



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

RELAÇÃO ENTRE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A SAÚDE ORAL: REVISÃO DE ESCOPO

[Relationship between climate change and oral health: Scoping review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Yaacov Amos

Orientadora:

Doutora Sandra Maria Carvalho Gavinha

Co-Orientadora:

Doutora Ana Filipa Gonçalves Cardoso

Junho 2025

RELAÇÃO ENTRE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A SAÚDE ORAL: REVISÃO DE ESCOPO

[Relationship between climate change and oral health: Scoping review]

Dissertação Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Yaacov Amos

Orientadora:

Doutora Sandra Maria Carvalho Gavinha

Co-Orientadora:

Doutora Ana Filipa Gonçalves Cardoso

Junho 2025

RESUMO

Esta tese explora as relações entre as alterações climáticas e a saúde oral, analisando os impactos diretos e indiretos que estes fenômenos podem ter na saúde oral. Foi efetuada uma *scoping review* com uma metodologia rigorosa, incluindo 19 estudos científicos relevantes. Para melhor estruturar esta análise, foram identificadas três áreas principais: as alterações climáticas ambientais e o seu papel na exposição a riscos orais, as consequências clínicas destes fenômenos na saúde oral e, finalmente, a desorganização dos cuidados e a consequente vulnerabilidade social em contexto climático. A questão central colocada é a seguinte: Qual é a extensão do conhecimento atual sobre o impacto das alterações climáticas na saúde oral? A análise revelou, um agravamento das patologias periodontais em contexto de seca, uma interrupção dos cuidados médico dentários durante as catástrofes naturais e, uma maior vulnerabilidade das populações expostas a estes fenômenos. Estes dados sublinham a importância de integrar a saúde oral nas políticas de adaptação às alterações climáticas e de promover estudos futuros que abranjam as diferentes fases dos fenômenos climáticos. Esta abordagem facilitaria a antecipação das necessidades e a adoção de medidas para promover uma saúde oral mais resiliente e equitativa.

Palavras-chave: “Alterações climáticas”; “saúde oral”; “fenômenos meteorológicos extremos”; “poluição atmosférica”; “catástrofes naturais”.

ABSTRACT

This thesis explores the relationship between climate change and oral health, analyzing the direct and indirect impacts that these phenomena can have on oral health. A scoping review was carried out using a rigorous methodology, including 19 relevant scientific studies. To better structure this analysis, three main areas were identified: environmental climate change and its role in exposure to oral risks, the clinical consequences of these phenomena on oral health and, finally, the disorganization of care and consequent social vulnerability in a climate context. The central question was therefore: What is the extent of current knowledge about the impact of climate change on oral health? The analysis revealed, for example, a worsening of periodontal pathologies in the context of drought, an interruption in dental care during natural disasters and a greater vulnerability of already-risk populations to these phenomena. These data emphasize the importance of integrating oral health into climate change adaptation policies and promoting future studies that cover the different phases of climate phenomena. This approach would make it easier to anticipate needs and adopt measures to promote more resilient and equitable oral health.

Keywords: “Climate change”; “oral health”; “extreme weather events”; “air pollution”; “natural disasters”.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. Alterações climáticas: definição e impacto geral na saúde..... | 1 |
| 1.2. Invisibilidade da saúde oral nas políticas climáticas | 1 |
| 1.3. Lacunas científicas e pertinência da investigação | 2 |
| 1.4. Fatores ambientais frequentemente implicados | 2 |
| 1.5. Questão de investigação e objetivos da revisão de escopo | 2 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 5 |
| 2.1. Abordagem metodológica..... | 5 |
| 2.2. Critérios de inclusão e exclusão..... | 6 |
| 2.3. Estratégia de investigação..... | 6 |
| 2.4. Seleção dos estudos | 7 |
| 2.5. Visualizar o processo de seleção: diagrama PRISMA..... | 7 |
| 3. RESULTADOS | 9 |
| 3.1. Alterações climáticas ambientais e exposição a riscos orais | 9 |
| 3.2. Consequências clínicas das alterações climáticas na saúde oral..... | 12 |
| 3.3. Desorganização dos cuidados e vulnerabilidade social em contexto climático... | 18 |
| 4. DISCUSSÃO | 23 |
| 4.1. Reconhecimento emergente das ligações entre o clima e a saúde oral..... | 23 |
| 4.2. Os efeitos clínicos são multifatoriais e ainda mal caracterizados..... | 23 |
| 4.3. Limitações da análise e perspectivas de investigação | 24 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 25 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|---|
| Figura 1 Fluxograma PRISMA com informações sobre as diferentes etapas da seleção dos artigos..... | 8 |
|---|---|

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Estratégia PCC..... | 5 |
| Tabela 2 Critérios de Inclusão e Exclusão..... | 6 |
| Tabela 3 Lista dos artigos selecionados sobre alterações climáticas..... | 9 |
| Tabela 4 Descrição dos resultados observados nos artigos selecionados que abordam as alterações climáticas | 11 |
| Tabela 5 Lista dos artigos selecionados sobre alterações climáticas..... | 12 |
| Tabela 6 Descrição dos resultados observados nos artigos selecionados que abordam as consequências clínicas..... | 15 |
| Tabela 7 Lista dos artigos selecionados sobre a desorganização e a vulnerabilidade.... | 18 |
| Tabela 8 Descrição dos resultados observados nos artigos selecionados que abordam a desorganização e a vulnerabilidade | 20 |

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

| | |
|-------------------------|--|
| CO | Monóxido de Carbono |
| ECC | Cáries na Primeira Infância |
| FDI | Federação Dentária Mundial |
| FL | Fenda Labial |
| FL/P | Fenda Labial e Palatina Combinadas |
| FP | Fenda Palatina |
| JBI | Instituto Joanna Briggs (do inglês Joanna Briggs Institute) |
| n | Número |
| NO₂ | Dióxido de Azoto |
| O₃ | Ozono |
| OFCs | Fissuras Orofaciais |
| PCC | População, Conceito, Contexto |
| pH | Potencial de Hidrogénio |
| PM | Partículas Finas |
| ppm | Partes por Milhão |
| PRISMA | Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (do inglês Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) |
| SHS | Fumo Passivo |
| SO₂ | Dióxido de Enxofre |
| WHO | Organização Mundial de Saúde (do inglês World Health Organization) |
| µg/m³ | Micrograma por Metro Cúbico |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Alterações climáticas: definição e impacto geral na saúde

As alterações climáticas referem-se a modificações graduais ou súbitas na temperatura e nos padrões meteorológicos. Embora algumas destas perturbações possam ter uma origem natural, a sua intensificação desde o século XX é atualmente atribuída, em grande medida, à atividade humana, nomeadamente à queima de combustíveis fósseis, responsável por emissões maciças de gases com efeito de estufa (WHO, 2021).

Os efeitos visíveis destas perturbações são numerosos: vagas de calor, secas prolongadas, inundações, tempestades tropicais, incêndios florestais e subida do nível do mar. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, estes fenómenos extremos estão a aumentar em frequência e intensidade, pondo em perigo a saúde, a mobilidade e a segurança de milhões de pessoas em todo o mundo (WHO, 2021).

O impacto das alterações climáticas na saúde humana está agora bem estabelecido numa série de domínios. Estes incluem o aumento das doenças respiratórias e cardiovasculares devido à poluição atmosférica, o risco de subnutrição durante os períodos de seca e o ressurgimento de doenças infecciosas após as inundações. O impacto psicológico das catástrofes naturais, que é frequentemente dramático e duradouro, é também cada vez mais bem compreendido (Romanello et al., 2023).

1.2. Invisibilidade da saúde oral nas políticas climáticas

No entanto, toda uma área da saúde humana continua a estar largamente ausente deste debate: a saúde oral.

Muitas vezes relegada para segundo plano nas políticas de saúde pública, a saúde oral é, no entanto, uma componente essencial do bem-estar geral. A Federação Dentária Mundial (FDI) define-a como a capacidade de falar, sorrir, saborear, mastigar e expressar emoções sem dor ou desconforto (FDI, 2016). Está intimamente ligada à qualidade de vida, nutrição, relações sociais e autoestima (Peres et al., 2019).

1.3 Lacunas científicas e pertinência da investigação

A saúde oral raramente é incluída nas principais estratégias de adaptação às perturbações ambientais. Esta falta de integração pode ser explicada por uma relativa falta de dados científicos específicos, mas também por uma subestimação dos efeitos reais das alterações climáticas na saúde oral.

Antes de analisar mais detalhadamente as relações entre as alterações climáticas e a saúde oral, vale a pena recordar que uma grande quantidade de investigação já destacou os efeitos das alterações climáticas na saúde humana em geral.

1.4 Fatores ambientais frequentemente implicados

Na literatura, certos fatores são frequentemente mencionados. A poluição atmosférica, por exemplo, é destacada pelos seus efeitos inflamatórios nas mucosas e no trato respiratório, que podem ter repercussões para além do sistema pulmonar (Lu et al., 2023).

As vagas de calor, com os seus extremos prolongados de temperatura, representam um risco importante para a saúde, nomeadamente para os idosos, as crianças e as pessoas em situações precárias. Os fenómenos extremos (inundações, incêndios, tempestades) não só danificam as infraestruturas de saúde, como também perturbam o acesso aos cuidados de saúde (Reid et al., 2016).

A crescente escassez de recursos hídricos e as dificuldades de acesso a alimentos saudáveis e suficientes são outras consequências ambientais que afetam a saúde das pessoas (Seligman et al., 2010; Emran et al., 2024). Por último, as deslocações da população causadas por catástrofes ou pela deterioração das condições de vida complicam ainda mais o acesso aos cuidados de saúde e à prevenção (McMichael et al., 2012).

1.5 Questão de investigação e objetivos da revisão de escopo

Embora todas estas dimensões estejam cada vez mais bem descritas na saúde pública, a sua relação específica com a saúde oral permanece pouco explorada. É precisamente esta falta de visibilidade que justifica o interesse desta investigação. O objetivo é fazer um balanço do conhecimento disponível sobre a questão: "Qual é a extensão do conhecimento atual sobre o impacto das alterações climáticas na saúde oral?"

Este formato metodológico, tal como descrito pelo Instituto *Joanna Briggs* (Peters et al., 2017), permite abranger um amplo espectro de publicações, facilitando a identificação de temas recorrentes e de lacunas na literatura.

Mais especificamente, esta revisão visa identificar os fatores ambientais ligados às alterações climáticas (como a poluição do ar, fenómenos extremos, escassez de água ou problemas nutricionais) que têm sido associados à saúde oral na literatura. O objetivo é fornecer um resumo claro e acessível dos dados atuais, para informar a investigação futura e orientar as estratégias de prevenção e adaptação face aos desafios ambientais atuais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Abordagem metodológica

Esta revisão teve por base as recomendações metodológicas propostas na literatura especializada sobre *scoping reviews*, nomeadamente as formuladas por Peters et al. (2017) no *JBIR Reviewer's Manual*, bem como por Mak e Thomas (2022), que sublinham a importância de uma abordagem progressiva, estruturada e transparente, adotada à exploração de um campo de investigação ainda relativamente pouco consolidado.

A estratégia adotada baseia-se na tabela 1: PCC (População, Conceito, Contexto), que se adequa particularmente bem a uma análise que visa explorar uma vasta gama de relações entre o clima e a saúde oral.

Tabela 1

Estratégia PCC

| | | |
|----------|-----------|--|
| P | População | Todas as populações humanas, independentemente da idade, sexo, estatuto socioeconómico ou região |
| C | Conceito | Os efeitos das alterações climáticas na saúde oral, quer sejam diretos ou indiretos. Incluem-se aqui as doenças dentárias e periodontais, bem como o acesso e a continuidade dos cuidados. |
| C | Contexto | Todos os contextos geográficos e sanitários, a fim de abranger a diversidade das situações ambientais e sociais em todo o mundo. |

2.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão aplicados na seleção de artigos, encontram-se indicados na tabela 2.

Tabela 2

Critérios de Inclusão e Exclusão

| Critérios de Inclusão | Critérios de Exclusão |
|---|---|
| Relevância temática, ou seja, uma ligação direta ou indireta entre as alterações climáticas e a saúde oral | Estudos que não demonstram qualquer relação entre a saúde oral e as alterações climáticas |
| Estudos efetuados em seres humanos | Estudos em animais |
| Publicações redigidas em inglês, francês, português ou espanhol, de forma a garantir a compreensão e análise rigorosa dos textos. | Estudos publicados há mais de 15 anos |

De acordo com as recomendações do *Joanna Briggs Institute* (Peters et al., 2017), não foram aplicadas restrições quanto ao tipo de estudo. Assim, foram incluídos estudos originais, *scoping reviews*, meta-análises, comentários ou qualquer outro tipo de estudo, desde que o seu conteúdo fornecesse elementos relevantes para a questão de investigação. Esta abertura metodológica é coerente com os objetivos de uma revisão de escopo, que visa fornecer uma visão geral do conhecimento disponível sobre um tema ainda relativamente pouco estruturado.

2.3 Estratégia de investigação

Foi elaborada uma estratégia de investigação documental de forma progressiva, a fim de assegurar a cobertura mais completa possível do tema. Foram pesquisadas três bases de dados: *PubMed*, *Web of Science* e *Scopus*, incidindo sobre o período de 2010 a 2025.

As palavras-chave foram reunidas em dois grupos principais:

Por um lado, termos relacionados com as alterações climáticas: “*climate change*”, “*air pollution*”, “*natural disasters*”, “*global warming*”.

Por outro lado, os termos relacionados com a saúde oral: “*oral health*”, “*dental caries*”, “*oral lesions*”, “*periodontal disease*”.

Estes grupos foram cruzados utilizando os operadores AND e OR, de acordo com uma lógica booleana, a fim de captar o maior número possível de publicações que tratassem das interações entre o clima e a saúde oral.

2.4 Seleção dos estudos

As 507 referências identificadas foram importadas para o *software* Rayyan, uma ferramenta útil para eliminar duplicações e facilitar uma triagem rigorosa. Os estudos foram selecionados em duas fases sucessivas.

Em primeiro lugar, foram examinados os títulos e os resumos, a fim de eliminar as publicações claramente irrelevantes.

Em segundo lugar, os textos completos dos artigos selecionados foram analisados em profundidade. Esta leitura crítica permitiu avaliar a real relevância de cada estudo para a questão de investigação.

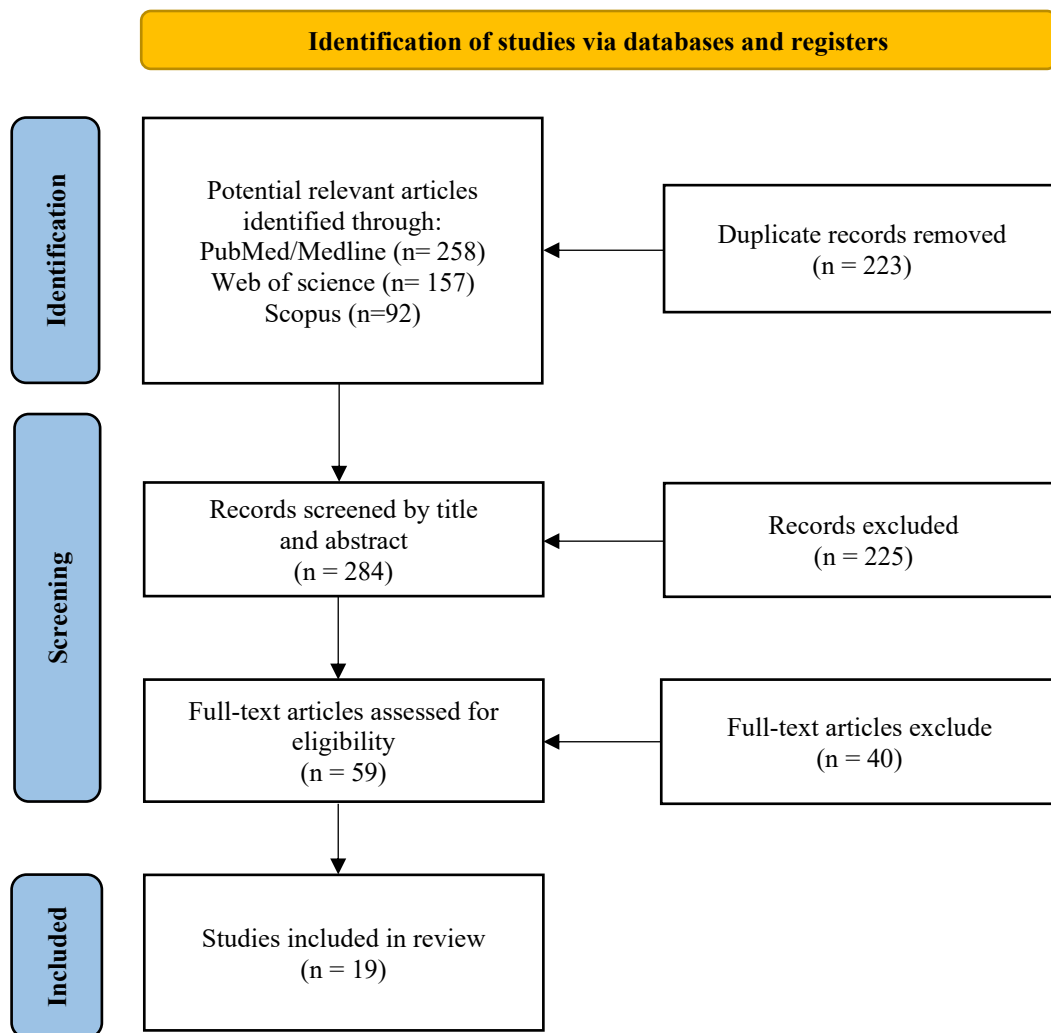
Nesta fase, alguns artigos foram excluídos: alguns, apesar de inicialmente promissores, revelaram-se pouco relacionados com as alterações climáticas; outros focaram sobretudo o papel dos profissionais de saúde face às questões ambientais, sem analisar os efeitos das alterações climáticas na saúde oral; outros ainda abordaram fatores ambientais como o dengue, o vírus Zika ou a fluoretação da água, mas de forma demasiado superficial.

2.5 Visualizar o processo de seleção: diagrama PRISMA

O processo completo de identificação, triagem e seleção dos estudos incluídos está resumido no diagrama PRISMA apresentado na Figura 1.

Figura 1

Diagrama PRISMA do processo de triagem e seleção do estudo.



Este diagrama resume as duas fases principais do processo de seleção dos estudos incluídos nesta revisão.

Das 507 referências inicialmente identificadas, 223 duplicados foram removidos, deixando 284 artigos para serem avaliados com base no título e no resumo.

Nesta fase, 225 publicações foram excluídas por não preencherem os critérios de inclusão. Os restantes 59 artigos foram lidos na íntegra.

Destes, 40 foram excluídos porque o seu conteúdo não foi considerado suficientemente relevante para a questão de investigação. No final deste processo, 19 estudos foram selecionados e incluídos na análise final.

3. RESULTADOS

3.1. Alterações climáticas ambientais e exposição a riscos orais

Foram incluídos 5 artigos nesta secção, tabela 3.

Tabela 3

Lista dos artigos selecionados sobre alterações climáticas

| Autor | Título | Tipo de Estudo | Nome da revista |
|-----------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|
| Sinjari et al. (2024) | The Correlation between Oral Health and Air Pollution: A Systematic Review | Revisão sistemática | Dentistry Journal |
| Zhu et al. (2025) | Association between exposure to environmental pollutants and increased oral health risks, a comprehensive review | Revisão exaustiva | Frontiers in Public Health |
| Lima et al. (2019) | Prevalence of dental fluorosis in regions supplied with non-fluoridated water in the Brazilian territory: a systematic review and meta-analysis | Revisão sistemática e meta-análise | Ciência & Saúde Coletiva |
| Huang et al. (2023a) | The modification of meteorological factors on the relationship between air pollution and periodontal diseases: an exploration based on different interaction strategies | <i>Time-series analysis</i> | Environmental Geochemistry and Health |
| Hackley (2021) | Climate Change and Oral Health | Comentário científico | International Dental Journal |

Muitas alterações climáticas podem afetar a saúde oral. Os estudos apresentados nesta secção visam descrever os diferentes fenómenos que provocam patologias orais, tabela 4. A poluição atmosférica é, sem dúvida, o fenómeno mais estudado e descrito na literatura.

Sinjari et al. (2024), numa revisão sistemática publicada no *Dentistry Journal*, analisaram 11 estudos que investigaram o impacto da poluição atmosférica na saúde oral. O estudo analisou poluentes como o ozono (O₃), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de azoto (NO₂), o dióxido de enxofre (SO₂) e os materiais particulados (PM). Os resultados revelam uma correlação frequente entre a exposição a poluentes, e patologias como

periodontite.

Huang et al. (2023a), mostraram que o efeito da poluição atmosférica na doença periodontal é reforçado pelas condições climáticas. As baixas temperaturas tendem a combinar-se com o NO₂ para afetar a gengivite, enquanto a umidade elevada se combina com as PM_{2,5} para afetar a periodontite. Zhu et al. (2025), resumiram os dados disponíveis sobre o impacto dos poluentes ambientais na saúde oral. Os principais fatores identificados incluem as partículas finas (PM), o fumo passivo e os metais pesados. Estes agentes estão associados a várias patologias orais, incluindo cáries, periodontite, fendas orais e certos cânceros da cabeça e do pescoço.

Todos estes dados mostram o impacto da poluição. Mas há outros fenómenos, menos óbvios à primeira vista, mas igualmente importantes.

Lima et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise da fluorose dentária no Brasil. Os resultados revelam uma prevalência muito maior em regiões que utilizam poços artesianos (51,96%) em comparação com aquelas abastecidas com água convencional não fluoretada (8,92%). Essa disparidade ressalta a importância do controle dos recursos hídricos no contexto das mudanças climáticas.

O estudo de Hackley (2021), desenvolve numerosas vias causadoras de doenças orais. Por exemplo, o calor excessivo afeta a eficácia de certos medicamentos de urgência e aumenta o risco de crises médicas durante os tratamentos dentários.

A insegurança alimentar e hídrica, nomeadamente nos países de baixos rendimentos, favorece a desnutrição, causa reconhecida de doenças como o Noma (que está associado a uma gengivite necrosante), a hipoplasia do esmalte e o atraso na erupção dos dentes (Hackley, 2021).

As doenças transmitidas por vetores estão intimamente ligadas às alterações climáticas, uma vez que as mudanças de temperatura, humidade e precipitação influenciam diretamente a sobrevivência, a reprodução e a distribuição geográfica de vetores como os mosquitos. As doenças transmitidas por vetores, como a febre de dengue, o vírus Zika e a chikungunya, cuja incidência está a aumentar com as alterações climáticas, podem ter manifestações orais visíveis. Estas infeções virais estão frequentemente associadas a sinais orais, como úlceras dolorosas, petéquias na mucosa oral, hemorragia gengival espontânea ou xerostomia associada a febre ou medicação (Hackley, 2021).

Tabela 4

Descrição dos resultados observados nos artigos selecionados que abordam as alterações climáticas

| Autor | Objetivo do estudo | Resultados obtidos | Conclusão |
|-----------------------|--|---|---|
| Sinjari et al. (2024) | Analisar as provas existentes sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde oral. | Foram incluídos 11 estudos -13 dos 11 estudos mostram uma ligação significativa entre a poluição atmosférica e as doenças orais | -Existem correlações entre a poluição atmosférica e a saúde oral. -É necessária mais investigação para compreender o mecanismo biológico exato. |
| Zhu et al. (2025) | Um exame exaustivo dos efeitos dos poluentes ambientais em várias patologias orais. | Os poluentes mais envolvidos são: -As partículas finas (PM) - O fumo passivo (SHS) -Os metais pesados. Por conseguinte, provocam doenças como a cárie e a doença periodontal. | -A poluição ambiental tem um impacto multissistêmico na saúde oral. -Recomenda-se vivamente uma melhor regulamentação e uma investigação orientada. |
| Lima et al. (2019) | Estimar a prevalência de fluorose dentária em cidades brasileiras abastecidas com água não fluoretada. | -18 estudos incluídos Existe uma diferença significativa na fluorose dentária entre as populações expostas a elevadas concentrações de água fluoretada e as populações menos expostas | -A fluorose é significativamente mais frequente em regiões que utilizam águas subterrâneas não controladas. -Recomenda-se um controlo reforçado. |
| Huang et al. (2023a) | Estudar o impacto combinado da poluição atmosférica e dos fatores meteorológicos (temperatura, umidade) na doença periodontal. | - A exposição a poluentes NO ₂ e PM _{2.5} está associada a um aumento de consultas por patologias periodontais. -Os fatores meteorológicos influenciam o impacto dos poluentes nas doenças orais | Os fatores meteorológicos modificam o impacto dos poluentes na saúde oral. |
| Hackley (2021) | Explorar o impacto global das alterações climáticas na saúde oral | O artigo identifica seis impactos das alterações climáticas: -Calor; -Ar; -água/alimentos; -Fenómenos extremos; -Doenças transmitidas por vetores; - Fatores sociais | A profissão de dentista tem de antecipar os efeitos das alterações climáticas, tornar as práticas mais resistentes e incorporar estas questões na formação e na investigação. |

3.2. Consequências clínicas das alterações climáticas na saúde oral

Foram incluídos 9 artigos nesta secção, tabela 5.

Tabela 5

Lista dos artigos selecionados sobre alterações climáticas

| Autor | Título | Tipo de Estudo | Nome da revista |
|--------------------------|--|------------------------------------|--|
| Li et al. (2024) | Long-term exposure to ambient fine particulate matter and periodontitis: An observational study using nationally representative survey data | Estudo observacional | Journal of Clinical Periodontology |
| Madera et al. (2024) | Particulate Matter 2.5 and Severe Periodontitis Among Colombian Adults | Estudo observacional | Journal of Periodontal Research |
| Marruganti et al. (2023) | Air Pollution as a Risk Indicator for Periodontitis | Estudo observacional | Biomedicines |
| Zheng et al. (2025) | Air Pollution and Oral Health: An Overall Insight From Genetic Causality | Revisão narrativa | International Dental Journal |
| Huang et al. (2023b) | Association between gestational exposure and risk of orofacial clefts: a systematic review and meta-analysis | Revisão sistemática e meta-análise | BMC Pregnancy and Childbirth |
| Bhadauria et al. (2025) | Impact of climate change on dentistry and oral health: a scoping review | Scoping review | BJD Open |
| Foláyan et al. (2024) | Early childhood caries, climate change and the sustainable development goal 13: a scoping review | Scoping review | BMC Oral Health |
| Kalra et al. (2024) | Assessing the Impact of Climate Change on Early Childhood Caries Within the Framework of Sustainable Developmental Goal 13: A Scoping Review | Scoping review | Cureus |
| Liu et al. (2022) | Time series analysis on association between ambient air pollutants and orofacial clefts during pregnancy in Lanzhou, China | <i>Time-series analysis</i> | Environmental Science and Pollution Research |

Alguns estudos salientaram as várias patologias orais causadas pelas alterações climáticas. O estudo de Zheng et al. (2025) abre novos caminhos ao alargar a perspetiva a manifestações clínicas menos estudadas. Encontrou associações significativas entre a poluição atmosférica e outras doenças orais, como a leucoplasia oral, doenças pulpares e periapicais, bem como doenças que afetam a cavidade oral, as glândulas salivares e os maxilares. Estes resultados sugerem que o impacto das alterações climáticas e ambientais na saúde oral pode ser mais amplo e mais sistémico do que se pensava anteriormente. Este facto justifica o alargamento da investigação futura a estas patologias, ainda pouco documentadas neste contexto.

O estudo de Huang et al. (2023b) alarga o espectro das consequências clínicas associadas às alterações climáticas, explorando especificamente a sua relação com certas malformações orofaciais congénitas. Certos poluentes atmosféricos aumentam o risco de fenda labial (FL), fenda palatina (FP) e fenda labial e palatina combinadas (FL/P).

Li et al. (2024) mostraram que a presença de PM_{2.5} durante 1, 3 e 5 anos, respetivamente, teve um impacto no desenvolvimento de periodontite ligeira. Por outras palavras, a exposição prolongada a este poluente tem um impacto na saúde oral.

Madera et al. (2024), concluíram que não foi possível estabelecer uma relação entre as PM_{2,5} e a periodontite grave. Isto converge com o estudo de Li et al (2024) que apenas demonstrou uma ligação com a periodontite ligeira.

Na sua revisão de escopo, Bhadauria et al. (2025) destacam numerosas patologias causadas por alterações climáticas. Estas incluem cáries dentárias, erosão dentária, cancro oral, defeitos no desenvolvimento do esmalte, cáries na primeira infância, doença periodontal, traumatismo dentário e fluorose dentária e esquelética. Este estudo dá-nos a conhecer a extensão do espectro de doenças que podem ser causadas pelas alterações climáticas.

O estudo de Foláyan et al. (2024) conclui que as alterações climáticas podem aumentar o risco de cáries na primeira infância, exacerbando a precariedade, a desnutrição e o acesso limitado aos cuidados. A autora salienta ainda que a gestão da ECC contribui para a degradação ambiental. Estratégias de prevenção específicas poderiam atenuar estes efeitos cruzados e promover cuidados de saúde oral mais sustentáveis.

A revisão de Kalra et al. (2024) sugere que as alterações climáticas estão a contribuir para um aumento das cáries na primeira infância. São mencionadas, em particular, causas

indiretas ou em cascata. O agravamento da poluição atmosférica favorece o desenvolvimento de doenças respiratórias como a asma. A asma conduzirá à utilização frequente de medicamentos açucarados. Estes tratamentos reduzem o pH oral, tornando os dentes mais vulneráveis à cárie. Simultaneamente, as catástrofes climáticas e as crises humanitárias bloqueiam o acesso aos cuidados dentários, nomeadamente para as crianças.

Liu et al. (2022), identificaram uma correlação entre a exposição pré-natal a determinados poluentes atmosféricos, particularmente PM10 e SO₂, durante as primeiras semanas críticas do primeiro trimestre de gravidez, está associado a um risco acrescido de fendas orofaciais nos recém-nascidos. Estes resultados destacam a importância da qualidade do ar para a saúde materna e fetal, e sugerem a necessidade de reforçar as políticas de saúde pública destinadas a reduzir a exposição aos poluentes atmosféricos, particularmente para as mulheres grávidas.

Os dados apresentados na Tabela 6 ilustram de forma clara as consequências clínicas das alterações climáticas na saúde oral.

Tabela 6

Descrição dos resultados observados nos artigos selecionados que abordam as consequências clínicas

| Autor | Objetivo do estudo | Resultados obtidos | Conclusão |
|--------------------------|---|--|---|
| Li et al. (2024) | Avaliar a associação entre a exposição a longo prazo a partículas finas (PM2.5) e a periodontite numa população chinesa representativa. | O estudo efetuado em 13 459 participantes com 8391 com periodontites revelou uma associação significativa entre o aumento dos níveis de PM2.5 e a probabilidade de desenvolver periodontite. | Os autores concluem que a exposição prolongada a partículas finas é um fator de risco ambiental para a periodontite. |
| Madera et al. (2024) | Avaliar a associação entre a concentração de PM2.5 a nível municipal e a periodontite grave na Colômbia. | Análise de 9111 adultos: nenhuma associação estatisticamente significativa entre a concentração anual de PM2,5 (ao longo de 3, 5 ou 10 anos) e a periodontite grave. | O estudo não nos permite concluir que existe uma relação entre a poluição atmosférica PM2.5 e a periodontite grave nesta população. |
| Marruganti et al. (2023) | O objetivo do estudo foi analisar a associação entre a poluição do ar ambiente e a prevalência da periodontite, utilizando dados de uma população sul-coreana representativa. | -Aumento de 5 µg/m ³ de PM10 está associado a um aumento do risco de periodontite -Um aumento de 0,005 ppm de ozono aumenta esse risco. Por outro lado, um aumento da umidade relativa e do NO ₂ está associado a uma diminuição moderada do risco. | A exposição a certos poluentes atmosféricos, em particular PM10 e ozono, pode representar um fator de risco ambiental modificável para a periodontite. Estes resultados destacam o valor das medidas de saúde pública que visam a qualidade do ar para prevenir a doença periodontal. |
| Zheng et al. (2025) | O objetivo desta revisão é resumir o conhecimento atual sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde oral, em particular explorando os mecanismos genéticos que poderiam explicar estas associações. | O artigo salienta que a exposição crônica a partículas finas (PM2,5, PM10) e NO ₂ está associada a respostas inflamatórias, stress oxidativo e perturbações do microbioma oral. Estes mecanismos estão envolvidos numa série de condições clínicas, como a gengivite, a leucoplasia, a periodontite e a cárie dentária. | Numerosas patologias orais estão associadas às alterações climáticas. Este artigo enumera muitas doenças orais, o que é essencial no contexto do nosso estudo. |

| Autor | Objetivo do estudo | Resultados obtidos | Conclusão |
|-------------------------|---|--|---|
| Huang et al. (2023b) | O objetivo deste estudo foi avaliar a associação entre a exposição materna a vários poluentes atmosféricos durante a gravidez e a incidência de OFCs, em particular a fenda labial (FL), a fenda palatina (FP) e a fenda lábio-palatina (FL/P). | <p>-A análise incluiu 11 estudos, totalizando 22 453 casos de OFCs</p> <p>-Uma associação significativa entre a exposição a PM2.5 e o aumento do risco de FL e FP</p> <p>-Uma correlação positiva entre a exposição ao O₃, PM10 e o risco de CL</p> | A exposição pré-natal a poluentes atmosféricos é um fator de risco ambiental plausível para as anomalias craniofaciais. |
| Bhadauria et al. (2025) | Examinar os efeitos das alterações climáticas na saúde oral e na prática dentária, utilizando uma abordagem global. | <p>O estudo destaca vários mecanismos através dos quais as alterações climáticas afetam a saúde oral:</p> <p>-Efeitos diretos: os fenómenos climáticos extremos perturbam o acesso aos cuidados dentários e aumentam os traumatismos orais.</p> <p>Efeitos indiretos: a deterioração da qualidade da água e do ar, a insegurança alimentar e os problemas psicossociais têm todos um impacto negativo na saúde oral.</p> | As alterações climáticas representam um desafio emergente para a saúde oral mundial, exigindo estratégias multidisciplinares e sustentáveis. |
| Foláyan et al. (2024) | Explorar a ligação entre as cáries na primeira infância (ECC), as alterações climáticas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | Vários fatores climáticos (insegurança alimentar, stress térmico, migração climática) influenciam a ECC através da nutrição, da higiene e do acesso aos cuidados de saúde. | As alterações climáticas estão a agravar os fatores determinantes da saúde oral das crianças. No entanto, para estudos futuros, é necessário fornecer provas empíricas. |

| Autor | Objetivo do estudo | Resultados obtidos | Conclusão |
|---------------------|---|--|---|
| Kalra et al. (2024) | Explorar as ligações entre as alterações climáticas e as cáries na primeira infância (ECC), em relação ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13. | <p>-De um total de 74 artigos, foram incluídos 7.</p> <p>As alterações climáticas têm um impacto multifatorial nas cáries, causando doenças respiratórias, fenómenos climáticos que podem afetar o acesso aos cuidados de saúde e a qualidade da água. No seu conjunto, estas alterações conduzem a uma deterioração da saúde oral das crianças.</p> | O estudo estabelece uma associação plausível entre as alterações climáticas e a ECC, embora os dados continuem a ser limitados. |
| Liu et al. (2022) | Avaliar os efeitos da exposição a poluentes atmosféricos na prevalência de fendas orofaciais congêntas | <p>O estudo analisou dados de 320 787 nascimentos perinatais registados em Lanzhou entre 2014 e 2019</p> <p>-Foram identificados 685 casos de fendas orofaciais.</p> <p>-Foi observado um aumento significativo do risco de fendas orofaciais em associação com a exposição a PM10 e SO2 durante o primeiro trimestre de gravidez.</p> | Os resultados sugerem que os poluentes atmosféricos podem ser fatores de risco ambiental na etiologia das fendas orais. No entanto, os outros poluentes estudados (NO ₂ , CO, O ₃) não mostraram uma associação significativa com os OFCs (orofacial clefts) neste estudo. |

3.3. Desorganização dos cuidados e vulnerabilidade social em contexto climático

Foram incluídos 5 artigos nesta secção, tabela 7:

Tabela 7

Lista dos artigos selecionados sobre a desorganização e a vulnerabilidade

| Autor | Título | Tipo de Estudo | Nome da revista |
|------------------------------|---|-----------------------|---|
| Matsuda et al. (2023) | Impact of natural disaster on oral health | Scoping review | Medicine |
| Suzuki-Barrera et al. (2023) | Oral Health Interventions in Natural Disasters | Scoping review | Disaster Medicine and Public Health Preparedness |
| Francis et al. (2024) | Climate change and oral health: Assessing the impacts and developing strategies for adaptation | Letter to the Editor | Oral Diseases |
| Fisher et al. (2024) | Advancing the concept of global oral health to strengthen actions for planetary health and One Health | Comentário científico | International Journal for Equity in Health |
| Abreu et al. (2021) | Perspectives on Social and Environmental Determinants of Oral Health | Review | International Journal of Environmental Research and Public Health |

Matsuda et al. (2023) utilizam uma *scoping review* centrada nos terremotos, em particular o terremoto de 2011 no Japão, para realçar o facto de as catástrofes naturais serem eventos que podem comprometer a saúde oral. Os seus efeitos podem ser observados a vários níveis: dificuldade de acesso à água para a higiene oral, interrupção súbita dos cuidados dentários, perda de próteses, deterioração da dieta (rica em alimentos açucarados e processados) e aumento do stress psicológico. Estas perturbações causadas pela catástrofe estão a provocar um aumento das patologias clínicas como a cárie, a periodontite e as perturbações ligadas à perda de dentes, tabela 7.

Suzuki-Barrera et al. (2023) enumeraram as ações dentárias desenvolvidas durante

catástrofes naturais, como tsunamis e terremotos. Este estudo destaca um importante défice organizacional e apela a uma integração mais rigorosa da saúde oral nos planos de resposta humanitária.

Francis et al. (2024) propõem uma reflexão global sobre os desafios climáticos para a saúde oral. Os autores salientam a importância da integração de estratégias de adaptação, do reforço da resiliência comunitária e da adoção de uma medicina dentária mais sustentável. Salientam ainda as desigualdades sociais, culturais e geográficas que modulam o impacto das alterações climáticas na saúde oral. Embora não seja empírica, esta contribuição enriquece a nossa compreensão das respostas sistémicas que precisam de ser desenvolvidas.

O estudo de Fisher et al. (2024) destaca o impacto das alterações climáticas no acesso aos cuidados e na resiliência dos sistemas de saúde oral, salientando as crescentes desigualdades causadas pelas crises ambientais. Adotando uma abordagem “*One Health*”, os autores consideram que a saúde oral é uma componente vulnerável dos sistemas de saúde globais, particularmente exposta às perturbações causadas por catástrofes naturais, poluição e deterioração das infraestruturas. Sublinham que os fenómenos climáticos extremos agravam as dificuldades de acesso aos cuidados de saúde, nomeadamente nas zonas desfavorecidas, e enfraquecem a capacidade dos sistemas para responder eficazmente às necessidades em matéria de saúde oral. O artigo apela à incorporação urgente da saúde oral nos planos de preparação e resposta a catástrofes, sublinhando que a resiliência do sistema exige uma coordenação intersectorial e uma consideração explícita dos determinantes ambientais da saúde.

Abreu et al. (2021) exploram as ligações entre os determinantes sociais e ambientais e as desigualdades na saúde oral. Mostram que fatores como a pobreza, a exclusão social e a exposição a ambientes degradados (poluição, insegurança alimentar) contribuem para aumentar os riscos orais nas populações desfavorecidas. O artigo defende uma resposta integrada de saúde pública que seja sensível aos contextos climáticos e sociais.

Tabela 8

Descrição dos resultados observados nos artigos selecionados que abordam a desorganização e a vulnerabilidade

| Autor | Objetivo do estudo | Resultados obtidos | Conclusão |
|------------------------------|--|---|--|
| Matsuda et al. (2023) | Mapeamento do impacto das catástrofes naturais na saúde oral através de uma revisão da literatura. | <p>-8 estudos -7 estudos estão ligados ao terremoto de 2011 no Japão, -Estudos revelam um agravamento do estado da boca e dos dentes: candidíase, doença periodontal, perda de próteses.</p> | As catástrofes naturais comprometem a higiene oral, a continuidade dos cuidados e agravam as patologias existentes, exigindo respostas específicas de saúde pública. |
| Suzuki-Barrera et al. (2023) | O objetivo desta revisão foi identificar, avaliar e sintetizar o conhecimento existente sobre intervenções de saúde oral no contexto de catástrofes naturais, destacando ao mesmo tempo as principais lacunas na investigação neste domínio. | <p>- 19 estudos - 8 estudos realizados no Japão -Todos os estudos foram efetuados no contexto de terremotos ou de catástrofes naturais mistas (terramoto e tsunami). -12 estudos relataram intervenções de promoção ou prevenção, sendo o exame oral o mais frequente. -7 estudos descreveram intervenções terapêuticas, principalmente relacionadas com a gestão de emergência de fraturas e lesões.</p> | A evidência disponível neste estudo foi limitada, destacando a necessidade de mais investigação centrada em várias intervenções de cuidados de saúde oral e os seus resultados no contexto de diferentes catástrofes naturais. Isto melhoraria a formulação e implementação de recomendações e protocolos a uma escala global. |

| Autor | Objetivo do estudo | Resultados obtidos | Conclusão |
|-----------------------|--|---|--|
| Francis et al. (2024) | Os autores pretendem sensibilizar a comunidade científica para o potencial impacto das alterações climáticas na saúde oral | <ul style="list-style-type: none"> -As variações climáticas (temperatura, umidade, pluviosidade, segurança alimentar) podem influenciar o aparecimento ou o agravamento das doenças orais. -As populações mais vulneráveis (grupos com baixos rendimentos, zonas marginalizadas) são as mais afetadas. -A falta de acesso a cuidados de saúde oral, combinada com condições ambientais extremas, aumenta as desigualdades no domínio da saúde. | <ul style="list-style-type: none"> -Os autores apelam a uma abordagem holística e colaborativa dos desafios colocados pelas alterações climáticas à saúde oral. -Papel central dos profissionais de medicina dentária na prevenção, adaptação e redução do impacto ecológico das alterações climáticas e apelam à mobilização da comunidade para enfrentar estes desafios. |
| Fisher et al. (2024) | Propor uma redefinição da saúde oral global, incorporando os princípios da saúde global e o modelo <i>One Health</i> . | <ul style="list-style-type: none"> -Apresentação de um modelo transdisciplinar que associa a saúde oral, a sustentabilidade ecológica e os determinantes sociais. -Identifica as alterações climáticas como um multiplicador de riscos que agrava as desigualdades no acesso aos cuidados de saúde e compromete o progresso no sentido da cobertura universal de saúde, nomeadamente através de catástrofes, poluição e desequilíbrios sistêmicos. | -A integração do paradigma da saúde global e do conceito <i>One Health</i> é essencial para uma abordagem global e resiliente da saúde oral. |
| Abreu et al. (2021) | Analisar a interação dos fatores sociais e ambientais nas desigualdades em matéria de saúde oral. | <ul style="list-style-type: none"> -Interação entre pobreza, acesso deficiente aos cuidados de saúde, exposição à poluição e condições climáticas desfavoráveis. Estes fatores combinam-se em populações vulneráveis para exacerbar o peso das doenças orais. | É essencial integrar as dimensões social e ecológica nas políticas de saúde pública dentária, com vista a reduzir as desigualdades e a reforçar a resiliência face às alterações climáticas. |

4. DISCUSSÃO

4.1 Reconhecimento emergente das ligações entre o clima e a saúde oral

Hackley (2021) salienta que as alterações climáticas já estão a ter um impacto tangível na saúde humana, incluindo a saúde oral, e já não podem ser tratadas como um risco hipotético. Este reconhecimento obriga-nos a repensar o lugar da saúde oral nas políticas globais de saúde e nas estratégias de adaptação ambiental. Atualmente, os estudos abrangem as diferentes formas de impacto das alterações climáticas na saúde, como o calor, a água, os fenómenos extremos, as doenças transmitidas por vetores e os fatores sociais. No entanto, é de salientar que alguns aspetos são muito mais estudados na literatura do que outros. A poluição é muito mais estudada do que outros fenómenos.

A sensibilização para as interações entre o clima e a saúde oral está a aumentar constantemente, à medida que se realizam cada vez mais investigações. Bhadauria et al. (2025) descrevem um campo de investigação que ainda está a dar os primeiros passos, mas cuja relevância é agora indiscutível. Fisher et al. (2024) vão ainda mais longe, integrando a saúde oral no quadro mais alargado da saúde global, tal como preconizado pelo modelo *One Health*. Apelam a uma forma de medicina dentária mais sustentável e menos intensiva em carbono, capaz de resistir a choques ambientais, assegurando simultaneamente um acesso equitativo aos cuidados. Esta mudança de paradigma sublinha até que ponto a saúde oral precisa de ser repensada numa perspetiva interdisciplinar, em estreita ligação com as questões ecológicas contemporâneas.

Abreu et al. (2021) referem que a maioria das patologias orais têm uma etiologia multifatorial, envolvendo determinantes sociais, económicos, culturais e ambientais. Esta complexidade intrínseca justifica plenamente o estudo das alterações climáticas como fator agravante ou modulador destes determinantes. O clima surge assim não como uma causa isolada, mas como um elemento que amplifica as vulnerabilidades existentes.

4.2 Os efeitos clínicos são multifatoriais e ainda mal caracterizados

Bhadauria et al. (2025) fazem uma distinção clara entre os efeitos diretos e indiretos das alterações climáticas na saúde oral. Os primeiros incluem o aparecimento de cáries, traumatismos ou erosão dentária ligados a fenómenos extremos, enquanto os segundos

estão relacionados com mecanismos sociais como a insegurança alimentar, o stress ou a redução do acesso aos cuidados de saúde. Estas dimensões que se cruzam reforçam a ideia de uma vulnerabilidade sistêmica das populações às crises ambientais.

Estes efeitos múltiplos e variados são a prova de uma ligação complexa entre as condições climáticas e a saúde oral. Matsuda et al. (2023), no seu estudo sobre o terramoto de 2011 no Japão, ilustram como as catástrofes naturais podem perturbar subitamente o acesso aos cuidados e alterar as práticas de higiene oral, levando a um aumento das doenças periodontais e fúngicas. Hackley (2021) também destaca os desafios específicos colocados pelas ondas de calor nos consultórios dentários, particularmente em pacientes com co-morbilidades, devido à instabilidade dos tratamentos medicamentosos. Estes vários estudos apontam todos para a mesma conclusão: o impacto do clima nem sempre é imediato ou visível, mas faz parte de uma cadeia de causalidade por vezes complexa e difícil de documentar com rigor. Isto explica, em parte, por que razão a literatura atual continua a ter dificuldade em identificar os mecanismos exatos envolvidos.

4.3 Limitações da análise e perspetivas de investigação

Bhadauria et al. (2025) sublinham a necessidade urgente de desenvolver estudos epidemiológicos capazes de medir com precisão a prevalência e a gravidade das doenças orais ligadas às alterações climáticas, quer os efeitos sejam diretos (poluição, calor) ou indiretos (precariedade, subnutrição).

Com isto em mente, o trabalho de Matsuda et al. (2023) destaca uma importante limitação metodológica: a ausência de protocolos padronizados para avaliar o estado da saúde oral antes, durante e após um desastre natural. É precisamente esta falta de avaliação longitudinal que está atualmente a dificultar a nossa capacidade de documentar as trajetórias clínicas e antecipar as necessidades das populações. Apenas um estudo listado por estes autores foi baseado numa comparação pré e pós-catástrofe, ilustrando a escassez de dados de referência. Abreu et al. (2021) salientam ainda a necessidade de integrar determinantes sociais e ambientais em futuros modelos de investigação. Em suma, colmatar estas lacunas significa não só melhorar as ferramentas de medição, mas também alargar a forma como olhamos para as questões de saúde oral, de modo a torná-las parte de uma visão verdadeiramente sistêmica e resiliente face às alterações climáticas.

5. CONCLUSÃO

No final desta análise de âmbito, com o objetivo de responder à questão: *Qual é a extensão do conhecimento atual sobre o impacto das alterações climáticas na saúde oral?* evidente que as alterações climáticas estão a ter múltiplas repercussões na saúde oral, embora estas ainda não estejam suficientemente documentadas. Estes impactos podem ser diretos (através de fenómenos extremos, calor ou catástrofes naturais) ou indiretos, modulando determinantes sociais e ambientais como o acesso à água potável, à alimentação ou às desigualdades socioeconómicas.

A análise realizada também destaca uma concentração acentuada da literatura em determinados fatores, nomeadamente a poluição atmosférica, enquanto outros aspetos, como o calor extremo ou os efeitos da variabilidade da água, permanecem pouco estudados. Este desequilíbrio reflete a maturidade desigual do domínio.

O estudo das relações entre o clima e a saúde oral requer uma abordagem global, capaz de integrar determinantes sociais, ambientais e biológicas. A compreensão destas interações complexas é essencial se quisermos antecipar os efeitos das alterações climáticas na saúde.

Finalmente, esta revisão realça a necessidade urgente de estabelecer protocolos padronizados e estudos realizados em diferentes períodos de observação, a fim de melhor caracterizar as trajetórias da saúde oral num contexto de instabilidade climática. Estes esforços ajudarão a reforçar a base de conhecimentos e a orientar melhor as políticas públicas numa perspetiva de saúde global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M. H. N. G., Cruz, A. J. S., Borges-Oliveira, A. C., Martins, R. C., & Mattos, F. F. (2021). Perspectives on social and Environmental Determinants of Oral Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(24), 13429. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413429>
- Bhadauria, U. S., Purohit, B., Giraudeau, N., Atri, M., & Priya, H. (2025). Impact of climate change on dentistry and oral health: a scoping review. *BDJ Open*, *11*(1), 32. <https://doi.org/10.1038/s41405-025-00310-2>
- Emran, M. G. I., Barma, R., Khan, A. H., & Roy, M. (2024). Reasons behind the Water Crisis and Its Potential Health Outcomes. *European Journal of Development Studies*, *4*(6), 16–24. <https://doi.org/10.24018/ejdevelop.2024.4.6.389>
- FDI (2016). *FDI's definition of oral health*. Geneva: World Dental Federation.
- Fisher, J., Splieth, C., Matanhire-Zihanzu, C., & Glick, M. (2024). Advancing the concept of global oral health to strengthen actions for planetary health and One Health. *International Journal for Equity in Health*, *23*(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s12939-024-02176-6>
- Foláyan, M. O., Schroth, R. J., Abodunrin, O., Al-Batayneh, O. B., Arheiam, A., Mfolo, T., Virtanen, J. I., Duangthip, D., Feldens, C. A., & El Tantawi, M. (2024). Early childhood caries, climate change and the sustainable development goal 13: a scoping review. *BMC Oral Health*, *24*(1), 524. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04237-2>
- Francis, D. L., Reddy, S. S. P., Logaranjani, A., & Chopra, S. S. (2024). Climate change and oral health: Assessing the impacts and developing strategies for adaptation. *Oral Diseases*, *30*(7), 4792–4793. <https://doi.org/10.1111/odi.14922>
- Hackley D. M. (2021). Climate Change and Oral Health. *International Dental Journal*, *71*(3), 173–177. <https://doi.org/10.1111/idj.12628>
- Huang, K., Feng, L. F., Liu, Z. Y., Li, Z. H., Mao, Y. C., Wang, X. Q., Zhao, J. W., Zhang, K. D., Li, Y. Q., Wang, J., Yu, W. J., Cheng, X., Yang, X. Y., Li, J., & Zhang, X. J. (2023). The modification of meteorological factors on the relationship between air pollution and periodontal diseases: an exploration based on different interaction strategies. *Environmental Geochemistry and Health*, *45*(11), 8187–8202. <https://doi.org/10.1007/s10653-023-01705-6>
- Huang, Z., Wu, J., Qiu, Y., Lin, J., Huang, W., Ma, X., Zhang, H., & Yang, X. (2023). Association between gestational exposure and risk of orofacial clefts: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *23*(1), 829. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-06104-4>
- Kalra, G., Nangia, T., & Kumar, Y. (2024). Assessing the Impact of Climate Change on Early Childhood Caries Within the Framework of Sustainable Developmental Goal 13: A Scoping Review. *Cureus*, *16*(10), e71872. <https://doi.org/10.7759/cureus.71872>

- Li, W., Li, N., Liang, Z., Hou, X., Si, Y., Wang, X., Feng, X., Tai, B., Hu, D., Lin, H., Wang, B., Wang, C., Zheng, S., Liu, X., Rong, W., Wang, W., Sun, S., Meng, H., & Zhang, Z. (2024). Long-term exposure to ambient fine particulate matter and periodontitis: An observational study using nationally representative survey data. *Journal of Clinical Periodontology*, *51*(5), 596–609. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13950>
- Lima, I. F. P., Nóbrega, D. F., Cericato, G. O., Ziegelmann, P. K., & Paranhos, L. R. (2019). Prevalence of dental fluorosis in regions supplied with non-fluoridated water in the Brazilian territory: a systematic review and meta-analysis. Prevalência de fluorose dental em regiões abastecidas com água sem suplementação de flúor no território brasileiro: uma revisão sistemática e metanálise. *Ciencia & Saude Coletiva*, *24*(8), 2909–2922. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.19172017>
- Liu, Y., Zhou, L., Zhang, W., Yang, Y., Yang, Y., Pan, L., Ba, Y., Wang, R., Huo, Y., Ren, X., Bai, Y., & Cheng, N. (2022). Time series analysis on association between ambient air pollutants and orofacial clefts during pregnancy in Lanzhou, China. *Environmental Science and Pollution Research International*, *29*(48), 72898–72907. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19855-y>
- Lu, Z., Guan, Y., Shao, C., & Niu, R. (2023). Assessing the health impacts of PM2.5 and ozone pollution and their comprehensive correlation in Chinese cities based on extended correlation coefficient. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *262*, 115125. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115125>
- Madera, M., Márquez-Lázaro, J., & Bernabe, E. (2024). Particulate Matter 2.5 and Severe Periodontitis Among Colombian Adults. *Journal of Periodontal Research*. <https://doi.org/10.1111/jre.13360>
- Mak, S., & Thomas, A. (2022). Steps for Conducting a Scoping Review. *Journal of Graduate Medical Education*, *14*(5), 565–567. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-22-00621.1>
- Marruganti, C., Shin, H. S., Sim, S. J., Grandini, S., Laforí, A., & Romandini, M. (2023). Air Pollution as a Risk Indicator for Periodontitis. *Biomedicines*, *11*(2), 443. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11020443>
- Matsuda, S., Yoshimura, H., & Kawachi, I. (2023). Impact of natural disaster on oral health: A scoping review. *Medicine*, *102*(8), e33076. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033076>
- McMichael, C., Barnett, J., & McMichael, A. J. (2012). An ill wind? Climate change, migration, and health. *Environmental Health Perspectives*, *120*(5), 646–654. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104375>
- Peres, M. A., Macpherson, L. M. D., Weyant, R. J., Daly, B., Venturelli, R., Mathur, M. R., Listl, S., Celeste, R. K., Guarnizo-Herreño, C. C., Kearns, C., Benzian, H., Allison, P., & Watt, R. G. (2019). Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet (London, England)*, *394*(10194), 249–260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31146-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31146-8)
- Peters, M. D. J., Godfrey, C., & McInerney, P., (2017). *Scoping Reviews*. In: E., Aromataris & Z., Munn (eds). Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual. Adelaide: The Joanna Briggs Institute.

- Reid, C. E., Brauer, M., Johnston, F. H., Jerrett, M., Balmes, J. R., & Elliott, C. T. (2016). Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure. *Environmental Health Perspectives*, 124(9), 1334–1343. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409277>
- Romanello, M., Napoli, C. D., Green, C., Kennard, H., Lampard, P., Scamman, D., Walawender, M., Ali, Z., Ameli, N., Ayeb-Karlsson, S., Beggs, P. J., Belesova, K., Berrang Ford, L., Bowen, K., Cai, W., Callaghan, M., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., Cross, T. J., van Daalen, K. R., Costello, A. (2023). The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet (London, England)*, 402(10419), 2346–2394. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01859-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01859-7)
- Seligman, H. K., Laraia, B. A., & Kushel, M. B. (2010). Food insecurity is associated with chronic disease among low-income NHANES participants. *The Journal of Nutrition*, 140(2), 304–310. <https://doi.org/10.3945/jn.109.112573>
- Sinjari, B., Santilli, M., Di Carlo, P., Aruffo, E., & Caputi, S. (2024). The Correlation between Oral Health and Air Pollution: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, 12(7), 215. <https://doi.org/10.3390/dj12070215>
- Suzuki-Barrera, K., Teramoto, A., Sáez-Chandía, J., Nakakuki, K., & Bracchiglione, J. (2023). Oral Health Interventions in Natural Disasters: A Scoping Review. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 17, e388. <https://doi.org/10.1017/dmp.2023.62>
- WHO (2021). *Climate change and health*. Geneva: World Health Organization.
- Zheng, Z., Xu, M., Wang, Y., Wang, L., Zhou, Y., Deng, Y., & Yu, K. (2025). Air Pollution and Oral Health: An Overall Insight From Genetic Causality. *International Dental Journal*, 75(3), 1979–1987. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.01.007>
- Zhu, L., Tang, M., Cai, Y., & Wang, P. (2025). Association between exposure to environmental pollutants and increased oral health risks, a comprehensive review. *Frontiers in Public Health*, 12, 1482991. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1482991>