



O AR QUE EU RESPIRO PLANO DE AULA

IDENTIFICAÇÃO DA AULA

1. Tema

Monitorização da Qualidade do Ar Interior

2. Introdução

No âmbito da Unidade Curricular Sustentabilidade e Qualidade Ambiental II, esta sessão será dedicada à monitorização da qualidade do ar interior em ambientes escolares, com enfoque na avaliação de parâmetros microbiológicos e físico-químicos. Os estudantes irão realizar medições em locais previamente definidos, utilizando equipamentos específicos e aplicando metodologias de referência reconhecidas para este tipo de avaliação. A sessão culminará com uma análise crítica dos resultados obtidos, tendo em vista a elaboração de um plano de controlo que inclua medidas corretivas e preventivas, bem como a identificação de boas práticas. Este plano deverá estar alinhado com os requisitos legais e normativos em vigor, promovendo a proteção da saúde dos ocupantes e contribuindo para a melhoria contínua da qualidade ambiental interior.

3. Ano de escolaridade

Estudantes universitários, 18 anos, 1ºano de Cursos Técnicos Superiores Profissionais de Qualidade Ambiental em Piscinas (CTeSP QAP).

4. Objetivos, conhecimentos e competências a atingir na aula

- Identificar e caracterizar fatores estruturais e de funcionamento com impacto na QAI, nomeadamente nos parâmetros microbiológicos e físico-químicos, em diferentes espaços interiores da E2S;
- Avaliar a qualidade do ar em diferentes locais da E2S utilizando diferentes técnicas de amostragem e medição;
- Caracterizar e identificar de forma presuntiva os microrganismos predominantes;
- Comparar os resultados obtidos com os requisitos legais.

5. Duração da aula – 3 horas

PREPARAÇÃO

6. Preparação prévia

Antes da aula, será necessária a preparação dos meios de cultura para posterior realização das análises microbiológicas. Esta preparação inclui a esterilização adequada do material de laboratório, a distribuição dos meios em placas de Petri sob condições assépticas, e o seu armazenamento em condições controladas até ao momento da utilização. Adicionalmente, deverá ser feita a verificação do estado de funcionamento dos equipamentos de medição, bem como a revisão das fichas técnicas e protocolos de amostragem a serem aplicados durante a sessão.

7. Notas importantes

Precauções de segurança microbiológica

Durante a manipulação de amostras e meios de cultura, devem ser rigorosamente seguidas as normas de biossegurança em laboratório, de forma a minimizar o risco de contaminação e exposição a agentes biológicos. As principais precauções incluem:

- Utilização obrigatória de equipamento de proteção individual (EPI): bata de laboratório, luvas descartáveis e máscara.
- Trabalho em superfícies limpas e desinfetadas, preferencialmente em condições assépticas.
- Sempre que possível, realizar trabalho à chama (lâmpada de álcool ou bico de Bunsen) para criar uma zona de segurança estéril e reduzir o risco de contaminação durante a inoculação de meios de cultura.
- Manter um comportamento cauteloso ao trabalhar com chama, evitando materiais inflamáveis nas proximidades e prendendo cabelos compridos.
- Evitar o contacto direto com amostras e meios de cultura. Todas as manipulações devem ser feitas com material esterilizado.
- Desinfecção imediata de qualquer derrame acidental com solução desinfetante adequada (ex.: álcool a 70% ou hipoclorito de sódio).
- Eliminação correta dos resíduos biológicos em contentores apropriados para resíduos contaminados.
- Lavagem cuidadosa das mãos antes e após a atividade laboratorial.
- Não comer, beber ou usar dispositivos eletrónicos durante a manipulação de materiais microbiológicos.

O cumprimento destas medidas é essencial para garantir a segurança dos participantes, a qualidade dos dados obtidos e o respeito pelas boas práticas laboratoriais.

8. Recursos necessários

- Amostrador microbiológico de ar MAS-100 NT®
- Medidor de qualidade do ar VelociCalc®
- DustTrak™ II Aerosol Monitor 8532
- Placas de Petri 90mm
- Rose Bengal Chloramphenicol Agar (RBCA)
- Plate Count Agar (PCA)
- Malt Extract Agar (MEA)

ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM

9. Atividade

a) Introdução

A poluição do ar representa atualmente um dos maiores desafios na área da saúde ambiental, afetando significativamente o bem-estar das populações. Embora os esforços políticos e regulatórios, especialmente no âmbito da União Europeia, tenham promovido avanços significativos na melhoria da qualidade do ar exterior, a qualidade do ar interior (QAI) tem vindo a assumir uma importância crescente, dada a elevada proporção de tempo que as pessoas passam em ambientes interiores — cerca de 80% a 90% do tempo diário.

A QAI é influenciada não apenas pela qualidade do ar exterior, mas também por diversas fontes internas de poluição, tais como materiais de construção, produtos de limpeza, equipamentos, atividade humana e insuficiência da ventilação. Em ambientes encerrados, os níveis de certos poluentes podem ser superiores aos encontrados no exterior, representando riscos acrescidos para a saúde e o conforto dos ocupantes. A este nível, destacam-se dois grandes grupos de poluentes:

1. Físico-químicos

Segundo a Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de julho, são de avaliação obrigatória os seguintes parâmetros físico-químicos:

- Partículas suspensas: PM₁₀ e PM_{2,5}
- Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVs Totais)
- Formaldeído (CH₂O)
- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Monóxido de Carbono (CO)

Estes poluentes provêm de fontes como combustão, ventilação inadequada, materiais de construção ou ocupação humana, sendo monitorizados por métodos contínuos ou integrados, com recurso a instrumentação específica ou amostragem com posterior análise laboratorial.

2. Microbiológicos

A mesma portaria estabelece também a obrigatoriedade de avaliação de parâmetros microbiológicos, dada a sua relevância para a saúde pública. Entre os agentes biológicos com potencial patogénico mais comuns no ar interior encontram-se:

- Bactérias
- Fungos

Estes microrganismos são veiculados pelo ar em forma de aerossóis, gotículas ou poeiras, tendo origem em pessoas, animais ou ambientes contaminados. A sua proliferação é facilitada por níveis elevados de humidade relativa, temperaturas moderadas e deficiente ventilação. O crescimento de fungos e bactérias em superfícies húmidas resulta na emissão de partículas biológicas, bem como de compostos orgânicos voláteis de origem microbiana (MVOCs), que podem agravar os sintomas de hipersensibilidade, alergias ou infeções respiratórias nos ocupantes.

A realização de uma monitorização integrada da QAI, contemplando parâmetros físico-químicos e microbiológicos, permite uma avaliação mais abrangente das condições ambientais, sendo essencial para a prevenção de riscos à saúde, promoção do bem-estar e cumprimento dos requisitos legais e normativos. A aplicação de boas práticas de ventilação, limpeza e manutenção preventiva constitui a base para um plano eficaz de controlo e melhoria contínua da qualidade do ar interior, com especial relevância em ambientes escolares, onde a proteção da saúde de crianças e profissionais é prioritária.

b) Desenvolvimento – sequência de atividades; principais questões e ideias

Caracterização do espaço interior a avaliar

Inicie com a caracterização detalhada do espaço em análise, considerando os seguintes aspetos:

- **Materiais de construção e revestimento:** tipo de paredes, pavimentos e tetos, com especial atenção a materiais porosos ou degradados que possam favorecer o crescimento microbiano.
- **Sistema de ventilação:** tipo (natural, mecânico ou híbrido), estado de manutenção e eficácia na renovação do ar.
- **Atividades exercidas:** tipo de uso do espaço (ex.: sala de aula, laboratório, refeitório), frequência de ocupação e intensidade de uso.

- **Área e taxa de ocupação:** dimensão do espaço (m²) e número médio de utilizadores simultâneos.
- **Fontes potenciais de poluição do ar interior**, com ênfase nas de origem **microbiológica**: zonas húmidas, má ventilação, materiais degradados, plantas, sistemas de climatização mal higienizados, entre outros.

Planeamento da amostragem

Defina o número e localização dos pontos de amostragem para a avaliação, com base nas características do espaço. Devem ser considerados:

- A dimensão e a compartimentação do espaço.
- A representatividade dos pontos.
- Fontes de ventilação, calor ou correntes de ar.

Medição de parâmetros físico-químicos e microbiológicos

Proceda à amostragem de ar nos pontos definidos, para determinação dos seguintes parâmetros:

- **Temperatura (°C)**
 - **Humidade relativa (%)**
 - **Dióxido de carbono (CO₂, ppm)**
 - **Partículas suspensas PM₁₀ e PM_{2,5} (µg/m³)**
 - **Concentração de Fungos e bactérias**
- 4. Contagem e determinação da concentração microbiológica**

Após o período de incubação adequado (normalmente 48 horas para bactérias e até 5 dias para fungos), proceda à contagem das **unidades formadoras de colónias (UFC)**.

- Aplique os **fatores de correção** adequados consoante o método de amostragem;
- Exprese os resultados em:
 - **UFC/m³ de ar** para amostragem ativa.
 - **UFC/placa/hora** para sedimentação passiva.

5. Identificação dos grupos microbianos predominantes

Selecione colónias representativas para análise microscópica:

- Prepare lâminas com **preparações a fresco** e efetue **coloração de Gram**.
- Observe ao microscópio para identificação preliminar de **grupos morfológicos** dominantes:
 - Bactérias Gram-positivas/negativas, cocos/bacilos.
 - Géneros de fungos com base na morfologia (ex.: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*).

6. Apreciação final dos resultados e enquadramento legal

Analise criticamente os dados obtidos à luz da **Portaria n.º 138-G/2021, de 1 de julho**, e outros referenciais técnicos. Compare os resultados com os valores de referência legalmente definidos para:

- CO₂
- PM₁₀ e PM_{2,5}
- Concentração de bactérias e fungos no ar

Avalie a conformidade, identifique potenciais riscos para a saúde dos ocupantes e fundamente a necessidade de **medidas corretivas ou preventivas**, como melhoria da ventilação, limpeza, manutenção ou sensibilização dos utilizadores.

c) Conclusão

A avaliação realizada permitirá uma caracterização detalhada das condições ambientais do um espaço escolar, evidenciando a importância de uma abordagem integrada que contemple parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os dados obtidos, analisados à luz da legislação em vigor, fornecem uma base sólida para a identificação de fatores de risco e a proposta de medidas corretivas e preventivas.

10. Avaliação

A avaliação consistirá na elaboração de um relatório técnico sobre a Qualidade do Ar Interior, estruturado de acordo com os requisitos definidos na legislação aplicável, nomeadamente a Portaria n.º 138-G/2021. O relatório deverá incluir a caracterização do espaço, a descrição das metodologias utilizadas, a apresentação e interpretação dos resultados obtidos, bem como propostas de medidas corretivas e preventivas sempre que aplicável.

DEPOIS DA AULA

11. Disseminação/Partilha

Os resultados da avaliação serão sintetizados num e-poster informativo, com o objetivo de comunicar de forma clara e acessível os principais achados e recomendações. Este e-poster será partilhado nas redes sociais institucionais, promovendo a sensibilização da comunidade académica e educativa para a importância da QAI e incentivando a adoção de boas práticas.

12. Atividade complementar

Não aplicável

13. Adaptações

Não aplicável

14. Informação prévia para professores

[Indoor Air Pollution and Health – EPA](#)

[Qualidade do Ar Interior – INSA](#)

[Indoor Air Quality](#)

[Household air pollution](#)

15. Referências/bibliografia

Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro. Diário da República n.º 237/2020, Série I de 2020-12-07, Páginas 7-21. Presidência do Conselho de Ministros.

Despacho n.º 1618/2022, de 9 de fevereiro. Diário da República n.º 28/2022, Série II- Parte C. Páginas 189-195. Saúde e Ambiente e Ação Climática. Direção-Geral da Saúde e Direção-Geral de Energia e Geologia.

Portaria n.º 138-G/2021 de 01 de julho. Diário da República n.º 126/2021, Série I. Páginas 128(2) – 128(6). Saúde e Ambiente e Ação Climática.

