

SUSTENTABILIDADE EM LABORATÓRIOS DE REPRODUÇÃO HUMANA ASSISTIDA: REVISÃO SOBRE AS PRÁTICAS PARA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

Raisa Arruda de Oliveira¹;

¹Bióloga, Especialista em Reprodução Humana Assistida pela Embriológica e Doutoranda do Programa de Saúde Coletiva, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Botucatu, São Paulo.

<https://lattes.cnpq.br/5489588152249822>

Manoela Maria Gonçalves da Silva²;

²Biomédica e Especialista em Reprodução Humana Assistida pela Embriológica, São Paulo, São Paulo, Brasil.

<https://lattes.cnpq.br/0926639853729425>

Camila Crisostomo Pereira³;

³Biomédica, pós graduanda em Reprodução Humana Assistida pela Embriológica, São Paulo, São Paulo, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6371959915528963>

Maysa Barreto Bastos⁴;

⁴Biomédica e Especialista em Reprodução Humana Assistida pela Embriológica, São Paulo, São Paulo, Brasil.

<https://lattes.cnpq.br/2348162552460983>

Karina Pavão Patricio⁵.

⁵Profa Dra. Depto de Saúde Pública da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5188541007452383>

RESUMO: Na atualidade torna-se fundamental que os serviços de saúde adotem práticas e processos mais sustentáveis, e os laboratórios de reprodução humana assistida precisam se adequar a isso. Eles têm alta pegada de carbono devido ao consumo contínuo de energia e recursos, uso intensivo de materiais descartáveis, geração de resíduos e demandas específicas da criopreservação. Este capítulo analisou práticas sustentáveis aplicáveis a esses ambientes, identificando os desafios por meio de uma revisão narrativa, descritiva e exploratória. As buscas foram realizadas nas bases PubMed/MEDLINE, EMBASE e LILACS, abrangendo o período de 2023 a 2026, e após o processo de seleção, 15 publicações

compuseram a síntese narrativa. As principais estratégias encontradas envolveram eficiência energética, manutenção de equipamentos, redução no consumo de materiais, segregação adequada de resíduos, gestão da criopreservação, compras sustentáveis e capacitação das equipes. Contudo, identificou-se escassez de evidências específicas que avaliem o impacto ambiental dessas práticas nos laboratórios de reprodução assistida. Frente aos impactos das mudanças climáticas, torna-se fundamental que mais estudos sejam realizados nessa área para mitigar a pegada de carbono e implantarem práticas sustentáveis, mantendo a biossegurança, proteção dos gametas e embriões.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Sustentável. Tecnologias de Reprodução Assistida. Revisão Narrativa.

SUSTAINABILITY IN ASSISTED HUMAN REPRODUCTION LABORATORIES: A REVIEW OF PRACTICES TO REDUCE ENVIRONMENTAL IMPACT

ABSTRACT: Currently, it is essential for healthcare services to adopt more sustainable practices and processes, and assisted human reproduction laboratories need to adapt accordingly. These laboratories have a high carbon footprint due to the continuous consumption of energy and resources, the intensive use of disposable materials, waste generation, and the specific demands of cryopreservation. This chapter analyzed sustainable practices applicable to these settings and identified the associated challenges through a narrative, descriptive, and exploratory review. Searches were conducted in PubMed/MEDLINE, EMBASE, and LILACS, covering the period from 2023 to 2026. After the selection process, 15 publications were included in the narrative synthesis. The main strategies identified involved energy efficiency, equipment maintenance, reduction in material consumption, appropriate waste segregation, cryopreservation management, sustainable procurement, and staff training. However, there was a scarcity of specific evidence assessing the environmental impact of these practices in assisted reproduction laboratories. Given the impacts of climate change, further studies in this field are essential to support efforts to reduce the carbon footprint and implement sustainable practices while maintaining biosafety and ensuring the protection of gametes and embryos.

KEYWORDS: Sustainable Development. Assisted Reproductive Technologies. Narrative Review.

INTRODUÇÃO

A reprodução humana assistida (RHA) envolve uma série de procedimentos que incluem a manipulação de gametas, a fertilização, o cultivo de embriões, a transferência e a criopreservação de óvulos, espermatozoides e embriões (Antonouli *et al.*, 2023; Tamburrino *et al.*, 2023). Para garantir a viabilidade e a segurança dos materiais biológicos em

laboratórios de fertilização *in vitro*, é essencial dispor de uma infraestrutura especializada que assegure condições adequadas de controle ambiental, rastreabilidade e manejo rigoroso dos insumos, conforme diretrizes internacionais para boas práticas laboratoriais (ESHRE IVF Labs Working Group, 2022; Practice Committees of ASRM and SRBT, 2022).

O funcionamento desses laboratórios demanda um consumo constante de energia e recursos, utiliza grandes quantidades de materiais descartáveis e gera vários resíduos, além de possuir exigências específicas relacionadas à criopreservação (Farlie *et al.*, 2024; Farlie *et al.*, 2026). Isso evidencia a importância de desenvolver práticas que promovam a sustentabilidade ambiental nesse contexto (Waele *et al.*, 2024). No campo da saúde, iniciativas sustentáveis geralmente focam na eficiência energética, no manejo adequado de resíduos, em compras responsáveis e na capacitação dos profissionais envolvidos (Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Cerchione *et al.*, 2025).

Quando se trata dos laboratórios dedicados à RHA, a preocupação com a sustentabilidade ganha contornos próprios, devido à necessidade de manter constantemente equipamentos ligados para controle climático e criopreservação, além do impacto ambiental gerado pelo ciclo de vida dos materiais utilizados (Seewoo *et al.*, 2024; Kurul, Doruk e Topkaya., 2025). Por isso, práticas sustentáveis nesses espaços vai além da simples reciclagem e deve englobar um conjunto de medidas integradas que assegurem tanto a biossegurança quanto a qualidade dos procedimentos realizados (Parihar *et al.*, 2023). Contudo, ainda existem lacunas na adaptação de práticas sustentáveis específicas para laboratórios de reprodução assistida, uma vez que muitas recomendações são originadas de outros contextos laboratoriais e da saúde em geral (Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024).

Este capítulo se propõe a analisar criticamente as práticas sustentáveis documentadas na literatura e desafios da sua aplicabilidade, na redução dos impactos ambientais em laboratórios de reprodução humana assistida.

OBJETIVO

Investigar as práticas de sustentabilidade ambiental descritas na literatura científica, aplicáveis aos laboratórios de reprodução humana assistida, identificando os desafios para a redução do impacto ambiental desses ambientes.

METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, adotando uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória (Marconi e Lakatos, 2023). Esse tipo de revisão possibilita reunir, discutir e interpretar criticamente o conhecimento disponível sobre determinado tema, sendo especialmente útil para compreender questões emergentes sob perspectivas teórica e conceitual (Rother, 2007).

Para garantir maior organização e transparência na seleção dos trabalhos, utilizou-se um fluxograma adaptado do modelo PRISMA 2020, exemplificado na figura 1 (Page *et al.*, 2021). A busca bibliográfica foi realizada entre junho e agosto de 2026 nas bases PubMed/MEDLINE, EMBASE e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), considerando publicações de janeiro de 2023 a junho de 2026, nos idiomas português e inglês.

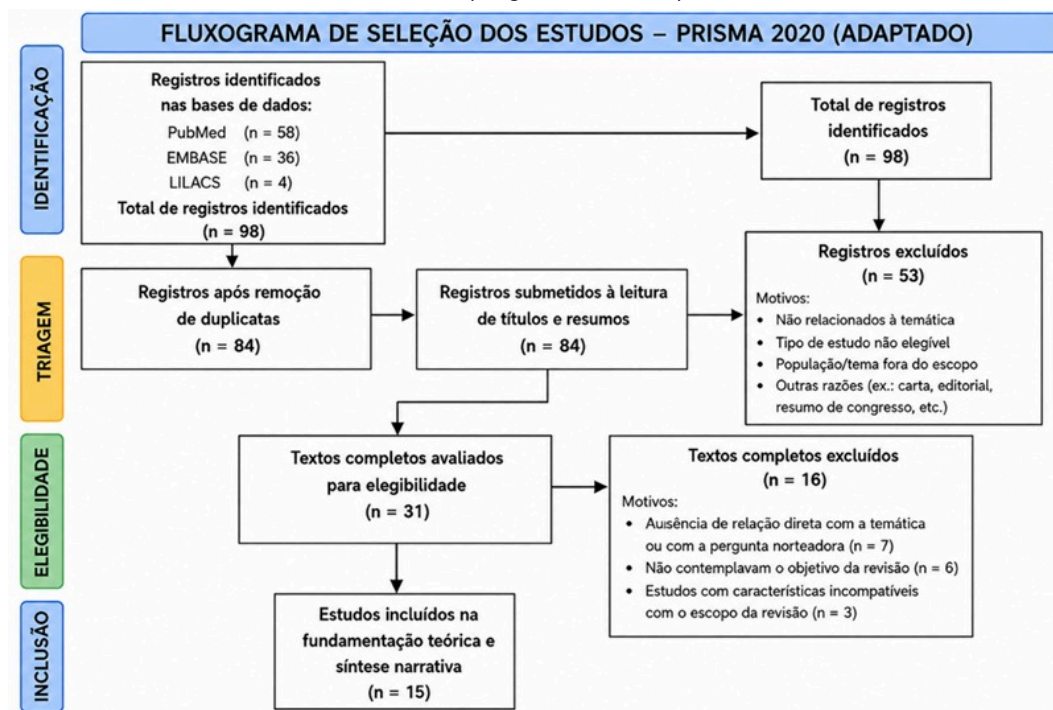
Foram usados termos livres relacionados à reprodução humana assistida e à sustentabilidade ambiental, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR (Page *et al.*, 2021). Em inglês, empregaram-se as seguintes combinações: (“assisted reproductive technology” OR “assisted reproduction” OR “*in vitro* fertilization” OR “IVF” OR “embryology laboratory” OR “fertility clinic”) AND (“environmental sustainability” OR “sustainability” OR “environmental impact” OR “carbon footprint” OR “green laboratory” OR “energy consumption” OR “waste” OR “plastic” OR “water consumption” OR “cryopreservation” OR “liquid nitrogen” OR “sustainable procurement”). Na busca em português, utilizaram-se: (“reprodução humana assistida” OR “reprodução assistida” OR “fertilização *in vitro*” OR “laboratório de embriologia” OR “clínica de fertilidade”) AND (“sustentabilidade ambiental” OR “sustentabilidade” OR “impacto ambiental” OR “pegada de carbono” OR “laboratório sustentável” OR “consumo de energia” OR “resíduos” OR “plásticos” OR “consumo de água” OR “criopreservação” OR “nitrogênio líquido” OR “compras sustentáveis”).

Foram incluídos artigos originais e revisões, nos idiomas definidos, que abordassem impactos ambientais, uso de recursos ou práticas sustentáveis relacionadas à RHA ou com potencial aplicação em seus laboratórios. Excluíram-se duplicatas, documentos fora do período ou idioma estabelecidos, editoriais, cartas, estudos veterinários, trabalhos sem relação direta com sustentabilidade ambiental ou sem aplicabilidade laboratorial, bem como publicações sem acesso ao texto completo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após eliminar duplicatas, 84 publicações passaram por triagem inicial com base em títulos e resumos. Destes, 53 foram excluídos por não atenderem aos critérios definidos. Dessa forma, 31 artigos seguiram para a leitura na íntegra, ocasião em que 16 foram excluídos por não apresentarem ligação direta com a temática, a pergunta norteadora ou os objetivos da revisão. Ao final, 15 publicações foram selecionadas para compor os Resultados e Discussão deste estudo.

Figura 1: Fluxograma elaborado de forma adaptada para a presente revisão narrativa, com base no PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).



Fonte: Elaborado pela autora no aplicativo *Notebook LM*, Google, 2026.

A análise dos 15 estudos selecionados permitiu identificar aspectos recorrentes relacionados à sustentabilidade ambiental no contexto da reprodução humana assistida. A partir da síntese narrativa dos achados, os resultados foram organizados em três grandes categorias temáticas, definidas de acordo com a convergência dos assuntos abordados nas publicações: (1) Sustentabilidade ambiental nos laboratórios de Reprodução humana assistida; (2) Práticas sustentáveis aplicáveis aos laboratórios de Reprodução humana assistida; e (3) Desafios para a Sustentabilidade na Reprodução humana assistida. Essas categorias foram estruturadas em subtópicos, apresentados a seguir, com o objetivo de integrar os principais achados dos estudos e discuti-los à luz de sua aplicabilidade aos laboratórios de reprodução humana assistida.

1. Sustentabilidade ambiental nos laboratórios de Reprodução humana assistida

Os estudos analisados demonstraram que a sustentabilidade ambiental nos laboratórios de reprodução humana assistida (RHA) apresenta particularidades relacionadas à complexidade dos procedimentos realizados nesses ambientes (Farlie *et al.* 2024; Farlie *et al.*, 2026). A RHA envolve manipulação de gametas, fertilização, cultivo embrionário, transferência e criopreservação de óvulos, espermatozoides e embriões, sendo a criopreservação uma prática frequente nos laboratórios de fertilização *in vitro* que demanda infraestrutura e condições rigorosas para assegurar a conservação e a segurança do material biológico (Antonouli *et al.*, 2023; Tamburrino *et al.*, 2023; Farlie *et al.*, 2024;

Farlie *et al.*, 2026).

Os achados também indicaram que o funcionamento desses laboratórios envolve operação contínua de equipamentos, controle rigoroso das condições ambientais e consumo significativo de insumos descartáveis, reagentes e sistemas de armazenamento, contribuindo para seus impactos ambientais (Farlie *et al.*, 2024; Farlie *et al.*, 2026; Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024; Waele *et al.*, 2024). Em conjunto com evidências provenientes de outros serviços de saúde, as estratégias de sustentabilidade convergem para eficiência energética, redução e manejo adequado de resíduos, compras responsáveis, capacitação dos profissionais e incorporação de critérios ambientais à gestão institucional (Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Cerchione *et al.*, 2025).

Entretanto, a mitigação da pegada de carbono não deve se restringir à coleta seletiva ou à redução do consumo de energia e água, sendo necessário considerar o ciclo de vida dos materiais e produtos, desde a fabricação e o transporte até o uso e descarte final (Seewoo *et al.*, 2024; Kurul, Doruk e Topkaya, 2025). Nesse contexto, as compras sustentáveis e os métodos de avaliação do ciclo de vida podem contribuir para a mensuração dos impactos ambientais, desde que sejam definidos limites adequados de análise e utilizadas fontes de dados apropriadas (Cerchione *et al.*, 2025).

Apesar dessas evidências, ainda são necessários avanços na investigação da sustentabilidade ambiental em laboratórios de fertilização *in vitro*, especialmente para compreender seus impactos, práticas e desafios específicos (Farlie *et al.*, 2026). Evidências provenientes de outros serviços de saúde apontam resíduos, consumo de energia, infraestrutura e deslocamento de pessoas entre os componentes relevantes do impacto ambiental (Lacroute *et al.*, 2023; Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024). A partir desses achados, evidencia-se a importância de uma avaliação sistêmica dos laboratórios de RHA, capaz de identificar os componentes de maior impacto e subsidiar a definição de prioridades de intervenção (Janik-Karpinska *et al.*, 2023).

2. Práticas sustentáveis aplicáveis aos laboratórios de Reprodução humana assistida

A segunda categoria reuniu as estratégias de sustentabilidade com potencial de aplicação nos laboratórios de RHA, agrupadas em quatro grandes áreas: eficiência energética e infraestrutura; redução e gerenciamento de materiais e resíduos; criopreservação e gestão de recursos específicos; e gestão institucional sustentável (Farlie *et al.*, 2024; Farlie *et al.*, 2026; Kurul, Doruk, Topkaya, 2025; Waele *et al.*, 2024). Esses achados demonstraram que a sustentabilidade laboratorial envolve diferentes componentes do processo de trabalho, não se restringindo a intervenções isoladas relacionadas ao descarte de resíduos (Kurul, Doruk, Topkaya, 2025; Waele *et al.*, 2024).

Em relação à eficiência energética e à infraestrutura, destacaram-se a manutenção preventiva e a calibração dos equipamentos, a redução do tempo de funcionamento desnecessário e a avaliação do desempenho energético na aquisição de novas tecnologias (Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024; Gunasekaran *et al.*, 2024). Entretanto, determinados equipamentos relacionados ao cultivo embrionário, ao controle ambiental e à criopreservação precisam permanecer em funcionamento contínuo para garantir a qualidade dos procedimentos, limitando as possibilidades de redução direta do consumo energético (Waele *et al.*, 2024). Assim, a busca por eficiência energética deve conciliar a redução do impacto ambiental com a manutenção das condições necessárias à segurança dos procedimentos laboratoriais (Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024; Gunasekaran *et al.*, 2024).

Quanto aos materiais e resíduos, os impactos dos polímeros presentes nos materiais plásticos abrangem não apenas o descarte, mas também sua produção, transporte, utilização e processamento final (Seewoo *et al.*, 2024). Nesse sentido, destacaram-se como ações prioritárias a prevenção do consumo excessivo, a redução de materiais e embalagens e a segregação adequada dos resíduos, uma vez que a contaminação dificulta a reciclagem e o descarte apropriado (Farlie *et al.*, 2024; Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Jiang e Bateer, 2025). Os princípios da química verde também contribuem ao priorizarem a prevenção da geração de resíduos e a redução do uso de substâncias perigosas; contudo, sua aplicação à RHA requer cautela, pois qualquer substituição de materiais deve ser avaliada quanto à compatibilidade e à segurança biológica (Kurul, Doruk, Topkaya, 2025).

Em procedimentos de reprodução medicamente assistida, Sluimer *et al.* (2025) demonstraram que intervenções sustentáveis desenvolvidas por uma equipe multidisciplinar reduziram em aproximadamente 60% os resíduos associados à coleta de oócitos e em 8% aqueles relacionados à transferência embrionária, evidenciando a possibilidade de reduzir o consumo e o descarte de materiais nesses procedimentos. A criopreservação constituiu outro eixo relevante, com demandas relacionadas ao uso contínuo de nitrogênio líquido, às taxas de evaporação, à manutenção dos recipientes e ao consumo energético dos equipamentos auxiliares (Antonouli *et al.*, 2023; Parihar *et al.*, 2023; Farlie *et al.*, 2026).

Embora a redução desses consumos possa contribuir para a sustentabilidade ambiental, qualquer intervenção deve preservar prioritariamente a segurança dos materiais biológicos, mediante redundâncias, monitoramento constante e planos de contingência (Tamburrino *et al.*, 2023). Dessa forma, a sustentabilidade nesse componente não pode ser analisada exclusivamente sob a perspectiva da redução do consumo, devendo estar associada à proteção de gametas e embriões (Antonouli *et al.*, 2023; Parihar *et al.*, 2023; Tamburrino *et al.*, 2023; Farlie *et al.*, 2026).

Por fim, a gestão institucional emergiu como componente necessário à implementação dessas práticas, envolvendo liderança, educação e capacitação das equipes, definição de diretrizes e integração de critérios ambientais aos processos organizacionais e às compras

(Farlie *et al.*, 2024; Waele *et al.*, 2024). Os estudos também indicaram a incorporação progressiva desses critérios à seleção de fornecedores, à aquisição e manutenção de equipamentos e ao monitoramento do consumo de recursos (Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024; Waele *et al.*, 2024). Em conjunto, esses achados evidenciam que a sustentabilidade nos laboratórios de RHA requer a integração das intervenções técnicas às decisões de gestão, evitando que permaneça restrita a ações pontuais (Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024; Waele *et al.*, 2024; Farlie *et al.*, 2026).

3. Desafios para Sustentabilidade na Reprodução humana assistida

A terceira categoria evidenciou os principais obstáculos para a implementação e avaliação de práticas sustentáveis na RHA, destacando-se a escassez de dados ambientais específicos dos laboratórios de reprodução assistida (Farlie *et al.*, 2026; Farlie *et al.*, 2024). A análise das publicações selecionadas indicou menor disponibilidade de evidências direcionadas ao desempenho ambiental desses ambientes, enquanto parte das estratégias discutidas provém de outros contextos da área da saúde, exigindo cautela na sua adaptação aos laboratórios de RHA (Janik-Karpinska *et al.*, 2023).

Outro desafio identificado refere-se ao desenvolvimento de indicadores capazes de mensurar adequadamente o desempenho ambiental (Cerchione *et al.*, 2025). Entre os parâmetros relevantes estão o consumo de energia e água, a geração de resíduos e as emissões de carbono, cuja análise requer unidades funcionais padronizadas para assegurar comparabilidade e relevância (Cerchione *et al.*, 2025).

Além disso, Waele *et al.* (2024) destacaram a necessidade de uma abordagem abrangente para a sustentabilidade ambiental nos serviços de saúde. A partir desse achado e das limitações identificadas nesta revisão, infere-se que, no contexto da reprodução assistida, ações ambientais isoladas podem ser insuficientes, sendo pertinente considerar uma abordagem integrada e sistêmica da sustentabilidade (Farlie *et al.*, 2026). Essa perspectiva envolve conhecer os impactos ambientais do serviço, implementar intervenções direcionadas, monitorar continuamente seus resultados e validar as mudanças de acordo com os padrões de qualidade e segurança exigidos para o ambiente laboratorial (Parihar *et al.*, 2023; Waele *et al.*, 2024; Galozzi, Sciacovelli e Basso, 2024).

Em síntese, os achados das três categorias indicam que a sustentabilidade nos laboratórios de RHA não deve ser compreendida apenas como redução do consumo de recursos, mas também como seu uso eficiente e consciente, preservando a qualidade do trabalho laboratorial e a segurança dos resultados da assistência reprodutiva (Farlie *et al.*, 2024; Farlie *et al.*, 2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao refletir sobre a literatura, fica claro que promover a sustentabilidade nos laboratórios de reprodução humana assistida passa por ações como o uso consciente dos recursos, a busca por eficiência energética, a manutenção adequada dos equipamentos, a redução do consumo de materiais e geração de resíduos, o manejo cuidadoso da criopreservação, a adoção de compras responsáveis e a capacitação contínua das equipes. Essas práticas precisam estar incorporadas no dia a dia e na gestão desses laboratórios, transcendendo iniciativas pontuais como a coleta seletiva.

Entretanto, ainda há poucas pesquisas que avaliem de forma específica o impacto ambiental desses ambientes e a eficácia das estratégias sustentáveis aplicadas a eles. Por isso, é fundamental analisar com atenção as práticas adaptadas de outros setores de saúde, especialmente considerando a biossegurança, a qualidade dos processos e, acima de tudo, a proteção dos gametas e embriões envolvidos.

Assim, avançar rumo a laboratórios mais sustentáveis exige um conhecimento profundo sobre os impactos ambientais relevantes, a definição de indicadores e metas, e o acompanhamento sistemático dos efeitos das intervenções adotadas. O pilar da sustentabilidade deve ser incorporado nos serviços de saúde dentro da governança, no intuito de criar uma cultura necessária a fim de mitigar pegada de carbono, favorecendo locais mais adaptados e resilientes frente as mudanças climáticas. Somado a isso, garantir a qualidade e segurança indispensáveis aos procedimentos de reprodução humana assistida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONOULI, S.; NISIO, V. D.; MESSINI, C.; DAPONTE, A.; RAJENDER, S.; ANIFANDIS, G. A comprehensive review and update on human fertility cryopreservation methods and tools. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 10: 1151254, 2023. DOI: 10.3389/fvets.2023.1151254.

CERCHIONE, R.; MORELLI, M.; PASSARO, R.; QUINTO, I. A critical analysis of the integration of life cycle methods and quantitative methods for sustainability assessment. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 32, n. 2: 1508 – 1544, 2025. DOI: 10.1002/csr.3010.

ESHRE IVF LABS WORKING GROUP. ESHRE recommendations on good practice in the IVF laboratory. *Human Reproduction Open*, v. 41, n. 8:1245 - 1269, hoac016, 2022. DOI: 10.1093/humrep/deag096.

FARLIE, F.; PALMER, G. A.; COHEN, J.; CALCAGNI, C.; GORBUNOVA, A.; DAVIES, L. J.; LOSCHER, C.; O'RAGHALLAIGH, R.; SHARP, T.; *et al.* Sustainability in the IVF laboratory: recommendations of an expert panel. *Reproductive BioMedicine Online*, v. 48, n.1: 103600, págs: 803-813, 2024. DOI: 10.1016/j.rbmo.2023.103600.

FARLIE, F.; GORBUNOVA, A.; PAREDES, O.; WOOLLEY, T. E.; ALIKANI, M.; COHEN,

J.; PALMER, G. A. Balancing science and sustainability in ART: An international survey of green issues in IVF laboratories. *Reproductive BioMedicine Online*, v. 53, n. 4: 105804, págs: 1 – 13, 2026. DOI: 10.1016/j.rbmo.2026.105804.

GALOZZI, P.; SCIACOVELLI, L.; BASSO, D. A call-to-action for energy conservation and sustainability in the clinical laboratory: experiences from the University of Padova. *Clinical Biochemistry*, v. 125, art. 110727, 2024. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2024.110727.

GUNASEKARAN, S.; SZAVA-KOVATS, A.; BATTEY, T.; GROSS, J.; PICANO, E.; RAMAN, S. V.; *et al.* Cardiovascular imaging, climate change, and environmental sustainability. *Radiology Cardiothoracic Imaging*, v. 6, n. 3: e240135, 2024. DOI: 10.1148/ryct.240135.

JANIK-KARPINSKA, E.; BRANCALEONI, R.; NIEMCEWICZ, M.; WOJTAS, W.; FOCO, M.; PODOGROCKI, M.; BIJAK, M. Healthcare waste—a serious problem for global health. *Healthcare*, v. 11, n. 2: 242, 2023. DOI: 10.3390/healthcare11020242.

JIANG, X.; BATEER, B. A systematic review of plastic recycling: technology, environmental impact and economic evaluation. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, v. 43, n. 8, págs: 1159 – 1178. 2025. DOI: 10.1177/0734242X241310658.

KURUL, F.; DORUK, B.; TOPKAYA, S. N. Principles of green chemistry: building a sustainable future. *Discover Chemistry*, v. 2, n. 1, págs: 1 – 26, 2025. DOI: 10.1007/s44371-025-00152-9.

LACROUTE, J.; MARCANTONI, J.; PETITOT, S.; WEBER, J.; LEVY, P.; DIRRENBARGER, B.; TCHOUMAK, I.; BARON, M.; GIBERT, S.; MARGUERITE, S.; HUPPERTZ, J.; GRONIER, O.; DERLON, A. The carbon footprint of ambulatory gastrointestinal endoscopy. *Endoscopy*, v. 55, n. 10, p. 918–926, 2023. DOI: 10.1055/a-2088-4062.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia do Trabalho Científico: projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso*/Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos; atualização da edição João Bosco Medeiros, 9 ed., [3ª Reimp.] – São Paulo: Atlas, 2023. ISBN: 978-85-97-02653-5.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, n. 71, págs: 1 -9, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

PARIHAR, A.; KUMAR, A.; PANDA, U.; KHAN, R.; PARIHAR, D. S.; KHAN, R. Cryopreservation: a comprehensive overview, challenges, and future perspectives. *Advanced Biology*, v. 7, n. 6: e2200285, 2023. DOI: 10.1002/adbi.202200285.

PRACTICE COMMITTEES OF THE AMERICAN SOCIETY FOR REPRODUCTIVE MEDICINE AND THE SOCIETY FOR REPRODUCTIVE BIOLOGISTS AND TECHNOLOGISTS (SRBT). Comprehensive guidance for human embryology, andrology, and endocrinology laboratories: management and operations: a committee opinion. *Fertility and Sterility*, v. 117, n. 6: 1183 - 1202, 2022. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2022.02.016.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/SO103-21002007000200001>.

SEEWOO, B. J.; WONG, E. V. S.; MULDER, Y. R.; GOODES, L. M.; EROĞLU, E.; BRUNNER, M.; *et al.* Impacts associated with the plastic polymers polycarbonate, polystyrene, polyvinyl chloride, and polybutadiene across their life cycle: a review. *Heliyon*, v. 10, n. 12: e32912, págs: 1 – 28, 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e32912.

SLUIMER, R. A.; VAN TILBORG, T. C.; OUDE OPHUIS, R. J. A.; VERPOEST, W. M. J.; DAHHAN, T. Minimizing waste in medically assisted reproduction: a study on sustainability initiatives for oocyte retrieval and embryo transfer. *Reproductive BioMedicine Online*, v. 51, n. 5, art. 105081, 2025. DOI: 10.1016/j.rbmo.2025.105081.

TAMBURRINO, L.; TRAINI, G.; MARCELLINI, A.; VIGNOZZI, L.; BALDI, E.; MARCHIANI, S. Cryopreservation of human spermatozoa: functional, molecular and clinical aspects. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 5: 4656, págs: 1 – 21, 2023. DOI: 10.3390/ijms24054656.

WAELE, J. J. D.; HUNFELD, N.; BAID, H.; FERRER, R.; ILIOPOULOU, K.; IOAN, A.; *et al.* Environmental sustainability in intensive care: the path forward. An ESICM green paper. *Intensive Care Medicine*, v. 50, n. 11: 1729 – 1739, 2024. DOI: 10.1007/s00134-024-07662-7.