

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

SUSTENTABILIDADE EM MEDICINA DENTÁRIA E ALINHAMENTO COM A AGENDA 2030 DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS

Trabalho submetido por
Matilde Duarte Guerra
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

novembro de 2023

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

SUSTENTABILIDADE EM MEDICINA DENTÁRIA E ALINHAMENTO COM A AGENDA 2030 DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS

Trabalho submetido por
Matilde Duarte Guerra
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor José João Mendes

e coorientado por
Mestre Mariana Morgado

novembro de 2023

“If working apart we are forces powerful enough to destabilise our planet, surely
working together we are powerful enough to save it.”

David Attenborough

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor José João Mendes, por ter aceitado com tanto entusiasmo desenvolver este projeto comigo e pelo seu contributo para o mesmo.

À minha coorientadora, Mestre Mariana Morgado, pelo seu trabalho irrepreensível e pelo seu acompanhamento ao longo deste período, que foi essencial para a elaboração deste projeto.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, a minha casa nestes últimos 5 anos, que me proporcionou momentos inesquecíveis e ensinamentos que levarei sempre comigo.

Aos meus pais, por estarem sempre presentes em todas as etapas, por me transmitirem valores tão importantes que me tornaram na pessoa que sou hoje e por todas as oportunidades que me proporcionaram. Obrigada pelo equilíbrio que sempre me deram, motivando-me a dar o meu melhor, mas com espaço para errar. Sem vocês nada disto seria possível.

À minha irmã, por ser uma inspiração na minha vida e um exemplo a seguir. Obrigada pelos nossos momentos de partilha, dos teus conselhos e paciência. Não podia pedir por uma irmã mais velha melhor.

À minha família de sangue e de coração, por terem contribuído para a pessoa que sou hoje e por estarem sempre presentes.

Às minhas grandes amigas, que são família também, Catarina, Filipa, Maria e Pilar. É uma felicidade enorme para mim termos vivido todas as etapas das nossas vidas juntas. Que continue a ser sempre assim.

Aos meus amigos de Sintra, que viveram comigo tantos momentos incríveis. É um orgulho ver o percurso de cada um de nós até hoje e ter tido a possibilidade de viver esta etapa tão boa com vocês. Um obrigado em especial à minha amiga do coração, Carolina, que em qualquer lugar do mundo é tão presente e um elemento essencial na minha vida.

Aos meus amigos da Faculdade, as pessoas com quem partilhei este percurso, em particular às minhas amigas que estão comigo desde o primeiro dia nesta casa, com as quais tenho memórias que não irei esquecer. Queria dar um agradecimento especial à Rita, minha parceira de Erasmus e de tantas outras coisas, à Matilde, que já merece um lugar à mesa em minha casa e à Laura a minha parceira de box, com quem gostei tanto de trabalhar nestes primeiros dois anos de clínica das nossas vidas.

RESUMO

Atualmente, as questões levantadas pelo impacto da crise climática têm sido alvo de grande preocupação, devido às repercussões sentidas na vida e saúde das populações, assim como no equilíbrio dos ecossistemas.

Esta dissertação procura relacionar de que forma a promoção de hábitos mais sustentáveis em medicina dentária pode contribuir para uma prática eficiente, segura e com menor impacto ambiental, visando cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos na Agenda de 2030 da Organização das Nações Unidas.

A redução de resíduos apresenta-se como uma prioridade, o que pode ser alcançado através da promoção de saúde e prevenção de patologias da cavidade oral, minimizando o desperdício e a pegada de carbono associado à prática clínica.

O uso responsável de recursos, como a água e energia, e a preferência por materiais dentários sustentáveis são elementos-chave para minimizar o impacto ambiental da medicina dentária.

A reciclagem, em particular de plásticos de utilização única, é uma das medidas fundamentais para evitar a poluição ambiental, que poderia resultar na ingestão de microplásticos por animais marinhos e, subsequentemente, pelos humanos.

A educação e sensibilização para a importância da sustentabilidade desempenham um papel essencial, que pode ser atingido com a integração de princípios sustentáveis nas unidades curriculares do Mestrado Integrado em Medicina Dentária e nas comissões científicas, fomentando estas práticas nos futuros profissionais de saúde e investigadores, para que, futuramente, seja desenvolvido um trabalho contínuo que permita criar alternativas inovadoras que diminuam ainda mais o impacto ambiental deste setor.

Em suma, esta dissertação aborda a pegada ambiental em medicina dentária, bem como abordagens sustentáveis que possam ser implementadas na prática clínica, destacando a importância da sustentabilidade como uma peça fundamental na construção de um sistema de saúde mais consciente, alinhado com a visão da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas.

Palavras-chave: impacto ambiental, medicina dentária, sustentabilidade, objetivos de desenvolvimento sustentável

ABSTRACT

Currently, the issues raised by the impact of the climate crisis have been a subject of great concern, given the repercussions felt in the lives and health of populations, as well as in the balance of ecosystems.

This dissertation seeks to correlate how the promotion of more sustainable practices in dentistry can contribute to an approach which is efficient, safe and with a lower environmental impact, with the aim of fulfilling the Sustainable Development Goals established in the United Nations' 2030 Agenda.

Waste reduction emerges as a priority, which can be achieved through the promotion of oral health and prevention of oral pathologies, thereby minimizing waste and the carbon footprint associated with the provision of care.

Responsible use of resources such as water and energy, and a preference for sustainable dental materials, are key elements in minimizing the environmental impact in dentistry.

Recycling, particularly of single-use plastics, is one of the fundamental measures to prevent environmental pollution that could result in the ingestion of microplastics by marine life and, subsequently, humans.

Education and awareness of the importance of sustainability play an essential role, which can be achieved by integrating sustainable fundamentals into the curriculum of the Integrated Master's degree in Dentistry and in scientific committees, promoting these practices amongst future healthcare professionals and researchers. This will pave the way for continuous efforts to develop innovative alternatives that further reduce the environmental impact of this sector.

In summary, this dissertation addresses the environmental footprint in dentistry, as well as sustainable approaches that can be implemented in clinical practice, emphasizing the significance of as a fundamental component in building a more conscientious healthcare system aligned with the vision of the United Nations' 2030 Agenda.

Keywords: environmental impact, dentistry, sustainability, sustainable development goals

ÍNDICE

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABELAS.....	9
LISTA DE SIGLAS.....	11
I. INTRODUÇÃO.....	13
II. DESENVOLVIMENTO.....	21
1. Impacto ambiental da Medicina Dentária.....	21
1.1. Transporte associado à prática da Medicina Dentária.....	21
1.2. Plásticos de utilização única.....	23
1.3. Biomateriais e intervenções dentárias.....	25
1.3.1. Poluição por resíduos de metais pesados.....	25
1.3.2. Poluição por resíduos de resinas compostas.....	26
1.3.3. Pegada de carbono associada a procedimentos dentários.....	28
2. Gestão de Resíduos do consultório dentário.....	30
2.1. Classificação e gestão de resíduos perigosos.....	30
2.2. Gestão de resíduos contendo metais pesados.....	32
3. Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Repensar.....	34
3.1. Reduzir.....	34
3.2. Reutilizar.....	37
3.3. Reciclar.....	38
3.4. Repensar.....	41
4. Alternativas sustentáveis de materiais dentários.....	42
4.1. Implantologia.....	42
4.2. Dentisteria.....	44
4.3. Endodontia.....	45
4.4. Reabilitação Oral.....	46
4.5. Ortodontia.....	47
5. Eficiência energética e gestão sustentável da água em Medicina Dentária.....	49
5.1. Consumo de energia.....	49
5.2. Consumo de água.....	49

6.	Medidas de higiene oral sustentáveis.....	50
III.	CONCLUSÕES.....	53
IV.	BIBLIOGRAFIA.....	57
V.	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Impacto das alterações climáticas na saúde (adaptado de Agache et al., 2022).....	14
Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (retirado de Centro Regional de Informação para a Europa Ocidental, Nações Unidas, 2019).....	17
Figura 3: Objetivos de desenvolvimento sustentável selecionados pela FDI para implementar na medicina dentária (adaptado de Centro Regional de Informações para a Europa Ocidental, Nações Unidas, 2019).....	19
Figura 4: Pegada de carbono anual total da medicina dentária no NHS em 2013 e 2014 (adaptado de Public Health England, 2018).....	22
Figura 5: Número de artigos de PUU utilizados por procedimento dentário (adaptado de Martin, Mulligan, Fuzesi, 2022).....	24
Figura 6: Taxa de reciclagem na União Europeia (adaptado de Parlamento Europeu, 2018).....	38
Figura 7: Análise comparativa do impacto ambiental da produção primária dos materiais selecionados (adaptado de De Bortoli et al., 2019).....	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Volume da atividade dentária, pegada de carbono total e individual por procedimento (adaptado de Public Health England, 2018).....29

Tabela 2: Sistema de recolha e separação recomendado pela OMS (adaptado de World Health Organization, 2017).....31

Tabela 3: Abordagens médico-dentárias que beneficiam a saúde oral dos pacientes, os médicos dentistas e o ambiente (adaptado de Martin & Mulligan, 2022).....35

Tabela 4: Medidas sustentáveis abordadas nesta dissertação e respetivos ODS.....54

LISTA DE SIGLAS

Ag- Prata

Al₂O₃- Óxido de Alumínio

Bis-GMA- Bisfenol A-Metacrilato de Glicidila

BPA- Bisfenol A

°C- Grau Celsius

CAD/CAM- Computer-aided Design/ Computer-aided Manufacturing

CoCr- Cromo-cobalto

CO₂- Dióxido de Carbono

COP21- Conference of the Parties 21

COVID-19- Doença por Coronavírus 2019

cp-Ti- Titânio Comercialmente Puro

Cu- Cobre

DL- Decreto-Lei

DPOC- Doença Obstrutiva Crónica

EPI- Equipamento de Proteção Individual

EUA- Estados Unidos da América

FDI- Fédération Dentaire Internationale

g- Grama

h- Hectares

Hg- Mercúrio

kgCO₂e- Quilograma de Dióxido de Carbono Equivalente

km- Quilómetro

ktCO₂e- Milhares de Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente

LED- Light-Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

M- Milhões

Mt- Milhões de Toneladas

MeHg- Metilmercúrio

NDC- Contribuições Nacionalmente Determinadas

NHS- National Health System (Sistema Nacional de Saúde Inglês)

NiTi- Níquel-titânio

NO_x- Óxidos de Azoto

N₂O- Óxido Nitroso

ODM- Objetivos de Desenvolvimento do Milénio
ODS- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS- Organização Mundial da Saúde
ONU- Organização das Nações Unidas
Pb- Chumbo
pH- Potencial Hidrogeniónico
PM- Partículas em suspensão
PNUA- Programa das Nações Unidas para o Ambiente
PUU- Plásticos de Utilização Única
PVC- Policloreto de Vinila
QALYs- Quality Adjusted Life Years
Sn- Estanho
t- Toneladas
tCO₂- Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
TEGDMA- Trietilenoglicol Dimetacrilato
Ti6Al2V- Liga de Titânio Alfa-beta
UE- União Europeia
UN- United Nations
UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change
Y-TZP - Zircónia Tetragonal Policristalina Estabilizada por Ítrio
3D- Tridimensional

I. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas constituem uma questão bastante discutida na atualidade, devido às repercussões sentidas pela população a nível mundial, resultantes das emissões de gases com efeito de estufa, que se encontram no seu nível mais elevado de toda a história da humanidade (United Nations, 2018). Com a presença destes gases na atmosfera irá ocorrer uma retenção de calor por parte dos mesmos, o que resulta num aumento da temperatura da terra.

Desde a revolução industrial, no final do século XIX, foi verificado um aumento de cerca de 1,1°C da temperatura média ambiental. As emissões de CO₂ são também responsáveis pela alteração do pH dos oceanos, resultando numa acidificação que sofreu um aumento de 25% desde a época pré-industrial (Agache et al., 2022).

Todas estas alterações resultam numa mudança dos padrões climáticos, na subida do nível da água do mar e em eventos climáticos e meteorológicos extremos, como incêndios, secas, ondas de calor e inundações (United Nations, 2018). Estas, por sua vez, têm consequências graves na vida e saúde das populações:

- O aumento dos níveis de CO₂ podem resultar em inflamação, desmineralização óssea, cálculos renais, acidose respiratória, stress oxidativo e alterações psicológicas e comportamentais (Agache et al., 2022);
- A poluição atmosférica é responsável por cerca de 7 milhões de mortes por ano, causadas por doenças como: cancro do pulmão, doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) e doenças cardiovasculares (Agache et al., 2022);
- A exposição a fumo e cinzas derivadas de incêndios aumenta a incidência de infeções respiratórias, doenças do sistema imunitário, crises de asma, risco de parto prematuro, alterações dos espermatozoides, distúrbios do desenvolvimento infantil e demência (Agache et al., 2022);
- A exposição a temperaturas elevadas tem como consequência o aumento da temperatura corporal, o que pode resultar em vasodilatação, sudorese, aumento da frequência cardíaca e respiratória, alterações na coagulação, stress oxidativo, inflamação e quebras musculares (Agache et al., 2022);

- Nos últimos 30 anos, foram registadas cerca de 200.000 mortes resultantes de inundações/cheias. Este fenómeno é responsável por consequências imediatas, nomeadamente traumas e lesões músculo-esqueléticas, bem como por infeções, doenças transmitidas por vetores, doenças gastrointestinais e agentes patogénicos resultantes da contaminação das águas (Agache et al., 2022).

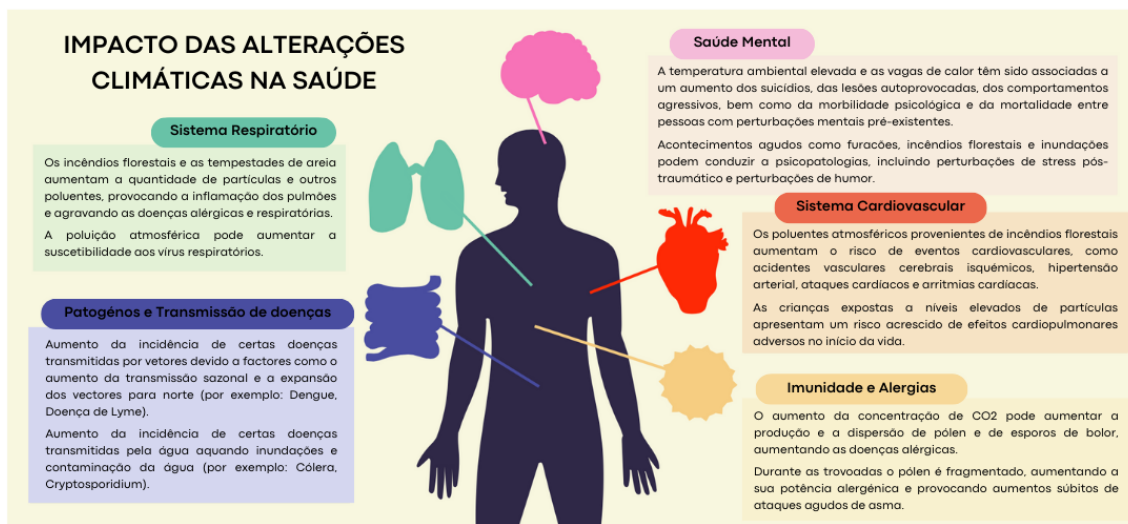


Figura 1: Impacto das alterações climáticas na saúde (adaptado de Agache et al., 2022)

Por forma a combater e discutir mundialmente o impacto da crise climática, durante a UN Climate Change Conference (COP21), foi adotado pelas 196 partes da Convenção Quadro da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC), o Acordo de Paris, um tratado internacional, com componente legal, que tem como objetivo orientar o método de atuação no combate às alterações climáticas. Foi adotado no dia 12 de dezembro de 2015, tendo entrado em vigor para pelo menos 55 países (representando, por sua vez, 55% das emissões mundiais de gases com efeito de estufa), no dia 4 de novembro de 2016, após a ratificação por parte da União Europeia (UE) e alguns Estados-Membros (United Nations, 2016).

“Atualmente, 189 das 197 Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas ratificaram o Acordo de Paris” (República Portuguesa, Ambiente e Ação Climática & Agência Portuguesa do Ambiente, 2020).

“O Acordo de Paris visa alcançar uma descarbonização das economias mundiais” (República Portuguesa, Ambiente e Ação Climática & Agência Portuguesa do Ambiente, 2020). Para tal, foram desenvolvidas medidas para combater o aquecimento global, com o objetivo de manter o aumento da temperatura média mundial abaixo dos 2°C. Contudo, o ideal seria limitar este aumento em apenas 1,5°C em comparação com os níveis pré-industriais (Conselho da União Europeia, 2022).

A UE encontra-se fortemente empenhada na luta contra as alterações climáticas, tendo como grande objetivo tornar-se a primeira economia e sociedade com impacto neutro no clima, até 2050. Para além do mais, no que se refere à redução das emissões, a sua meta ronda na ordem dos 55%, até 2030 (República Portuguesa, Ambiente e Ação Climática & Agência Portuguesa do Ambiente, 2020).

O Acordo de Paris atua em ciclos de 5 anos, isto é, nestes períodos, cada país deve apresentar medidas e objetivos cada vez mais ambiciosos para o combate das alterações climáticas. Aquando a elaboração deste acordo, foi estipulado pela UE que, até ao ano de 2020, cada país envolvido teria de apresentar as suas primeiras propostas para diminuir as emissões de gases com efeito de estufa, bem como medidas a adotar para contornar as consequências que as alterações climáticas atualmente apresentam (Contribuições Nacionalmente Determinadas, NDC) (Conselho da União Europeia, 2022).

De forma a monitorizar o progresso e cumprimento destas medidas, foi acordado que, a partir de 2024, cada país deve apresentar relatórios transparentes acerca do seu desempenho no alcance das metas propostas pelos mesmos. Estas informações serão cruciais para a adaptação dos objetivos de cada país, de forma a serem cada vez mais ambiciosos na luta contra as alterações climáticas (Conselho da União Europeia, 2022).

No entanto, o Acordo de Paris, em 2015, não foi o único avanço na luta contra a crise climática. A 25 de setembro de 2015, numa cimeira na sede da ONU, em Nova Iorque (EUA), foi aprovada pelos 193 Estados-membros, a agenda intitulada “Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável”(Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2018), que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2016 (Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2018).

Em 2016, o então secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon, referiu que “o Acordo de Paris, em conjunto com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, detém o poder de transformar o mundo” (ONU, 2016). Deste modo, é crucial ambas iniciativas serem do conhecimento do público em geral, sensibilizando o mesmo para a importância desta temática.

Esta Agenda baseia-se em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), compostos por 169 metas, a serem cumpridos até 2030. Estes ODS foram desenvolvidos com base nos fatores de sucesso dos 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), estabelecidos entre os anos 2000 e 2015, sendo ainda mais ambiciosos na luta contra a pobreza. Assentam em três pilares: ambiente, economia e sociedade. Os objetivos são os seguintes:

1. Erradicar a pobreza;
2. Erradicar a fome;
3. Saúde de qualidade;
4. Educação de qualidade;
5. Igualdade de género;
6. Água potável e saneamento;
7. Energias renováveis e acessíveis;
8. Trabalho digno e crescimento económico;
9. Indústria, inovação e infraestruturas;
10. Reduzir as desigualdades;
11. Cidades e comunidades sustentáveis;
12. Produção e consumos sustentáveis;
13. Ação climática;
14. Proteger a vida marinha;
15. Proteger a vida terrestre;
16. Paz, justiça e instituições eficazes;
17. Parcerias para a implementação dos objetivos.



Figura 2: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (retirado de Centro Regional de Informação para a Europa Ocidental, Nações Unidas, 2019)

Os ODS destinam-se a países desenvolvidos, bem como a países em desenvolvimento, promovendo a paz, justiça e instituições eficazes (United Nations, 2015).

“António Guterres, atual secretário-geral da ONU, considera que a Agenda 2030 aponta o caminho a tomar para o desenvolvimento e que deve ser dada vida a este plano como um elemento definidor do nosso tempo e uma plataforma integrada para responder às necessidades das pessoas e dos governos” (Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental, 2018).

A área da saúde é responsável por consumir níveis consideráveis de energia e recursos, bem como pela produção de resíduos e por emissões de CO₂. De acordo com o “2022 Lancet Countdown Report”, este setor é responsável por cerca de 5% das emissões totais registadas globalmente (Sijm-Eeken et al., 2023).

Tendo em conta o impacto ambiental deste setor, devem ser aplicadas medidas que melhorem o grau de sustentabilidade ambiental da prática clínica, nomeadamente através do alinhamento com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), traçados pela ONU, até 2030, que carecem de pesquisa e implementação.

Com base na Agenda 2030 da ONU, a Fédération Dentaire Internationale (FDI), em conjunto com a Universidade de Sheffield, decidiu contribuir para esta causa, elaborando o “Consensus on Environmentally Sustainable Oral Healthcare: A Joint Stakeholder Statement” (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022). Este consensus, seleciona caminhos alternativos para atingir uma prática clínica médico-dentária sustentável, destacando a correlação existente entre a promoção de saúde oral e prática clínica de qualidade ao impacto ambiental da mesma (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022).

Mudanças ao nível da gestão de resíduos, aquisição de produtos sustentáveis, mudanças no comportamento dos consumidores e fabricantes e, principalmente, prevenção de doenças e promoção da saúde oral, constituem fatores determinantes para alcançar os ODS aplicáveis à prática clínica da Medicina Dentária (World Health Organization & Regional Office for Europe, 2017).

Deste modo, a FDI elaborou várias abordagens que podem ser adotadas, para atingir estes ODS através da prática clínica da Medicina Dentária, sendo o pilar de todas estas medidas os 4R’s da Sustentabilidade (reduzir, reutilizar, reciclar e repensar). Esta consiste numa abordagem prática, de fácil implementação e bastante abrangente, englobando quatro conceitos: cuidados preventivos, cuidados operativos, cuidados integrativos e o domínio destes cuidados (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022). Esta abordagem permite a redução das emissões de CO₂, devido à diminuição do número de consultas, das deslocações por parte dos pacientes e das intervenções profissionais e, conseqüentemente, uma redução dos resíduos gerados, uma vez que a necessidade por intervenções diminui e a longevidade das mesmas aumenta (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022).

É de salientar a importância da adoção de medidas ambientais, tanto por parte dos consumidores como das empresas que produzem e gerem os resíduos, sendo fundamental incentivar o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis ou facilmente recicláveis. Parcerias, campanhas de marketing e divulgação por parte dos profissionais de saúde, são essenciais para criar awareness para este tema (World Health Organization & Regional Office for Europe, 2017).

Para além das abordagens referidas anteriormente, no Consensus on Environmentally Sustainable Oral Healthcare da FDI, foi dado destaque à importância do desenvolvimento de orientações que promovam este tipo de práticas; da gestão de resíduos eficiente e segura; do envolvimento dos intervenientes do setor de produção e distribuição de recursos; do desenvolvimento de projetos e investigações nesta área, bem como a sua introdução no ramo do ensino; do recurso a materiais para uso clínico que possuam uma menor pegada ambiental, sem apresentarem comprometimento a nível da segurança do paciente e eficiência do tratamento (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022).

As abordagens referidas neste consensus estão em alinhamento com vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, sendo estes os seguintes:

- 3. Saúde de qualidade;
- 4. Educação de qualidade;
- 6. Água potável e saneamento;
- 8. Trabalho digno e crescimento económico;
- 9. Indústria, inovação e infraestruturas;
- 12. Produção e consumo sustentáveis;
- 13. Ação Climática;
- 17. Parcerias para a implementação dos objetivos.



Figura 3: Objetivos de desenvolvimento sustentável selecionados pela FDI para implementar na medicina dentária (adaptado de Centro Regional de Informações para a Europa Ocidental, Nações Unidas, 2019)

Esta dissertação tem como objetivo explorar e apresentar medidas promotoras de sustentabilidade aplicáveis em diversos setores da medicina dentária, abrangendo desde a produção de materiais e gestão de resíduos até à abordagem clínica dos pacientes. Nesse contexto, foram utilizados como referência a Agenda 2030 da ONU e o Consensus on Environmentally Sustainable Oral Healthcare da FDI, com o objetivo de abordar todos os pontos que fulcrais para atingir os ODS aplicáveis em medicina dentária.

Para a recolha de informação foram utilizadas diversas plataformas de pesquisa, em particular, o Google Scholar, a Pubmed e a Elsevier. Devido à abrangência desta temática, foram consultados artigos de outras áreas de estudo, como a engenharia e química, assim como relatórios e decretos-lei relevantes para esta temática.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Impacto ambiental da Medicina Dentária

O impacto ambiental pode ser definido como o efeito que as atividades humanas têm diretamente no ambiente e pode ser medido através do cálculo da Pegada Ecológica[©], um conceito desenvolvido pela Global Footprint Network, que consiste numa métrica que permite determinar a velocidade a que os humanos consomem recursos e geram resíduos em comparação com a velocidade a que a natureza absorve esses mesmos resíduos e gera novos recursos (Global Footprint Network, sem data).

O setor da saúde é responsável por uma pegada de carbono equivalente a 4,4% das emissões geradas a uma escala global, sendo os EUA, China e UE responsáveis por metade dessas emissões (Karlíner et al., 2020). Adicionalmente, dentro desse valor, 71% das emissões têm origem nas cadeias de aprovisionamento desse setor (Karlíner et al., 2020). No que se refere à Medicina Dentária, é possível verificar diferentes agentes responsáveis pelo impacto ambiental gerado, nomeadamente, o transporte dos pacientes e staff até à clínica médico-dentária, os resíduos gerados das intervenções efetuadas e as medidas de higiene oral dos pacientes, entre outros.

1.1. Transporte associado à prática da Medicina Dentária

Um estudo conduzido em Inglaterra durante o período compreendido entre 2013 e 2014 culminou na determinação de que, no contexto da avaliação da pegada de carbono associada à prestação de serviços de saúde oral no *National Health System* (NHS; Sistema Nacional de Saúde Inglês): 31,1% das emissões resultam das deslocações dos pacientes até à clínica dentária; 30,3% das deslocações da equipa, também, até à clínica dentária; 3,1% das deslocações dos profissionais de saúde em viagens de trabalho (Wilson et al., 2020).

Durante este período, 25,89 milhões (M) de pessoas compareceram a consultas de medicina dentária no NHS e efetuaram uma média de 1,58 visitas, ou seja, um total de 62,95 M de viagens (Public Health England, 2018). Em média, cada viagem é responsável

por emissões de 3,33 kgCO₂e, logo com base nestes dados, foi possível determinar que estas deslocações são responsáveis por cerca de 209,938 tCO₂e (Public Health England, 2018).

No caso das deslocações de toda a equipa para a clínica dentária, considerando que cerca de 71,4% do trabalho destes profissionais é efetuado para o NHS e que o meio de transporte utilizado é o carro, foi possível determinar que estas deslocações são responsáveis por cerca de 204,709 tCO₂e, o que corresponde a uma média de 2,86 tCO₂e por pessoa, por ano (Public Health England, 2018).

Em suma, as emissões totais de gases de efeito de estufa associadas às deslocações dos pacientes e da equipa médico-dentária do NHS, foram estimadas em cerca de 435 ktCO₂e por ano (Wainer, 2022). Para atenuar os impactos ambientais derivados destas emissões seria necessário plantar 28.048.800 árvores, o que requer cerca de 16.835 hectares (h) de terreno disponível (Wainer, 2022).

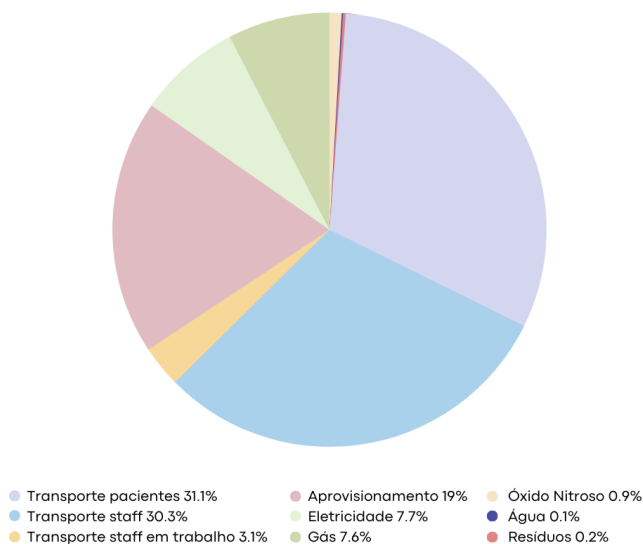


Figura 4: Pegada de carbono anual total da medicina dentária no NHS em 2013 e 2014 (adaptado de Public Health England, 2018)

É importante referir que para além das emissões de CO₂ provenientes destas deslocações, verificam-se também emissões de outros poluentes, como os Óxidos de Azoto (NO_x) e partículas em suspensão finas (PM2.5) (Wainer, 2022). Em Inglaterra, as

emissões anuais resultantes do transporte associado à prática da medicina dentária atingiram as 372 toneladas (t) de NO_x e as 19 t de partículas em suspensão finas, o que poderá resultar numa diminuição de 325 Quality Adjusted Life Years (QALYs) por ano, gerando uma perda económica de 17,5 M de libras para a saúde e sociedade (Wainer, 2022).

Em 2018, este panorama foi avaliado novamente pelo NHS, que reportou que cerca de 3% das emissões deste setor eram provenientes da área da Medicina Dentária e, dentro desse valor, 60% das emissões eram derivadas do transporte dos pacientes e profissionais (Mulligan et al., 2021).

1.2. Plásticos de utilização única

Anualmente, a Europa é responsável por gerar cerca de 25.8 Mt de resíduos de plástico, sendo que entre 5 a 13 M são depositadas nos oceanos, o que resulta em consequências ao nível da vida marinha, ecossistemas, qualidade dos alimentos e saúde humana, contribuindo também para as alterações climáticas (Mazur, 2019). Atualmente apenas 10% do plástico é reciclado, sendo que os restantes 90% são incinerados, causando poluição atmosférica, ou depositado nos oceanos ou no ambiente (Fava, 2022).

De acordo com os dados do NHS, este setor é responsável por cerca de 53% do desperdício de plástico gerado, tendo produzido 590.000 t de plástico entre 2016 e 2017 (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). Estima-se que este valor aumente para 6.3 Mt até 2030 (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). O desperdício associado à utilização de plásticos de utilização única, ou PUU, pode estar relacionado com os artigos utilizados para manter a higiene oral diária (escova de dentes, fio dentário, pasta de dentes, entre outros), bem como pelos materiais necessários para prestar cuidados de saúde oral pelos médicos dentistas (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022).

No que refere à utilização dos PUU nos procedimentos médico-dentários, antes de mais é fundamental referir que os artigos mais utilizados são os equipamentos de proteção individual (EPIs), nomeadamente luvas e máscaras, seguidos dos artigos utilizados para a limpeza e preparação para os procedimentos, como as mangas de

esterilização e babetes para revestir as superfícies (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). Por norma são utilizados mais do que um par de luvas por procedimento, logo, este item é o PUU mais frequente, com uma média de 352 M de luvas descartadas, por ano, apenas no Reino Unido (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022).

Um outro estudo realizado sob a égide desta temática, considerou que, em média, são utilizados 55 artigos de PUU por procedimento, o que resulta num total de 14.4 t de plástico descartado por ano, sem considerar os valores relativamente aos EPIs para a proteção contra a COVID-19 (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). De acordo com este estudo, as restaurações diretas apresentam os valores mais elevados de PUU descartados e, pelo contrário, os exames dentários são responsáveis pelos valores menores (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). No entanto, se for contabilizada a frequência em que esses procedimentos ocorrem este panorama muda: entre 2013 e 2014 as restaurações diretas representaram 12,5% dos procedimentos efetuados, enquanto que os exames dentários corresponderam a 41,5% do volume anual de intervenções, o que significa que os exames dentários foram responsáveis por descartar cerca do triplo dos PUU que as restaurações diretas (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). É importante referir que este estudo não considerou as mangas de esterilização.

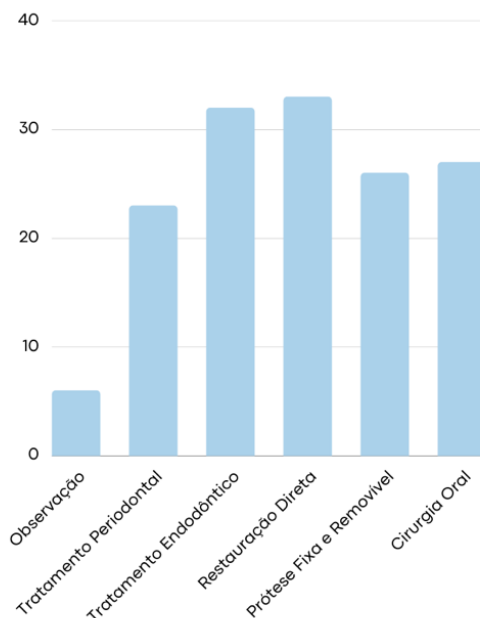


Figura 5: Número de artigos de PUU utilizados por procedimento dentário (adaptado de Martin, Mulligan, Fuzesi, 2022)

É admissível sustentar a argumentação de que a poluição originada da utilização de plásticos de utilização única contraria o princípio ético “first, do no harm” (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022). No entanto, é fundamental assegurar cuidados de saúde seguros e económicos, algo que é atingido na utilização de plásticos de utilização única, através da utilização de dispositivos novos e estéreis, que permitem tratamentos sem risco de infeção cruzada (Batsford et al., 2022). Deste modo, é imprescindível prestar cuidados de saúde oral sem comprometer a segurança dos pacientes considerando simultaneamente a necessidade de mitigar o impacto ambiental decorrente do descarte de resíduos plásticos clínicos, o que poderá ser atingido através da adoção de uma economia circular do plástico (Batsford et al., 2022).

1.3. Biomateriais e intervenções dentárias

1.3.1. Poluição por resíduos de metais pesados

Uma das principais preocupações ambientais relacionadas com as intervenções realizadas nas clínicas dentárias é a poluição por metais pesados, onde podemos destacar o Mercúrio (Hg), Prata (Ag) e Chumbo (Pb) (Thangavelu et al., 2022).

O Pb, presente nas películas de raios-x e aventais de proteção, e a Ag, que para além de ser um dos constituintes da amálgama dentária, está presente também na composição das películas de raios-x e fixadores, apesar de não serem considerados resíduos significativos, ao serem eliminados incorretamente vão ser responsáveis por consequências negativas ao nível do meio ambiente (Hiltz, 2007; Thangavelu et al., 2022)

Em 2018, a amálgama dentária permanecia uma opção para restaurações diretas com bastante popularidade, sendo utilizadas cerca de 75 t deste material, por ano, na União Europeia (Mulligan et al., 2018). É composta por Ag, Estanho (Sn), Cobre (Cu) e Hg, sendo este último responsável por 50% da sua composição (Thangavelu et al., 2022). A libertação do Hg para o meio ambiente pode ocorrer por diferentes vias: vapores libertados da amálgama dentária, resultado do bruxismo ou de mastigar pastilhas elásticas; partículas de amálgama que não forem utilizados para a restauração; partículas

geradas da escultura/ remoção da amálgama dentária; partículas libertadas, devido às forças mastigatórias, que são posteriormente excretadas; partículas presentes nas águas residuais dos consultórios que foram aspiradas durante a intervenção; partículas libertadas (em média entre 0,25 a 1g de Hg) após a cremação de cadáveres com restaurações em amálgama (Hiltz, 2007; Mulligan et al., 2018).

Uma vez no ambiente, o Hg será acumulado nas águas ou sedimentos, podendo ocorrer metilação através de processos bacterianos, convertendo-se em Metilmercúrio (MeHg) orgânico tóxico (Mulligan et al., 2018; Thangavelu et al., 2022), que por sua vez pode ser ingerido por peixes, originando um fenómeno de bioacumulação e biomagnificação (Mulligan et al., 2018). O consumo destes animais pode resultar em consequências ao nível da saúde humana, nomeadamente, ao nível do sistema nervoso, cardiovascular, respiratório, imunitário e digestivo (Mulligan et al., 2018). Alguns exemplos de alterações que podem ocorrer são a osteíte, hipersalivação, gengivite e lesões ulcerativas na cavidade oral (Thangavelu et al., 2022).

1.3.2. Poluição por resíduos de resinas compostas

Para efetuar restaurações diretas, em alternativa à amálgama dentária, pode utilizar-se a resina composta. Contrariamente ao que é comumente pressuposto, as restaurações em resina também constituem riscos para a saúde e o ambiente.

Um dos riscos está relacionado com a possível toxicidade dos monómeros de resina, nomeadamente o Bisfenol A-Metacrilato de Glicidila (Bis-GMA) e o Trietilenoglicol Dimetacrilato (TEGDMA) (Mulligan et al., 2018).

O Bis-GMA é considerado o monómero mais nocivo para a saúde e ambiente, uma vez que é constituído por Bisfenol A (BPA), um composto orgânico sintético que, em estudos realizados em laboratório, foi associado a consequências ao nível da formação óssea, parâmetros metabólicos e expressão genética em ratos em desenvolvimento (Mulligan et al., 2018).

Relativamente ao TEGDMA, estudos realizados *in vitro* em modelos da mucosa oral revelaram que resinas compostas com níveis elevados deste monómero são responsáveis por mucotoxicidade e aumento da libertação da citocina inflamatória IL-1 (Mulligan et al., 2018). Nas restaurações diretas em resina composta verifica-se uma conversão de apenas 60 a 75% dos monómeros em polímeros, o que resulta na libertação destes monómeros e consequente contaminação do ambiente (Mulligan et al., 2018).

A poluição decorrente deste material inicia-se na sua produção, uma vez que os resíduos gerados são depositados em aterros sanitários sem existir uma confirmação de que ocorreu polimerização previamente, assim como no caso de resinas fora do prazo de validade ou em excesso nos recipientes que são descartados (Mulligan et al., 2018). Uma vez nestes aterros, devido às condições atmosféricas, pode ocorrer libertação da resina ou dos seus componentes em separado, como os monómeros, oligómeros e BPA (Mulligan et al., 2018).

Em ambiente clínico a contaminação dos resíduos de água dá-se através das partículas libertadas durante a execução, polimento ou remoção das restaurações diretas. No caso das restaurações indiretas em resina recorrendo ao CAD/CAM, método subtrativo, também se verifica poluição ambiental, devido à contaminação da água por micropartículas e microplásticos, que consequentemente podem resultar na ingestão de poluentes associados aos microplásticos e acumulação destas partículas nos animais marinhos, levando a toxicidade e alterações ao nível do sistema endócrino, mobilidade, reprodução e desenvolvimento destes organismos aquáticos (Mulligan et al., 2018). A cremação de cadáveres com restaurações em resina composta também contribui para a libertação de partículas no ar ou água (Mulligan et al., 2018).

Apesar de ser possível identificar vias de contaminação do ambiente pelas resinas compostas, o seu impacto não é totalmente conhecido, sendo necessário aprofundar o conhecimento nesta temática, para que os profissionais estejam cientes dos seus riscos e de medidas que possam mitigar os mesmos, para além da incineração (Mulligan et al., 2018).

1.3.3. Pegada de carbono associada a procedimentos dentários

A libertação para o ambiente de resíduos associados à prática clínica não é o único fator a considerar quando se calcula o impacto ambiental da Medicina Dentária, sendo relevante avaliar também a pegada de carbono de cada procedimento. Para isso é necessário considerar dois fatores: a pegada de carbono associada à frequência com que cada procedimento ocorre e de cada procedimento em individual (Duane et al., 2017).

Relativamente à pegada de carbono por procedimento, por norma os valores mais elevados correspondem a intervenções que requerem mais do que uma visita ao consultório, como é o caso das próteses fixas e removíveis (Duane et al., 2017). No entanto, se for considerada a frequência com que certo tratamento é prestado, estes valores mudam, como é no caso dos exames intraorais e dos polimentos, que individualmente apresentam uma baixa pegada de carbono, porém, quando contabilizando o volume destas intervenções, tornam-se responsáveis pela maior pegada de carbono (Duane et al., 2017). Num estudo efetuado pelo NHS foi possível verificar este cenário (Tabela 1).

O uso de Óxido Nitroso (N_2O) é responsável por aumentar exponencialmente as emissões de CO_2 de cada procedimento individual, apresentando o valor mais elevado de pegada de carbono quando avaliado isoladamente (Public Health England, 2018). Uma opção para reduzir o impacto ambiental do N_2O é a utilização de equipamentos que neutralizam o gás que é libertado para o meio (Duane et al., 2019).

A prática clínica implica necessariamente o consumo de variados recursos, nomeadamente energia e água. Em Inglaterra, foi determinado que anualmente, cada clínica dentária, consome em média 33 mil litros de água por consultório, valores que representam um risco ambiental devido à crescente escassez de água no planeta (Duane et al., 2019). Relativamente às emissões de carbono no NHS, o subsequente tratamento das águas é responsável por apenas 0,09% das emissões (Duane et al., 2019), no caso do consumo de energia, a eletricidade é responsável por 7,7% das emissões e o gás por 7,6% (Public Health England, 2018).

Tabela 1: Volume da atividade dentária, pegada de carbono total e individual por procedimento (adaptado de Public Health England, 2018)

Procedimento	Volume de atividade (%)	Pegada de carbono total (kgCO ₂ eq)	Proporção da pegada de carbono total dos serviços dentários (%)	Pegada de carbono por procedimento individual (kgCO ₂ eq)	Pegada de carbono por procedimento individual com N ₂ O (kgCO ₂ eq)
Exame Dentário	41.46%	181,432,761	27.08%	5.50	39.79
Desgaste e Polimento	17.34%	90,086,135	13.45%	6.53	52.24
Radiografia	9.81%	42,930,414	6.41%	5.50	39.79
Restauração em Amálgama	5.58%	65,559,951	9.79%	14.76	151.90
Restauração em Compósito	5.44%	63,798,628	9.52%	14.75	151.90
Verniz de flúor	4.38%	19,150,814	2.86%	5.50	39.79
Exodontia	3.48%	23,744,493	3.54%	8.58	77.16
Restauração em Ionômero de Vidro	1.47%	10,040,538	1.50%	8.58	77.16
Prótese Acrílica	1.24%	57,489,271	8.58%	58.16	401.03
Modelos de estudo	1.09%	10,544,760	1.57%	12.11	80.68
Coroa de metais não-preciosos	0.79%	21,995,170	3.28%	35.17	206.60
Tratamento Endodôntico	0.78%	14,400,064	2.15%	23.34	229.06
Coroa de metais preciosos	0.19%	6,580,747	0.98%	43.81	215.25
Selantes de fissuras	0.18%	1,220,145	0.18%	8.58	77.16
Prótese Esquelética	0.10%	5,721,890	0.85%	70.52	413.39
Coroa de porcelana	0.01%	216,836	0.03%	36.64	208.08
Óxido Nitroso	-	5,828,647	-	119.00	
Procedimentos não selecionados	6.67%	54,964,438	8.21%		

2. Gestão de resíduos do consultório dentário

No dia a dia de uma clínica dentária são gerados bastantes resíduos, nomeadamente o papel e as luvas de nitrilo, sendo estes os artigos eliminados em maior quantidade (Duane et al., 2019). É fundamental que estes resíduos sejam geridos corretamente, de modo a diminuir o seu impacto nas emissões de carbono, poluição ambiental e atmosférica (Duane et al., 2019). Adotando o conceito “Zero Waste”, que consiste numa produção, consumo, reutilização e recuperação responsáveis, será possível evitar vias de eliminação destes produtos que prejudiquem o ambiente e a saúde das populações (Duane et al., 2019).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 85% dos resíduos gerados no setor da saúde são considerados “não perigosos”, tendo uma composição semelhante aos resíduos domésticos, e os restantes 15% são classificados como “perigosos”, sendo 10% infecciosos e 5% químicos ou radioativos (World Health Organization, 2017).

2.1. Classificação e gestão de resíduos perigosos

Em 2015, a OMS determinou que, numa amostra de 24 países, 58% dos estabelecimentos de saúde não dispunham de meios adequados para a gestão eficaz e segura de resíduos deste setor. A gestão incorreta de artigos infecciosos, nomeadamente de agulhas ou lâminas, representa riscos elevados para os profissionais de saúde, pois uma lesão com algum destes objetos pode resultar na contração de doenças; bem como para a população em geral, devido ao risco de toxicidade, infeções ou de disseminação de microrganismos resistentes (World Health Organization, 2017).

Com base nas recomendações da OMS, foi desenvolvida a tabela 2 que retrata a classificação e a consequente gestão dos resíduos provenientes da prática clínica da Medicina Dentária.

Tabela 2: Sistema de recolha e separação recomendado pela OMS (adaptado de World Health Organization, 2017)

Categoria	Descrição	Cor e símbolo do saco/ contentor	Tipo de saco/ contentor	Frequência da recolha
Infecioso	Resíduos contaminados com sangue ou fluidos corporais que representam um risco de transmissão de doenças.	Amarelo com o símbolo de risco biológico. No caso de serem altamente infecciosos deve estar assinalado.	Saco resistente e que não derrame (capaz de ser autoclavado em caso de resíduos altamente infecciosos).	Uma vez por dia ou três quartos preenchidos.
Cortante	Material cortante usado ou não, nomeadamente lâminas de bisturi ou agulhas.	Amarelo com o símbolo de risco biológico assinalado com a palavra “cortantes”.	Recipiente resistente a perfurações.	Três quartos preenchidos.
Patológico	Tecidos, órgãos ou fluidos humanos.	Amarelo com o símbolo de risco biológico.	Saco resistente e que não derrame colocado num recipiente.	Uma vez por dia ou três quartos preenchidos.
Químico e Farmacêutico	Produtos farmacêuticos fora de prazo ou resíduos que contenham substâncias químicas como os reveladores de película ou desinfetantes.	Castanho com o símbolo de risco apropriado.	Saco de plástico ou recipiente resistente.	A pedido.

Outra opção para a gestão de resíduos contaminados é a utilização de um sistema de cores mais variado: os resíduos anatómicos, infecciosos, químicos, laboratoriais e farmacêuticos, nomeadamente medicação fora do prazo e/ou compressas contaminadas com fluidos corporais ou tecidos, devem ser colocados nos sacos ou contentores amarelos; nos vermelhos, devem ser colocados resíduos contaminados passíveis de serem reciclados, como seringas ou luvas; nos contentores ou sacos azuis, devem ser depositados resíduos de vidro, como frascos ou ampolas, e resíduos metálicos, como os implantes; por fim, os objetos cortantes, como lâminas de bisturi ou agulhas, devem ser descartados em sacos ou contentores brancos (Bansod & Deshmukh, 2023; Subramanian et al., 2021).

Após a separação dos resíduos perigosos, estes serão transportados por empresas qualificadas, para serem tratados. Segundo a OMS, o tratamento destes resíduos pode ser feito por duas vias: tecnologias à base de vapor (autoclave, micro-ondas e tratamento térmico por fricção) que esterilizam os resíduos infecciosos por meio de uma combinação de calor húmido e vapor, capaz de eliminar os microrganismos; e incineração, que através

de um processo de oxidação a altas temperaturas transforma os resíduos orgânicos em inorgânicos e reduz o seu volume e peso. Existem também opções alternativas, como tratamentos químicos, através do uso de desinfetantes; tratamentos biológicos, que consiste na degradação natural de matéria orgânica; e alternativas em emergências, em que são utilizados incineradores mais pequenos ou fossos para queimar os resíduos (World Health Organization, 2017).

Para diminuir o impacto que os resíduos perigosos têm na saúde humana e no ambiente é fundamental instruir os atuais e futuros profissionais da área acerca de medidas sustentáveis e seguras de separação e tratamento destes resíduos, algo que poderá ser atingido, por exemplo, através da implementação desta temática no plano de estudos do Mestrado Integrado em Medicina Dentária (Subramanian et al., 2021).

2.2. Gestão de resíduos contendo metais pesados

As radiografias convencionais, compostas por Pb e Ag, requerem a utilização de soluções fixadoras, compostas por tiosulfato de prata (Hiltz, 2007). A gestão incorreta destes resíduos pode resultar em consequências ambientais e de saúde, como alterações ao nível do sistema reprodutor, respiratório e nervoso, logo, de forma a evitar este tipo de riscos, devem ser adotadas medidas que evitem a contaminação da água e solo (Mulimani, 2017; Subramanian et al., 2021).

As soluções fixadoras não devem ser despejadas no lavatório, mas sim recicladas por uma empresa de gestão de resíduos biomédicos acreditada, que poderá inclusivamente recuperar os iões de prata para serem reutilizados (Hiltz, 2007; Subramanian et al., 2021).

Relativamente às películas convencionais, mesmo que não tenham sido utilizadas, não devem ser descartadas no lixo comum, sendo o ideal devolver ao fornecedor para serem recicladas, evitando a contaminação ambiental (Hiltz, 2007). No entanto, algumas empresas reportaram que apenas 5% das películas eram devolvidas (Hiltz, 2007).

Com a evolução da tecnologia, surgiram as películas de Raio-X digitais, uma opção mais eficiente e segura que a convencional, uma vez que não está associada à

eliminação de químicos e metais pesados (Mulimani, 2017; Subramanian et al., 2021). Numa clínica que adotou este método digital de radiografias, apenas num período de 5 anos foi possível evitar o desperdício de 200 litros de solução fixadora de Raio-X e de 17.200 folhas de chumbo (Mulimani, 2017).

O impacto da amálgama dentária no ambiente tem levantado várias questões ao longo dos anos, devido à alta percentagem de Hg na sua composição. Entre 2008 e 2009, a Noruega, Suécia e a Dinamarca proibiram o uso de amálgama dentária por razões ambientais (Mulligan et al., 2018). Nesse mesmo período, a Alemanha, Finlândia, Países Baixos, Itália, Espanha e Áustria desenvolveram recomendações que restringiam a utilização da amálgama dentária (Mulligan et al., 2018). No entanto, era evidente a importância de expandir este tipo de medidas à escala mundial, o que se verificou quando o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) desenvolveu uma regulamentação internacional que tinha como objetivo controlar a utilização e eliminação do Hg, sendo 20% do seu consumo derivado da amálgama dentária (Mulligan et al., 2018). Esta iniciativa resultou na implementação da Convenção de Minamata, em 2013, assinada por 128 países, que visa a gestão eficiente, eliminação progressiva e redução da libertação de Hg para o ambiente (World Health Organization, 2017).

Com base nesta convenção, foi emitido no Diário da República Portuguesa do Decreto-Lei (DL) nº101/2019 relativamente ao Hg, que dita a obrigatoriedade de: utilização de amálgama dentária sob a forma de cápsulas pré-doseadas, sendo proibido o uso de Mercúrio a granel; utilização de separadores de amálgama que façam retenção e recolha dessas partículas, assegurando que têm um nível de retenção de pelo menos 95%; recolha e eliminação destes resíduos feita por uma empresa certificada (Decreto-Lei nº 101/2019 de 5 de agosto da Presidência do Conselho de Ministros, 2019). Este DL dita também a proibição da utilização da amálgama dentária em dentes decíduos, crianças menores de 15 anos e em mulheres grávidas ou lactantes, com exceção em casos estritamente necessários (Decreto-Lei nº 101/2019 de 5 de agosto da Presidência do Conselho de Ministros, 2019). A utilização de filtros e separadores de amálgama contribuiu para a redução da quantidade de Hg nas águas residuais em cerca de 90% (Mulligan et al., 2018). Relativamente à libertação de Hg para a atmosfera, proveniente da cremação de cadáveres com restaurações em amálgama, podem ser utilizados filtros de selénio nas chaminés (Mulligan et al., 2018).

3. Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Repensar

O princípio dos “4Rs” em Medicina Dentária pode abranger várias áreas de atuação, em particular, os recursos necessários, os resíduos gerados e até a consciencialização da população e profissionais de saúde. Esta abordagem visa diminuir a pegada ambiental tanto no setor da prestação de cuidados médico-dentários como nas empresas que prestam serviços às clínicas dentárias.

3.1. Reduzir

A redução dos resíduos gerados, bem como com as emissões de CO₂, pode ser atingida através de várias abordagens. A opção mais eficaz é através da prevenção de patologias da cavidade oral e de uma prestação de cuidados de qualidade (Martin, England, & Mulligan, 2022). Esta abordagem requer a incorporação de quatro medidas (cuidados preventivos, cuidados operativos, cuidados integrativos e domínio dos cuidados) discriminadas na tabela 3.

Em suma, se os pacientes comparecerem a consultas de forma rotineira será possível prevenir certas doenças e evitar intervenções que requerem um número elevado de materiais e de deslocações ao consultório (Martin, England, & Mulligan, 2022; Martin, Smith, et al., 2021). Por exemplo, apesar da pegada de carbono associada à aplicação de verniz de flúor ser elevada, esta intervenção poderá prevenir o aparecimento de lesões de cárie, evitando que os pacientes necessitem de tratamentos restauradores ao longo dos anos, que teriam emissões de carbono mais elevadas (Martin, Sheppard, et al., 2021b). Nos casos em que é necessário prestar algum tipo de cuidado de saúde oral, o Médico Dentista deve recorrer a materiais de qualidade, assegurando uma elevada durabilidade do tratamento realizado, e deve instruir-se acerca do procedimento, realizando-o de forma proficiente para atingir um resultado favorável (Martin, England, & Mulligan, 2022; Martin, Smith, et al., 2021).

Tabela 3: Abordagens médico-dentárias que beneficiam a saúde oral dos pacientes, os médicos dentistas e o ambiente (adaptado de Martin & Mulligan, 2022)

	Medidas de saúde oral	Efeitos na saúde oral	Resultados ambientais
Cuidados preventivos Avaliação e gestão de fatores de risco locais e sistêmicos, adotando um regime preventivo prático e centrado no paciente.	Promover a diminuição do consumo de açúcares e bebidas ácidas; promover a escovagem dos dentes e o uso de dentífricos com flúor; incentivar os pacientes a comparecerem às consultas; incentivar à moderação do consumo de álcool e à cessação tabágica.	Pacientes com uma boa saúde oral; Menos tratamentos; Redução da utilização de materiais e custos; Satisfação profissional; Melhoria da qualidade de vida do paciente de vida.	Redução das emissões de CO ₂ : Redução das deslocamentos dos pacientes, do fabrico e da distribuição de recursos;
Cuidados operativos Otimização da prática clínica através da combinação de conhecimentos, competências, aprendizagem experimental e trabalho em equipa.	Melhores práticas, baseadas em evidências e orientadas por protocolos; cuidados previsíveis e de elevada qualidade; uso eficiente de bons materiais.	Redução do uso de materiais e de custos; Satisfação profissional; Melhoria da qualidade de vida dos pacientes; Melhores resultados clínicos; Cuidados mais duradouros.	Diminuição dos resíduos gerados e poluição: Redução dos materiais, embalagens e resíduos clínicos.
Cuidados integrativos Provisão de planos de tratamento estruturados e centrados no paciente, como um interveniente ativo.	Planos de tratamento estruturados, orientado pelo médico dentista, centrado no paciente e com responsabilidade conjunta "dentista-paciente" na prestação do tratamento; participação ativa do paciente na tomada de decisões, envolvimento no tratamento e manutenção; gestão eficiente dos tratamentos; consultas familiares partilhadas.	Satisfação profissional; Melhoria da qualidade de vida dos pacientes; Melhores resultados clínicos; Cuidados mais duradouros	Redução das emissões de CO ₂ : Redução das deslocamentos dos pacientes, do fabrico e da distribuição de recursos;
Domínio dos cuidados Estabelecimento de padrões elevados, através da participação ativa em atividades complementares que conduzam ao desenvolvimento profissional, à paixão pela excelência e à sensação de realização.	Procura e implementação de um desenvolvimento profissional eficaz e direcionado; estabelecimento de padrões elevados, envolvimento na profissão, fazer a diferença, inspirar os outros; Melhoria contínua da qualidade dos serviços, salvaguardando padrões elevados (deve ser feita uma autoanálise para determinar a qualidade da sua prática e procurar melhorar); Envolvimento com a comunidade, em grupos ativos nacionais e locais, efetuando investigação e colaborações.	Satisfação profissional; Melhoria da qualidade de vida dos pacientes; Melhores resultados clínicos; Cuidados mais duradouros	Redução das emissões de CO ₂ : Redução das deslocamentos dos pacientes, do fabrico e da distribuição de recursos; Diminuição dos resíduos gerados e poluição: Redução dos materiais, embalagens e resíduos clínicos.

As deslocções dos pacientes e staff para a clínica dentária são responsáveis por mais de 60% das emissões de CO₂ deste setor (Batsford et al., 2022). De forma a reduzir estas emissões, os pacientes e staff devem ser encorajados a uma deslocção de forma mais sustentável, nomeadamente a pé, de bicicleta ou partilhando boleias, idealmente em carros elétricos ou em aplicações de *carsharing* (Batsford et al., 2022; Wainer, 2022). Para isso as clínicas dentárias devem estar localizadas em zonas com acesso a transportes públicos, ciclovias e estações de carregamento de carros elétricos, de forma a promover e incentivar estas práticas sustentáveis (Batsford et al., 2022; Wainer, 2022). No caso de deslocções a pé ou de bicicleta, para além das vantagens ambientais, também existem vantagens económicas e a nível da saúde cardiovascular desses indivíduos (Wainer, 2022).

As medidas referidas anteriormente, relativamente à medicina dentária preventiva, também contribuem para a diminuição das emissões de carbono por diminuir o número de consultas necessárias (Wainer, 2022). Adicionalmente, deve ser feita uma gestão eficiente das consultas, por exemplo, através da marcação de vários membros da mesma família para consultas no mesmo dia, aumentando o número de intervenções por consulta ou definindo uma periodicidade adequada ao índice de cárie do paciente ou ao risco que o mesmo tem em desenvolver patologias orais (Wainer, 2022).

Com a pandemia mundial da COVID-19, durante os períodos de confinamento, o conceito de telemedicina expandiu, inclusive na área da Medicina Dentária (Ghai, 2020). Apesar da pandemia ter caminhado para um período de resolução, este formato de consultas à distância apresenta bastantes vantagens atualmente, nomeadamente a nível ambiental. Através desta via, ou seja, recorrendo a fotografias da cavidade oral e videochamadas, seria possível efetuar diagnósticos, prescrições medicamentosas, planos de tratamento e monitorizar pós-operatórios ou a evolução de patologias, o que resulta na diminuição do número de visitas dos pacientes ao consultório médico-dentário e consequentemente na diminuição das emissões de carbono e do desperdício gerado (Ghai, 2020). Para além disso, este formato permite também que pacientes sem acesso a cuidados de saúde oral devido à sua localização geográfica, pacientes acamados ou crianças em idade escolar, sejam diagnosticados/monitorizados, de modo a terem de se deslocar a uma clínica médico-dentária apenas em caso de ser necessário efetuar algum tipo de intervenção médica (Ghai, 2020). Contudo, a telemedicina ainda não é um formato

totalmente aceite por pacientes e médicos dentistas, devido ao desconhecimento de novas tecnologias, falta de acesso à Internet, dificuldades em comunicar por esta via e aos desafios em efetuar um diagnóstico correto sem recorrer a outros meios sem ser a visão bidimensional (Ghai, 2020). Este meio de comunicação *on-line* também apresenta vantagens no que refere a palestras ou discussões de casos clínicos entre colegas de diferentes áreas geográficas (Wainer, 2022).

Por fim, outra forma de reduzir o impacto ambiental da Medicina Dentária, seria através da diminuição de resíduos gerados. É essencial uma gestão eficiente dos produtos, privilegiando o uso de artigos mais próximos de expirar do que artigos mais recentes e gerindo o stock de forma a não serem adquiridos artigos em excesso (Duane et al., 2019). Sempre que possível, deve-se optar pelo formato digital em detrimento do papel, isto é, contactar os pacientes por via telefónica ou email, preencher o diário clínico em softwares para o efeito, prescrever medicamentos eletronicamente, entre outros (Duane et al., 2019). Caso contrário, deve-se tentar diminuir ao máximo o papel utilizado, por exemplo, imprimindo duas páginas por folha, e priorizar opções mais sustentáveis, como o papel reciclado (Duane et al., 2019; Martin, Sheppard, et al., 2021b).

3.2. Reutilizar

Em contexto clínico nem sempre é possível reutilizar certos produtos, devido ao risco de contaminação e infeção cruzada, porém, existem variados exemplos de materiais que podem ser reutilizados: em alternativa às batas descartáveis optar por batas de tecido, bem como no caso de babetes e mesa cirúrgica; copos de vidro ou aço inoxidável em vez de copos descartáveis de papel ou plástico; caixas metálicas perfuradas para a esterilização dos instrumentos, em alternativa a mangas individuais; aspiradores de saliva autoclaváveis ou em aço inoxidável; moldeiras em aço inoxidável; seringas de irrigação em vidro ou autoclaváveis; pontas de irrigação autoclaváveis (Cardoso, 2020; Duane et al., 2019; Martin Sheppard, et al., 2021b).

Os equipamentos adquiridos devem ser de boa qualidade e duradouros, assegurando sempre a sua correta manutenção. Caso algum tipo de equipamento já não seja necessário na clínica dentária deve-se optar por vender em segunda mão ou doar, dando uma nova vida a esse produto (Duane et al., 2019; Martin, Sheppard, et al., 2021b).

3.3. Reciclar

De acordo com os dados fornecidos em 2018 pelo Parlamento Europeu, na União Europeia apenas $\frac{1}{4}$ dos resíduos de plástico são reciclados (Parlamento Europeu, 2018). Portugal apresenta uma taxa de 30 a 40% de reciclagem de plásticos, muito inferior ao que se verifica em países como a Eslovénia e a Lituânia que apresentam as taxas mais elevadas (Parlamento Europeu, 2018).

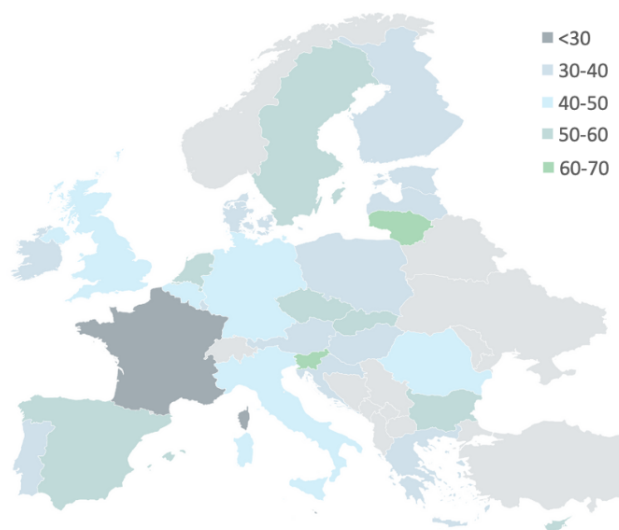


Figura 6: Taxa de reciclagem na União Europeia (adaptado de Parlamento Europeu, 2018)

Na Medicina Dentária, o plástico é um elemento fundamental de ser reciclado, devido ao seu grande impacto ambiental. Na reciclagem do plástico utilizado na prática clínica existem vários intervenientes para além do Médico Dentista, ou seja, o consumidor final; os fabricantes e as empresas que recolhem e tratam dos resíduos também devem contribuir para uma gestão eficiente e sustentável dos mesmos (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022).

Para compreender as melhores alternativas para reciclar o plástico, é fundamental saber qual a sua composição: o plástico sintético é formado a partir de petróleo, gás natural ou carvão, que através de processos de refinamento são transformados em monómeros, como o etileno, propileno e o estireno, e que de seguida são convertidos em polímeros, como o polietileno, polipropileno e o poliestireno (Payal Baheti, sem data). Atualmente

existem também plásticos biodegradáveis/bioplásticos, formados a partir de produtos biológicos, como o amido, celulose, microrganismos, algas, entre outros (Joseph et al., 2021).

Na aquisição de produtos de plástico é fundamental saber se são prejudiciais para o ambiente e saúde, de forma a evitá-los sempre que possível; esse é o caso do policloreto de vinila (PVC), um polímero do plástico que ao sofrer processos de incineração liberta dioxinas e furanos, poluentes orgânicos altamente tóxicos e bioacumulativos, que podem causar alterações hormonais, cancro e alterações ao nível do sistema reprodutivo e imunitário (World Health Organization, 2017).

Na reciclagem do plástico, existem várias opções: o método de reciclagem primária, que consiste na produção de artigos através da combinação de matérias-primas com resíduos de plástico semelhantes aos que se vão produzir; a reciclagem secundária, ou reciclagem mecânica, que consiste num processo de separação, trituração e descontaminação do plástico, de forma a criar novos produtos mais simples como bancos de jardim, azulejos ou caixotes do lixo; a reciclagem terciária, ou reciclagem química, que consiste na conversão do plástico em moléculas mais pequenas, com o objetivo de as transformar em energia ou matéria-prima para combustíveis e produtos químicos, por via de processos de pirólise, combustão ou gaseificação; e por fim, a reciclagem quaternária, que consiste na incineração do plástico com um elevado grau de contaminação, tendo como resultado a diminuição do seu volume e a produção de energia (Joseph et al., 2021; Martin, Smith, et al., 2021; Nizamuddin et al., 2021).

Existem complicações que devem ser abordadas, nomeadamente, os custos elevados associados à reciclagem, particularmente a reciclagem química, e a separação incorreta dos plásticos, ocorrendo uma combinação de diferentes tipos deste material, o que resulta na produção de artigos com propriedades mecânicas inferiores às desejadas (Joseph et al., 2021). Existe também alguma apreensão relativamente à reciclagem de plásticos vindos de um contexto médico, que poderá ser evitada através da adoção de certas medidas: criar *awareness* junto aos Médicos Dentistas para a importância da reciclagem; transmitir às empresas de reciclagem a noção de que nem todos os plásticos vindo deste meio estão contaminados e que podem ser reciclados em segurança; instruir

os profissionais relativamente à separação correta do plástico; motivar à reutilização de plásticos sempre que possível (Joseph et al., 2021).

De forma a possibilitar uma economia circular do plástico no setor da saúde, é fundamental que sejam investigadas novas formas de reciclagem (Joseph et al., 2021; Martin, Smith, et al., 2021). Deve ser também avaliada a utilização de plásticos biodegradáveis no contexto clínico (Joseph et al., 2021; Martin, Smith, et al., 2021).

Por exemplo, no caso das luvas utilizadas nos tratamentos, que constituem um dos principais elementos descartados, os Médicos Dentistas podem optar por luvas de látex, compostas por material biodegradável, em detrimento de luvas de nitrilo. Contudo, apesar do látex ser um material mais sustentável, é também mais alergénico do que o nitrilo, o que constitui uma desvantagem no que refere à segurança dos pacientes, logo existe alguma apreensão relativamente à sua utilização; para além disso, no caso de luvas contaminadas, o seu destino será a incineração, logo a sua componente biodegradável deixa de ser um fator determinante (Martin, Sheppard, et al., 2021b). No entanto, se forem efetuados testes de sensibilidade às luvas de látex, de modo a selecionar opções com um grau alergénico baixo, estas podem ser utilizadas em segurança, constituindo uma opção mais eficaz a nível ambiental e económico (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

Durante as consultas, deve-se evitar o contacto de plásticos não contaminados com os contaminados, através da organização da bancada de trabalho, possibilitando a reciclagem segura dos mesmos (Duane et al., 2019). No caso das mangas de esterilização, deve ser feita uma separação do plástico e do papel, de forma a ambos serem reciclados corretamente, o que se traduz numa diminuição do desperdício gerado em cerca de 5 kg por semana (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

É de destacar a importância de separar os resíduos recicláveis entre eles, isto é, o papel, metal e vidro, e entre o restante lixo orgânico, logo as clínicas dentárias devem estar equipadas com os meios necessários para o fazer, nomeadamente ecopontos (Duane et al., 2019).

3.4. Repensar

O último e mais recente “R” diz respeito a repensar, isto é, em refletir acerca de alternativas que possam contribuir para a diminuição do impacto ambiental das atividades, neste caso, do setor da saúde oral, aliados aos conceitos de reciclar e reduzir (Martin, Mulligan, Fuzesi, et al., 2022).

A reflexão acerca de opções mais sustentáveis não deve ser feita apenas ao nível do consumidor final, mas sim em toda a cadeia associada a esta prestação de serviços de saúde, ou seja, ao nível da produção, distribuição e aprovisionamento (Martin, England, & Mulligan, 2022).

Deve existir transparência por parte dos fabricantes acerca do tipo de materiais e metodologias que são utilizadas na produção dos artigos, para que as clínicas dentárias possam adquirir produtos de forma mais informada, algo que poderia ser atingida através de, por exemplo, a criação de um *score* ambiental, que disponibilizasse informação acerca do grau de sustentabilidade de um produto (Batsford et al., 2022; Martin, England, & Mulligan, 2022).

Os intervenientes de toda esta cadeia devem frequentar ações de formação que promovam boas práticas de sustentabilidade na sua área de trabalho (Martin, England, & Mulligan, 2022).

Para que sejam desenvolvidas medidas inovadoras no que diz respeito à gestão de resíduos, emissões de CO₂, poluição ambiental, entre outros, é necessário determinar as lacunas existentes atualmente de forma que sejam efetuados estudos no sentido de enfrentar essas dificuldades (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022). Para isso é fundamental que sejam estabelecidas parcerias que promovam este tipo de investigação (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022).

O conceito de sustentabilidade ambiental e a sua correlação com a promoção de saúde oral deve ser introduzida nos planos curriculares do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, de forma a que os estudantes adotem desde cedo uma prática clínica

responsável e ciente de que a prevenção constitui um meio para atingir sustentabilidade (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022).

De modo a que estas medidas sejam implementadas, devem existir legislações que recompensem este tipo de práticas e orientações que promovam uma boa saúde oral, nomeadamente através de rastreios, ações de sensibilização, fluoretação das águas (em locais que não tenham fluoretação natural), entre outros (Martin, Mulligan, Shellard, et al., 2022).

4. Alternativas sustentáveis de materiais dentários

4.1. Implantologia

De acordo com o Barómetro da Saúde Oral de 2022, publicado pela Ordem dos Médicos Dentistas, 61,3% dos portugueses são desdentados parciais e 6,4% desdentados totais. Sabe-se também que 13,6% destes pacientes foram reabilitados com prótese fixa sobre implantes, sendo esta uma tendência que tem crescido nos últimos anos (Ordem dos Médicos Dentistas, 2022). Do ponto de vista ambiental, seria vantajoso para médicos dentistas, em particular os que possuem prática clínica em implantologia, conhecimento acerca do grau de sustentabilidade dos diferentes tipos de implantes no mercado, de forma a fazerem uma escolha consciente a nível ambiental, sem compromisso da eficácia clínica.

Atualmente, tem existido uma tendência na implantologia de privilegiar o uso de materiais cerâmicos em detrimento dos metálicos, devido a questões de estética e biocompatibilidade (De Bortoli et al., 2019). Por este motivo, um estudo publicado em 2019 teve como objetivo avaliar e comparar as propriedades mecânicas dos materiais metálicos e cerâmicos utilizados em implantologia com as suas características ambientais, nomeadamente, a sua pegada de carbono e a quantidade de água e energia necessária para a sua produção. Os materiais avaliados neste estudo foram o óxido de alumínio (Al₂O₃), zircónia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (Y-TZP), aço inoxidável 316L, liga de cromo-cobalto (CoCr), titânio comercialmente puro (cp-Ti) e liga de titânio alfa-beta

(Ti6Al2V) (De Bortoli et al., 2019). Foi efetuada uma comparação entre a pegada de carbono de cada material, o osso humano e três propriedades mecânicas dos materiais, tendo sido obtidos os seguintes resultados:

- Resistência à flexão: Utilizada para avaliar a resistência mecânica dos materiais. A zircónia (Y-TZP) e a liga de titânio (Ti6Al2V) apresentaram os valores mais elevados de resistência à flexão, contudo a zircónia é responsável por menos de 860% das emissões de carbono, comparativamente à liga de titânio, logo, apesar de apresentar um valor de resistência à flexão inferior, a zircónia é o material ideal uma vez que tem o melhor equilíbrio entre resistência à flexão e pegada de carbono (De Bortoli et al., 2019);
- Módulo de Young (rigidez): O titânio comercialmente puro (cp-Ti) e a liga de titânio (Ti6Al2V) apresentaram os melhores valores relativamente ao módulo de Young, por serem os mais semelhantes aos do osso, no entanto, apresentaram valores elevados relativamente às emissões de CO₂. Uma vez que a zircónia (Y-TZP) apresenta o melhor equilíbrio entre estes dois fatores, a nível ambiental seria o material ideal (De Bortoli et al., 2019);
- Dureza de Vickers: Relativamente à dureza, valores elevados são os mais desejados, o que se verifica nos materiais cerâmicos. No entanto, apesar do alumínio (Al₂O₃) apresentar os melhores valores quer a nível de dureza quer a nível ambiental, é de notar que, por apresentar elevada dureza, o seu processo de manufatura vai exigir um consumo de energia bastante elevado. Deste modo, a zircónia (Y-TZP) seria a melhor opção (De Bortoli et al., 2019).

Foi também avaliado o impacto ambiental da produção primária de cada material, isto é, a pegada de carbono, utilização de água e consumo de energia necessários para o seu fabrico. Verificou-se que os materiais em cerâmica, ou seja, o alumínio e zircónia, requerem um menor consumo de água e energia e são responsáveis por quantidades inferiores de emissões de carbono (De Bortoli et al., 2019).

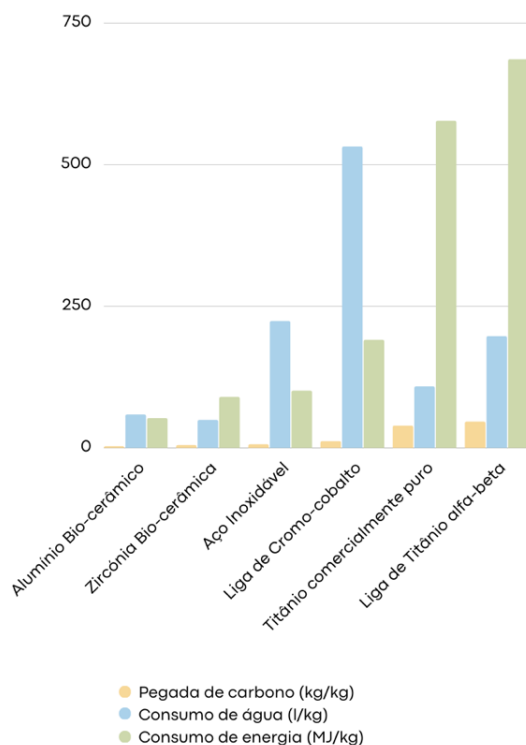


Figura 7: Análise comparativa do impacto ambiental da produção primária dos materiais selecionados (adaptado de De Bortoli et al., 2019)

Concluindo, de acordo com esta investigação, a tendência atual de optar por materiais cerâmicos em detrimento de materiais metálicos é bastante benéfica a nível ambiental. Contudo, é necessário desenvolver mais estudos nesta área que avaliem mais variáveis e materiais utilizados em implantologia (De Bortoli et al., 2019).

4.2. Dentisteria

Tal como foi abordado anteriormente, em alternativa à amálgama dentária, deve ser privilegiado o uso de resinas compostas para a execução de restaurações diretas. No entanto, as resinas compostas possuem potenciais riscos para o ambiente e saúde, decorrentes da libertação de microplásticos e monómeros para o meio (Martin, Sheppard, et al., 2021b). Deste modo, devem ser implementadas medidas para diminuir o seu impacto ambiental.

Para combater a contaminação da água ou do solo pelos monómeros de resina, podem-se adotar várias medidas: promover uma polimerização mais eficaz de forma a

aumentar a taxa de conversão de monómeros em polímeros; utilizar isolamento absoluto, sobretudo na substituição de restaurações em resina composta, de forma a diminuir a concentração de monómeros na saliva; utilizar de gel de glicerina para o controlo da camada de inibição de oxigénio, que permitirá uma diminuição da quantidade de monómeros (não polimerizados) na superfície da restauração, limitando a sua libertação durante o polimento; evitar colocar resina composta em excesso, uma vez que ao ser removida irá libertar micropartículas (Mulligan et al., 2022).

Os próximos passos a adotar para combater a poluição pelas resinas compostas será o desenvolvimento de resinas com maior taxa de conversão dos monómeros em polímeros, a investigação de materiais alternativos às resinas compostas e a criação de equipamentos que filtrem as partículas libertadas deste material (Mulligan et al., 2022).

4.3. Endodontia

Os tratamentos endodônticos requerem uma quantidade elevada de materiais, sendo eles de uso único ou com um número bastante limitado de utilizações, para além do consumo de energia, água, entre outros. Este tipo de tratamentos, devido à sua complexidade, são bastante demorados e muitas vezes requerem mais do que uma sessão, o que implica mais desperdício associado a esta prática (Duane et al., 2020).

Deste modo, um estudo publicado em 2020, teve como objetivo identificar quais dos recursos utilizados num tratamento endodôntico apresentam um maior impacto ambiental e possíveis alternativas mais sustentáveis (Duane et al., 2020). As limas endodônticas são materiais considerados como de uso múltiplo, estando limitadas a um certo número de utilizações ou às condições adequadas do material, porém, devido ao risco de fratura do material, em países como os que constituem o Reino Unido, as limas passaram a ser consideradas material de utilização única (Duane et al., 2020). É de notar também que a maioria dos sistemas de limas utilizam mais do que uma lima durante o tratamento endodôntico. De forma a combater o desperdício associado ao uso de limas endodônticas, a utilização de sistemas com um menor número de limas ou sistemas de limas únicas poderá ser considerada, caso o sucesso do tratamento não seja comprometido (Duane et al., 2020).

Relativamente à irrigação e obturação dos canais, atualmente têm sido desenvolvidos estudos relacionados com o uso de alternativas naturais por apresentarem possíveis vantagens ambientais e de biocompatibilidade, no entanto, apenas um número reduzido destes produtos apresentaram resultados promissores (Duane et al., 2020; Venkateshbabu et al., 2016).

Outra medida que pode contribuir para a diminuição do impacto ambiental da endodontia é, sempre que possível, optar por realizar o tratamento endodôntico numa única sessão, resultando na diminuição do desperdício gerado, emissões provenientes do transporte dos pacientes e custos relativos ao uso de material para a clínica (Duane et al., 2020). É também essencial que os Médicos Dentistas optem pelo tratamento pulpar vital sempre que este está indicado, o que também apresenta benefícios a nível ambiental, por ser gerado um menor desperdício neste tipo de tratamentos (Bjørndal et al., 2019; Duane et al., 2020).

4.4. Reabilitação Oral

Em Portugal, 38,3% dos pacientes desdentados foram reabilitados com próteses removíveis (Ordem dos Médicos Dentistas, 2022). A confeção de próteses removíveis e fixas (coroas) requer um número elevado de sessões, por norma cerca de 5 consultas dependendo do tipo de prótese e da complexidade do caso, o que resulta num aumento das emissões de carbono associadas às deslocações dos pacientes, e do desperdício relativo ao número elevado de materiais utilizados. Uma vez que as próteses são confeccionadas em laboratório é necessário ter em conta também a pegada ambiental do trabalho executado pelos protésicos (Shinkai et al., 2023).

Uma opção para diminuir o impacto ambiental desta área é através da utilização de novas tecnologias, como os scanners intraorais e o CAD/CAM (Shinkai et al., 2023). Apesar de apresentarem algumas limitações, nomeadamente, no caso dos scanners a leitura de uma arcada completa poderá ser menos precisa e no caso do CAD/CAM poderá ser gerada alguma poluição e elevados níveis de consumo de energia, estas opções

permitem a diminuição do tempo de cadeira e dos resíduos gerados, promovendo um fluxo de trabalho em formato digital (Shinkai et al., 2023).

Outro conceito que foi desenvolvido está relacionado com as pontas de plástico descartáveis utilizadas nas impressões com elastômeros, tendo sido investigada uma técnica que permite a utilização de pontas reutilizáveis, diminuindo o desperdício de plástico gerado (Gali et al., 2021). Estas pontas são constituídas por uma estrutura em dupla hélice no interior e por uma capa de plástico no exterior, que no final da utilização podem ser destacadas para a remoção do excesso de material que ficou na ponta, possibilitando uma nova utilização (Gali et al., 2021). Tem sido investigada também a possibilidade de reciclagem de Zircónia para posterior uso na confeção de próteses, reduzindo a procura por materiais cerâmicos virgens (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

4.5. Ortodontia

De forma a implementar uma prática clínica de ortodontia sustentável deve ser privilegiado o uso de produtos mais sustentáveis e práticas conscientes, tais como:

- Aquisição de kits com um maior número de brackets e que sejam embalados em recipientes biodegradáveis, reduzindo assim o desperdício de plástico (Pithon et al., 2017);
- Esterilização de arcos ortodônticos, particularmente arcos que são utilizados na etapa final do tratamento, promovendo assim a sua reutilização e reduzindo o seu desperdício (Pithon et al., 2017). Por exemplo, no caso de arames de níquel-titânio (NiTi), após a sua utilização na cavidade oral durante 6 semanas, deve ser feita uma esterilização com ácido glutaraldeído 2% durante 10 horas, para posteriormente serem reutilizados (Yadav et al., 2020);
- Utilização de brackets autoligáveis em detrimento dos brackets convencionais, uma vez que não requerem o uso de elastômeros, logo têm um menor impacto ambiental (Pithon et al., 2017);
- Reaproveitamento de brackets, do próprio paciente, que se descolam durante o tratamento. Deve ser utilizado um jato de óxido de alumínio ou um jato de areia

para remover resíduos de adesivo do bracket e para preparar a sua superfície para uma nova adesão (Pithon et al., 2017; Venugopal et al., 2016). Esta medida permite a diminuição do desperdício e da produção de brackets;

- Utilização de um sistema adesivo self-etch para a adesão de brackets, uma vez que implica um menor desperdício de água (Pithon et al., 2017);
- Utilização de elásticos intermaxilares de látex em alternativa a elásticos sintéticos (Pithon et al., 2017);
- Reaproveitamento de micro-implantes, no mesmo paciente, após esterilização (Özkan et al., 2022; Pithon et al., 2017);
- Utilização de scanners intraorais em alternativa às impressões convencionais (Ahmed et al., 2023);

A tendência atual da utilização de alinhadores invisíveis, feitos de plástico, em ortodontia, apesar de ser uma opção bastante popular, acarreta consequências negativas ambientais.

Neste tipo de tratamento, os pacientes usam alinhadores durante um período reduzido, por norma entre uma a duas semanas, e de seguida substituem-nos por novos, causando um desperdício de plástico considerável, uma vez que estes resíduos muitas vezes acabam por não ser reciclados, mas sim a poluir o ambiente (Bichu et al., 2023). Para combater o desperdício de plástico, algumas empresas de alinhadores desenvolveram iniciativas para a reciclagem destes alinhadores, no entanto, a uma escala muito reduzida para já (Bichu et al., 2023). Na confeção dos modelos da arcada, a partir dos quais são obtidos os alinhadores, recorre-se ao uso de resinas para efetuar a impressão 3D, que também apresentam riscos ambientais (Bichu et al., 2023).

Tendo em conta estes fatores, é necessário promover a implementação de medidas mais sustentáveis nesta prática clínica e investigar outras formas de combater o desperdício de plástico e materiais recicláveis alternativos para a impressão 3D de modelos (Bichu et al., 2023).

5. Eficiência energética e gestão sustentável da água em Medicina Dentária

5.1. Consumo de energia

15% das emissões de carbono provenientes da prática clínica da Medicina Dentária provêm do consumo de energia (Martin, Sheppard, et al., 2021a). A implementação de medidas mais conscientes a nível energético permite diminuir o seu consumo, o que é vantajoso tanto a nível económico como ambiental (Martin, Sheppard, et al., 2021a).

Algumas estratégias que podem ser implementadas são aquisição de equipamentos com alta eficiência energética, luzes e monitores LED e luzes com sensores de movimento (Martin, Sheppard, et al., 2021b). Para que os equipamentos durem durante vários anos, deve ser feita uma manutenção eficiente dos mesmos (Martin, Sheppard, et al., 2021b). Além disso, sempre que possível a luz natural deve ser aproveitada quer a nível de iluminação do espaço quer para a regulação de temperatura com o uso de persianas (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

A utilização de energias renováveis, nomeadamente através da instalação de painéis solares, é uma medida bastante benéfica a nível ambiental e económica (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

5.2. Consumo de água

Em média, um consultório dentário consome cerca 259 000 litros de água por ano, para além de contribuir também para a pegada de carbono deste setor (Martin, Sheppard, et al., 2021a).

Para diminuir o consumo de água das clínicas podem ser instaladas torneiras automáticas, equipamentos que requerem menos água para o seu funcionamento, sistemas de aspiração e contadores de água, de forma a monitorizar o seu consumo (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

Para além da aquisição de equipamentos que diminuem o desperdício de água, devem ser implementadas práticas que também promovam o seu consumo responsável, nomeadamente, reutilizar a água da chuva para regar plantas ou utilizar em equipamentos que não necessitem de água potável, utilizar as autoclaves e máquinas de lavar roupa apenas quando estão no máximo de capacidade e optar por produtos de limpeza com menos água na sua constituição (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

6. Medidas de higiene oral sustentáveis

A Medicina Dentária sustentável não está relacionada exclusivamente com a prática clínica, mas também com as medidas de higiene oral.

Primeiramente, os pacientes devem ser sensibilizados para a importância de fechar a torneira enquanto escovam os dentes, com o objetivo de diminuir o seu consumo de água durante as rotinas de higiene oral (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

Relativamente aos diferentes tipos de escovas dentárias, um estudo avaliou a pegada ambiental das escovas de plástico convencionais, escovas de bambu, escovas de bioplástico com cabeças removíveis e escovas elétricas. As escovas elétricas apresentaram a maior pegada de carbono em comparação com todas as opções de escovas manuais (Lyne et al., 2020). No entanto, a nível de eficácia na redução da placa dentária e da gengivite, as escovas elétricas apresentam resultados superiores aos das escovas manuais (Martin, Sheppard, et al., 2021b; Yaacob et al., 2014).

Nesse estudo foi possível determinar que as escovas de bambu e as escovas de bioplástico com cabeças removíveis apresentam a menor pegada ambiental (Lyne et al., 2020), porém, futuramente, devem ser realizados mais estudos nesta temática, para avaliar a importância clínica das escovas de dentes elétricas em comparação com as manuais e determinar a eficácia de alternativas sustentáveis que existem no mercado (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

Em relação aos dentífricos, atualmente, existem variadas opções no mercado de dentífricos que aparentam ser uma opção mais sustentável do que as pastas de dentes em tubo convencionais. Para determinar a pegada ambiental de um dentífrico sustentável e de um convencional, na Tailândia foi conduzido um estudo que comparou o impacto ambiental de um dentífrico em pastilha (0.7g por pastilha) com um em tubo (0.25g a 0.4g por utilização), específicos do mercado tailandês (Suppipat et al., 2022).

Os resultados obtidos foram que, contrariamente à concepção inicial, o dentífrico em pastilha apresentou um impacto ambiental superior, uma vez que apresentou valores elevados em todas as fases, isto é, na aquisição de matéria-prima, produção, transporte e utilização, à exceção de na fase final de vida do produto, quando foi descartado (Suppipat et al., 2022). Para além do mais, a composição do dentífrico em pastilha continha ingredientes prejudiciais para a saúde, como álcoois de açúcar, povidona e estearato de magnésio (Suppipat et al., 2022).

No entanto, foi determinado que a redução das pastilhas para 0.4g contribui para uma diminuição substancial do seu impacto ambiental. Deste modo, na aquisição de um dentífrico em pastilha, para assegurar que é de facto uma opção mais sustentável, o impacto ambiental da linha de produção e as matérias-primas deve ser reduzido, o volume das pastilhas deve ser inferior e os ingredientes utilizados devem ser mais benéficos a nível de sustentabilidade e saúde (Suppipat et al., 2022).

Relativamente à utilização de fio dentário e escovilhão, um estudo comparou o nível de sustentabilidade do fio dentário convencional, em palito, esponja e bambu; e dos escovilhões convencionais, em palito, cabeça removível e bambu (Abed et al., 2023).

Nos pacientes em que o fio dentário está indicado, o fio dentário em palito apresentou a pegada ambiental mais elevada em comparação com as outras opções, que apresentaram praticamente o mesmo impacto ambiental (Abed et al., 2023). Quando os escovilhões estão indicados, as opções com menos impacto ambiental são os escovilhões com cabeças removíveis de plástico e bambu, sendo que o de bambu foi o produto de limpeza inter-dentária com menor pegada ambiental de todos (Abed et al., 2023).

Os Médicos Dentistas devem criar *awareness* junto dos pacientes acerca do impacto ambiental que os produtos de higiene oral possuem, propondo medidas para atenuar estas consequências. Para adquirirem produtos de forma consciente, os consumidores devem estar cientes do conceito de *Greenwashing*, que ocorre quando as empresas publicitam uma iniciativa ou produto como sendo sustentável, porém, não corresponde à realidade. Deste modo, para evitar a compra destes produtos, deve ser feita uma pesquisa profunda acerca das políticas de sustentabilidade da marca em questão, bem como dos ingredientes utilizados.

Por fim, é essencial que os pacientes estejam sensibilizados para a importância da implementação de bons hábitos de higiene e da prevenção como meio para atingir a sustentabilidade e uma boa saúde oral (Martin, Sheppard, et al., 2021b).

III. CONCLUSÕES

Atualmente, é evidente o impacto que as alterações climáticas têm no ambiente, sendo responsáveis por vários fenómenos naturais extremos, como os incêndios, degelo e secas. A atividade humana é a principal responsável pela destruição dos habitats naturais, com o propósito de recolher matérias-primas e recursos. A poluição dos oceanos, em particular com resíduos de plástico, tem impactado a biodiversidade e o pH do meio. No entanto, as consequências das alterações climáticas não impactam apenas a natureza, mas também a saúde humana.

Ao longo desta dissertação foi possível verificar que as alterações na saúde sistémica podem resultar, não só, do impacto de fenómenos naturais, mas também de consequências diretas da prática clínica.

Toda a cadeia de prestação de cuidados é responsável pelo consumo de energia e água, assim como pela libertação de gases com efeito de estufa, sendo o transporte de pacientes o principal fator responsável pela pegada de carbono da medicina dentária.

O plástico é um dos componentes mais utilizados no consultório dentário. Na ausência de uma gestão eficiente do plástico, o seu destino será o meio ambiente, onde irá ocorrer uma degradação deste em microplásticos prejudiciais para os ecossistemas e saúde.

Nos procedimentos dentários, são gerados resíduos perigosos, que devem ser separados e geridos corretamente, de forma a evitar a contaminação cruzada. São gerados também resíduos químicos, nomeadamente, de metais pesados, aquando intervenções que envolvem a manipulação de amálgama dentária, na qual podem ser libertados resíduos de Mercúrio para o ambiente, caso não sejam utilizadas as devidas precauções.

De forma a diminuir a pegada ambiental da medicina dentária, deve ser feito um alinhamento com os ODS da Agenda de 2030 da ONU, que tem como objetivo promover abordagens sustentáveis em vários setores.

Na tabela 4 encontra-se discriminada a correlação entre as medidas apresentadas ao longo desta dissertação com os ODS da Agenda 2030 da ONU. Para desenvolver esta tabela foram utilizados apenas os ODS selecionados pela FDI.

Tabela 4: Medidas sustentáveis abordadas nesta dissertação e respetivos ODS

	ODS 3	ODS 4	ODS 6	ODS 8	ODS 9	ODS 12	ODS 13	ODS 17
Gestão de resíduos perigosos e de metais pesados	✓	✓	✓		✓			✓
Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Repensar	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Materiais dentários ou de higiene oral sustentáveis		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Consumo consciente de energia e água			✓		✓	✓		✓

O ODS 3 “Saúde de Qualidade” pode estar relacionado com o princípio dos 4R’s, nomeadamente, com a redução, devido aos princípios de promoção de saúde, prevenção de patologias e prestação de cuidados de saúde de excelência. A gestão segura de resíduos, em particular dos perigosos, também é considerado um elemento essencial para assegurar a saúde das populações.

No princípio da redução, está também destacada a importância de um ensino de excelência, que promova o conhecimento e o desenvolvimento das aptidões do médico dentista, o que pode constituir uma medida para atingir o ODS 4 “Educação de Qualidade”. A incorporação da temática da sustentabilidade na área do ensino e investigação também é uma medida relevante, tendo em conta o impacto que a crise climática tem na saúde.

Relativamente ao ODS 6 “Água Potável e Saneamento” a implementação de uma gestão de resíduos eficiente, de forma a evitar a contaminação das águas, por exemplo, por microplásticos, mercúrio ou químicos, assim como a gestão eficiente da água, diminuindo o seu consumo, podem ser fatores determinantes para que este objetivo seja cumprido.

O ODS 8 “Trabalho Digno e Crescimento Económico” poderá estar relacionado com a implementação da sustentabilidade ao longo de toda a cadeia de aprovisionamento e prestação de cuidados de saúde, possibilitando a produtividade e um crescimento económico que não impacte negativamente o ambiente.

Todas as abordagens podem estar relacionadas com o ODS 9 “Indústria, Inovação e Infraestruturas”, uma vez que desencadeiam o desenvolvimento de opções sustentáveis inovadoras, uma indústria consciente e infraestruturas que promovem a sustentabilidade.

Relativamente ao ODS 12 “Produção e Consumo Sustentáveis” pode ser alcançado através do princípio dos 4Rs’, da utilização de produtos sustentáveis e do consumo consciente de energia e água. A implementação de políticas de sustentabilidade na cadeia de aprovisionamento, em particular, no meio industrial, podem promover também este objetivo.

O ODS 13 “Ação Climática” tem como objetivo adotar medidas para combater as alterações climáticas e os seus impactos, o que pode ser alcançado maioritariamente pela introdução do princípio dos 4Rs’ e do uso de materiais com menor impacto ambiental.

O ODS 17 “Parcerias para a Implementação dos Objetivos” está relacionado com todas as medidas abordadas, uma vez que o seu propósito é reforçar os meios de implementação e criar parcerias que promovam o desenvolvimento sustentável.

Em suma, com esta dissertação foi possível identificar as lacunas que a medicina dentária apresenta relativamente à sustentabilidade, bem como os riscos da prática clínica para o ambiente e saúde humana. Existe uma grande amplitude de abordagens sustentáveis que podem ser implementadas nos consultórios médico-dentários, que possibilitam, em concordância com a Agenda 2030 da ONU, uma diminuição da pegada ambiental deste setor, quer seja ao nível da gestão dos resíduos gerados, procedimentos clínicos, materiais utilizados e consumo de recursos.

No entanto, apesar do contributo positivo destas medidas, a temática da sustentabilidade em medicina dentária ainda tem muitos aspetos por explorar, sendo fundamental desenvolver mais estudos nesta área. Deve ser feita, também, uma sensibilização dos médicos dentistas para esta questão, com o objetivo de os incentivar a implementarem estas medidas na sua prática clínica diária.

IV. BIBLIOGRAFIA

- Abed, R., Ashley, P., Duane, B., Crotty, J., & Lyne, A. (2023). An environmental impact study of inter-dental cleaning aids. *Journal of Clinical Periodontology*, 50(1), 2–10. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13727>
- Ahmed, T., Brierley, C., & Barber, S. (2023). Sustainability in orthodontics: Challenges and opportunities for improving our environmental impact. *Journal of Orthodontics*, 50(3), 310–317. <https://doi.org/10.1177/14653125231170882>
- Agache, I., Sampath, V., Aguilera, J., Akdis, C. A., Akdis, M., Barry, M., Bouagnon, A., Chinthrajah, S., Collins, W., Dulitzki, C., Erny, B., Gomez, J., Goshua, A., Jutel, M., Kizer, K. W., Kline, O., LaBeaud, A. D., Pali-Schöll, I., Perrett, K. P., ... Nadeau, K. C. (2022). Climate change and global health: A call to more research and more action. *Allergy*, 77(5), 1389–1407. <https://doi.org/10.1111/all.15229>
- Ana Rita Lopes Cardoso. (2020). *Medicina Dentária Sustentável: Uma abordagem alternativa à Medicina Dentária convencional para os dispositivos médicos* [Artigo de revisão bibliográfica, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/127915/2/409898.pdf>
- Bansod, H. S., & Deshmukh, P. (2023). Biomedical Waste Management and Its Importance: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.34589>
- Batsford, H., Shah, S., & Wilson, G. J. (2022). A changing climate and the dental profession. *British Dental Journal*, 232(9), 603–606. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4202-1>
- Bichu, Y. M., Alwafī, A., Liu, X., Andrews, J., Ludwig, B., Bichu, A. Y., & Zou, B. (2023). Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioactive Materials*, 22, 384–403. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.10.006>
- Bjørndal, L., Simon, S., Tomson, P. L., & Duncan, H. F. (2019). Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*, 52(7), 949–973. <https://doi.org/10.1111/iej.13128>
- Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental. (2018). *Guia sobre Desenvolvimento Sustentável*.
- Conselho da União Europeia. (2022, novembro). Acordo de Paris sobre alterações climáticas. <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/paris->

agreement/

- De Bortoli, L. S., Schabbach, L. M., Fredel, M. C., Hotza, D., & Henriques, B. (2019). Ecological footprint of biomaterials for implant dentistry: Is the metal-free practice an eco-friendly shift? *Journal of Cleaner Production*, 213, 723–732. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.189>
- Decreto-Lei nº 101/2019 de 5 de agosto da Presidência do Conselho de Ministros. Diário da República: 1ª série, Nº 148 (2019). Acedido a 20 set. 2023. Disponível em www.dre.pt.
- Duane, B., Borglin, L., Pekarski, S., Saget, S., & Duncan, H. F. (2020). Environmental sustainability in endodontics. A life cycle assessment (LCA) of a root canal treatment procedure. *BMC Oral Health*, 20(1), 348. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01337-7>
- Duane, B., Lee, M. B., White, S., Stancliffe, R., & Steinbach, I. (2017). An estimated carbon footprint of NHS primary dental care within England. How can dentistry be more environmentally sustainable? *British Dental Journal*, 223(8), 589–593. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.839>
- Duane, B., Ramasubbu, D., Harford, S., Steinbach, I., Swan, J., Croasdale, K., & Stancliffe, R. (2019). Environmental sustainability and waste within the dental practice. *BDJ Team*, 6(6), 21–29. <https://doi.org/10.1038/s41407-019-0106-6>
- Fava, M. (2022). Ocean plastic pollution an overview: Data and statistics. *Ocean Literacy Portal*. <https://oceanliteracy.unesco.org/plastic-pollution-ocean/>
- Gali, S., Meleppura, K., Nayak, V. M., & Shaw, M. (2021). A technique of designing a 3-dimensionally printed elastomeric impression mixing tip for reuse: A step toward eco-friendly dentistry. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 126(4), 477–479. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.05.035>
- Ghai, S. (2020). Teledentistry during COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(5), 933–935. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.06.029>
- Global Footprint Network. (sem data). Ecological Footprint©. *Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability*. <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- Hiltz, M. (2007). *The Environmental Impact of Dentistry*. 73(1), 59,60,61,62.
- Joseph, B., James, J., Kalarikkal, N., & Thomas, S. (2021). Recycling of medical plastics. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4(3), 199–208.

- <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2021.06.003>
- Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B., Steele, K., & Wang, J. (2020). Health care's climate footprint: The health sector contribution and opportunities for action. *European Journal of Public Health*, 30(Supplement_5), ckaa165.843. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa165.843>
- Lyne, A., Ashley, P., Saget, S., Porto Costa, M., Underwood, B., & Duane, B. (2020). Combining evidence-based healthcare with environmental sustainability: Using the toothbrush as a model. *British Dental Journal*, 229(5), 303–309. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1981-0>
- Martin, N., England, R., & Mulligan, S. (2022). Sustainable Oral Healthcare: A Joint Stakeholder Approach. *International Dental Journal*, 72(3), 261–265. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.02.008>
- Martin, N., Mulligan, S., Fuzesi, P., & Hatton, P. V. (2022). Quantification of single use plastics waste generated in clinical dental practice and hospital settings. *Journal of Dentistry*, 118, 103948. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.103948>
- Martin, N., Mulligan, S., Shellard, I. J., & Hatton, P. V. (2022). Consensus on Environmentally Sustainable Oral Healthcare A Joint Stakeholder Statement. White Rose University Press. <https://doi.org/10.22599/OralHealth>
- Martin, N., Sheppard, M., Gorasia, G., Arora, P., Cooper, M., & Mulligan, S. (2021a). Awareness and barriers to sustainability in dentistry: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 112, 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103735>
- Martin, N., Sheppard, M., Gorasia, G., Arora, P., Cooper, M., & Mulligan, S. (2021b). Drivers, opportunities and best practice for sustainability in dentistry: A scoping review. *Journal of Dentistry*, 112, 103737. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103737>
- Martin, N., Smith, L., & Mulligan, S. (2021). Sustainable oral healthcare and the environment: Mitigation strategies. *Dental Update*, 48(7), 524–531. <https://doi.org/10.12968/denu.2021.48.7.524>
- Mazur, M. (2019). How dentistry is impacting the environment. *Senses and Sciences*, 922. <https://doi.org/10.14616/sands-2019-6-922928>
- Mulimani, P. (2017). Green dentistry: The art and science of sustainable practice. *British Dental Journal*, 222(12), 954–961. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.546>
- Mulligan, S., Hatton, P. V., & Martin, N. (2022). Resin-based composite materials:

- Elution and pollution. *British Dental Journal*, 232(9), 644–652.
<https://doi.org/10.1038/s41415-022-4241-7>
- Mulligan, S., Kakonyi, G., Moharamzadeh, K., Thornton, S. F., & Martin, N. (2018). The environmental impact of dental amalgam and resin-based composite materials. *British Dental Journal*, 224(7), 542–548.
<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.229>
- Mulligan, S., Smith, L., & Martin, N. (2021). Sustainable oral healthcare and the environment: Challenges. *Dental Update*, 48(6), 493–501.
<https://doi.org/10.12968/denu.2021.48.6.493>
- Nações Unidas. (2016, abril 22). Acordo de Paris sobre as Alterações Climáticas visa estabilidade ambiental no longo prazo. <https://unric.org/pt/acordo-de-paris-sobre-as-alteracoes-climaticas-visa-estabilidade-ambiental-no-longo-prazo/>
- Nizamuddin, S., Boom, Y. J., & Giustozzi, F. (2021). Sustainable Polymers from Recycled Waste Plastics and Their Virgin Counterparts as Bitumen Modifiers: A Comprehensive Review. *Polymers*, 13(19), 3242.
<https://doi.org/10.3390/polym13193242>
- ONU. (2016, abril 22). *Acordo de Paris sobre as Alterações Climáticas visa estabilidade ambiental no longo prazo*. <https://unric.org/pt/acordo-de-paris-sobre-as-alteracoes-climaticas-visa-estabilidade-ambiental-no-longo-prazo/>
- Ordem dos Médicos Dentistas. (2022). Barómetro da Saúde Oral (7ª edição).
- Özkan, S., Büyük, S. K., Gök, F., & Benkli, Y. A. (2022). Evaluation of reused orthodontic mini-implants on stability: An in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 162(5), 689–694.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.06.024>
- Parlamento Europeu. (2018, dezembro 19). Resíduos de plástico e reciclagem na UE: factos e números.
<https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181212STO21610/residuos-de-plastico-e-reciclagem-na-ue-factos-e-numeros>
- Payal Baheti. (sem data). How Is Plastic Made? A Simple Step-By-Step Explanation. British Plastics Federation. <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/how-is-plastic-made.aspx>
- Pithon, M. M., Faria, L. C. M. D., Tanaka, O. M., Ruellas, A. C. D. O., & Primo, L. S. D. S. G. (2017). Sustainability in Orthodontics: What can we do to save our planet? *Dental Press Journal of Orthodontics*, 22(4), 113–117.

- <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.4.113-117.sar>
- Public Health England. (2018). Carbon modelling within dentistry: Towards a sustainable future. PHE publications.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/724777/Carbon_modelling_within_dentistry.pdf
- República Portuguesa, Ambiente e Ação Climática & Agência Portuguesa do Ambiente. (2020). Acordo de Paris 2015-2020.
- Shinkai, R. S. A., Biazevic, M. G. H., Michel-Crosato, E., & De Campos, T. T. (2023). Environmental sustainability related to dental materials and procedures in prosthodontics: A critical review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022391323003700. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.05.024>
- Sijm-Eeken, M., Jaspers, M., & Peute, L. (2023). Identifying Environmental Impact Factors for Sustainable Healthcare: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(18), 6747.
<https://doi.org/10.3390/ijerph20186747>
- Subramanian, A. K., Thayalan, D., Edwards, A. I., Almalki, A., & Venugopal, A. (2021). Biomedical waste management in dental practice and its significant environmental impact: A perspective. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101807. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101807>
- Suppipat, S., Hu, A. H., Trinh, L. T. K., Kuo, C.-H., & Huang, L. H. (2022). A comparative life cycle assessment of toothpaste cream versus toothpaste tablets. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 357–369.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.021>
- Thangavelu, L., Veeraragavan, G. R., Mallineni, S. K., Devaraj, E., Parameswari, R. P., Syed, N. H., Dua, K., Chellappan, D. K., Balusamy, S. R., & Bhawal, U. K. (2022). Role of Nanoparticles in Environmental Remediation: An Insight into Heavy Metal Pollution from Dentistry. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2022, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2022/1946724>
- United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development.
- United Nations. (2016). The Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- United Nations. (2018). Tackling Climate Change.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-action/>

- Venkateshbabu, N., Anand, S., Abarajithan, M., Sheriff, S. O., Jacob, P. S., & Sonia, N. (2016). Natural Therapeutic Options in Endodontics—A Review. *The Open Dentistry Journal*, 10(1), 214–226.
<https://doi.org/10.2174/1874210601610010214>
- Venugopal, A., Tejani, H., Manzano, P., & Vergara, R. G. (2016). Comparison of Two Different Orthodontic Bracket Recycling Techniques. *Orthodontic Journal of Nepal*, 6(2), 28–32. <https://doi.org/10.3126/ojn.v6i2.17417>
- Wainer, C. (2022). Discussing the environmental impact of dental-associated travel—How do we build from the current COVID-19 crisis towards a more sustainable future within dentistry? *British Dental Journal*, 232(7), 437–440.
<https://doi.org/10.1038/s41415-022-4136-7>
- Wilson, G. J., Shah, S., & Pugh, H. (2020). What impact is dentistry having on the environment and how can dentistry lead the way? *Faculty Dental Journal*, 11(3), 110–113. <https://doi.org/10.1308/rcsfjdj.2020.96>
- World Health Organization. (2017). Safe management of wastes from health-care activities: A summary. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FWC-WSH-17.05>
- World Health Organization & Regional Office for Europe. (2017). Environmentally sustainable health systems: A strategic document.
- Yaacob, M., Worthington, H. V., Deacon, S. A., Deery, C., Walmsley, A. D., Robinson, P. G., & Glenny, A.-M. (2014). Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014(6).
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD002281.pub3>
- Yadav, A., Jayaprakash, P., Singh, R., Dawer, M., Modi, P., Sehdev, B., & Ganji, K. (2020). Impact of recycling on the mechanical properties of nickel-titanium alloy wires and the efficacy of their reuse after cold sterilization. *Journal of Orthodontic Science*, 9(1), 10. https://doi.org/10.4103/jos.JOS_45_19

V. ANEXOS

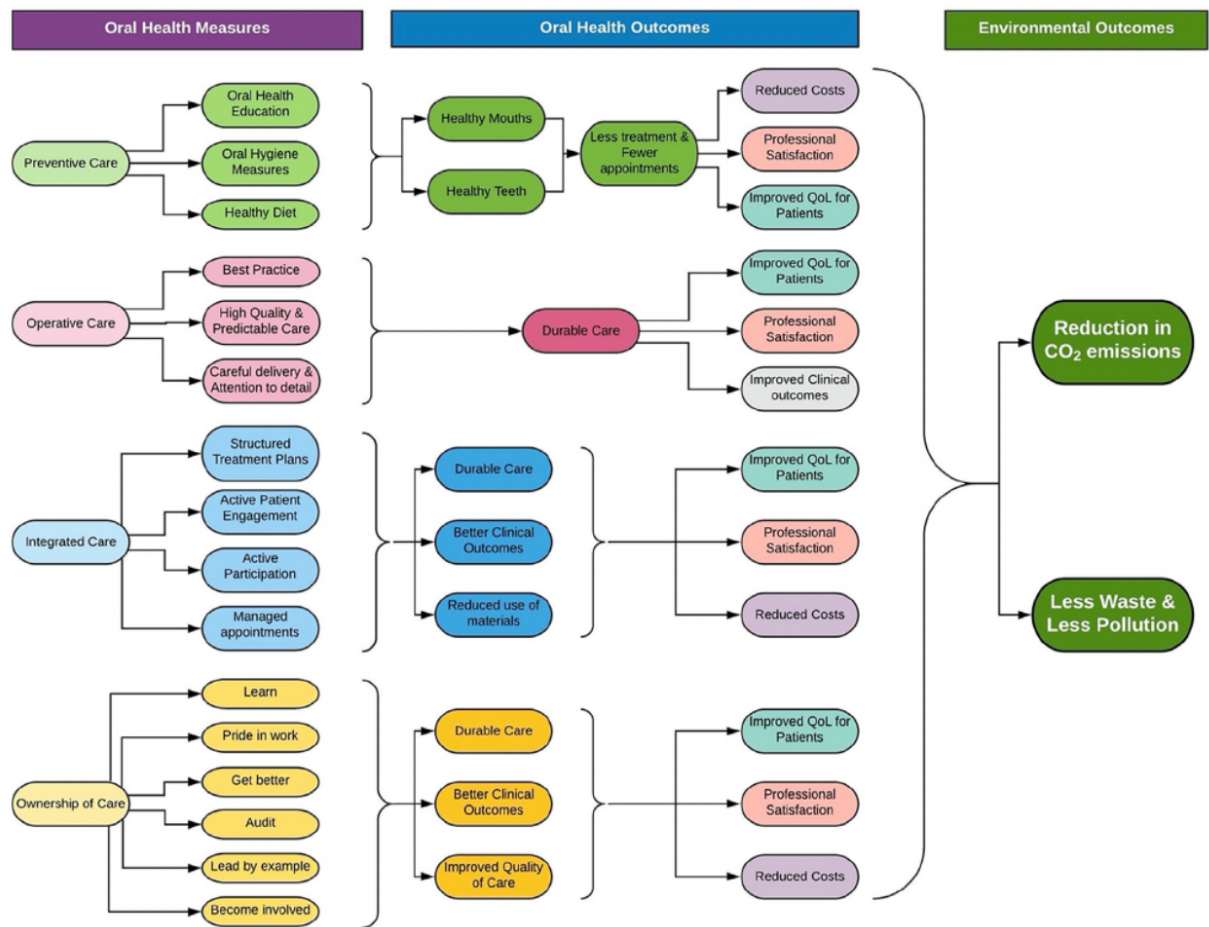


Figure used with permission from Prof. Nicolas Martin, University of Sheffield, UK (Martin, Smith, et al., 2021).



Nicolas Martin

para Fiona, mim ▾

quarta, 18/10, 09:22 (há 9 dias)



Dear Matilde,

Thank you for your note and for getting in touch. I am delighted that you are pursuing this line of research.

I am very happy for you to use this figure. We do need to ask the publishers also for their permission and for guidance on how to credit the image.

Through this note, I will further your request to the editorial board of Dental Update. Once obtained, I will gladly send you the original figure.

Dear Fiona,

Please see the below request from Matilde Guerra, for permission to use an illustration published in "Sustainable Oral Healthcare and the Environment: Mitigation Strategies" (<https://doi.org/10.12968/denu.2021.48.7.524>).

I am very happy for this to be the case. Are you able to authorise reproduction on behalf of Dental Update? If so, could you advise how to give the appropriate credit?

Thank you

Kind regards

Nicolas Martin

...

--

[Nicolas Martin](#)

Professor of Restorative Dentistry & Hon. Consultant in Restorative Dentistry

Director of DClinDent Programme in [Endodontics](#), [Periodontics](#) & [Prosthodontics](#)

Academic Unit of Restorative Dentistry

School of Clinical Dentistry, The University of Sheffield

Claremont Crescent, Sheffield, S10 2TA

Tel: +44 (0)114 2159401 / 332

Chair of FDI ['Sustainability in Dentistry'](#) Task Team



Fiona Creagh <Fiona.Creagh@markallengroup.com>

para Nicolas, mim ▾

26/10/2023, 07:31 (há 1 dia)



Hi Nicolas and Matilde

Apologies for the delay in replying. I'm very happy to grant permission from the publishers for the use of the figure mentioned below. As authors retain copyright over their work published in Dental Update, any acknowledgement should be to the authors, although it would be great if you could give a reference to the article too.

Best wishes

Fiona

[Fiona Creagh](#)

Editor, Dental Update