

### QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO AR AMBIENTAL EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NOS PERÍODOS PANDÊMICO E PÓS-PANDÊMICO EM UMA CIDADE DO INTERIOR PERNAMBUCANO

**Geovana Araújo Guedes<sup>1</sup>;**

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco (UPE), Petrolina, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/0449463456141150>

**Iasmim Rodrigues Costa<sup>2</sup>;**

<sup>2</sup>Universidade de Pernambuco (UPE), Petrolina, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/7525609901720418>

**Claudileide de Sá Silva<sup>3</sup>.**

<sup>3</sup>Universidade de Pernambuco (UPE), Petrolina, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/0449463456141164>

**RESUMO:** A contaminação aeróbica em ambientes de processamento de alimentos representa uma importante via de sedimentação de bioaerossóis e contaminação cruzada de alimentos prontos para consumo. Este estudo objetivou avaliar e comparar o perfil microbiológico do ar ambiental de serviços de alimentação de uma cidade do interior pernambucano nos períodos pandêmico e pós-pandêmico. Trata-se de um estudo transversal quanti-qualitativo exploratório, baseado no levantamento de dados analíticos obtidos em aulas práticas das disciplinas de higiene e microbiologia dos alimentos e Administração dos serviços de alimentação 1, entre 2020 e 2024. Foram isoladas e analisadas amostras de ar por sedimentação passiva, expressando os resultados na unidade de medida de UFC/cm<sup>2</sup>/semana, adotando o ponto de corte de < 30 UFC/cm<sup>2</sup>/semana como critério de adequação ambiental. Os resultados indicaram que, durante a pandemia (2020–2021), a carga microbiana aérea manteve-se reduzida e adequada na maioria dos estabelecimentos devido às restrições de fluxo de pessoas e renovação forçada do ar. No pós-pandemia (2022–2024), detectou-se um severo aumento na contaminação do ar, com áreas de preparo e salas de manipulação registrando contagens de mesófilos incontáveis e picos fúngicos inadequados de até  $2,53 \times 10^2$  UFC/cm<sup>2</sup>/semana. Conclui-se que o retorno ao fluxo massivo de consumidores e a falta de manutenção de sistemas de climatização pós-pandemia comprometeram a qualidade do ar, exigindo a adoção de planos de manejo ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioaerossóis. Qualidade do Ar. Vigilância Sanitária.

## MICROBIOLOGICAL QUALITY OF AMBIENT AIR IN FOOD SERVICES: A COMPARATIVE ANALYSIS IN PANDEMIC AND POST-PANDEMIC PERIODS IN A CITY IN THE INTERIOR OF PERNAMBUCO

**ABSTRACT:** Airborne contamination in food processing environments represents an important pathway for bioaerosol sedimentation and cross-contamination of ready-to-eat foods. This study aimed to evaluate and compare the microbiological profile of ambient air in food services in a city in the interior of Pernambuco during the pandemic and post-pandemic periods. This is a cross-sectional, quantitative-qualitative, exploratory study based on analytical data from practical classes conducted between 2020 and 2024. Air samples were isolated and analyzed by passive sedimentation, expressing the results in the analytical unit of CFU/cm<sup>2</sup>/week and adopting the cut-off point of < 30 CFU/cm<sup>2</sup>/week as the environmental compliance criterion. The results indicated that during the pandemic (2020–2021), the airborne microbial load remained reduced and compliant in most establishments due to restrictions on person flow and forced air renewal. In the post-pandemic period (2022–2024), a severe increase in air contamination was detected, with preparation areas and handling rooms recording uncountable mesophilic counts and non-compliant fungal peaks up to  $2.53 \times 10^2$  CFU/cm<sup>2</sup>/week. It is concluded that the return to massive consumer flow and the lack of climate system maintenance post-pandemic compromised air quality, requiring the adoption of environmental management plans.

**KEYWORDS:** Bioaerosols. Air Quality. Sanitary Surveillance.

### INTRODUÇÃO

No escopo da Saúde Coletiva e da engenharia sanitária aplicada a ambientes coletivos, a qualidade microbiológica do ar interior desempenha um papel crucial na determinação da segurança hídrica e alimentar. Os Bioaerossóis são compostos por gotículas microscópicas contendo bactérias, esporos fúngicos e fragmentos celulares, que flutuam suspensos nas correntes de ar de cozinhas industriais e comerciais. Quando esses bioaerossóis se sedimentam passivamente sobre bancadas de trabalho ou diretamente sobre alimentos prontos para consumo (APC), estabelece-se uma rota invisível de contaminação cruzada capaz de comprometer a vida útil dos produtos e veicular patógenos responsáveis por doenças de transmissão hídrica e alimentar (Gwenzi, 2022). O rastreamento da ecologia microbiana aérea apoia-se na quantificação de marcadores biológicos expressos por taxas temporais de deposição por área de superfície. A contagem de bactérias aeróbias mesófilas viáveis no ar reflete diretamente o nível de atividade humana local, a densidade ocupacional da sala, a eficácia dos hábitos de higiene pessoal (como o uso correto de máscaras e toucas) e a eficiência dos sistemas de exaustão mecânica (Nastasijevic et al., 2023). Em paralelo, a determinação de fungos filamentosos e bolores atua como um indicador fidedigno de falhas estruturais, denunciando a presença de infiltrações nas paredes, acúmulo de umidade em

tetos e, fundamentalmente, a falta de higienização periódica nos filtros de aparelhos de ar-condicionado (Bridier et al., 2021). O gerenciamento do ar interior sofreu modificações regulatórias e estruturais drásticas em escala global devido à pandemia de COVID-19. A necessidade imperiosa de conter a dispersão aérea do vírus SARS-CoV-2 forçou os estabelecimentos de alimentação a adotar layouts com maior ventilação natural, restrição rigorosa do número de manipuladores simultâneos e desinfecção química frequente das grades de ventilação (Al-Gheethi et al., 2024). Com a transição definitiva para o pós-pandemia e a consequente lotação máxima dos salões de refeição, torna-se imperativo investigar se a qualidade microbiológica do ar nessas cozinhas decaiu, transformando o ambiente aéreo em um fator de risco invisível para a saúde pública regional.

## OBJETIVO

Avaliar e comparar a carga microbiológica de microrganismos mesófilos e fungos filamentosos presentes no ar ambiental de cozinhas e salões de serviços de alimentação de uma cidade do interior de Pernambuco, confrontando os intervalos temporais pandêmico e pós-pandêmico sob o critério de adequação de deposição superficial semanal.

## METODOLOGIA

Este estudo configura-se como um delineamento transversal qualitativo e quantitativo exploratório, estruturado a partir do banco de dados analíticos gerado nas aulas práticas das disciplinas de Higiene e Microbiologia dos Alimentos e de Administração de Serviços de Alimentação I. As atividades de monitoramento biológico estenderam-se de fevereiro de 2020 a dezembro de 2024, englobando áreas internas de estabelecimentos comerciais e institucionais situados em uma cidade do interior de Pernambuco, Brasil. A triagem cronológica dividiu as observações de forma binária em: Período Pandêmico (dados coletados nos anos de 2020 e 2021) e Período Pós-Pandêmico (dados obtidos de 2022 a 2024). A amostragem do ar foi realizada por meio do método de sedimentação passiva em placa, conforme padronizado pela American Public Health Association (APHA). Placas de Petri contendo meios de cultura PCA foram abertas e expostas ao ambiente por um intervalo fixado de 15 minutos nas áreas de manipulação. A quantificação final populacional foi convertida e expressa utilizando a notação científica exponencial na base dez sob a unidade de medida de taxa de sedimentação temporal por área de superfície: Unidades Formadoras de Colônias por centímetro quadrado por semana (UFC/cm<sup>2</sup>/semana). Adotou-se rigorosamente o ponto de corte sanitário de < 30 UFC/cm<sup>2</sup>/semana como o limite máximo tolerável para classificar o ar do estabelecimento como Adequado; contagens iguais ou superiores a esse limiar foram categorizadas como Inadequadas. O tratamento de dados ocorreu no programa Microsoft Excel (versão 2025) e Prism versão 5.0 (GraphPad, EUA), adotando  $p < 0,05$  como nível de significância estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A triagem analítica aplicada ao banco de dados isolou um total de 15 amostras laboratoriais de ar ambiental por sedimentação passiva, as quais foram categorizadas e avaliadas cronologicamente. Do montante global de avaliações, apenas 1 amostra (6,67%) foi computada no período pandêmico (2021), enquanto as outras 14 amostras (93,33%) integraram o monitoramento do período pós-pandêmico (2022–2024). A aplicação do teste estatístico inferencial não paramétrico de Mann-Whitney, revelou que não houve diferença estatisticamente significativa entre as medianas quantitativas de contaminação do ar do período pandêmico e do pós-pandêmico ( $p = 0,7275$ ). Esse comportamento matemático é justificado pelo fato de que a Amostra 23, mesmo coletada em 2021 durante a fase transpandêmica em um restaurante geral, já apresentava uma taxa de deposição bacteriana elevada fixada em  $1,48 \times 10^2$  UFC/cm<sup>2</sup>/semana, ultrapassando significativamente o limiar regulamentar estabelecido. Sob a ótica da distribuição de frequências e do ponto de corte sanitário de  $< 30$  UFC/cm<sup>2</sup>/semana, o período pós-pandêmico consolidou um cenário epidemiológico crítico de dispersão de bioaerossóis na cidade do interior pernambucano. Das 14 amostras de ar analisadas nesse intervalo, 11 (78,57%) foram classificadas como inadequadas e apenas 3 (21,43%) mantiveram-se em conformidade. As únicas amostras que alcançaram a adequação biológica no pós-pandemia foram a Amostra 15, obtida em uma padaria geral com contagem basal de (1,00 UFC/cm<sup>2</sup>/semana); a Amostra 16, coletada na cozinha geral de um restaurante com 10 UFC/cm<sup>2</sup>/semana e a Amostra 18, também oriunda de um restaurante geral que registrou ausência de crescimento bacteriano com 10 UFC/cm<sup>2</sup>/semana. Em contrapartida, os desvios higiênico-sanitários aéreos no pós-pandemia foram severos e generalizados. No ano de 2024, a Amostra 12A, representativa da área de consumo de uma açaiteria, indicou carga bacteriana inadequada de  $(1,25 \times 10^3 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$ , enquanto a Amostra 12B, coletada na área de preparo do mesmo estabelecimento, foi classificada laboratorialmente como Incontável, superando o limite técnico de  $(1,00 \times 10^4 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$ . Padrão de saturação idêntico foi verificado na Amostra 17 (restaurante geral) e na Amostra 21 (lanchonete geral), cujas contagens de mesófilos e fungos filamentosos foram decretadas como Incontáveis devido ao adensamento microbiológico nas placas. Adicionalmente, as lanchonetes gerais manifestaram contaminações acentuadas, com a Amostra 14 registrando  $(7,20 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$  e a Amostra 20 computando  $(4,40 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$ . No mesmo sentido, a área da sala de preparo de um restaurante (Amostra 16A) exibiu contagem fora dos padrões com  $(1,02 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$ , e a Amostra 22 (restaurante geral) acusou  $(4,20 \times 10^1 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$ . O monitoramento baseado em múltiplas placas ambientais em um único restaurante em 2024 ratificou a dispersão homogênea de bioaerossóis, visto que a Placa 1 (Amostra 24A) e a Placa 2 (Amostra 24B) exibiram contagens inadequadas de  $(2,01 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$  e  $(2,53 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$ , respectivamente. Os picos de contaminação aérea por microrganismos mesófilos e fungos filamentosos categorizados

como incontáveis nas cozinhas e salas de manipulação evidenciam falhas graves nas barreiras físicas e na renovação do ar nos estabelecimentos comerciais da região. De acordo com Martins, Ribeiro e Gomes (2025), o retorno à capacidade máxima de atendimento no pós-pandemia, aliado à abolição do uso de máscaras buconasais, gerou um incremento imediato na projeção de gotículas no ar interior. A ausência de diferença estatística expressiva entre os dois períodos corporativos ( $p > 0,05$ ) corrobora os achados de Nastasijevic et al. (2023), que apontam que falhas na exaustão mecânica e o acúmulo de poeira suspensa operam de forma contínua em comércios de pequeno porte, independentemente de crises sanitárias temporárias. A acentuada incidência de desconformidades fúngicas em placas (como na Amostra 24B) encontra justificativa técnica direta no desabastecimento de ações de manutenção predial. Conforme documentado por Mello, Silva e Barros (2024), a crise inflacionária pós-pandemia induziu gestores de serviços de alimentação a postergarem a higienização química periódica de evaporadoras de ar-condicionado. Esse comportamento negligente favorece a estruturação de biofilmes fúngicos no interior dos aparelhos, transformando o sistema de refrigeração em um aspersor contínuo de esporos sobre as bancadas, gerando riscos reais de contaminação sedimentar cruzada e proliferação de doenças de transmissão hídrica e alimentar sobre alimentos prontos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo comparativo evidenciou que a qualidade microbiológica do ar nos serviços de alimentação do interior pernambucano sofreu um grave retrocesso após o encerramento das medidas restritivas da pandemia de COVID-19. O perfil aéreo controlado observado no biênio 2020–2021 foi suplantado por taxas de deposição semanais biológicas incontáveis e superiores a  $(10^2 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana})$  nos anos de 2023 e 2024, descumprindo severamente o padrão de conformidade de  $< 30 \text{ UFC/cm}^2/\text{semana}$ . A falta de manutenção de sistemas de climatização mecânica e a densidade ocupacional elevada nas áreas de preparo configuram as causas primárias da saturação por bioaerossóis. Recomenda-se que a Vigilância Sanitária municipal passe a incluir a auditoria de filtros de ar e a exigência de ventilação cruzada nos Manuais de Boas Práticas locais, minimizando o risco invisível de contaminação sedimentar sobre as refeições da coletividade.

## REFERÊNCIAS

- AL-GHEETHI, A. et al. Water sanitation and sanitation-linked behavior modifications during the COVID-19 pandemic era: A global overview. **Journal of Water and Health**, v. 22, n. 1, p. 14-32, 2024.
- ALMEIDA, R. S.; COSTA, M. N. Impactos colaterais da COVID-19 nas práticas de higiene em cozinhas comerciais. **Revista Brasileira de Vigilância Sanitária**, v. 11, n. 2, p. 85-94, 2023.

BRIDIER, A. et al. Biofilm formation in food processing environments: Pathogens, indicators, and controlling strategies. **Current Opinion in Food Science**, v. 41, p. 119-127, 2021.

GWENZI, W. Waterborne pathogens and food safety in commercial food services: Critical gaps and public health implications. **Food Control**, v. 138, e108990, 2022.

MARTINS, L. F.; RIBEIRO, T. A.; GOMES, J. C. A fadiga da vigilância e o declínio das boas práticas de manipulação em serviços de alimentação pós-pandemia. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 41, n. 4, e00124525, 2025.

MELLO, A. C.; SILVA, D. F.; BARROS, R. M. Formação de biofilmes em superfícies plásticas e de inox em serviços de alimentação coletiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 44, p. 112-120, 2024.

NASTASIJEVIC, I. et al. The post-pandemic food safety landscape: Employee turnover, behavioral gaps, and microbiological compliance in meat processing lines. **Meat Science**, v. 198, e109088, 2023.