpretação dos dados obtidos por todos os equipamentos de acordo com o Regulamento Geral do Ruído.



fig. 2.17 - Localização das estações de monitorização em contínuo de ruído



A utilização destes equipamentos abrangeu a recolha de dados no período de tempo entre setembro de 2015 e a atualidade e, relativamente ao período de monitorização anterior, as alterações ao programa de monitorização do ambiente sonoro residiram essencialmente em:

- Eliminação das medições pontuais de longa duração com as atividades em funcionamento (medições correspondentes ao ruído ambiente);
- Eliminação das medições pontuais de curta duração com as atividades paradas (medições correspondentes ao ruído residual).

2.4.2 Análise do período compreendido entre 2010 e 2018

A LIPOR II é considerada uma atividade ruidosa permanente e como tal, estando localizada na proximidade de recetores sensíveis, está sujeita ao cumprimento dos valores limite fixados no artigo 11º (valores limite de exposição) e ao cumprimento do critério de incomodidade fixado no artigo 13º do Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro.

A partir dos níveis de ruído ambiente medidos nos períodos diurno, entardecer e noturno, através da monitorização em contínuo efetuada, calcularam-se os indicadores de ruído L_n ² e L_{den} ³ e o valor do critério de incomodidade para o período de 2010 a 2018.

Para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicaram-se os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 65 dB(A) e L_n igual ou inferior a 55 dB(A)⁴.

O funcionamento da LIPOR II deve ainda obedecer aos seguintes critérios de incomodidade:

- $L_{Ar}^5 - L_{den}^6 \leq 5$ dB(A), para o período diurno;
- $L_{Ar} - L_{den} \leq 4$ dB(A), para o período entardecer;
- $L_{Ar} - L_{den} \leq 3$ dB(A), para o período noturno.

Apresentam-se nas Figuras 2.18 e 2.19 os indicadores de ruído referentes à monitorização em contínuo de 2010 a 2018, nos 4 pontos de amostragem, e os respetivos limites do valor de exposição.

Pela análise das Figuras observa-se que, para o período de 2010 a 2018, os valores de L_{den} e L_n cumprem os limites de 65 e 55 dB(A), referidos no Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro, com exceção do ano de 2013, no ponto R4, em que o L_n foi superior ao limite.

No ano de 2014, também no ponto 4 observaram-se valores elevados dos indicadores de ruído L_{den} e L_n . Contudo, essa situação acontece tanto no ruído ambiente (com a LIPOR II em funcionamento) como no ruído residual (com a LIPOR parada) o que induz à presença de outras fontes sonoras no local.

² O indicador L_n representa o ruído médio durante o período noturno das 23h00 as 7h00.

³ O indicador L_{den} representa média ponderada das 24 horas do dia.

⁴ dB(A): valor ponderado que leva em consideração a sensação sonora do aparelho auditivo humano.

⁵ L_{Ar} : nível de avaliação ou nível sonoro contínuo equivalente, corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular.

⁶ L_{den} : nível de avaliação ou nível sonoro contínuo equivalente, corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído residual

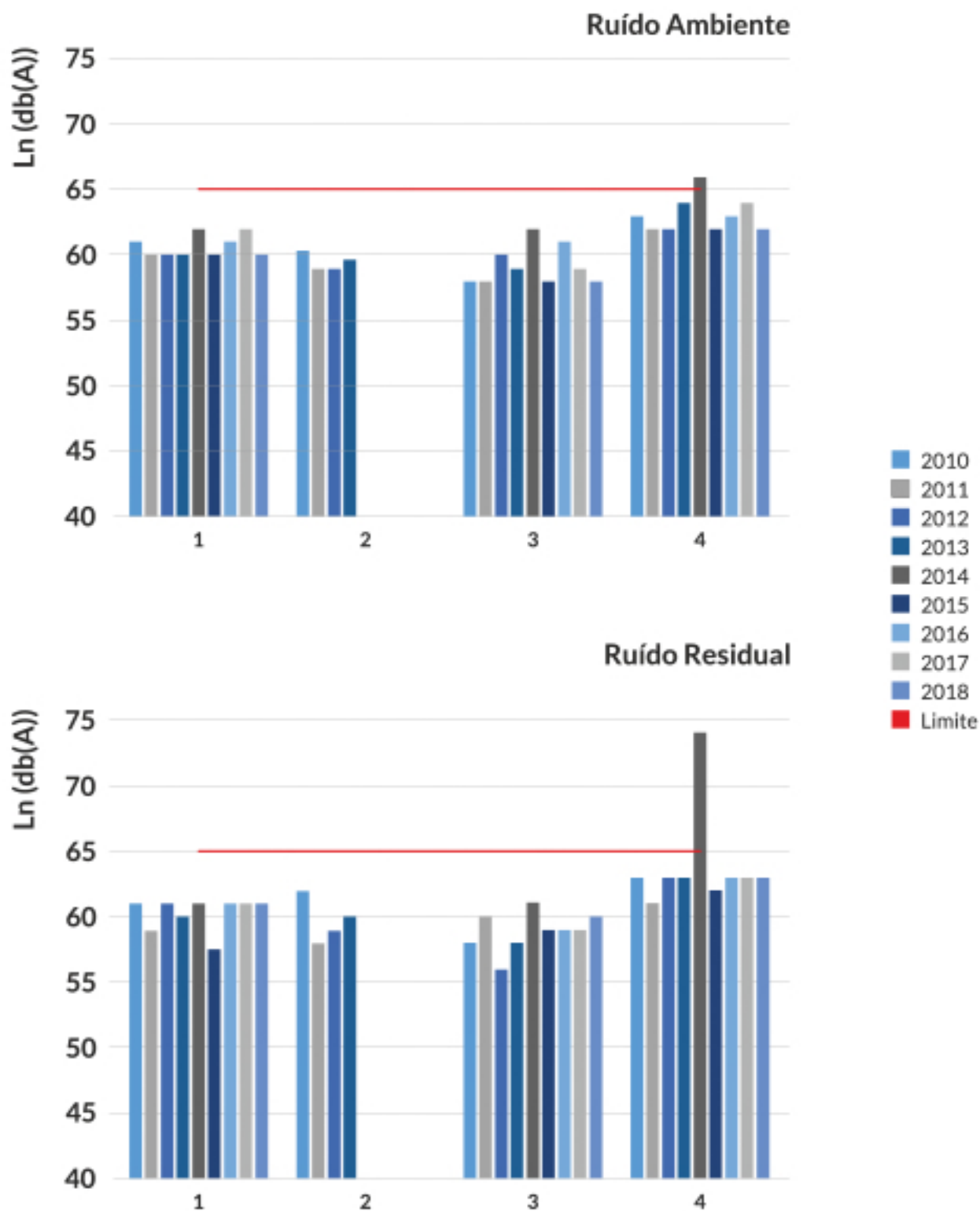


fig. 2.18 · Indicador de ruído L_{con} obtido na monitorização em contínuo, de 2010 a 2018

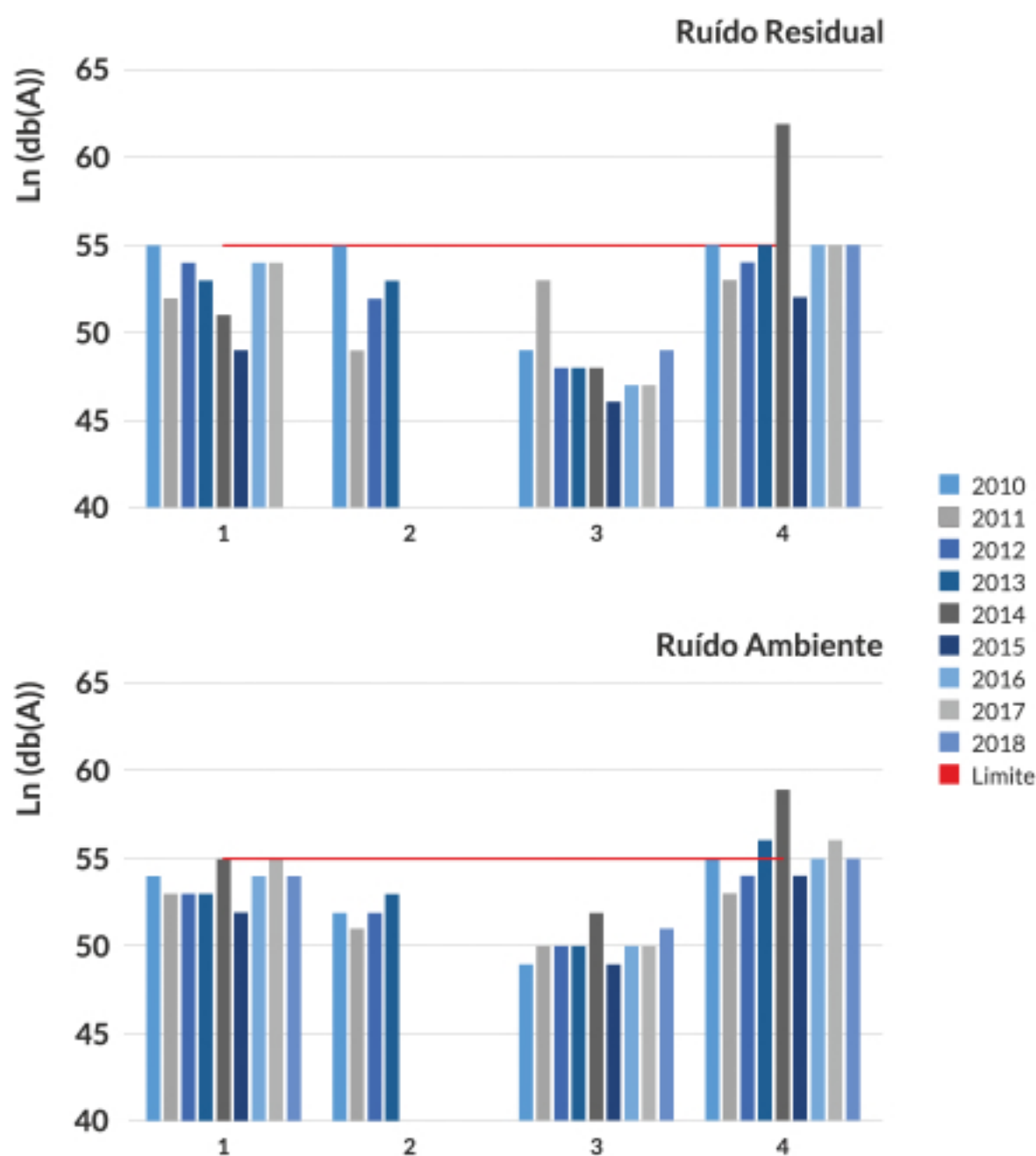


fig. 2.19 - Indicador de ruído L_n obtido na monitorização em contínuo, de 2010 a 2018

Na Figura 2.20 apresentam-se os valores obtidos para o critério de incomodidade, tendo em consideração a monitorização em contínuo efetuada entre 2010 e 2018.

Ao longo dos anos de execução do PMExt de ruído, tem-se verificado uma grande variabilidade nos níveis sonoros medidos na envolvente da LIPOR II, sendo que por vezes o ruído residual (período de paragem da LIPOR II) apresenta níveis superiores ao ruído ambiente (período de funcionamento da LIPOR II). Nesses casos, o valor da incomodidade não é calculado, dado que o $L_{AR} < L_{ARQTT}$, ou seja, os níveis do ruído residual são superiores aos níveis do ruído ambiente. Na Figura 2.20 optou-se por não representar essas situações.

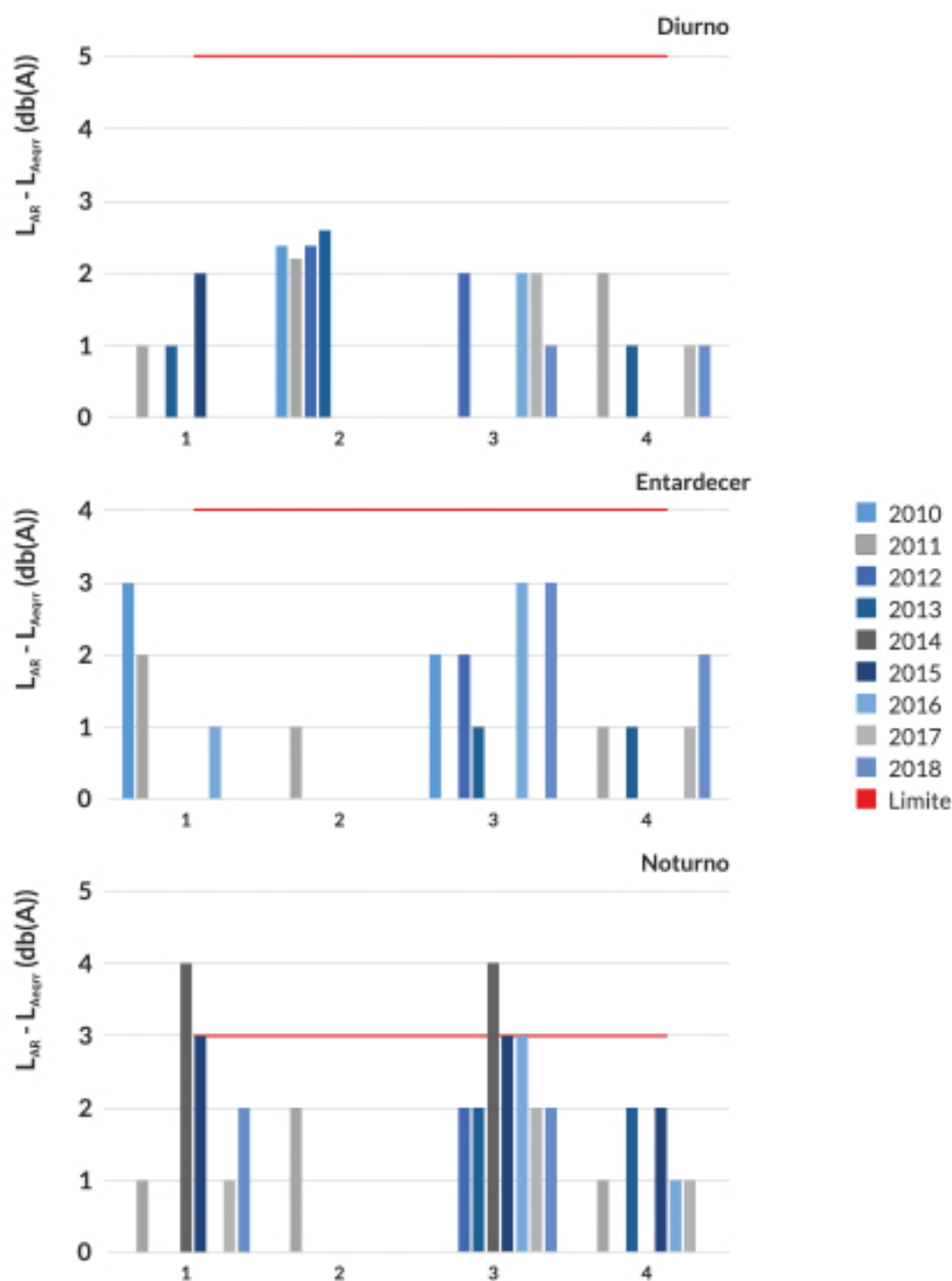


fig. 2.20 - Critério de incomodidade na monitorização em contínuo, de 2010 a 2018

Através da análise da Figura 2.20, conclui-se que os valores da diferença $L_{AR} - L_{AeqT}$ foram inferiores aos valores limite, em todos os pontos de medição, nos períodos diurno e entardecer. Destacam-se os valores obtidos para os pontos 1 e 3 no período noturno, onde os níveis de incomodidade foram superiores ao limite, no ano de 2014.

Como se pode observar, são várias as situações em que os níveis sonoros obtidos para o ruído residual foram superiores aos níveis sonoros do ruído ambiente, principalmente nos períodos diurno e noturno.



3 MONITORIZAÇÃO PSICOSSOCIAL

3.1 Desenvolvimento do Plano

Na conceção do PMExt foi desenvolvido o Plano de Monitorização Psicossocial cuja metodologia já tinha sido adotada em estudos anteriores, nomeadamente no EIA, na sondagem efetuada durante a elaboração do PMExt e nas ações de pré-monitorização efetuadas durante o ano de 2008.

Assim, a metodologia definida inicialmente consistiu num estudo longitudinal, por painel telefónico de uma amostra aleatória dos residentes em lares com telefone em 3 zonas: Crestins/Araújo (100 entrevistas), uma freguesia de uma zona residencial da Maia (100 entrevistas) e uma freguesia de uma zona residencial do Porto (100 entrevistas). Para garantir a continuidade da amostra, partiu-se de uma base de recrutamento de 700 indivíduos, dentro da qual será extraída a amostra, sendo substituídos apenas os indivíduos que, entretanto, deixem de pertencer ao painel.

O Plano de Monitorização Psicossocial mostrou uma estabilização das atitudes face à Central de Valorização Energética e, passada uma primeira fase de apreensão e de aumento de perceção de risco (durante a primeira fase de funcionamento), os níveis estabilizaram para valores baixos, tendo sido identificado apenas um "pico" de alterações psicossociais em julho de 2005, mas que se deveu aos fogos da zona e não a qualquer atividade da Central. Deste modo, procedeu-se ao acompanhamento da população num processo de adaptação a uma estrutura nova, que está claramente bem enquadrada dentro do ambiente construído daquela zona.

No período de monitorização de 2004 a 2007 verificou-se que os inquéritos semestrais por entrevista direta apresentavam um nível de intrusão grande, tendo-se assistido a níveis elevados de recusa de participação nas últimas campanhas. Tais resultados eram mais um indicador de que a situação estava normalizada e que as pessoas não sentiam a necessidade de usar este "instrumento" para manifestar as suas preocupações.

No sentido de proceder ao trabalho continuado de monitorização da dimensão psicossocial dos impactos decorrentes do funcionamento da Central, este plano passou a considerar apenas questionários telefónicos e periodicidade anual para as campanhas até ao final de 2011, passando a ser bialenal a partir de 2011 até à data.

Como o Plano de Monitorização Psicossocial pretende-se caracterizar:

- A posição dos residentes face à Central (incluindo conhecimento, atitudes e perceção de ameaça);
- A qualidade ambiental percebida (incomodidade devida ao ruído, fumos e cheiros);
- O bem-estar dos residentes (avaliado em termos de qualidade de vida subjetiva e de mal-estar psicológico);
- A ligação ao espaço residencial (identidade local e sentido de comunidade).

Para concretização dos objetivos atrás enunciados é utilizado o modelo teórico apresentado na Figura 3.1, que pressupõe que, controlando as variáveis sociodemográficas habitualmente associadas ao bem-estar (sexo, nível de escolaridade), o bem-estar dos residentes é determinado pela qualidade ambiental do espaço residencial e pela ameaça percebida relativamente à Central. No entanto, espera-se que estas relações sejam moderadas por dois fatores:

- A distância da residência à Central: quanto mais próxima a residência, mais fortes as associações entre bem-estar, qualidade ambiental e ameaça percebida;
- A ligação ao local: quanto mais elevada, mais fortes as associações anteriores.



fig. 3.1 - Modelo teórico utilizado

3.2 ANÁLISE DO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2008 E 2018

Apresenta-se de seguida a análise dos resultados obtidos desde 2008 até 2018, com recurso a uma campanha bienal, realizada por telefone e utilizando grupos de comparação de outras localidades com características sociodemográficas e ambientais semelhantes.

Os dados analisados permitem concluir que, no geral, as medições obtidas na zona próxima da LIPOR II são semelhantes às registadas nas restantes amostras de comparação, em particular no que toca às variáveis de ligação ao espaço residencial, bem-estar dos residentes e qualidade ambiental percebida.

As grandes diferenças associadas à implantação da Central de Valorização Energética referem-se à posição face à LIPOR II. Comparativamente com as outras zonas amostradas, na amostra local o nível de conhecimento sobre a Central é maior, as atitudes são menos positivas e o sentimento de ameaça é maior.

Na Figura 3.2 apresenta-se a representação gráfica da evolução da posição da população inquirida face à LIPOR II, em que é possível verificar a estabilidade dos resultados, ocorrendo mudanças de muito pequena magnitude. Em particular, na última campanha, nota-se uma ligeira degradação da posição geral da amostra distante e da amostra de comparação, o que não é acompanhado pela amostra local.

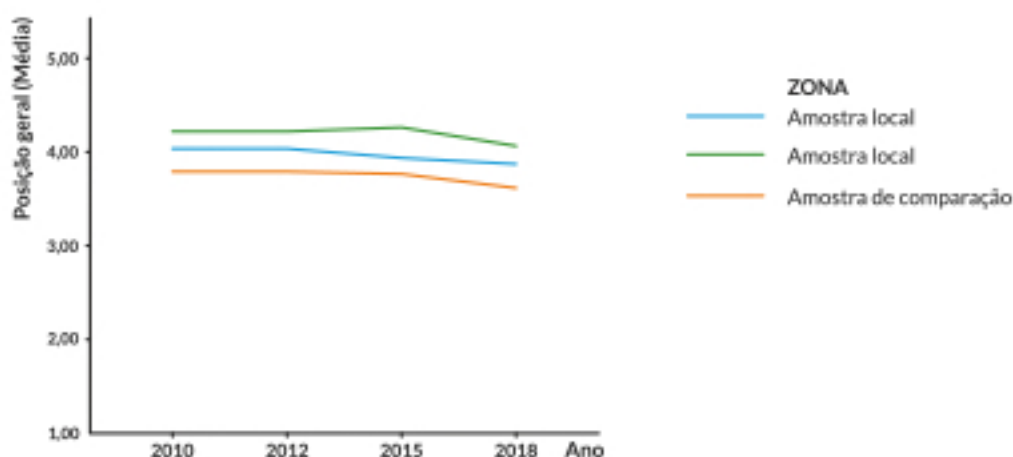


fig. 3.2 - Evolução da posição da população face à LIPOR II

O indicador conjunto de qualidade ambiental percebida, Figura 3.3, foi construído a partir dos dois indicadores de incomodidade: incomodidade associada a fumos e cheiros e incomodidade acústica.

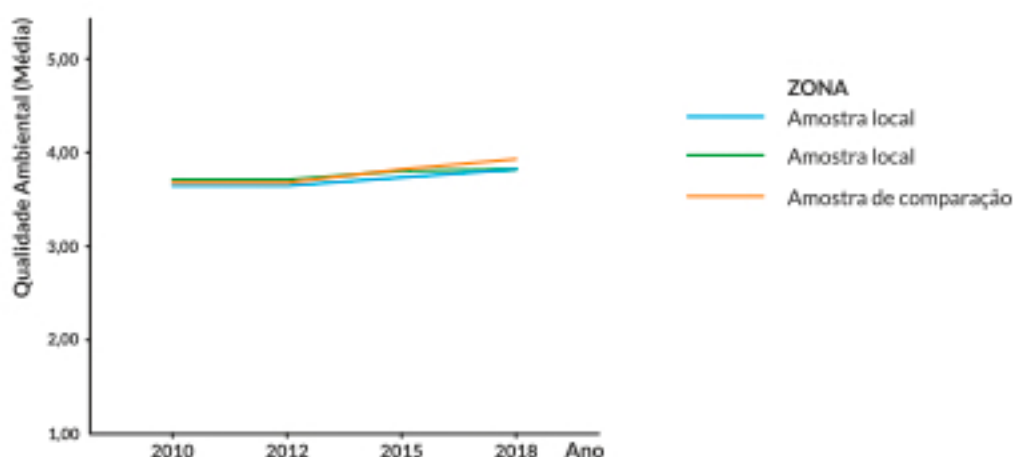


fig. 3.3 · Evolução da qualidade ambiental percebida por distância à LIPOR II

Os resultados deste indicador não são significativamente sensíveis à distância à Central, apesar de o indicador de qualidade ambiental ser ligeiramente inferior nas casas que têm visibilidade para a Central de Valorização Energética, comparativamente com os restantes residentes na zona de implantação e na de comparação. Os resultados obtidos podem sistematizar-se da seguinte forma:

- A incomodidade face ao ruído é baixa;
- A incomodidade face a fumos e cheiros é baixa, embora um pouco mais elevada na zona residencial com visibilidade para a central;
- O nível de qualidade ambiental global percebido é elevado, sendo ligeiramente mais baixo na zona residencial com visibilidade para a Central, mas este resultado não tem significância estatística;
- A comparação com as respostas das medições realizadas desde 2010 mostram que os valores são estáveis, notando-se uma ligeira melhoria nas 3 amostras ao longo do tempo (Figura 3.3).

O bem-estar dos residentes na zona mais próxima da central, sobretudo daqueles muito ligados ao local, continua a apresentar-se particularmente associado à perceção de qualidade ambiental (e não à perceção de ameaça, como identificado em medições anteriores). Esta alteração indicia claramente uma adaptação psicossocial à residência nas imediações da LIPOR II.

De salientar que a caracterização do bem-estar dos residentes é feita através de 2 indicadores:

- Qualidade de vida;
- Mal-estar psicológico.

O indicador qualidade de vida, inclui a apreciação do estado geral de saúde, da satisfação com a vida e das relações de sociabilidade com outros, e pode variar entre 1 (muito baixa qualidade de vida) e 5 (muito elevada qualidade de vida). Os resultados obtidos nos inquéritos efetuados estão sempre acima da média teórica da escala, não existindo diferenças significativas na qualidade de vida dos residentes por distância à central. Esta variável está muito associada a indicadores de escolaridade e classe social: a qualidade de vida é mais elevada nos indivíduos com mais escolaridade e mais rendimentos.

Por sua vez, o indicador mal-estar é construído a partir dos indicadores de ansiedade, stress e depressão, e pode variar entre 1 (valores muito baixos de mal-estar psicológico) e 5 (valores muito elevados de mal-estar psicológico). No geral, os valores obtidos são baixos e tal como no indicador anterior, não se verificam diferenças relativas à distância da residência à Central, mas mantêm-se as associações ao estatuto social.

O indicador conjunto de bem-estar dos residentes foi construído a partir dos indicadores de qualidade de vida e de mal-estar psicológico. A análise temporal dos resultados obtidos é apresentada na Figura 3.4 e podem ser sistematizados da seguinte forma:

- A qualidade de vida dos residentes não aparece associada à distância da sua residência à Central;
- O mal-estar psicológico dos residentes não está associado à distância da sua residência à Central;
- O nível de bem-estar geral dos residentes não apresenta assim diferenças significativas entre amostras;
- A comparação entre as respostas/medições realizadas desde 2010 mostram que os valores médios de bem-estar são estáveis, notando-se uma subida muito ligeira nas 3 amostras.

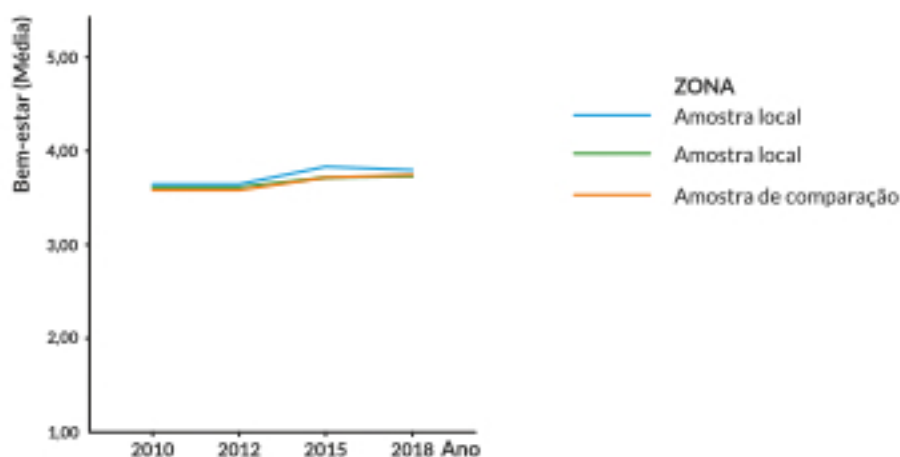


fig. 3.4 - Evolução do bem-estar por distância à LIPOR II

A caracterização da ligação dos residentes ao seu espaço residencial foi efetuada através de 2 indicadores:

- Identidade com o local de residência;
- Sentido de comunidade.

A interpretação, do grau de identificação com o local de residência e do grau de sentido psicológico de comunidade, foi efetuada numa escala que varia entre 1 (baixa identidade e baixo sentido de comunidade) e 5 (elevada identidade e elevado sentido de comunidade).

O indicador global de ligação dos residentes ao espaço residencial (ver Figura 3.5) foi construído a partir dos indicadores atrás referidos (identidade local e sentido de comunidade), podendo-se afirmar que:

- A identidade local dos residentes é alta, mas não aparece associada à distância da sua residência à Central;
- O sentido de comunidade é médio, mas não aparece associada à distância da sua residência à Central;
- No seu conjunto, o nível de ligação ao espaço residencial não apresenta diferenças significativas entre amostras, nem ao longo do tempo (Figura 3.5).

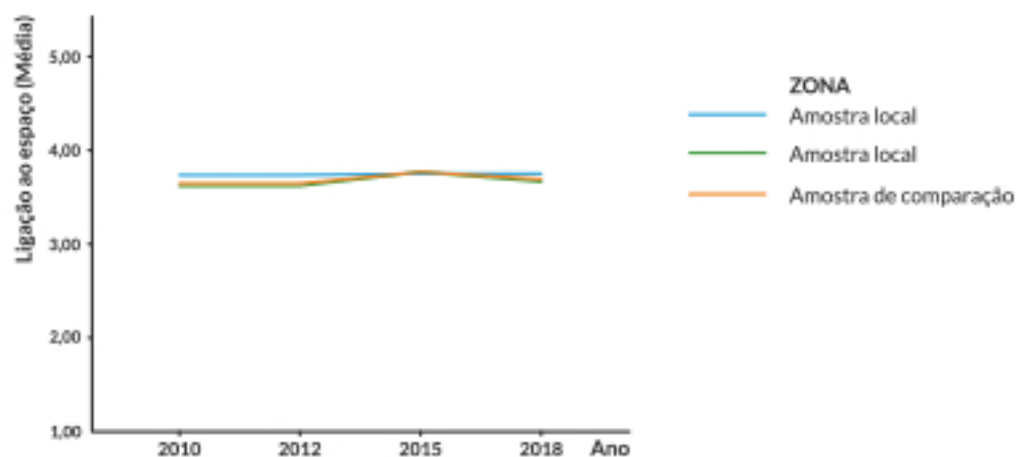


fig. 3.5 · Evolução da ligação ao espaço, por distância à LIPOR II

O estudo dos preditores do bem-estar dos residentes das zonas próximas à LIPOR II mostrou que a percepção de ameaça é um fator menos relevante para a qualidade de vida dos residentes mais próximos e mais ligados à comunidade local do que a qualidade ambiental. Salienta-se que o nível de qualidade ambiental percebido é relativamente elevado. O padrão de resposta dos residentes mais próximos é igual ao dos residentes mais distantes nas avaliações anteriores, e claramente mais ligado à qualidade ambiental percebida. Trata-se da normalização desta situação e da inserção da LIPOR II na paisagem da zona, tal como é percebida pelos seus habitantes.



4 MONITORIZAÇÃO DA SAÚDE PÚBLICA

4.1 Desenvolvimento do Plano

A conceção do Plano de Monitorização da Saúde Pública integrou, em 1999, dois planos complementares, um associado à vigilância biológica e um outro relacionado com a vigilância de fatores de risco e efeitos adversos.

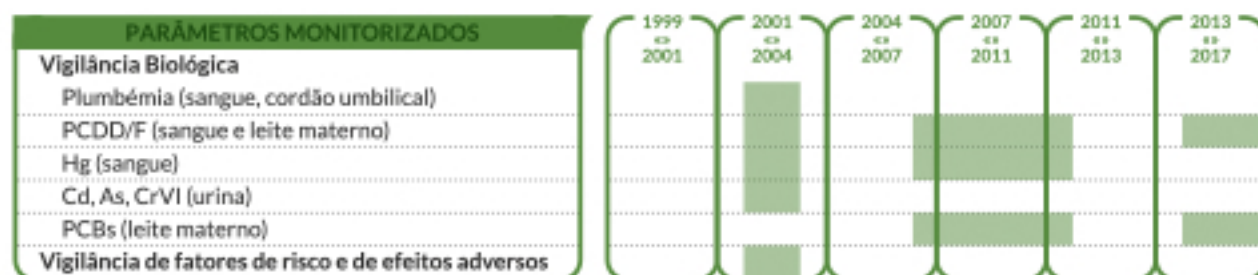
O desenvolvimento deste plano foi efetuado através da colheita, análise e interpretação de dados provenientes de várias unidades de estudo. Para o desenho das atividades a desenvolver foi definido que a comunidade deveria ser entendida como a mais próxima da LIPOR II, no caso de alguns parâmetros a estudar, enquanto que para outros (como por exemplo a incidência de cancro) o mesmo conceito deveria ser entendido num sentido mais lato, como por exemplo o concelho da Maia ou Matosinhos.

As atividades a realizar no âmbito de cada um dos planos complementares referidos baseavam-se em metodologias distintas, das quais resultou a realização de atividades diferentes em cada um.

O plano de Vigilância de Fatores de Risco e de Efeitos Adversos, para o qual foi apenas delineada uma campanha de monitorização, baseou-se no levantamento e inventariação dos dados de mortalidade e morbilidade que pudessem permitir a construção de uma base de dados de saúde pública, tendo sido avaliados os seguintes parâmetros: cancro, asma, alteração da reprodução e tabagismo. O plano de Vigilância Biológica, por sua vez, incluía a execução de medições das concentrações de contaminantes químicos, ou seus metabolitos, nos meios biológicos (sangue, leite materno, urina) de modo a identificar alterações bioquímicas precoces. Para o plano de Vigilância Biológica, foram estabelecidas 3 campanhas de monitorização, conforme se observa no Quadro 4.1.

Durante as três campanhas realizadas ao longo de 16 anos, utilizaram-se sempre duas subamostras: a população local, potencialmente afetada pelas emissões da LIPOR II, e outra, mais afastada, que se considera como população de controlo, a qual se assume como não influenciada pelas emissões da Central de Valorização Energética.

Quadro 4.1. Evolução temporal do Plano de Saúde Pública



O Plano de Saúde Pública teve a sua primeira revisão nas atividades previstas para o triénio 2004-2007, estando estabelecida a realização da 2ª campanha do plano de Vigilância Biológica, com o principal objetivo de atualização dos dados obtidos anteriormente. Esta componente visava avaliar a tendência evolutiva dos marcadores incluídos na primeira fase de monitorização que se realizou em 2002 e 2003 e identificar quaisquer desvios relevantes. Atendendo aos resultados que foram obtidos desde o início da monitorização, na segunda campanha, não foram monitorizadas a plumbémia e os metais na urina e incluiu-se a determinação do teor em PCB no leite materno.

A partir de novembro de 2012 foram empreendidas ações junto da Comissão de Ética para a Saúde de modo a obter a necessária autorização para a realização da 3ª campanha do Plano de Saúde Pública. Em setembro de 2014 foi recebido o parecer favorável da Unidade de Investigação Clínica e um pedido de informação complementar, nomeadamente o parecer da Comissão Nacional de Proteção Dados (CNPD), visto o estudo a desenvolver envolver a colheita de dados sensíveis no âmbito da Lei 67/1998 de 26 de outubro.



Durante o ano de 2015, foram empreendidos esforços junto das unidades locais de saúde da Maia, Matosinhos, Trofa, Santo Tirso e Famalicão, com vista a obter a sua concordância na participação no programa de Saúde Pública. Em julho de 2015 foi concedida a autorização da Comissão Nacional da Proteção de Dados para os estudos a realizarsobre a população de Moreira da Maia.

A realização da 3ª campanha de monitorização do Plano da Saúde Pública obteve em dezembro de 2016 o parecer favorável da Comissão de Ética para a Saúde (Parecer nº 136/2016), tendo sido efetuadas as recolhas das necessárias amostras de sangue humano e leite materno no segundo semestre de 2017.

De salientar que sem o empenho das entidades participantes, Administração Regional de Saúde do Norte, ACES Grande Porto III Maia/Valongo, ACES Grande Porto I Santo Tirso/Trofa e Unidade Local de Saúde de Matosinhos, a concretização deste programa de monitorização não teria sido possível.

De acordo com o respetivo plano de monitorização e dando continuidade às campanhas anteriores, na terceira campanha de monitorização procedeu-se à interpretação biológica das seguintes componentes:

- Leite materno – Dioxinas, furanos e PCB;
- Sangue humano – Dioxinas e furanos.

Na 3ª campanha de monitorização da Saúde Pública, realizada em 2017, manteve-se a inclusão nos parâmetros analisados, do grupo dos Bifenilos policlorados, frequentemente designados por PCBs, compostos semelhantes ao grupo das dioxinas (DL-PCBs)⁷. Apesar de estes compostos não serem emitidos pela Central de Valorização Energética LIPOR II, poderão ter significado na quantificação global da exposição, dadas as semelhanças dos seus potenciais efeitos e, pelo facto de serem igualmente poluentes orgânicos persistentes (POPs). De notar que estes compostos não foram alvo de monitorização na 1ª campanha realizada.

Os resultados obtidos na terceira campanha de monitorização da Saúde Pública permitiram dois tipos de interpretações de grande relevância para a identificação dos potenciais impactos do funcionamento da LIPOR II:

- Análise da evolução temporal dos níveis de dioxinas e furanos em amostras de produtos biológicos da população potencialmente exposta, comparando os níveis mais recentes com os registados em 2001 e em 2007-2008;
- Comparação dos níveis de dioxinas e furanos entre a população potencialmente exposta e uma população de controlo.

Na 3ª campanha de monitorização, participaram voluntariamente nas várias componentes do estudo, indivíduos saudáveis, sendo o único critério de exclusão a possibilidade de exposição ocupacional, tendo-se procedido à recolha de um total de 50 amostras de leite materno (25-40ml) e de sangue (40-60ml).

Dada a impossibilidade de, por razões logísticas, dar continuidade à interpretação efetuada em Famalicão na 2ª campanha de monitorização, foi possível obter o apoio do Agrupamento de Centros de Saúde (ACES) de Santo Tirso, população já participante na 1ª campanha de monitorização. Assim, participaram no presente estudo indivíduos saudáveis cuja área de residência se localizava na abrangência dos ACES Maia/Valongo e Santo Tirso e pela Unidade Local de Saúde (ULS) Matosinhos.

A área de influência do ACES Maia/Valongo e da ULS de Matosinhos corresponde à população local, potencialmente exposta às emissões da LIPOR II, enquanto a área abrangida pelo ACES Santo Tirso Trofa corresponde à população de controlo. Nas figuras seguintes e, por uma questão de simplificação, é utilizada a designação de Maia como correspondente à população local, sendo a população de controlo designada por Santo Tirso (em 2008 correspondia a Famalicão).

⁷ Será utilizada a designação de PCBs

4.2 Análise dos resultados obtidos entre 2001 e 2017

Na Figura 4.1 apresentam-se os valores mínimos, percentil 25, mediana, percentil 75 e máximos das concentrações de PCDD/PCDF no leite materno nas amostras Maia e Santo Tirso (2001), Maia e Famalicão (2008) e Maia e Santo Tirso (2017).

De acordo com os resultados obtidos, os dados medidos em 2017 apresentam teores de dioxinas e furanos substancialmente inferiores (menos de metade) dos registados nas campanhas de 2001 e de 2008. Esta situação ocorre tanto para a população local como para a população de controlo. Esta diferença é evidente por visualização gráfica e confirmada pela aplicação de testes estatísticos ($p=0,000$).

De salientar que em 2017 os níveis de dioxinas e furanos medidos na população local (4,8) são inferiores aos medidos na população de controlo (5,5). Esta diferença tem significado estatístico ($p=0,034$) com um grau de significância de 95%.

No que diz respeito aos PCBs, a validação com testes estatísticos revela uma diferença significativa ($p = 0,000$) entre os valores das amostras da população exposta medidos em 2007 e em 2017. Efetivamente, os valores médios de PCBs no leite materno baixaram de 4,2 para 2,6 pg TEQ.g^{-1} . A comparação entre os valores na população local (2,6) e de controlo (2,1) não revela diferença com significância estatística ($p=0,061$).

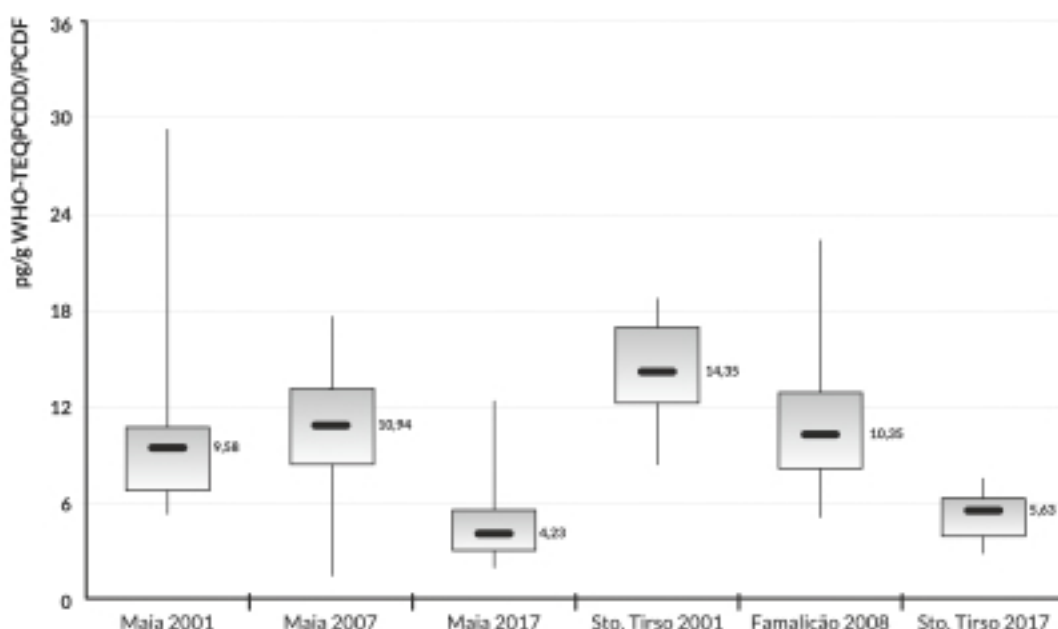


fig. 4.1 - Representação gráfica dos valores mínimos, percentil 25, mediana, percentil 75 e máximos das concentrações de PCDD/PCDF no leite materno nas amostras Maia e Santo Tirso (2001), Maia e Famalicão (2008) e Maia Santo Tirso (2017).

Na Figura 4.2 apresentam-se, os valores mínimos, percentil 25, mediana, percentil 75 e máximos das concentrações de PCDD/PCDF (WHO-TEQ) no sangue humano nas amostras Maia e Santo Tirso (2001), Maia e Famalicão (2008) e Maia e Santo Tirso (2017).

De acordo com os dados obtidos, a população local apresenta valores médios substancialmente mais baixos de PCDD e PCDF expressos em WHO-TEQ em 2017 (11,9) do que em 2008 (17,4) ($p=0,006$). Na comparação dos valores registados nas duas subamostras de 2017 (Maia versus Santo Tirso) não se verificam diferenças com significância estatística ($p=0,072$) apesar do valor da média registado na população local (11,9) ser inferior ao da população de controlo (15,1).

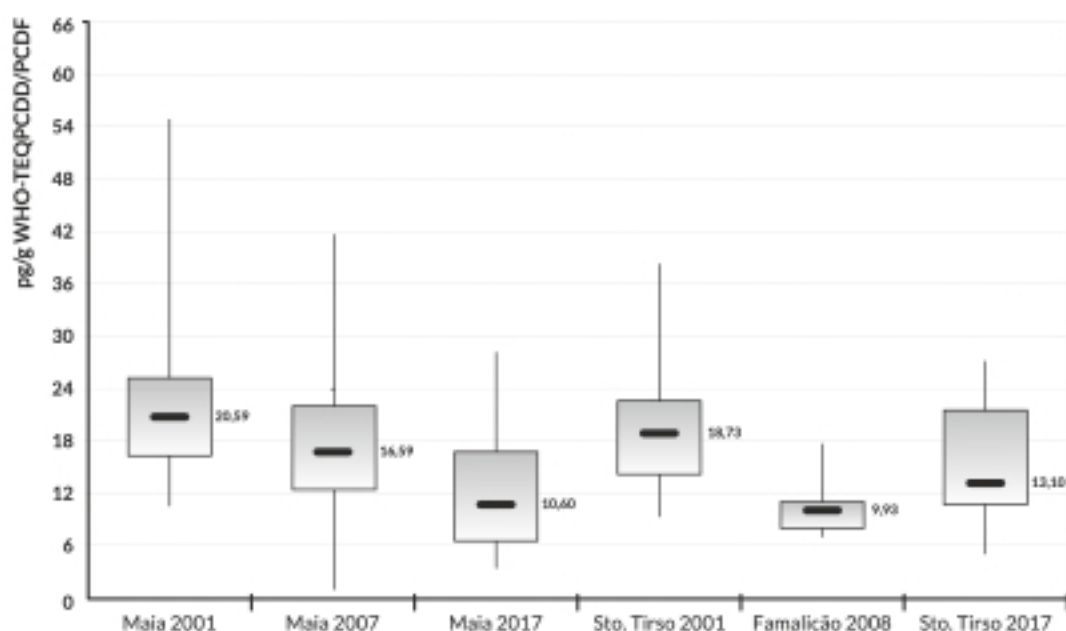


fig. 4.2 · Valores mínimos, percentil 25, mediana, percentil 75 e máximos das concentrações de PCDD/PCDF (WHO-TEQ) no sangue humano nas amostras Maia e Santo Tirso (2001), Maia e Famalicão (2008) e Maia e Santo Tirso (2017).

A principal conclusão da análise da evolução temporal dos níveis de dioxinas (PCDD) e furanos (PCDF) em amostras de leite materno e sangue humano é que os dados obtidos não evidenciam qualquer alteração dos níveis biológicos de PCDD e PCDF no leite materno e sangue da população mais próxima da unidade de valorização energética. Esta afirmação sustenta-se nos seguintes factos:

- Entre 2001 e 2017, os níveis destes compostos registaram reduções importantes:
 - -61,3% no valor médio em amostras de leite materno;
 - -45,2% no valor médio em amostras de sangue humano.
- Os valores registados em 2017 na população local são inferiores aos obtidos na população de controlo:
 - -16,0% no valor médio em amostras de leite materno;
 - -21,2% no valor médio em amostras de sangue humano.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente documento procedeu-se à descrição das atividades empreendidas no âmbito do Programa de Monitorização Externa da LIPOR II (PMExt).

O PMExt foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial impacto ambiental da operação da Central de Valorização Energética – LIPOR II, localizada no Lugar de Crestins em Moreira da Maia. A conceção do PMExt foi efetuada em 1997, seguindo-se o desenvolvimento de procedimentos e mecanismos de implementação, no terreno, desse mesmo Programa, em 1999.

O objetivo final de um programa de monitorização como o PMExt da LIPOR II (Capítulo 1), é permitir detetar e caracterizar alterações ambientais e assim responder sem ambiguidade à questão central de saber se a construção e o funcionamento desta unidade industrial acarretaram algum impacto significativo na qualidade do ambiente e na saúde pública da sua envolvente.

As atividades de monitorização que foram iniciadas em 1999 decorrem até à atualidade, tendo o Programa de Monitorização Externa sido revisto e atualizado em função da interpretação dos dados obtidos e da atualização da legislação ambiental aplicável.

Atualmente, o Programa de Monitorização Externa da LIPOR II inclui 3 Planos de Monitorização, sendo que um deles (Monitorização Ambiental) inclui 3 subplanos:

- Monitorização Ambiental:
 - Monitorização da Qualidade do Ar;
 - Monitorização da Qualidade dos Recursos Hídricos;
 - Monitorização do Ruído.
- Monitorização Ambiental;
- Monitorização Psicossocial;
- Monitorização da Saúde Pública

As diferentes componentes ambientais do PMExt foram agrupadas como atrás descrito, de forma a permitir o cruzamento da informação obtida, tendo para tal sido selecionadas estações de monitorização na envolvente da LIPOR II, de modo a permitir o estabelecimento de relações de "causa-efeito" entre os 3 Programas de Monitorização.

A realização das ações previstas no PMExt, os resultados obtidos nas monitorizações efetuadas, as alterações de regulamentos legais aplicáveis e também a evolução da atividade da LIPOR II, conduziram à revisão do PMExt. Todas as revisões efetuadas às atividades inicialmente previstas foram realizadas mantendo o respeito pela génese do PMExt no que se refere aos requisitos de interpretação integrada dos resultados obtidos nas diferentes áreas de atuação. A descrição pormenorizada das alterações ao Plano de Monitorização Ambiental inicial a nível de frequências, parâmetros, localização e número de pontos de amostragem foi efetuada no Capítulo 2 deste relatório.

No que diz respeito ao Plano de Monitorização de **Qualidade do Ar** e para os parâmetros Partículas em suspensão (PM10), Ozono (O₃), Dióxido de Azoto (NO₂) e Dióxido de Enxofre (SO₂) consideraram-se os dados obtidos nas estações de Leça do Balio e Vila Nova da Telha, pertencentes à Rede de Medida da Qualidade do Ar da Área Metropolitana do Porto. No período compreendido entre 2004 e 2018, o histórico de resultados revelou a existência de uma tendência de diminuição das concentrações de PM10 e de SO₂, e a manutenção dos níveis de NO₂. Estes resultados apresentam uma tendência equivalente à observada de forma global nos resultados das estações fixas no território nacional. Relativamente ao O₃, o número mais significativo de ultrapassagens do valor alvo para a proteção da saúde humana decorreu em 2005 e 2006, variando entre 17 e 21 excedências (valor a não exceder mais



de 25 dias por ano civil). Após 2007, o número de ultrapassagens deste valor de referência foi próximo ou inferior a 10, em ambas as estações.

Atualmente, pela interpretação da série de dados obtida para os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH), Benzo(a)pireno (B(a)P), dioxinas e furanos (PCDD/F), Mercúrio gasoso total (MGT), Arsénio (As), Cádmio (Cd), Cobre (Cu) e Níquel (Ni) efetuada em detalhe no Capítulo 2, pode-se concluir que os valores limite da legislação nacional ou da bibliografia especializada não são ultrapassados, embora a interpretação dos homólogos e congéneres constituintes dos PAH indiquem a presença de compostos, nomeadamente o fenantreno, que possam ser emitidos por centrais de incineração.

A interpretação dos perfis de PCDD/F nas amostras de ar ambiente revelam a influência de outras fontes de emissão existentes na região, dados os perfis observados serem diferentes dos encontrados nos efluentes gasosos da LIPOR II. De referir que se observa ao longo do tempo um decréscimo da concentração de PCDD/F.

Os valores determinados para o MGT podem indiciar uma potencial influência do processo de incineração da LIPOR II. No entanto, para os níveis atmosféricos medidos contribuem, para além do processo de incineração, um número indeterminado de outras fontes existentes na região, como sejam, vários processos de combustão, a queima residencial e industrial de carvão e óleo e a fundição de metais não ferrosos.

As concentrações atmosféricas de Cd, Pb, As, e Ni são comparadas com os valores regulamentares, não se verificando ultrapassagem dos limites definidos. É ainda avaliada a potencial influência da LIPOR II através da construção das rosas de poluição para cada ano em análise, não sendo evidente a existência de influência preponderante associada à atividade da LIPOR II.

A execução dos Planos de Monitorização Ambiental, permitiu ao longo do tempo concluir pela inexistência de quaisquer relações de causa-efeito entre a atividade da LIPOR II e os resultados obtidos na Monitorização efetuada sobre os produtos **Biota Terrestre**, **Biota Aquático**, **Sedimentos** e **Recursos Hídricos**.

No âmbito da monitorização do **Ruído** existem alguns incumprimentos relativamente aos valores legislados no Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro. No período de medições correspondente à monitorização em contínuo que decorre desde 2010, ocorreu a ultrapassagem do limite legislado de 55 dB(A) para o L_{d} determinado no ponto R4 (Crestins). Neste ponto de monitorização, obtiveram-se valores elevados dos indicadores de ruído $L_{\text{d,m}}$ e L_{r} . De notar que esta ocorrência acontece tanto no ruído ambiente (com a LIPOR II em funcionamento) como no ruído residual (com a LIPOR parada), o que induz à presença de outras fontes sonoras no local.

Entre 2010 e 2018, sempre que níveis sonoros obtidos para o ruído ambiente foram superiores aos níveis sonoros do ruído residual, foi possível calcular o valor da incomodidade, tendo-se concluído que os valores da diferença $L_{\text{Aa}} - L_{\text{Aeq}}$ eram inferiores aos valores limite, em todos os pontos de medição, nos períodos diurno e entardecer, com exceção dos valores obtidos no ano de 2014 para os pontos 1 e 3 no período noturno, onde os níveis de incomodidade foram superiores ao valor limite.

A interpretação dos resultados obtidos no contacto com a população residente nas zonas próximas à da Central LIPOR II tem revelado, ao longo do Plano de Monitorização **Psicossocial**, que a perceção de ameaça é um fator menos relevante para a qualidade de vida dos residentes mais próximos e mais ligados à comunidade local do que a qualidade ambiental. Salienta-se que o nível de qualidade ambiental percebido é relativamente elevado. De referir que o padrão de resposta dos residentes mais próximos, obtido na campanha de monitorização realizada em 2018, é igual ao obtido dos residentes mais distantes nas avaliações anteriores, e claramente mais ligado à qualidade ambiental percebida. Trata-se da normalização desta situação e da inserção da LIPOR II na paisagem da zona, tal como é percebida pelos seus habitantes.

A principal conclusão do Plano de **Saúde Pública**, nomeadamente da análise da evolução temporal dos níveis de dioxinas (PCDD) e furanos (PCDF) em amostras de leite materno e de sangue humano é de que os dados obtidos nas 3 campanhas realizadas não evidenciam qualquer alteração dos níveis biológicos de PCDD e PCDF no leite



materno e sangue da população mais próxima da unidade de valorização energética. Assim, pode concluir-se sobre a inexistência de impactos negativos da LIPOR II sobre a população mais próxima da Central de Valorização Energética.

Por último, é importante salientar que o PMExt forneceu dados de grande relevância que extravasaram as fronteiras da própria LIPOR II. Insere-se aqui o carácter pioneiro do PMExt na caracterização dos níveis de dioxinas e furanos em amostras de ar ambiente, e de material biológico, como o leite de vaca e os ovos de galinha, o leite materno e o sangue humano. De igual modo, através do PMExt obteve-se a monitorização regular da água do rio Leça, o que permitiu acompanhar a evolução da sua qualidade ao longo dos últimos 20 anos.

A operação continuada deste Programa de Monitorização representa indubitavelmente um elemento determinante na criação de um espírito de confiança entre a atividade desenvolvida na Central de Valorização Energética e os atores sociais que a rodeiam.



6 REFERÊNCIAS

- Coutinho, M., Albuquerque, M., Silva, A. P., Rodrigues, J., Borrego, C. (2015) *Long-time monitoring of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans over a decade in the ambient air of Porto, Portugal*. *Chemosphere* 137, 207-213.
- Albuquerque, M., Coutinho, M., Borrego, C. (2016). *Long-term monitoring and seasonal analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) measured over a decade in the ambient air of Porto, Portugal*. *Science of The Total Environment* 543, 439-448.
- Albuquerque, M., Coutinho, M., Rodrigues, J., Ginja, J., Borrego, C. (2016). *Long-term monitoring of trace metals in PM10 and total gaseous mercury in the atmosphere of Porto, Portugal*. *Atmospheric Pollution Research*, 1-10.
- Chen, Y.; Ho, K. F.; Ho, S. S. H.; Ho, W. K.; Lee, S. C.; Yu, J. Z.; Sit, E. H. L. (2007). *Gaseous and particulate polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) emissions from commercial restaurants in Hong Kong*. *Journal of environmental monitoring: JEM.* ISSN 1464-0325. 9:12 1402-1409.
- Coutinho, M.; Pereira, M.; Borrego, C. - *Monitoring of ambient air PCDD/F levels in Portugal*. *Chemosphere*. ISSN 0045-6535. 67:9 (2007) 1715-21. doi: 10.1016/j.chemosphere.2006.05.084.
- Colombo, A.; Benfanati, E.; Mariani, G.; Lodi, M.; Marras, R.; Rotella, G.; Senese, V.; Fattore, E.; Fanelli, R. - *PCDD/Fs in ambient air in north-east Italy: the role of a MSWI inside an industrial area*. *Chemosphere*. ISSN 1879-1298. 77:9 (2009) 1224-9. doi: 10.1016/j.chemosphere.2009.09.009.
- EEA (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY) - *European Union emission inventory report 1990-2012 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*
- Ebinghaus, R., Jennings, S. G., Kock, H. H., Derwent, R. G., Manning, A. J., & Spain, T. G. (1999). *Decreasing trends in total gaseous mercury observations in baseline air at Mace Head, Ireland from 1996 to 2009*. *Atmospheric Environment*, 45, 3475-3480.
- European Commission. (2011). *Ambient Air Pollution by Mercury*. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities.
- Gworek B., W. Dmuchowski, A.H. Baczewska, P. Brągoszewska, O. Bemowska-Kalabun, J. Wrzosek Jakubowska (2017). *Air Contamination by Mercury, Emissions and Transformations—a Review*, *Water Air Soil Pollut.* 2017; 228(4): 123.
- Kishida, M.; Imamura, K.; Takenaka, N. (2008) - *Concentrations of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in particulate matter and the gaseous phase at roadside sites in Hanoi, Vietnam*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 81:2 174-179.
- Kock, H. H., Bieber, E., Ebinghaus, R., & Thees, B. (2005). *Comparison of long-term trends and seasonal variations of atmospheric mercury concentrations at the two European coastal monitoring stations Mace Head, Ireland, and Zingst, Germany*, 39, 7549-7556. doi:10.1016/j.atmosenv.2005.02.059.
- Liu, Y.; Tao, S.; Yang, Y.; Dou, H.; Yang, Y.; Coveny, R. M. (2007) - *Inhalation exposure of traffic police officers to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during the winter in Beijing, China*. *The Science of the total environment*. ISSN 0048-9697. 383:1-3 98-105. doi: 10.1016/j.scitotenv.2007.05.008.
- Lohamm, R.; Brunciak, P.A.; Dachs, J.; Gigliotti, C.L.; Nelson, E.; RY, D. Van, Glenn, T.; Eisenreich, S. J.; Jones, L.; Jones, K. C. (2003) - *Processes controlling diurnal variations of PCDD/Fs in the New Jersey coastal atmosphere*. *Atmospheric Environment*. 37 959-969.
- Lohmann, R.; Lee, R. G. M.; Abbot, J.; Coleman, P.; Jones, K. C. (2006) - *Verifying emission factors and national POPs emission inventories for the UK using measurements and modelling at two rural locations*. *Journal of environmental monitoring: JEM*. 8 79-88.

- Lohmann, R.; Jones, K. C. - *Dioxins and furans in air and deposition: A review of levels, behaviour and processes*. *Science of The Total Environment*. ISSN00489697. 219:1 (1998) 53–81. doi: 10.1016/S0048-9697(98)00237-X.
- Manwen, Z.; Sukuna, Z.; Zhengquan, Z.; Zhengceng, X.; Guixiana, F.; Mingzhong, R. (2014) - *Influence of a municipal solid waste incinerator on ambient air PCDD/F levels: A comparison of running and non-running periods*. *Science of the Total Environment*. 491–492 34–41.
- Moreno, T., Querol, X., Alastruey, A., Viana, M., Salvador, P., Campa, A. S., Artiñano, B., Rosa, J., Gibbons, W. (2006). *Variations in atmospheric PM trace metal content in Spanish towns: Illustrating the chemical complexity of the inorganic urban aerosol cocktail*. *Atmospheric Environment* 40, 6791-6803.
- NATO-CCMS (1988). *International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method of Risk Assessment for Complex Mixtures of Dioxins and Related Compounds*, Report number 176.
- Salvador, P., Artiñano, B., Querol, X., Alastruey, A., Costoya, M. (2007). *Characterisation of local and external contributions of atmospheric particulate matter at a background coastal site*. *Atmospheric Environment* 41, 1-17.
- Slemr, F., & Scheel, H. E. (1998). *Trends in atmospheric mercury concentrations at the summit of the Wank Mountain, southern Germany*. *Atmospheric Environment*, 32, 845–853.
- Temme, C., Blanchard, P., Steffen, A., Banic, C., Beauchamp, S., Poissant, L., Tordon, R., Wiens, B. (2007). *Trend, seasonal and multivariate analysis study of total gaseous mercury data from the Canadian atmospheric mercury measurement network (CAMNet)*. *Atmospheric Environment* 41, 5423-5441.
- WHO (1995a). *Updating and revision of the air quality guidelines for Europe*. Report on the WHO working group on inorganic air pollutants. Denmark.
- WHO (1995b). *Updating and revision of the air quality guidelines for Europe*. Report on the WHO working group on PCBs, PCDDs and PCDFs Denmark.
- WHO (2000). *Air quality guidelines for Europe*. WHO Regional Office. Copenhagen.
- Working Group on Mercury. *Ambient air pollution by Mercury (Hg)*. Position Paper. October 2001
- Xu, M.; Yan, J.; Lu, S.; Li, X.; Chen, T. - *Concentrations, profiles, and sources of atmospheric PCDD/Fs near a municipal solid waste incinerator in Eastern China*. *science & technology*. (2009) 1023–1029.



**LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de
Resíduos do Grande Porto**
Apartado 1510
4435-996 BAGUIM DO MONTE
www.lipor.pt