

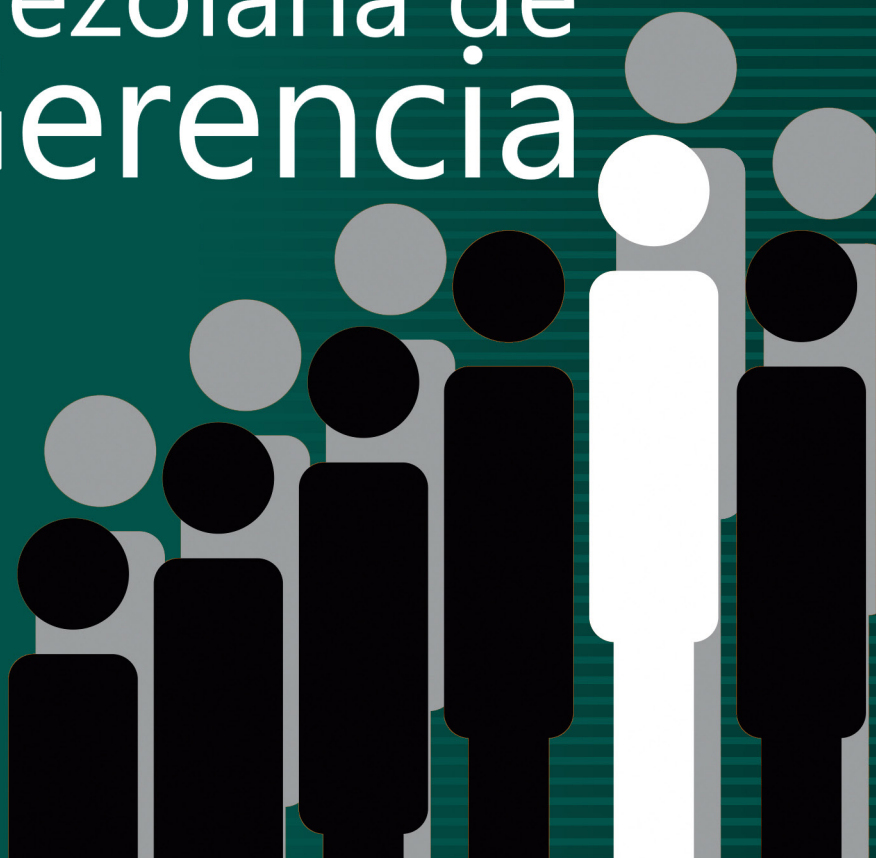
AÑO 31 ESPECIAL 15, 2026  
ENERO-JUNIO



AÑO 31 ESPECIAL 15, 2026

ENERO-JUNIO

# Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)  
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales  
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons  
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.  
[http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es\\_ES](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES)

Como citar: Reyes-Reinoso, J. R., Morocho-Macas, A. A., Urgilés, C. D., y Rojas, M. C. (2026). Gestión sostenible de la huella de carbono en la práctica odontológica: revisión sistemática. *Revista Venezolana De Gerencia*, 31(Especial 15), e31e1539. <https://doi.org/10.52080/rvdluz.31.e15.39>

Universidad del Zulia (LUZ)  
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)  
Año 31 No. Especial 15, 2026, e31e1539  
Enero-Junio  
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



# Gestión sostenible de la huella de carbono en la práctica odontológica: revisión sistemática

**Reyes-Reinoso, Johanna Rosali\***  
**Morocho-Macas, Angel Aurelio\*\***  
**Urgilés Urgilés, Cristian Danilo\*\*\***  
**Rojas Valdivieso, María Caridad\*\*\*\***

## Resumen

La creciente preocupación por el impacto ambiental del sector salud ha evidenciado que la práctica clínica odontológica, por su alto consumo de energía, materiales desechables y procesos intensivos en recursos, constituye una fuente relevante de emisiones de gases de efecto invernadero. Este escenario exige replantear los modelos tradicionales de gestión hacia enfoques organizacionales sostenibles capaces de integrar criterios ambientales en la toma de decisiones clínicas y administrativas. El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la evidencia científica disponible sobre la gestión organizacional sostenible de la huella de carbono en la práctica odontológica. Se aplicaron las directrices PRISMA 2020 y se consultaron cinco bases de datos internacionales entre 2013 y 2025, utilizando descriptores Medical Subject Headings (MeSH) y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y términos libres combinados con operadores booleanos. Tras aplicar criterios de elegibilidad, se incluyeron 41 artículos para la síntesis cualitativa. Los hallazgos muestran que la sostenibilidad organizacional depende de cuatro ejes fundamentales: liderazgo y gobernanza, planificación estratégica, optimización de procesos clínicos y adopción de métricas ambientales, los

**Recibido:** 27.01.26

**Aceptado:** 13.03.26

- \* Resultados parciales del Proyecto de investigación científica Huella de carbono generada por la práctica odontológica en la provincia del Cañar durante 2024. Caso Colegio de Odontólogos. PICCG24-20, financiado por la Universidad Católica de Cuenca.
- \*\* Doctora en Ciencias Sociales mención Gerencia, Docente Investigadora de la Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Red de Investigación y Observatorios de la Universidad Católica de Cuenca. Email: [jreyesr@ucacue.edu.ec](mailto:jreyesr@ucacue.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8238-4367>.
- \*\*\* Magister en Administración de Tecnologías de Información. Docente Investigador de la Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca. Email: [amorcho@ucacue.edu.ec](mailto:amorcho@ucacue.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2946-1284>.
- \*\*\*\* Doctor en Ciencias Odontológicas. Docente Investigador de la Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca. Email: [curgilesu@ucacue.edu.ec](mailto:curgilesu@ucacue.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4077-4601>
- \*\*\*\*\* Magister en Derechos Humanos mención en Sistemas Internacionales de Protección. Docente Investigadora, Universidad Católica de Cuenca. Email: [maria.rojas@ucacue.edu.ec](mailto:maria.rojas@ucacue.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2150-5994>.

cuales permiten reducir emisiones, mejorar la eficiencia operativa y minimizar residuos. Se concluye que la gestión organizacional sostenible es esencial para avanzar hacia una odontología más responsable, eficiente y alineada con los desafíos contemporáneos del cambio climático.

**Palabras clave:** gestión organizacional; desarrollo sostenible; huella de carbono; clínicas odontológicas.

# *Sustainable organizational management of the carbon footprint in dental clinical practice: a systematic review of the literature*

## **Abstract**

Growing concern about the environmental impact of the healthcare sector has revealed that clinical dental practice—due to its high energy consumption, extensive use of disposable materials, and resource-intensive processes—constitutes a significant source of greenhouse gas emissions. This scenario demands a rethinking of traditional management models toward sustainable organizational approaches capable of integrating environmental criteria into clinical and administrative decision-making. The aim of this systematic review was to analyze the scientific evidence related to sustainable organizational management of the carbon footprint in dental practice. The study followed PRISMA 2020 guidelines and consulted five international databases between 2013 and 2025, using MeSH and DeCS descriptors and free terms combined with Boolean operators. After applying eligibility criteria, 41 articles were included in the qualitative synthesis. The findings indicate that organizational sustainability depends on four fundamental pillars: leadership and governance, strategic planning, optimization of clinical processes, and adoption of environmental metrics, all of which contribute to reducing emissions, improving operational efficiency, and minimizing waste. It is concluded that sustainable organizational management is essential for advancing toward a more responsible and efficient dentistry aligned with contemporary climate-change challenges.

**Keywords:** organizational management; sustainable development; carbon footprint; dental clinics.

## **1. Introducción**

La contribución del sector salud a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) oscila entre 4,4% y 5,2%, evidenciando su relevancia dentro del debate contemporáneo

sobre sostenibilidad organizacional (Romanello et al., 2023; Stancliffe et al., 2022; Or et al., 2024). Estas emisiones se clasifican en tres alcances de acuerdo con el Greenhouse Gas Protocol, estándar internacional usado en la gestión ambiental corporativa. El

alcance 1 corresponde a las emisiones directas generadas por fuentes propias de la organización; el alcance 2 se refiere a las emisiones indirectas derivadas del consumo de energía adquirida como electricidad; mientras que el alcance 3, predominante en el sector salud, incluye las emisiones indirectas asociadas a la cadena de suministro y al ciclo de vida de los bienes y servicios usados en la organización.

Por tanto, desde una perspectiva gerencial, la mayor proporción de la huella de carbono no se origina exclusivamente en las operaciones internas, sino en las decisiones estratégicas relacionadas con las adquisiciones, gestión de proveedores y modelos operativos organizacionales (Hensher & McGain, 2020; Keil et al., 2024; Talbot et al., 2024), posicionando a la gestión sostenible de la cadena de valor como un eje crítico para la reducción efectiva de emisiones, lo que ha impulsado un debate sobre la necesidad de transformar los modelos de gestión tradicionales hacia enfoques organizacionales capaces de integrar criterios de sostenibilidad y eficiencia operativa (Sergeant, 2024; Talbot et al., 2024; Or et al., 2024; Keil et al., 2024; Romanello et al., 2023; Wyma et al., 2024).

Esta tendencia evidencia que reducir la huella ambiental del sector sanitario requiere intervenciones gerenciales sistemáticas, incluyendo gobernanza sostenible, compras responsables y métricas ambientales robustas que articulen decisiones clínicas y administrativas.

En odontología, la evidencia cuantifica una huella relevante y gestionable: el servicio dental primario del National Health Service en Inglaterra emitía  $\approx 675$  kt CO<sub>2</sub>e/año, con protagonismo de viajes, adquisiciones

y energía, lo que revela palancas típicamente organizacionales (Duane et al., 2017). Evaluaciones de ciclo de vida (LCA) han identificado “puntos calientes” en exámenes dentales, endodoncia y extracción dentaria, destacando esterilización, consumibles desechables y electricidad como focos de intervención (Borglin et al., 2021; Duane et al., 2020; Künzle et al., 2025). Hallazgos recientes en *British Dental Journal* (BDJ) profundizan el inventario del consultorio y muestran variaciones en residuos, viajes del personal y consumo hídrico/energético, reforzando que la mitigación depende de decisiones de procurement, gestión de residuos y rediseño de procesos (Duane & Steinbach, 2024; Suresh et al., 2024). Además, comparativas reusable vs. disposable evidencian reducciones sustantivas del impacto cuando la organización implementa circuitos de reprocesamiento y compras basadas en LCA (Byrne et al., 2022; Sowa et al., 2023).

A nivel de gestión organizacional, la evidencia sistematizada en esta revisión propone un viraje desde el cumplimiento técnico aislado hacia marcos de gerencia sostenible, integrando prevención, eficiencia energética, economía circular clínica y métricas de desempeño ambiental en tableros directivos (Duane et al., 2020; Keil et al., 2024).

Además, las evaluaciones organizacionales basadas en el análisis de ciclo de vida (LCA) y los inventarios de huella de carbono a nivel de práctica clínica evidencian que los mayores determinantes de la huella dental: adquisiciones, residuos, agua y logística, están bajo control de políticas internas, contratos con proveedores y rediseños operativos, subrayando el rol del liderazgo clínico-administrativo

(Suresh et al., 2024; Duane & Steinbach, 2024). Esta convergencia evidencia un vacío sistemático: faltan síntesis rigurosas que conecten resultados de LCA con modelos de gestión aplicables en clínicas odontológicas: estándares de compra verde, indicadores ambientales y estrategias de cambio organizacional; para reducir emisiones sin sacrificar productividad ni calidad asistencial. Por ello, una revisión sistemática centrada en gestión organizacional sostenible es oportuna y necesaria.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, la gestión sostenible de la huella de carbono en la práctica clínica odontológica se ha convertido en un desafío emergente que revela las tensiones entre la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental de los servicios de salud bucodental.

Las clínicas odontológicas, al depender de un uso intensivo de energía, materiales desechables y tecnologías de alto consumo, generan emisiones significativas que contribuyen al deterioro ambiental y al incumplimiento de compromisos globales de sostenibilidad. Esta ausencia de una cultura gerencial verde impide la incorporación de prácticas sistemáticas de reducción de emisiones, reciclaje o eficiencia energética. A pesar de los avances normativos y las exhortaciones de organismos internacionales para integrar la sostenibilidad en los servicios de salud, la evidencia científica sobre cómo las estrategias de gestión organizacional pueden transformar las dinámicas de la práctica odontológica sigue siendo escasa y fragmentada.

Por lo tanto, esta revisión tiene como objetivo analizar la evidencia científica disponible sobre la gestión organizacional sostenible de la huella de carbono en la práctica clínica

odontológica.

## **2. Abordaje metodológico**

Se desarrolló una revisión sistemática (RS) basada en las directrices PRISMA 2020, la misma siguió una estrategia estructurada y reproducible de búsqueda, selección, evaluación crítica y síntesis de la evidencia científica, a fin de garantizar transparencia, trazabilidad y rigor metodológico. La investigación se formuló conforme a la estructura PICO definiendo la pregunta ¿Cómo influye la gestión organizacional sostenible en la reducción de la huella de carbono en la práctica clínica odontológica? Que respinde a la siguiente estructura:

- P (Población): Clínicas odontológicas / personal odontológico.
- I (Intervención): Implementación de estrategias de gestión organizacional sostenible.
- C (Comparador): Gestión convencional o sin enfoque ambiental.
- O (Resultado): Disminución de emisiones, eficiencia energética, optimización de recursos y mejora en el desempeño organizacional.

Para el estudio, se consultaron las bases de datos Scopus, PubMed/MEDLINE, Web of Science, ScienceDirect y ProQuest. El rango temporal de búsqueda se estableció entre enero de 2013 y noviembre de 2025, considerando publicaciones revisadas por pares en inglés, español y portugués. Se incluyeron únicamente artículos originales que abordaran la gestión organizacional o la sostenibilidad ambiental en el contexto odontológico o sanitario con enfoque en reducción de emisiones. Se construyó la búsqueda a partir de términos MeSH (Medical Subject Headings) y DeCS

(Descriptores en Ciencias de la Salud), complementados con términos libres derivados de la literatura especializada. La combinación de los términos se realizó mediante operadores booleanos (“AND”, “OR”) para maximizar sensibilidad y especificidad en la recuperación. La ecuación final utilizada en las bases de datos fue la siguiente:

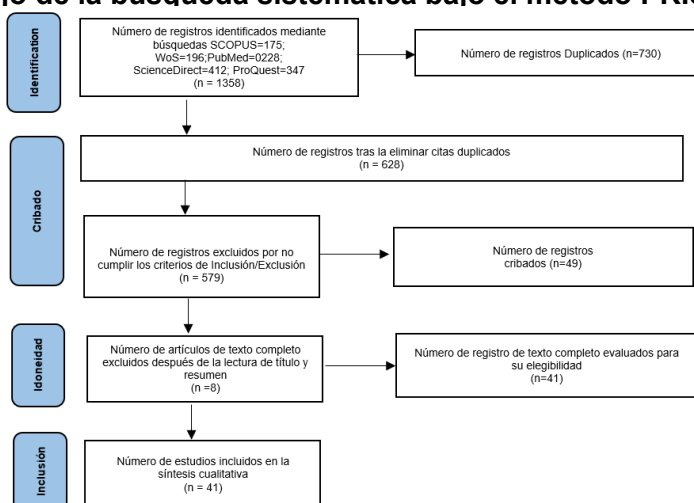
“Carbon Footprint” OR “carbon emissions” OR “CO2 reduction” OR “environmental impact”) AND (“Dentistry” OR “dental practice” OR “dental clinics” OR “oral health services”) AND (“Organizational Management” OR “organizational sustainability” OR “strategic management” OR “green management” OR “sustainable leadership”) AND (“Sustainable Development” OR “environmental sustainability” OR “sustainable health care” OR “green healthcare”)

Los criterios de inclusión considerados para la inclusión de artículos fueron: Estudios publicados

entre 2013 y 2025, Publicaciones en inglés, español o portugués, Investigaciones que evalúen la huella de carbono, sostenibilidad o gestión organizacional en odontología o servicios clínicos relacionados. Y se excluyeron aquellos documentos que fueran de tipo Editoriales, cartas al editor, tesis no publicadas, resúmenes de congresos. Así como, estudios fuera del contexto clínico u odontológico y publicaciones sin evaluación de estrategias de gestión o sostenibilidad ambiental.

La identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios se realizó siguiendo el diagrama de flujo PRISMA 2020 (diagrama 1). Se utilizó el software Rayyan para la gestión de referencias. Dos revisores independientes evaluaron los títulos, resúmenes y textos completos; las discrepancias fueron resueltas por consenso o mediante la intervención de un tercer revisor.

**Diagrama 1**  
**Flujo de la búsqueda sistemática bajo el método PRISMA**



Para la extracción y análisis de datos se utilizó una matriz de extracción que incluyó: autor, año, país, objetivo, diseño metodológico, variables analizadas, estrategias de gestión sostenible aplicadas, indicadores de desempeño ambiental y resultados principales. Los datos fueron sistematizados en Microsoft Excel 2021 y analizados de forma descriptiva y temática, categorizando los hallazgos según los componentes gerenciales: planificación, liderazgo, control y mejora continua.

Los resultados se integraron mediante una síntesis narrativa estructurada que agrupó los estudios según su enfoque:

1. Gestión organizacional sostenible y gobernanza clínica.
2. Estrategias de reducción de huella de carbono en la práctica odontológica.
3. Indicadores de desempeño ambiental en servicios clínicos.

### 3. Patrones y convergencias en la gestión organizacional sostenible de la huella de carbono odontológica

En esta sección se presentan de manera objetiva los resultados identificados en los 41 estudios incluidos a la luz de la gestión organizacional sostenible. La revisión sistemática permitió identificar un creciente cuerpo de evidencia que vincula la gestión organizacional sostenible con la reducción de la huella de carbono en la práctica odontológica. En los estudios revisados se observa un patrón consistente: la huella ambiental de las clínicas dentales se explica menos por un único procedimiento y más por la forma en la que la organización planifica y controla sus recursos y procesos. En concreto, los estudios fueron sintetizados mediante análisis temático inductivo, identificando patrones recurrentes agrupados en cinco núcleos conceptuales en función de se mecanismo organizacional de intervención sobre la huella de carbono (cuadro 1).

#### Cuadro 1 Sumario de artículos analizados y su contribución a los núcleos conceptuales de la gestión organizacional sostenible en odontología

Autores	Aporte esencial a la sostenibilidad odontológica	Aporte organizacional identificado	Núcleo
Jangili y Vyas (2023)	Sostenibilidad como proceso interconectado entre formación, operación y cadena de suministro	Coordinación institucional y educación ambiental	N2, N4
Valenzuela Ramos et al. (2020)	Medidas energéticas solo efectivas con políticas internas y seguimiento	Formalización de políticas internas	N1, N2
Avinash et al. (2013)	Integración de diseño arquitectónico, procesos y cultura	Planificación y evaluación gerencial	N1, N2
Baras (2022)	Beneficios ambientales, sociales y económicos de la eco-responsabilidad clínica	Modelo institucional integral	N2, N5

## Cont... Cuadro 1

Gupta et al. (2022)	Influencia organizacional sobre proveedores y operaciones verdes	Procurement verde	N4
Duane et al. (2020a)	Participación del personal mejora indicadores ambientales	Liderazgo participativo	N2, N1
Batsford et al. (2022)	Viajes, adquisiciones y energía como emisores relevantes	Planificación estratégica de movilidad y energía	N1, N5
Vanka et al. (2019)	Modelo "Cuatro A" institucionaliza la sostenibilidad	Gestión del cambio organizacional	N2, N3
Keil et al. (2024)	Evaluación sistemática de la huella de carbono en sistemas sanitarios	Diagnóstico organizacional basado en evidencia	N1, N3
Prieto et al. (2023)	Implementación del estándar Carbon Neutral como herramienta de gestión ambiental	Sistema formal de gestión ambiental	N5
Talbot et al. (2024)	Reducción de emisiones mediante estrategias organizacionales de largo plazo	Planificación estratégica con metas medibles	N5
Charlesworth et al. (2018)	Implementación organizacional de estrategias para reducir la huella de carbono	Gobernanza basada en evidencia y aprendizaje institucional	N2, N5
Alruwaili et al. (2023)	Integración entre sostenibilidad ambiental y control de infecciones	Capacitación y liderazgo visible	N2
Sawant et al. (2013)	Planificación y monitoreo sistemático favorecen mejora ambiental sostenida	Institucionalización de políticas verdes y seguimiento	N2, N5
Duane et al. (2022)	Revisión de descontaminación desde una perspectiva ambiental	Revisión de procesos clínicos	N1
Antoniadou et al. (2021)	Integración de 3R en residuos biomédicos	Plan integral de residuos	N4
Hensher, M., & Mc Gain, F. (2020).	Tableros de control permiten comparabilidad	Auditoría y seguimiento ambiental	N5
Gunasekaran et al. (2014)	Modelado operativo mejora eficiencia ambiental	Mejora de la eficiencia ambiental organizacional.	N3, N5
Rizan et al. (2022)	Instrumental reutilizable reduce impacto si se optimiza esterilización	Gestión de compras e instrumental	N4, N1
Grose et al. (2016)	La gestión sostenible requiere integrar capacitación del personal, control de recursos y reducción de residuos	Gobernanza interna para la gestión de recursos y residuos	N2, N4
Alotaiby, R., & Krenyác. (2023)	Solar y control HVAC reducen huella	Decisiones estratégicas de inversión	N1, N5
Antoniadou et al. (2023)	Actitudes ambientales influyen en implementación	Formación y cultura organizacional	N2
Mello (2019)	Incremento de EPP tensiona sostenibilidad	Replanificación preventiva y digital	N3
Romanello et al. (2023)	Integración de la acción climática en la gobernanza de los sistemas sanitarios	Estandarización institucional	N2
Duane (2018)	Emisiones distribuidas en cadena de valor	Diagnóstico técnico como base de gestión	N1

### Cont... Cuadro 1

Mostepaniuk et al. (2023)	Sostenibilidad organizacional requiere rediseño estratégico	Integración diagnóstico-política	N1, N5
Borglin et al. (2021)	LCA identifica impactos de la consulta dental	Evaluación ambiental por procedimiento	N1
Stancliffe et al. (2022)	Integración estratégica de metas ambientales en salud	Planificación estratégica con metas medibles	N5
Tennison et al. (2021)	Prevención reduce carga ambiental sistémica	Integración prevención-gestión	N3, N5
Duane et al. (2020b)	Endodoncia presenta impactos medibles por materiales y sesiones clínicas	Optimización de procedimientos y materiales	N1, N3
Wadia (2020)	Sostenibilidad en odontología requiere enfoque multifactorial	Economía circular institucional	N4
Rajagopalan et al. (2023)	Implementación de marcos integrados de sostenibilidad en organizaciones sanitarias	Comunicación organizacional y gobernanza	N2, N5
Sherman et al. (2020)	La sostenibilidad sanitaria requiere liderazgo y sistemas organizacionales	Control institucional	N5
Wainer (2022)	Digitalización reduce desplazamientos	Teleodontología	N3
Gupta et al. (2022)	Sostenibilidad dental depende de compras y proveedores	Contratación verde	N4
Sowa et al. (2023)	Comparación de instrumentos reutilizables y desechables	Gestión de compras basada en impacto	N4, N1
Suresh et al. (2024)	Procurement, residuos y agua inciden en la huella clínica	Gestión de recursos y suministros	N1, N4
Lyne et al. (2020)	Productos dentales muestran impactos ambientales diferenciados	Selección sostenible de insumos	N4
Byrne et al. (2022)	Kits reutilizables y desechables presentan diferencias de impacto ambiental	Evaluación de compras mediante LCA	N4, N1
Duane y Steinbach (2024)	La práctica dental presenta huella ambiental asociada a operación clínica	Diagnóstico ambiental del consultorio	N1
Künzle et al. (2025)	La extracción dental tiene impactos ambientales cuantificables	Evaluación de procedimientos clínicos	N1

Leyenda de Núcleos Conceptuales  
N1 Hotspots organizacionales

(viajes, energía, compras, residuos)

N2 Gobernanza, liderazgo y cultura organizacional

N3 Digitalización, prevención y rediseño de flujos

N4 Economía circular y compra sostenible

N5 Estrategia, métricas y enfoque “net-zero”

### 4.1 Convergencias temáticas: agrupaciones por núcleos conceptuales

A continuación, se detallan las agrupaciones obtenidas en el estudio para analizar las convergencias temáticas identificadas.

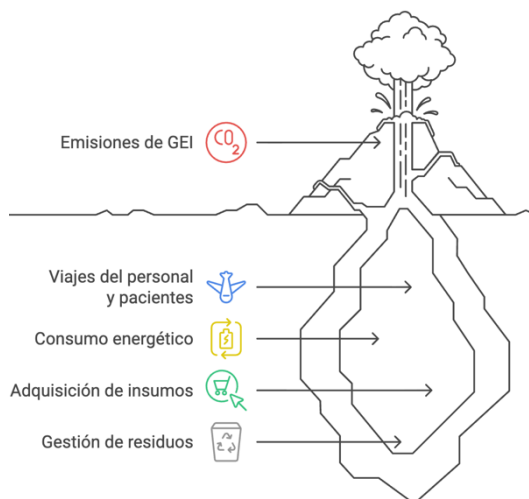
#### 4.1. Hotspots organizacionales: viajes, energía, compras y residuos

Una de las convergencias más claras se refiere a la identificación de los principales focos de emisión o “hotspots”, los viajes de personal y pacientes, el consumo energético especialmente asociado a los sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) y esterilización (ilustración 1), la adquisición de insumos y la gestión de residuos, identificados de

manera consistente mediante análisis de ciclo de vida (Duane 2018, 2020a; Mostepaniuk et al. 2023; Batsford et al. 2022; Vanka et al. 2019).

Estos hallazgos evidencian que el impacto ambiental no se limita al acto clínico aislado, sino que se distribuye a lo largo de la cadena de valor organizacional, incluyendo actividades indirectas. Por tanto, los mayores márgenes de reducción no dependen exclusivamente de innovaciones técnicas, sino de decisiones estratégicas sobre movilidad, energía, compras y rediseño de procesos.

#### Ilustración 1 La gestión organizacional transforma los hotspots en reducciones de CO<sub>2</sub>e.



Fuente: Elaboración propia basada en Griffiths et al. (2012), Duane (2018, 2020), Batsford et al. (2022), Vanka et al. (2022), Suresh et al. (2024) y Künzle et al. (2025).

En este sentido, los estudios coinciden en que los puntos críticos solo se convierten en oportunidades de mitigación cuando la organización los reconoce como variables gestionables

e integra su control en la planificación institucional. La implementación de planes de movilidad sostenible, contratos de energía verde, optimización de esterilización y políticas de reutilización

han demostrado reducciones significativas de CO<sub>2</sub>e, en algunos casos entre 20% y 35% sin comprometer la bioseguridad ni la calidad asistencial (Duane et al. 2020; Batsford et al., 2022; Suresh et al. (2024)). Así, la gestión organizacional emerge como mediadora entre el diagnóstico técnico del impacto ambiental y la ejecución de políticas correctivas sostenibles.

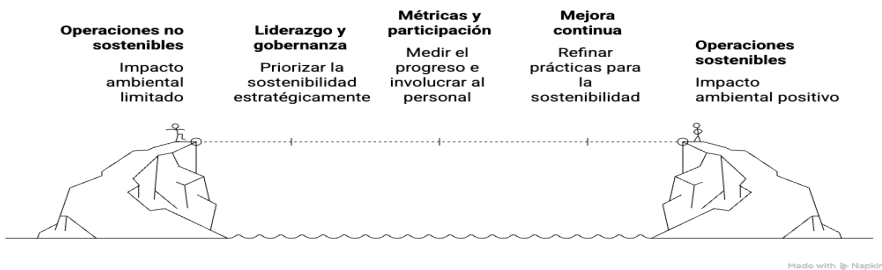
## 4.2. Gobernanza, liderazgo y cultura organizacional

La segunda agrupación coincide en que la reducción sostenida de la huella

de carbono en odontología depende menos de la disponibilidad tecnológica y más de la capacidad organizacional para institucionalizar la sostenibilidad como principio de gobernanza. Los estudios incluidos muestran que las clínicas que logran mejoras ambientales medibles comparten tres condiciones: liderazgo visible, integración de métricas en la gestión y apropiación cultural de los objetivos ambientales por parte del equipo clínico (Sherman et al. 2020, Duane et al. 2020b, Rajagopalan et al. 2023, Jangili y Vyas et al. 2023 y Alruwaili et al. 2023) (Ilustración 2).

### Ilustración 2 Integrando la sostenibilidad en los servicios de salud

#### Integrando la sostenibilidad en la atención médica



Fuente: Elaboración propia basada en Duane et al. (2020b), Alruwaili et al. (2023), Jangili y Vyas (2023) y Rajagopalan (2023).

Ahora bien, el liderazgo efectivo no se limita a declarar compromisos verdes, sino que se traduce en la formulación de planes formales, monitoreo sistemático y asignación clara de responsabilidades. La incorporación de indicadores ambientales y tableros de control transforma la sostenibilidad de un principio ético en un criterio verificable de desempeño organizacional. Asimismo, los estudios evidencian que las

reducciones más estables CO<sub>2</sub>e ocurren cuando la sostenibilidad se internaliza como el valor compartido generando prácticas cotidianas coherentes con los objetivos institucionales.

De manera complementaria, se identifica que los enfoques más recientes superan modelos jerárquicos centrados exclusivamente en el control normativo, transitando hacia esquemas participativos donde la mejora

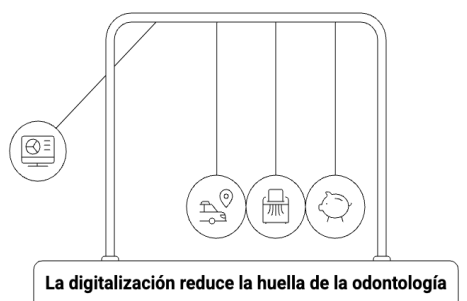
ambiental emerge del aprendizaje organizacional, la comunicación interna y la corresponsabilidad del equipo. En este sentido, la gobernanza ambiental se configura como un proceso dinámico que articula dirección estratégica, cultura profesional y mecanismos de seguimiento, consolidando la sostenibilidad como competencia organizacional.

### 4.3. Digitalización, prevención y rediseño de flujos

La tercera agrupación indica que la digitalización y el rediseño de flujos clínicos constituyen una de las

palancas organizacionales mas eficaces para reducir la huella de carbono en odontología, especialmente en lo vinculado a la movilidad, el consumo de insumos y la duración de los tratamientos. La evidencia analizada muestra que los desplazamientos de los pacientes y personal representan una proporción significativa de las emisiones totales, alcanzando cifras superiores al 60% en algunos contextos, lo que convierte la optimización de citas, la teleodontología y el seguimiento remoto en intervenciones estratégicas de alto impacto (Vanka et al. 2022; Duane et al. 2020b) (Ilustración 3).

### Ilustración 3 Digitalización de los procesos clínicos y administrativos



Digitalización	Reducción de viajes	Reducción de consumibles	Ahorros de huella
Teleodontología y registros digitales	Menos viajes de pacientes	Menos materiales utilizados	Innovaciones que reducen la huella

Made with Napkin

Fuente: Elaboración propia basada en Vanka et al. (2019), Walker et al. (2019) y Duane et al. (2020b).

Más allá de la incorporación tecnológica, la reducción efectiva de emisiones depende de su integración en la gestión organizacional. La

digitalización de historias clínicas, las consultas virtuales y los tratamientos de visita única permiten disminuir viajes, consumo energético y materiales

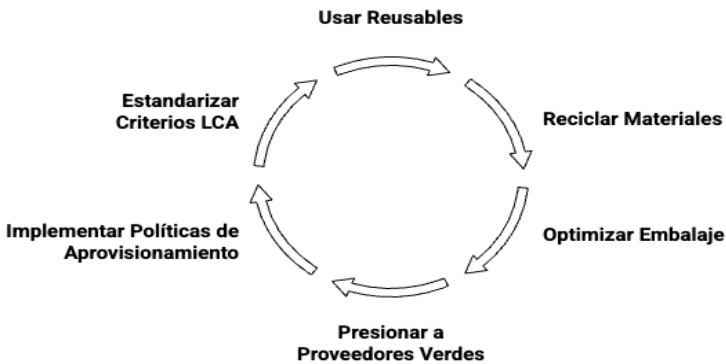
desechables, siempre que formen parte de una planificación coordinada y orientada a la eficiencia (Vanka et al., 2019; Walker et al. 2019). Asimismo, la prevención y la reorganización de rutas clínicas reducen la necesidad de intervenciones repetidas, optimizando recursos sin comprometer la calidad asistencial.

En conjunto estos hallazgos evidencian que la innovación digital adquiere valor ambiental cuando se articula como estrategia gerencial y no como incorporación aislada de tecnología. El rediseño de flujos, apoyado en datos y análisis de ciclo de vida, transforma la práctica clínica en un sistema más eficiente, trazable y ambientalmente responsable, consolidando la digitalización como mecanismo estructural de descarbonización organizacional.

#### 4.4. Economía circular y compra sostenible

De manera complementaria, la literatura científica analizada identifica la economía circular y la gestión de compras como una palanca estratégica para intervenir sobre las emisiones indirectas asociadas a la cadena de suministro. La fase de adquisición y consumo de materiales constituye un punto crítico de apalancamiento, dado que las decisiones de compra determinan el volumen de residuos, la intensidad energética de los procesos de esterilización y el impacto ambiental incorporado en los insumos (Antoniadou et al. 2021; Duane et al., 2020b; Gupta et al., 2022; Griffiths et al., 2012). La sustitución de materiales de un solo uso por alternativas reutilizables, la aplicación de la jerarquía de las 3R y la incorporación de criterios ambientales en la contratación permiten reducir significativamente las emisiones de alcance 3 (diagrama 2).

**Diagrama 2**  
**Economía circular en odontología**



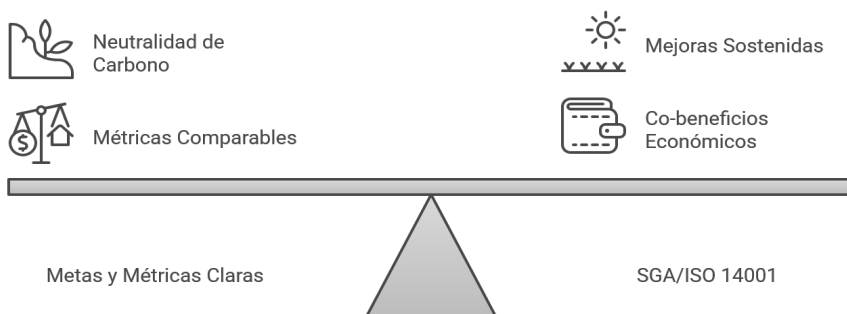
Fuente: Elaboración propia basada en Griffiths et al. (2012), Duane et al. (2020c), Antoniadou et al. (2021) y Gupta et al. (2022).

Asimismo, los estudios analizados muestran que la economía circular trasciende la gestión operativa de residuos para convertirse en un modelo organizacional que reconfigura las relaciones entre clínica, proveedor y entorno. La adopción de procurement verde y la presión institucional hacia estándares ecológicos en la cadena de suministro amplían el impacto de la gestión sostenible más allá de los límites físicos de la clínica. En consecuencia, la compra sostenible no representa una acción aislada, sino una estrategia estructural que integra eficiencia material, reducción de emisiones y coherencia institucional en la gobernanza ambiental de la práctica odontológica.

#### 4.5. Estrategia y métricas para “net-zero”

Por último, la evidencia señala que la reducción sostenida de la huella de carbono requiere la formulación explícita de estrategias institucionales orientadas a la neutralidad climática, acompañadas de métricas verificables y mecanismos de seguimiento continuo (Stancliffe et al., 2022; Hensher et al., 2020; Charlesworth et al., 2018; Prieto et al., 2023). Los compromisos ambientales adquieren efectividad únicamente cuando se traducen en objetivos cuantificables, indicadores comparables y planes estructurados de implementación. En este marco, los sistemas de gestión ambiental y los tableros de control permiten integrar la sostenibilidad en la planificación estratégica y en la evaluación del desempeño organizacional (ilustración 4).

#### Ilustración 4 Equilibrio entre metas ambientales y beneficios económicos



Fuente: Elaboración propia basada en Stancliffe et al. (2022), Charlesworth et al. (2018), Rajagopalan et al. (2023) y Prieto et al. (2023).

En consecuencia, el enfoque “net-zero” representa el nivel más avanzado de la gestión organizacional sostenible,

al vincular metas ambientales con eficiencia operativa y co-beneficios económicos. La integración de métricas

estandarizadas, auditorías internas y certificaciones internacionales fortalece la continuidad de las acciones y evita la fragmentación de iniciativas aisladas. Así, la sostenibilidad deja de ser una aspiración declarativa para consolidarse como proceso estratégico medible, auditado y alineado con la excelencia clínica.

## **5. Implicaciones estratégicas para la gestión organizacional sostenible en la práctica odontológica**

La síntesis interpretativa de los 41 artículos analizados converge en que la gestión organizacional es el principal mediador entre la evidencia técnica y la reducción efectiva de CO<sub>2</sub>e en la clínica dental. De forma transversal, se reconocen cuatro “hotspots” donde las decisiones gerenciales son decisivas: viajes, energía de edificios/HVAC, compras (alcance 3) y residuos/esterilización. En esta línea, los trabajos de Duane (2018, 2020), Batsford et al. (2022), Vanka et al. (2022), Suresh et al. (2024), Antoniadou et al. (2021) y Griffiths et al. (2012) coinciden en que las políticas internas (planes de viaje, energía verde, compras grupales, transición a reusables y rediseño de esterilización) materializan reducciones medibles; difieren, sin embargo, en el peso relativo de cada fuente de emisión según el contexto: Wainer (2022) y Vanka et al. (2022) enfatizan viajes (~64,5 %), mientras Duane et al. (2020) y Griffiths et al. (2012) resaltan materiales y procesos como los principales contribuyentes por procedimiento.

Esta discrepancia no es contradictoria: revela heterogeneidad organizacional y sugiere que los planes

deben iniciar con un diagnóstico LCA [local](#). Un segundo eje fuerte es la gobernanza. Duane et al. (2020), Sherman et al. (2020), Rajagopalan et al. (2023), Jangili y Vyas (2023) y Charlesworth et al. (2018) muestran que liderazgo visible, métricas y participación del personal son condiciones para sostener las mejoras. Mientras Sherman et al. (2020) prioriza la ruta “top-down” (apoyo directivo, plan, monitoreo), Duane et al. (2020) documenta con investigación-acción que los procesos participativos cambian conductas y aceleran la adopción de medidas (segregación, ahorro energético, compras conscientes). Rajagopalan et al. (2023) añaden un matiz relevante: las clínicas encuentran barreras normativas (bioseguridad) y de conocimiento que, si no se gestionan con capacitación y comunicación interna, producen “rebotes operativos” (retrocesos ambientales tras avances puntuales). El punto de encuentro es claro: la cultura organizacional no solo la tecnología determina la persistencia de las reducciones de CO<sub>2</sub>e.

El tercer clúster temático reúne digitalización, prevención y rediseño de flujos. Vanka et al. (2022) y Walker et al. (2019) sostienen que la teleodontología, la citación inteligente y el intercambio digital disminuyen viajes y reprogramaciones, mitigando el hotspot más volátil (transporte). Vanka et al. (2019) operacionalizan esta lógica con su protocolo de las “Cuatro A”, transformando la “intención verde” en gestión del cambio (preguntar-evaluar-asesorar-asistir). Duane et al. (2020) aporta una cifra icónica (≈4,9 kg CO<sub>2</sub>e por endodoncia estándar) y sugiere que visita única y elecciones de materiales reducen significativamente impactos por procedimiento. Quienes discrepan no cuestionan la dirección, sino el

alcance: Walker et al. (2019) advierten que en escenarios pospandemia el aumento de EPP y restricciones clínicas limitó parcialmente la digitalización, reafirmando la necesidad de planificación para sostener ganancias ambientales cuando cambian los requisitos de control de infecciones.

En cuarto lugar, la economía circular y las compras sostenibles emergen como palanca estructural.

Künzle et al. (2025), Duane et al. (2020; "Circular Medicine"), Gupta et al. (2022) y Griffiths et al. (2012) convergen en priorizar reusables donde sea clínica y regulatoriamente seguro, optimizar embalajes y presionar a proveedores con criterios ambientales. La gran coincidencia es que el alcance 3 de la cadena de suministro requiere un procurement verde formalizado (fichas técnicas con LCA, cláusulas ambientales y compras consorciadas). La divergencia viene por "qué reusable" y "cuándo" reusar: Griffiths et al. (2012) muestran beneficios de instrumental reutilizable solo si la carga de esterilización es óptima (de lo contrario, se diluye el ahorro); Künzle et al. (2025) advierte que no todo desechable tiene sustituto seguro y aboga por análisis caso a caso.

La síntesis práctica es que el comité de compras debe integrar LCA y bioseguridad para evitar "falsos verdes" (medidas que aparentan sostenibilidad pero trasladan impactos a otra fase del ciclo). Un quinto conjunto temático se orienta a estrategia y métricas para "net-zero". Stancliffe et al. (2022), Charlesworth et al. (2018), Rajagopalan et al. (2023) y Prieto et al. (2023) subrayan que metas explícitas (neutralidad de carbono), tableros comparables y planes de implementación son indispensables para evitar iniciativas fragmentarias.

Aquí el matiz es importante:

Rajagopalan et al. (2023) piden estándares de medición homogéneos, mientras Prieto et al. (2023) muestran en el terreno que sistemas tipo ISO 14001 y estándares de Carbon Neutral pueden reducir consumo de energía/agua y plásticos y, además, generar co-beneficios económicos. Esta conjunción refuerza la idea de que la sostenibilidad, gestionada con indicadores y auditoría, mejora el desempeño clínico y robustece la resiliencia financiera.

El conjunto de estudios evidencia que la implementación de prácticas sostenibles enfrenta tensiones reales dentro de la clínica odontológica. Suresh et al. (2024) y Alruwaili et al. (2023) discuten la tensión entre descontaminación estricta y reducción de impactos; Walker et al. (2019) documenta el retroceso en sostenibilidad por EPP en pandemia. Estas visiones contrastan con el optimismo operacional de Duane et al. (2020) y Batsford et al. (2022), pero no lo invalidan: más bien invitan a un enfoque prudencial donde la gerencia equilibre seguridad del paciente, cumplimiento normativo y metas ambientales, apoyándose en formación, pilotos controlados y evaluación continua para legitimar el cambio.

En el plano microoperativo, Duane et al. (2020) aportan evidencia granular: la elección de productos (cepillos, textiles, instrumentales) y configuraciones de procedimiento (visita única) producen diferencias cuantificables de CO<sub>2</sub>e. Combinadas con Grose et al. (2016) eficiencia energética en salud y Abou-El-Magd et al. (2008) energía solar, control HVAC, gestión de residuos, estas decisiones configuran una carpeta de proyectos en tres horizontes: i) "no-regret" (medidas de bajo costo y alta certidumbre:

aislamiento, LED, programación HVAC, segregación fina), ii) reconfiguración de flujos (teleodontología, citas inteligentes, logística de esterilización) y iii) inversiones estratégicas (renovables in situ, contratos PPA, certificación ISO/Carbon Neutral). La clave organizacional es priorizar por margen de reducción/ROI/riesgo y asegurar gobernanza para ejecución y seguimiento.

Para finalizar, Avinash et al. (2013), Jangili y Vyas (2023) y Baras (2022) coinciden en el rol formativo: integrar sostenibilidad en pregrado y educación continua cataliza cambios en el comportamiento clínico y en la adopción de protocolos. Esta capa cultural explica por qué organizaciones con políticas y métricas similares pueden tener desempeños divergentes: donde hay aprendizaje organizacional y propiedad del cambio, las reducciones de CO<sub>2</sub>e son más rápidas y persistentes.

En contraste, Rajagopalan et al. (2023) recuerdan que la divulgación corporativa puede sesgarse hacia la autopreservación; la gobernanza clínica debe blindar la transparencia para evitar el “greenwashing” y sostener la credibilidad del [proceso.En](#) conjunto, la gestión organizacional sostenible es un sistema de decisiones que integra diagnóstico LCA, liderazgo y cultura, digitalización y prevención, economía circular y compras verdes, y una arquitectura de métricas hacia net-zero.

Las discrepancias entre estudios (peso relativo de hotspots, límites de reusabilidad, tensiones con bioseguridad) no minan la dirección de viaje; más bien, dan insumos para estrategias contextuales: empezar por medir, priorizar por impacto-costorriesgo, gobernar con datos y capacitar para alinear la práctica clínica con la sostenibilidad institucional. Desde esta

perspectiva, la odontología no solo puede reducir su huella: debe hacerlo como parte de su desempeño de calidad, eficiencia y responsabilidad social.

## 6. Conclusiones

La evidencia científica de la presente revisión sistemática permite afirmar que la reducción de la huella de carbono en la práctica odontológica no puede entenderse como un problema exclusivamente técnico. Por el contrario, se configura como un desafío organizacional cuya magnitud y posibilidad de mitigación depende de la estructura de gestión que orienta las decisiones, la asignación de recursos y los comportamientos dentro de la clínica.

En este marco, el hallazgo central no se limita a identificar las principales fuentes emisoras, sino que demuestra que los denominados hotspots de emisión de movilidad, consumo energético, adquisidores y gestión de residuos/esterilización solo se transforman en verdaderas oportunidades de reducción cuando la organización cuenta con mecanismos de gobernanza capaces de convertir la evidencia en políticas internas, rediseños operativos y criterios responsables de compra.

Así, la sostenibilidad en odontología no puede convertirse en la suma de acciones aisladas, sino como un proceso articulado de coordinación estratégica entre funciones gerenciales, planificación, dirección, control y mejora continua que reconfigura la cadena de valor clínica, particularmente en lo relativo al alcance capaz de generar un ecosistema sostenible.

Desde una perspectiva interpretativa, los resultados sugieren que la sostenibilidad organizacional en odontología funciona como un sistema

sociotécnico. En efecto, las tecnologías disponibles, los protocolos climáticos y las decisiones de adquisición generan impactos ambientales distintos según el nivel de alineación institucional, la cultura organizacional y la capacidad de gestionar el cambio. Por ello, las diferencias observadas en tres estudios respecto al peso relativo de los puntos críticos de emisión no deben asumirse como inconsistencias, sino como expresión de la diversidad contextual en la que operan las clínicas. Por tanto, las estrategias más efectivas suelen comenzar con procesos de medición local, priorización basada en impacto, costo, riesgo y establecimiento de indicadores verificables. Bajo esta lógica, iniciativas como la digitalización, el fortalecimiento de la prevención, la incorporación de principios de economía circular y la optimización energética alcanzan mejores resultados cuando se integran en marcos formales de gestión como tableros de mando ambientales, auditorías internas, estándares y certificaciones y no cuando se implementan de manera aislada o desconectada del sistema de dirección institucional.

Por último, esta revisión constituye un marco gerencial integrado a evidenciar que avanzar hacia una odontología baja en carbono y alineada con objetivos net-zero exige consolidar, al menos, cuatro capacidades organizacionales clave: liderazgo y gobernanza ambiental, planificación estratégica con control operativo, rediseño de procesos y flujos asistenciales, y adopción de métricas comparables para el seguimiento y la rendición de cuentas. En este sentido, la sostenibilidad debe comprenderse como un criterio estructural del desempeño organizacional y no como un elemento accesorio. Su incorporación no solo

fortalece la eficiencia operativa, sino que también refuerza la legitimidad institucional frente a las crecientes demandas regulatorias y sociales, al tiempo que orienta la práctica odontológica hacia modelos de gestión coherentes con los desafíos contemporáneos que enfrenta la sociedad.

## Referencias

- Abou El-Magd, M. M., Zaki, M. F., & Abou-Hussein, S. D. (2008). Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(1), 90–98. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:201610609>
- Alotaiby, R., & Krenyácz, É. (2023). Energy efficiency in healthcare institutions. *Society and Economy*, 45(4), 494–511. <https://doi.org/10.1556/204.2023.00013>
- Alruwaili, R. F., Alsadaan, N., Alruwaili, A. N., & Alrumayh, A. G. (2023). Unveiling the symbiosis of environmental sustainability and infection control in health care settings: A systematic review. *Sustainability*, 15(22), 15728. <https://doi.org/10.3390/su152215728>
- Antoniadou, M., Intzes, A., Kladochias, C., Christou, I., Chatzigeorgiou, S., Plexida, M., Stefanidakis, V., & Tzoutzas, I. (2023). Factors affecting water quality and sustainability in dental practices in Greece. *Sustainability*, 15(11), 9115. <https://doi.org/10.3390/su15119115>
- Antoniadou, M., Varzakas, T., & Tzoutzas, I. (2021). Circular economy in conjunction with treatment methodologies in the biomedical and dental waste sectors. *Circular Economy and Sustainability*, 1, 563–

592. <https://doi.org/10.1007/s43615-020-00001-0>
- Avinash, B., Shivalinga, B. M., Jyothikiran, S., & Padmini, M. N. (2013). Going green with eco-friendly dentist. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(4), 766–769. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1400>
- Baras, A. (2022). Acting for planetary health by integrating an eco-responsible approach in practices: A French experiment in dental practice. *International Health Trends and Perspectives*, 2(3), 27–47. <https://doi.org/10.32920/ihtp.v2i3.1713>
- Batsford, H., Shah, S., & Wilson, G. J. (2022). A changing climate and the dental profession. *British Dental Journal*, 232, 603–606. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4202-1>
- Borglin, L., Pekarski, S., Saget, S., & Duane, B. (2021). The life cycle analysis of a dental examination. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 49(6), 581–593. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12630>
- Byrne, D., Saget, S., Davidson, A., Haneef, H., Abdeldaim, T., Almudahkah, A., Basquille, N., Bergin, A. M., Prida, J., Lyne, A., & Duane, B. (2022). Comparing the environmental impact of reusable and disposable dental examination kits: A life cycle assessment approach. *British Dental Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4912-4>
- Charlesworth, K. E., Stewart, G. J., & Sainsbury, P. (2018). Addressing the carbon footprint of health organisations: Eight lessons for implementation. *Public Health Research & Practice*, 28(4), e2841830. <https://doi.org/10.17061/phrp2841830>
- Duane, B. (2018). Sustainability in private surgical practice. *British Dental Journal*, 225(4), 345–348. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.738>
- Duane, B., & Steinbach, I. (2024). What is the environmental footprint of a dental practice? Part 1 (LCA). *British Dental Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1038/s41415-023-6710-z>
- Duane, B., Borglin, L., Pekarski, S., Saget, S., & Duncan, H. F. (2020a). Environmental sustainability in endodontics: LCA of root canal treatment. *BMC Oral Health*, 20, 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. *British Dental Journal*, 223(8), 589–593. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.839>
- Duane, B., Stancliffe, R., Miller, F. A., Sherman, J., & Pasdeki-Clewer, E. (2020b). Sustainability in dentistry: A multifaceted approach needed. *Journal of Dental Research*, 99(9), 998–1003. <https://doi.org/10.1177/0022034520919391>
- Duane, B., Stancliffe, R., Miller, F. A., Sherman, J., & Pasdeki-Clewer, E. (2022). HTM 01-05 through an environmentally sustainable lens. *British Dental Journal*, 233(5), 263–267. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4903-5>
- Grose, J., Richardson, J., Mills, I., Moles, D., & Nasser, M. (2016). Exploring attitudes and knowledge of climate change and sustainability in a dental practice: A feasibility study into resource management. *British Dental Journal*, 220(4), 187–191. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.136>
- Gunasekaran, A., Irani, Z., &

- Papadopoulos, T. (2014). Modelling and analysis of sustainable operations management: Certain investigations for research and applications. *Journal of the Operational Research Society*, 65(6), 806–823. <https://doi.org/10.1057/jors.2013.171>
- Gupta, P., Chawla, V., Jain, V., & Angra, S. (2022). Green operations management for sustainable development: An explicit analysis by using fuzzy best-worst method. *Decision Science Letters*, 11(3), 357–366. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2022.1.003>
- Hensher, M., & Mc Gain, F. (2020). Healthcare sustainability metrics. *Health Affairs*, 39(12), 2080–2087. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01103>
- Jangili, H. B., & Vyas, N. (2023). A way forward for a greener future – Sustainability in oral health care. *National Journal of Community Medicine*, 14(6), 404–406. <https://doi.org/10.55489/njcm.140620232887>
- Keil, M., Frehse, L., Hagemester, M., Knieß, M., Lange, O., Kronenberg, T., & Rogowski, W. (2024). Carbon footprint of healthcare systems: A systematic review of evidence and methods. *BMJ Open*, 14(4), e078464. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-078464>
- Künzle, P., Frank, A. C., & Paris, S. (2025). Environmental impact of a tooth extraction: Life cycle analysis in a university hospital setting. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 54(1), 30–39. <https://doi.org/10.1111/cdoe.70003>
- Lyne, A., Ashley, P., Saget, S., Porto, M., Underwood, B., & Duane, B. (2020). Combining evidence-based healthcare with environmental sustainability: Using the toothbrush as a model. *British Dental Journal*, 229, 303–309. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1981-0>
- Mello, J. (2019). Sustainability in health care organizations: Successes, challenges and opportunities. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(2), 65–78. <https://doi.org/10.33423/jsis.v14i2.1375>
- Mostepaniuk, A., Akalin, T., & Parish, M. R. (2023). Practices pursuing the sustainability of a healthcare organization: A systematic review. *Sustainability*, 15(3), 2353. <https://doi.org/10.3390/su15032353>
- Or, Z., & Seppänen, A. (2024). The role of the health sector in tackling climate change. *Health Policy*, 128(9), 101013. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2024.105053>
- Prieto, C. S., Bernal-Merchán, B. A., Méndez-Calle, C. G., Tello-López, S., & Bravo Calderón, M. E. (2023). Analysis of the carbon neutral standard and its implementation in a dental clinic in Ecuador: A review of the literature. *Research, Society and Development*, 12(6), e19312642304. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i6.42304>
- Rajagopalan, S., Pronovost, P., & Al-Kindi, S. (2023). Implementing a sustainability framework in healthcare: A three-lens framework. *Healthcare*, 11(13), 1867. <https://doi.org/10.3390/healthcare11131867>
- Rizan, C., Lillywhite, R., Reed, M., & Bhutta, M. F. (2022). Minimising carbon and financial costs of steam sterilisation and packaging of reusable surgical instruments. *British Journal of Surgery*, 109(2), 200–210. <https://doi.org/10.1093/bjs/znab406>
- Romanello, M., Napoli, C., Green, C., Kennard, H., Robinson, M., Walawnder, M., Adams, J., Ameli, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K.,

- Berry, H. L., Bouley, T., Bryant, M., Callaghan, M., Caron, S., Chambers, J., Chambers, W., Chatterson, M., Cox, J., ... Costello, A. (2023). The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: The imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *The Lancet*, 402(10416), 2346–2394. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01859-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01859-7)
- Sawant, S. U., Mosalikanti, R., Jacobi, R., Chinthala, S. P., & Siddarth, B. (2013). Strategy for implementation of green management system. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(10), 5510–5518. <http://ijrset.com/upload/october/55AStrategy.pdf>
- Sergeant, M., Ly, D., Kandasamy, S., Anand, S., & Souza, R. (2024). Managing greenhouse gas emissions in the terminal year. *The Lancet Planetary Health*, 8(7), e565–e567. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00048-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00048-2)
- Sherman, J. D., Thiel, C., MacNeill, A., Eckelman, M. J., Dubrow, R., Hopf, H., Lagasse, R., Bialowitz, J., Costello, A., Forbes, M., Stancliffe, R., Anastas, P., Anderko, L., Baratz, M., Barna, S., Bhatnagar, U., Burnham, J., Cai, Y., Cassels-Brown, A., ... Bilec, M. M. (2020). The green print: Advancement of environmental sustainability in healthcare. *Resources, Conservation, and Recycling*, 161, 104882. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104882>
- Sowa, P. M., Fookan, J., McGowan, K., & Birch, S. (2023). Disposable and reusable instruments in dental health practice: A comparison of cost factors in a public provider organization in Queensland, Australia. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 51(5), 794–803. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12764>
- Stancliffe, R., Bansal, A., Sowman, G., & Mortimer, F. (2022). Towards net zero healthcare. *BMJ*, 379, e066699. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-066699>
- Suresh, P., Crotty, J., Tesanovic, S., Othman, A., Doyle, S., Kiandee, M., Hayes, E., Umeh, V., Khalilnejad, B., & Duane, B. (2024). A life cycle analysis of the environmental impact of procurement, waste and water in the dental practice. *British Dental Journal*, 236(7), 545–551. <https://doi.org/10.1038/s41415-024-7239-5>
- Talbot, B., Fletcher, R., Neal, B., Oshima, M., Adshead, F., Moore, K., McGain, F., McAlister, S., Barraclough, K., Knight, J., Neuen, B., & Arnott, C. (2024). Reducing greenhouse gas emissions through disease prevention: A secondary analysis of data from the CREDENCE trial. *The Lancet Planetary Health*, 8(11), e950–e960. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00281-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00281-X)
- Tennison, I., Roschnik, S., Ashby, B., Boyd, R., Hamilton, I., Oreszczyn, T., & Eckelman, M. (2021). Health care's response to climate change: A carbon footprint assessment of the NHS in England. *The Lancet Planetary Health*, 5(2), e84–e92. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30271-0)
- Valenzuela Ramos, M. R., Dias Montero, P. M., Scipion Castro, R. D., Chumpitaz Durand, R., & Revilla Villanueva, C. M. (2020). Hacia una odontología sostenible. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 1(1), 20–26. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v1i1.4>
- Vanka, S., Wali, O., & Vanka, A. (2019). Four A's of eco-friendly dentistry. *Brazilian Oral Research*, 33, e004.

<https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0004>

- Wadia, R. (2020). Sustainability in dentistry. *British Dental Journal*, 228, 932. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1793-2>
- Walker, T. W. N., Janssens, I. A., Weedon, J. T., Sigurdsson, B. D., Richter, A., Peñuelas, J., Leblans, N. I. W., Bahn, M., Bartrons, M., De Jonge, C., Fuchslueger, L., Gargallo-Garriga, A., Gunnarsdóttir, G. E., Marañón-Jiménez, S., Oddsdóttir, E. S., Ostonen, I., Poeplau, C., Prommer, J., Radujković, D., ... Verbruggen, E. (2019). A systemic overreaction to years versus decades of warming in a subarctic grassland ecosystem. *Nature Ecology & Evolution*, 4(1), 101–108. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1055-3>
- 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, 437–440. <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4136-7>
- Wyma, N., & Niesing, C. (2024). Perspectives on healthcare decarbonization through plant-forward food procurement. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1432103. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1432103>