

A HIDROGENIOTERAPIA NA REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM DPOC

Girlene Sena Sousa¹
Joséany Maria Ribeiro Laurindo Soares²
Maria Eduarda Almeida de Oliveira³
Maria Eduarda Cardoso Oliveira de Sousa⁴
Lorena Havenna Alves da Silva⁵
Carlos Antonio da Luz Filho⁶

RESUMO: **Introdução:** A Doença Obstrutiva Pulmonar Crônica (DPOC) é uma condição heterogênea caracterizada por sintomas respiratórios crônicos, cuja anatomia e fisiologia do paciente é anormal, em consequência das sequelas pulmonares. Na reabilitação a fisioterapia respiratória é fundamental para restaurar as funções motoras, prevenir incapacidades e promover a autonomia dos indivíduos. A hidrogenioterapia vem apresentando características que podem contribuir para a saúde pulmonar. Em 2007, foi descoberto que ele poderia reduzir seletivamente os radicais de hidroxila e peroxinitrito.

Objetivo: Abordar por meio de uma revisão literatura, a eficácia do hidrogênio no processo de redução inflamatória de doenças pulmonares. **Metodologia:** A pesquisa consistiu em uma revisão bibliográfica com o objetivo de avaliar fatos e opiniões que comprovem se o hidrogênio contribui no processo de regeneração celular de pacientes acometidos por doença pulmonar obstrutiva crônica. Foram utilizados artigos publicados entre 2010 e 2025, selecionados nas bases Scielo, PubMed e Google acadêmico, por meio dos descritores “DPOC” “Hidrogênio” e “Fisioterapia”. Após a triagem inicial de 132 estudos, apenas 10 atenderam aos critérios de inclusão definidos. **Resultados:** Foram encontrados 132 estudos, porém apenas 10 destes foram incluídos neste trabalho e mostram que o uso do hidrogênio pode ser benéfico e contribuir para melhor qualidade respiratória dos pacientes. **Conclusão:** Com base no estudo, pode-se concluir que o hidrogênio molecular causa uma interferência positiva do tratamento de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

1719

Palavras-chave: DPOC. Fisioterapia. Hidrogênio.

ABSTRACT: Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a heterogeneous condition characterized by chronic respiratory symptoms, in which the patient's anatomy and physiology become abnormal as a result of pulmonary sequelae. In rehabilitation, respiratory physiotherapy is essential to restore motor functions, prevent disabilities, and promote autonomy. Hydrogen therapy has shown potential benefits for pulmonary health. In 2007, it was discovered that hydrogen could selectively reduce hydroxyl and peroxynitrite radicals. This study aimed to discuss, through a literature review, the effectiveness of hydrogen in reducing inflammation in pulmonary diseases. The research consisted of a bibliographic review designed to evaluate facts and opinions that demonstrate whether hydrogen contributes to the cellular regeneration process in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Articles published between 2010 and 2025 were selected from Scielo, PubMed, and Google Scholar databases using the descriptors “COPD,” “Hydrogen,” and “Physiotherapy.” After an initial screening of 132 studies, only 10 met the defined inclusion criteria. The results show that the use of hydrogen may be beneficial and contribute to better respiratory quality in patients. It is concluded that molecular hydrogen has a positive effect on the treatment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.

Keywords: COPD. Physiotherapy. Hydrogen.

¹ Discente do curso de Fisioterapia, Centro Universitário do Piauí.

² Discente do curso de Fisioterapia, Centro Universitário do Piauí.

³ Discente do curso de Fisioterapia, Centro Universitário do Piauí.

⁴ Discente do curso de Fisioterapia, Centro Universitário do Piauí.

⁵ Discente do curso de Fisioterapia, Centro Universitário do Piauí.

⁶ Docente do curso de Fisioterapia, Centro Universitário do Piauí.

I. INTRODUÇÃO

A Doença Obstrutiva Pulmonar Crônica (DPOC) é uma condição heterogênea caracterizada por sintomas respiratórios crônicos (dispneia, tosse, produção de escarro e exacerbações) devido às anormalidades das vias aéreas (bronquite e bronquiolite) e/o dos alvéolos (enfisema) que causam obstrução persistente, muitas vezes progressiva, do fluxo de ar (GOLD, 2025). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Doença Obstrutiva Pulmonar Crônica (DPOC) foi a quarta principal causa de morte no mundo, causando 3,5 milhões de mortes em 2021. A OMS, ainda prevê que a DPOC se tornará a terceira principal causa de morte no mundo até 2030.

O tratamento realizado para melhorar a performance respiratória necessita de diferentes técnicas que visam otimizar a ventilação e desobstruir as vias aéreas, a fim de melhorar a hematose e facilitar a respiração. Comumente, os protocolos utilizados são a deambulação, mudança de decúbito e técnicas de respiração e manobras, especialmente em pacientes na UTI, visto que possuem dificuldade de deslocamento. Essas manobras contribuem significativamente para a melhora da função respiratória do paciente DPOC, principalmente nos casos pós-operatórios, fortalecendo a musculatura respiratória e aumentando a capacidade pulmonar, o que resulta na eficiência de oxigenação corporal, a fim de evitar que os volumes pulmonares estejam abaixo da capacidade de fechamento (Larsen et al., 2019; Van Der Lee; Hill; Patman, 2019). Para tanto, a hidrogenioterapia apresenta características que podem contribuir para a saúde pulmonar, as quais devem ser analisadas.

1720

O Hidrogênio Molecular é acrônico e inolente, além de ser o elemento químico de menor densidade da atmosfera terrestre. Durante muito tempo, foi aceito que o hidrogênio molecular permanece sem atividade própria em células eucarióticas. Em 2007, Ohsawa et al. descobriram que o hidrogênio molecular poderia reduzir seletivamente os radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$) e peroxinitrito (ONOO^-), que são oxidantes altamente fortes, em células, suprimindo assim a lesão cerebral em lesão de isquemia/reperfusão (I/R) e acidente vascular cerebral em um modelo de rato.

Desde então, um grande número de estudos explorou os efeitos terapêuticos e preventivos do H_2 , pesquisas citológicas e animais, assim como ensaios clínicos em diversos campos biomédicos comprovaram os efeitos preventivos e terapêuticos do hidrogênio molecular em vários sistemas, dentre eles nervoso, cardiovascular, respiratório, digestivo, imunológico e endócrino, por intermédio de seu estresse antioxidante, anti-inflamatório, antiapoptótico e

vários outros efeitos biológicos (Qiu et al., 2011; Hou et al., 2012; Xie et al., 2012; Luo et al., 2015; Liu et al., 2020). Até o momento, não há comprovação de efeitos colaterais.

Esse estudo tem como objetivo principal avaliar a eficácia da hidrogenioterapia no tratamento de doenças pulmonares, com ênfase na redução da inflamação. Discutimos as indicações dessa terapia, analisando como ela pode atuar de forma progressiva na modulação do processo inflamatório. Além disso, o estudo aborda de maneira detalhada os mecanismos pelos quais o hidrogênio contribui para a regeneração celular dos pacientes, evidenciando seus potenciais benefícios terapêuticos.

Diante do potencial promissor da hidrogenioterapia, tornou-se essencial investigar os potenciais benefícios da hidrogenioterapia como um adjuvante na reabilitação pulmonar. A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de explorar novas estratégias terapêuticas para otimizar o manejo da DPOC, oferecendo alternativas que possam minimizar os impactos da doença e promover uma melhor qualidade de vida aos pacientes.

2. METODOLOGIA

Esse estudo trata-se de uma revisão bibliográfica do tipo integrativa, em que a pesquisa será conduzida com base em materiais previamente publicados com o objetivo de investigar evidências científicas sobre a atuação do Hidrogênio na reabilitação de pacientes com DPOC.

1721

Para seleção dos artigos utilizamos as seguintes bases de dados: Google Acadêmico e PubMed (National Center for Biotechnology), sendo utilizados os seguintes descritores: DPOC, Hidrogênio e Fisioterapia.

Como critérios de inclusão foram estabelecidos artigos completos, gratuitos, relacionados à temática da pesquisa, publicados nos últimos 5 anos, 2020 a 2025, escritos em português e inglês, com ênfase nos temas que abordam a atuação do hidrogênio em pacientes com DPOC. Já os critérios de exclusão foram: estudos repetitivos, artigos que não se alinham ao tema do trabalho ou que estejam incompletos.

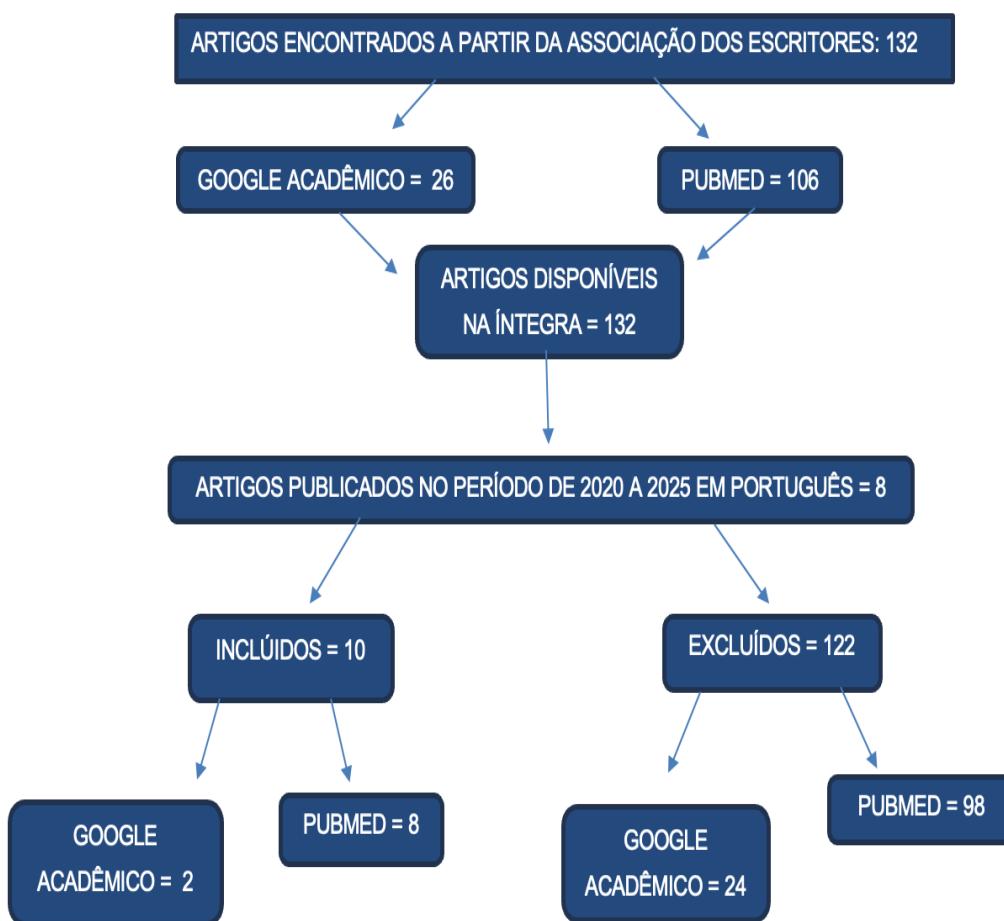
A partir dos dados coletados, procedeu-se a análise e síntese dos artigos, seguindo para a fase de leitura exploratória, objetivando a identificação e o reconhecimento dos artigos que interessavam à pesquisa, selecionando os textos que seriam usados no estudo.

Os resultados da pesquisa serão organizados em quadros, facilitando a apresentação e análise detalhada. Que constarão os seguintes dados: Autor e ano de publicação, objetivo, metodologia, resultado e conclusão.

3. RESULTADOS

Neste trabalho, foram identificados 132 artigos a partir da associação dos descritores hidrogênio e fisioterapia, sendo 106 provenientes da base PubMed e 26 do Google Acadêmico. Desses, 122 estavam disponíveis em inglês e 8 em português, todos publicados entre 2020 e 2025. Após a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão, bem como da análise criteriosa quanto à pertinência aos objetivos da pesquisa, constatou-se que, dos 132 artigos inicialmente selecionados, apenas 10 atendiam aos requisitos estabelecidos e respondiam adequadamente à questão norteadora do estudo.

Figura 1. Fluxograma para o manejo de pesquisas nas bases de dados de acordo com cada site. Fonte: Autoral (2025).



1722

Quadro 1. Extração de dados autoral (2025)

AUTOR/ANO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADO	CONCLUSÃO
Zheng, ZG, Sun, WZ, Hu, JY et al., 2021	Investigar se a administração da mistura de hidrogênio/oxigênio foi superior ao oxigênio na melhora dos	Ensaio clínico prospectivo, randomizado, duplo-cego e controlado, realizado em 10 centros, incluiu	A alteração da pontuação BCSS no grupo Hidrogênio/oxigênio foi maior do que no grupo Oxigênio (-5,3 vs. -2,4)	O estudo demonstrou que a terapia com hidrogênio/oxigênio é superior à terapia com oxigênio em pacientes com DPOC, com perfil

	<p>sintomas em pacientes com exacerbão aguda da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).</p>	<p>pacientes com DPOC e uma pontuação na Escala de Falta de Ar, Tosse e Escarro (ECES) de pelo menos 6 pontos. Os pacientes elegíveis foram aleatoriamente designados (na proporção de 1:1) para receber uma mistura de hidrogênio/oxigênio ou oxigenoterapia. O desfecho primário foi a alteração na pontuação da ECES em relação ao valor basal no dia 7. Eventos adversos (EAs) foram registrados para avaliar a segurança.</p>	<p>pontos; diferença: -2,75 [IC 95% - 3,27 a - 2,22], atendendo aos critérios de superioridade). Resultados semelhantes foram observados em outros pontos de tempo do dia 2 ao dia 6. Houve uma redução significativa da pontuação do Teste de Avaliação da Tosse no grupo Hidrogênio/oxigênio em comparação ao controle (-11,00 vs. -6,00, $p < 0,001$). As alterações na função pulmonar, gases sanguíneos arteriais e saturação de oxigênio não invasiva não diferiram significativamente entre os grupos, bem como outros desfechos. EAs foram relatados em 34 (63,0%) pacientes no grupo Hidrogênio/oxigênio e 42 (77,8%) no grupo Oxigênio. Nenhuma morte ou defeito no equipamento foi relatado durante o período do estudo.</p>	<p>de segurança e tolerabilidade aceitáveis.</p>
Liu, Shih-Feng et al., 2024	<p>Explorar o potencial terapêutico do gás hidrogênio e avaliar sua segurança e tolerabilidade em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)</p>	<p>Pacientes com DPOC incluídos receberam tratamentos padrão juntamente com inalação adicional de hidrogênio por 30 minutos pela manhã, tarde e noite durante um período de 30 dias. A avaliação incluiu mudanças no Teste</p>	<p>Seis pacientes participaram deste estudo. Os pacientes 2, 3, 4, 5 e 6 demonstraram melhorias nas pontuações do CAT após a intervenção com gás hidrogênio, com os pacientes 2, 4, 5 e 6 também mostrando</p>	<p>A terapia adjuvante com gás hidrogênio demonstrou melhora dos sintomas em pacientes específicos com DPOC, e nenhum efeito adverso significativo foi observado em nenhum deles. O gás hidrogênio também pode exercer um efeito modulador na contagem de plaquetas.</p>

		<p>de Avaliação da DPOC (CAT), na Escala de Dispneia modificada do Medical Research Council (mMRC), função pulmonar, qualidade do sono, marcadores de inflamação e marcadores de estresse oxidativo antes e depois da inalação de hidrogênio.</p>	<p>melhorias nas pontuações do mMRC. Estatisticamente, este estudo revelou melhorias significativas no CAT [15,5 (10,5-19,75) vs. 8,5 (3-13,5); $p = 0,043$] e nas pontuações mMRC [2,5 (1-4) vs. 2 (0-3,25); $p = 0,046$] antes e depois da intervenção, respectivamente. No entanto, não foram observadas diferenças significativas na função pulmonar, DLCO, qualidade do sono e 6 MWT antes e depois da terapia de hidrogênio. O exame de hemograma completo mostrou uma diferença significativa na contagem de plaquetas antes e depois do tratamento [247 (209,75-298,75) vs. 260 (232,75-314,5); $p = 0,043$], respectivamente, enquanto outros exames de sangue, marcadores de inflamação e marcadores de estresse oxidativo não exibiram diferenças significativas antes e depois da terapia de hidrogênio. Todos os pacientes não apresentaram efeitos colaterais óbvios.</p>	
--	--	---	--	--

Wang, S-T et al, 2020.	Investigar os efeitos agudos do hidrogênio inalado na inflamação das vias aéreas em pacientes com asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).	No total, 2,4% de gás misto a vapor contendo hidrogênio (XEN) foi inalado uma vez durante 45 minutos em 10 pacientes com asma e 10 pacientes com DPOC. Os níveis de fator estimulador de colônias de granulócitos-macrófagos, interferon- γ , interleucina- β (IL- β), IL-2, IL-4, IL-6 e outros no sangue periférico e no condensado do ar exalado (CRE) antes e após a inalação de "XEN" foram medidos.	A inalação de 'XEN' por 45 minutos uma vez diminuiu o nível de proteína quimiotática 1 de monócitos tanto no grupo com DPOC (564,70-451,51 pg/mL, $P = 0,019$) quanto no grupo com asma (386,39-332,76 pg/mL, $P = 0,033$), enquanto diminuiu o nível de IL-8 apenas no grupo com asma (5,25-4,49 pg/mL, $P = 0,023$). O nível do cluster solúvel do EBC do ligante de diferenciação-40 no grupo DPOC aumentou após a inalação (1,07-1,16 pg/mL, $P = 0,031$), enquanto os níveis de IL-4 e IL-6 no EBC foram significativamente menores após a inalação no grupo DPOC (0,80-0,64 pg/mL, $P = 0,025$) e asma (0,06-0,05 pg/mL, $P = 0,007$), respectivamente.	Uma única inalação de hidrogênio por 45 minutos atenuou o estado inflamatório nas vias aéreas em pacientes com asma e DPOC.
Yang, Hui-Ju et al., 2022.	Investigar a eficácia terapêutica do tratamento com hidrogênio-oxigênio (H_2/O_2) em lesões semelhantes à DPOC induzidas por solução de fumaça de cigarro (SFC) em um modelo murino BALB/c fêmea.	Trinta camundongos foram aleatoriamente designados para três grupos: Controle ($n=8$), DPOC ($n=10$) e DPOC + H_2/O_2 ($n=12$). CSS foi administrado por injeção intraperitoneal (IP) duas vezes por semana durante 6 semanas durante a fase de indução da DPOC. Simultaneamente, o	Os resultados mostraram uma maior taxa de sobrevivência no grupo DPOC + H_2/O_2 em comparação com o grupo DPOC (100% vs. 80%) durante a fase de indução. Pequenas reduções nos ganhos de peso corporal foram observadas nos grupos DPOC e DPOC + H_2/O_2 durante os primeiros 15 dias da	Uma terapia de inalação de H_2/O_2 de 9 semanas administrada pelo gerador de oxihidrogênio para lesões semelhantes à DPOC induzidas por CSS em camundongos mostrou melhora na taxa de sobrevivência, alterações estruturais alveolares e pontuações histopatológicas de lesões do pulmão.

		<p>grupo DPOC + H₂/O₂ começou a receber 75 minutos de terapia inalatória (42% H₂) fornecida pelo Gerador de Oxi-Hidrogênio duas vezes ao dia durante 9 semanas. Os pesos corporais e a sobrevivência dos camundongos foram medidos durante todo o período do estudo. A atividade da elastase de neutrófilos (NE) e as alterações histopatológicas pulmonares também foram avaliadas.</p>	<p>fase de indução, mas não houve diferença significativa nos pesos corporais médios entre os três grupos ao longo do período do estudo. A atividade da NE foi numericamente menor no grupo DPOC + H₂/O₂ em comparação com o grupo DPOC. A avaliação histopatológica mostrou melhorias significativas nos camundongos tratados com H₂/O₂ em relação aos escores de intercepto linear médio (MLI) e lesão (inflamação e enfisema). As melhorias na hipertrofia de células caliciformes e hiperplasia do epitélio das vias aéreas não foram significativas.</p>	
Shi MM, Chen YT, Wang XD, et al., 2023.	Avaliar a eficácia da inalação de hidrogênio/oxigênio na recuperação de pacientes com infecção pela variante Ómicron do SARS-CoV-2.	<p>Ensaio clínico multicêntrico, randomizado e controlado com 64 pacientes hospitalizados (32 receberam hidrogênio/oxigênio, 32 apenas oxigênio).</p> <p>Monitoramento de sintomas, exames laboratoriais e imagens de tórax nos dias 1, 3 e 5.</p>	<p>O grupo hidrogênio/oxigênio apresentou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Duração menor da eliminação viral ($3,3 \pm 2,3$ dias vs. $4,1 \pm 3,1$ dias); • Taxa de negatização do vírus mais rápida (100% até o 10º dia vs. 93,8%); • Redução de IL-6 em 22,8% no 3º dia, enquanto o grupo oxigênio teve aumento; • Maior aumento na contagem de linfócitos; • Mais pacientes 	<p>A inalação de hidrogênio/oxigênio mostrou tendência benéfica na redução do tempo de eliminação viral, melhora de marcadores inflamatórios e recuperação pulmonar. Pode ser considerada terapia adjuvante promissora para COVID-19 causada pela variante Ómicron.'</p>

			com resolução de lesões pulmonares.	
Perveen I, Bukhari B, Najeeb M, et al., 2023	Enfatizar os efeitos antioxidantes, antiapoptóticos e anti-inflamatórios das moléculas de hidrogênio, juntamente com o princípio subjacente e o mecanismo fundamental envolvido, com foco principal na doença do coronavírus de 2019 (COVID-19). Esta revisão também fornecerá estratégias e recomendações para as aplicações terapêuticas e medicinais da molécula de hidrogênio.	Uma revisão narrativa da literatura, sem seguir um protocolo sistemático como PRISMA. Isso significa que o artigo não apresenta critérios formais de seleção, exclusão ou avaliação da qualidade dos estudos incluídos. Além disso, não são especificadas as bases de dados utilizadas nem o número exato de estudos analisados. Ainda assim, os autores reúnem uma ampla variedade de fontes, incluindo estudos <i>in vitro</i> , modelos animais, ensaios clínicos piloto e análises moleculares.	A revisão identifica que o hidrogênio molecular atua principalmente como antioxidante seletivo, neutralizando espécies reativas de oxigênio (ROS), e apresenta efeitos anti-inflamatórios por meio da modulação de citocinas como IL-6, TNF- α e da via do NF- κ B. Também são abordados seus efeitos sobre mecanismos de morte celular programada, como apoptose, autofagia e piroptose — todos altamente relevantes em doenças inflamatórias como a COVID-19. Os autores discutem diferentes vias de administração, incluindo inalação de gás hidrogênio, ingestão de água rica em H ₂ e soluções salinas enriquecidas, detalhando vantagens e limitações de cada uma.	Este estudo detalha os avanços atuais e futuros plausíveis na área, com base nos numerosos efeitos terapêuticos, nutracêuticos e farmacêuticos do H ₂ no tratamento e prevenção de diversas doenças. Evidentemente, constatou-se que uma parte dos estudos produziram resultados corroborativos. Recomenda-se, no entanto, que a pesquisa clínica inclua dados sobre o acúmulo excessivo, o potencial de redução, a duração da dose, a quantidade da dosagem e a segurança antioxidante do H ₂ .
Zajac D, Jampolska M, Wojciechowski P., 2025.	Fornecer um resumo consistente das descobertas dos últimos vinte anos sobre o uso do hidrogênio molecular nas principais doenças respiratórias, incluindo alergias, asma, DPOC,	A presente revisão abrange estudos em animais, incluindo estudos preliminares, revisões, artigos de pesquisa realizados exclusivamente em culturas de células, relatos de caso, estudos	O hidrogênio molecular (H ₂) apresenta efeitos terapêuticos promissores para doenças respiratórias, como DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica), fibrose pulmonar,	O hidrogênio molecular é seguro e promissor como terapia complementar para doenças respiratórias, mas são necessários mais estudos clínicos bem desenhados em humanos para confirmar sua eficácia e definir protocolos terapêuticos adequados.

	fibrose pulmonar, lesões pulmonares de diversas origens, bem como câncer e infecções do trato respiratório	observacionais e ensaios clínicos.	infecções respiratórias (incluindo COVID-19), câncer de pulmão, lesão pulmonar aguda.	
Tang C. Et al. 2025	Avaliar o papel dos anticorpos antidesmogleína (Dsg) 1/3 na patogênese da DPI-P e avaliou o potencial terapêutico do hidrogênio molecular (H_2).	Foi utilizado um modelo de camundongo BALB/cJGpt, demonstramos que os anticorpos anti-Dsg 1, mas não os anticorpos anti-Dsg 3, induziram inflamação intersticial e fibrose. Para avaliar o potencial terapêutico do H_2 , água rica em hidrogênio foi administrada a camundongos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPI).	O tratamento com H_2 reduziu significativamente o estresse oxidativo, atenuou a inflamação intersticial e previneu a fibrose pulmonar. Esses efeitos protetores foram atribuídos às propriedades antioxidantes do H_2 , que restauraram o equilíbrio pró-oxidante-antioxidante.	Infere-se que o tratamento com H_2 pode ter potencial para o tratamento de P-ILD em pacientes com pênfigo.
Su JC. Et al. 2021	Observar, o efeito do H_2 na polarização M ₁ /M ₂ de macrófagos alveolares em ratos com DPOC, e seu mecanismo antiinflamatório foi mais bem elucidado.	Ratos com DPOC induzida por cigarro e LPS foram tratados com hidrogênio por 14 dias. Avaliaram-se função pulmonar, inflamação, citocinas e expressão de iNOS e Arg-1 no pulmão.	Ratos com DPOC apresentaram piora da função pulmonar, inflamação, aumento de IL-6, TNF- α , TGF- β 1, iNOS e redução de IL-10 e Arg-1. O tratamento com H_2 reverteu essas alterações, melhorando a função pulmonar e os marcadores inflamatórios.	O tratamento com H_2 reduz a inflamação pulmonar na DPOC, o que pode estar relacionado à inibição da polarização do tipo M ₁ e à ativação da polarização do tipo M ₂ do macrófago alveolar.
He Y. Et al. 2022	Investigar o papel do sulfeto de hidrogênio (H_2S), como um gasotransmissor endógeno, está envolvido na	Ratos foram divididos em quatro grupos para avaliar os efeitos do H_2S na DPOC induzida por fumaça de cigarro e LPS. Foram analisadas função pulmonar,	Ratos com DPOC (CS + LPS) apresentaram piora na função pulmonar, aumento do estresse oxidativo e alterações patológicas	H_2S pode desempenhar um papel protetor na DPOC por meio do estresse antioxidante e da via antiapoptose.

	patogênese da DPOC.	histologia, estresse oxidativo (MDA, T-SOD, CAT), expressão de CTH e perfil gênico por microarray.	pulmonares. O tratamento com H ₂ S (NaHS) reduziu o dano pulmonar e o estresse oxidativo, enquanto o inibidor PPG agravou alguns parâmetros. Genes modulados por H ₂ S estavam ligados a estresse oxidativo, apoptose e inflamação.	
--	---------------------	--	---	--

Legenda: DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; ECES – Escala de Falta de Ar, Tosse e Escarro; EA / EAs – Evento Adverso / Eventos Adversos; BCSS – Breath, Cough, and Sputum Scale (Escala de Falta de Ar, Tosse e Escarro – versão em inglês); IC 95% – Intervalo de Confiança de 95%; CAT – COPD Assessment Test (Teste de Avaliação da DPOC); MRC – Modified Medical Research Council Dyspnea Scale (Escala de Dispneia Modificada do Conselho de Pesquisa Médica).

4. DISCUSSÃO

Este estudo avaliou as repercussões da hidrogenoterapia na reabilitação de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), considerando seus efeitos sobre a função pulmonar, a capacidade funcional e os marcadores de estresse oxidativo.

1729

Conforme apontado por Liu, Shih-Feng *et al* (2024), os tratamentos tradicionais disponíveis para a Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) visam aliviar os sintomas, prevenir episódios de agravamento e melhorar a função respiratória do paciente. Para tanto, a comunidade científica demonstrou um interesse crescente na investigação de abordagens terapêuticas integrativas, com o intuito de elevar a qualidade de vida dos pacientes e desacelerar a progressão da enfermidade. Nesse contexto, o hidrogênio molecular apresenta-se como um forte aliado, pois possui propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, capazes de atenuar a inflamação das vias aéreas, favorecendo a respiração e diminuindo a falta de ar. Além disso, o hidrogênio neutraliza espécies reativas de oxigênio prejudiciais ao organismo, o que o configura como agente de combate ao estresse oxidativo.

Semelhantemente, para Zheng *et al* (2021), é de extrema importância buscar outras abordagens complementares que possam potencializar os efeitos da oxigenoterapia no manejo clínico. Nesse sentido, o estudo demonstra que administrar o hidrogênio somado ao oxigênio é mais eficaz do que utilizar o oxigênio isoladamente em pacientes com Exacerbação Aguda da Doença pulmonar Obstrutiva Crônica (EA-DPOC). Além disso, os autores evidenciaram os benefícios terapêuticos proporcionados pelo hidrogênio, uma vez que os estudos realizados em humanos sugerem que o seu desempenho é equiparável ao de gases terapêuticos convencionais,

apresentando um perfil de segurança e tolerabilidade satisfatórios. Dessa forma, a terapia com hidrogênio somada ao oxigênio surge como uma alternativa promissora e inovadora para o tratamento da DPOC.

Além disso, Wang, S-T *et al* (2020) relatam que a partir da primeira inalação, com duração de 45 minutos, já é possível verificar redução da inflamação nas vias respiratórias de pacientes com asma e DPOC. Isso acontece devido à alta capacidade que o hidrogênio tem de atravessar com facilidade as membranas celulares e se difundir pelo citoplasma e organelas. Além disso, o hidrogênio apresenta uma biocompatibilidade eminente em relação a outros agentes que são aplicados para neutralizar radicais oxidantes.

Ademais, para Yang, Hui-Ju *et al* (2022), o principal marcador biológico relevante na DPOC é atribuído ao aumento das células caliciformes, e administração de hidrogênio com oxigênio ou de solução salina somada ao hidrogênio se configuraram como intervenções terapêuticas promissoras. A regulação das células caliciformes é o principal alvo terapêutico, pois é, a partir disso, que se tem a redução da hipersecreção de muco. Assim, essa descoberta pode contribuir significativamente para uma melhor qualidade de vida dos pacientes com DPOC.

Sob esse viés, Shi MM *et al* (2023), preconiza que o hidrogênio molecular oferece grande contribuição em terapias que visam tratar condições inflamatórias graves, como a Lesão Pulmonar Aguda (LPA) e a Síndrome do Desconforto Respiratório (SDRA). Esses achados têm implicações terapêuticas de grande relevância, visto que a LPA e a SDRA apresentam um índice alto de mortalidade, com limitadas opções de tratamento e pouco suporte ventilatório, além do baixo controle de infecção. Portanto, o hidrogênio surge como uma estratégia segura e não invasiva, que pode reduzir a inflamação pulmonar e contribuir, de forma complementar, para um desfecho clínico mais favorável.

De acordo com Perveen I. *et al* (2023), o hidrogênio molecular é capaz de suprimir a expressão de genes pró-inflamatórios, por intermédio da inibição da transcrição nuclear de fatores como NF-KB, que são os principais reguladores da resposta imune inata. Além disso, o estudo indicou que o H₂ tem influência sob a expressão de Foxp3, um marcador de células T reguladoras. Essa ação imunomoduladora pode restabelecer o equilíbrio imunológico em estados inflamatórios agudos e crônicos.

Desse modo, Zajac D. *et al* (2025), infere que a ação do hidrogênio reduz o radical hidroxila (OH), que é uma das espécies reativas de oxigênio (ROS) consideradas mais tóxicas e reativas. Existem outros antioxidantes capazes de atenuar os níveis de toxicidade, porém isso

ocorre de maneira inespecífica que pode interferir em vias fisiológicas cruciais. O hidrogênio molecular, por outro lado, oferece uma proposta de atuação seletiva, que visa neutralizar apenas os radicais mais prejudiciais, mantendo o equilíbrio redox celular.

5. CONCLUSÃO

Com base nas evidências disponíveis, pode-se afirmar que a utilização do gás hidrogênio em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) apresenta resultados promissores. O hidrogênio, por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, demonstrou benefícios na redução de sintomas respiratórios, melhora de parâmetros clínicos e segurança no uso, quando comparado à oxigenoterapia convencional.

Assim como a fisioterapia, em todos os seus âmbitos de atuação, exerce papel essencial na promoção da saúde e na recuperação funcional dos pacientes, o hidrogênio configura-se como uma estratégia terapêutica adjuvante relevante no manejo da DPOC, contribuindo para a recuperação funcional, minimização de complicações e potencial melhora da qualidade de vida dos pacientes.

Portanto, pode-se concluir que o uso do hidrogênio em pacientes com DPOC causa uma interferência positiva no tratamento, devendo ser considerada sua ampliação como recurso clínico. Ressalta-se, contudo, a necessidade de novos estudos multicêntricos e recomendações atualizadas que orientem sua prática de forma segura, consistente e eficaz, com repercussões benéficas tanto para pacientes quanto para o sistema de saúde.

1731

REFERÊNCIAS

- COSTA, L. O. P. et al. **Impacto da fisioterapia na recuperação funcional de pacientes hospitalizados.** Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 123–130, 2020.
- CURCI, C. et al. **Functional outcome after inpatient rehabilitation in post-intensive care unit COVID-19 patients: findings and clinical implications from a real-practice retrospective study.** European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, v. 56, n. 5, p. 633–641, 2020.
- Boda, D. (2017). **Anatomia do Sistema Respiratório.** Academia.edu. Disponível em: https://www.academia.edu/30248058/ANATOMIA_DO_SISTEMA_RESPIRAT%C3%A3O
- GOLD, Global Initiative For Chronic Obstructive Lung Disease. **Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.** Relatorio de 2025. Disponível em <https://goldcopd.org/2025-gold-report/>. Acesso em 08 de março 2025.

GHIGGIA, Karine Cristina; ALMEIDA, Guilherme Brandão; AUDINO, Lázaro Fagundes. **Ventilação mecânica.** Vittalle – Revista de Ciências da Saúde, v. 32, n. 1, p. 173–184, 2020. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/index.php/vittalle/article/view/11579>. Acesso em: 10 maio 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

Greening NJ, Williams J EA, Hussain S F, Harvey-Dunstan T C, Bankart M J, Chaplin E J et al. **Uma intervenção de reabilitação precoce para melhorar a recuperação durante a internação hospitalar por exacerbação de doença respiratória crônica: ensaio clínico randomizado** BMJ 2014; 349 :g4315 doi:10.1136/bmj.g4315

He Y, Sun Y, Liao C, Lin F, Xia Z, Qi Y, Chen Y. **The Protective Role of Hydrogen Sulfide and Its Impact on Gene Expression Profiling in Rat Model of COPD.** Oxid Med Cell Longev. 2022 Mar 18;2022:9407927. doi: 10.1155/2022/9407927. PMID: 35340205; PMCID: PMC8956388. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35340205/>

Innocenti F, Lazzari C, Paolucci E, De Paris A, Lagomarsini A, Guerra F, Alleonato P, Casalini L, Buggea M, Caldi F, Zanobetti M, Pieralli F, Guazzini G, Lastraoli L, Luise F, Milia A, Sammicheli L, Maddaluni L, Lavorini F, Pini R. **Role of prognostic scores in predicting in-hospital mortality and failure of non-invasive ventilation in adults with COVID-19.** Intern Emerg Med. 2022 Nov;17(8):2367-2377. doi: 10.1007/s11739-022-03058-x. Epub 2022 Aug 2. PMID: 35918627; PMCID: PMC9345392.

Nici L, Mammen MJ, Charbek E, Alexander PE, Au DH, Boyd CM, Criner GJ, Donaldson GC, Dreher M, Fan VS, Gershon AS, Han MK, Krishnan JA, Martinez FJ, Meek PM, Morgan M, Polkey MI, Puhan MA, Sadatsafavi M, Sin DD, Washko GR, Wedzicha JA, Aaron SD. **Pharmacologic Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline.** Am J Respir Crit Care Med. 2020 May 1;201(9):e56-e69. doi: 10.1164/rccm.202003-0625ST. Erratum in: Am J Respir Crit Care Med. 2020 Sep 15;202(6):910. doi: 10.1164/rccm.v202erratum5. PMID: 32283960; PMCID: PMC7193862. 1732

Kenhub. (2023). **Sistema respiratório: Órgãos, anatomia e funções.** Disponível em: <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistema-respiratorio>

Larsen T, Lee A, Brooks D, Michieli S, Robson M, Veens J, Vokes O, Lucy SD. **Effect of Early Mobility as a Physiotherapy Treatment for Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis.** Physiother Can. 2019 Winter;71(1):82-89. doi: 10.3138/ptc.2017-51.ep. PMID: 30787503; PMCID: PMC6373606.

LIMA, C. S. et al. **Contribuições da fisioterapia na reabilitação funcional: uma revisão integrativa.** Revista Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente, Aracaju, v. 9, n. 1, p. 22–30, 2021.

Liu B, Xue J, Zhang M, Wang M, Ma T, Zhao M, Gu Q, Qin S. **Hydrogen inhalation alleviates nonalcoholic fatty liver disease in metabolic syndrome rats.** Mol Med Rep. 2020 Oct;22(4):2860-2868. doi: 10.3892/mmr.2020.11364. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32945408; PMCID: PMC7453621.

Luo ZL, Cheng L, Ren JD, Fang C, Xiang K, Xu HT, Tang LJ, Wang T, Tian FZ. (2015). **Hydrogen-Rich Saline Protects against Ischemia/Reperfusion Injury in Grafts after**

Pancreas Transplantations by Reducing Oxidative Stress in Rats, 2015, 1-8. doi:10.1155/2015/281985

MacLeod M, Papi A, Contoli M, et al. **Fundamentos da exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica: diagnóstico, tratamento, prevenção e impacto da doença**. *Respirologia*. 2021; 26: 532-551. <https://doi.org/10.1111/resp.14041>

NASCIMENTO, Carolina Cardoso Nagib. **Espirometria na avaliação do sistema respiratório de ruminantes em ambiente tropical**. 2020. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2020. Orientador: Alex Sandro Campos Maia.

Ohsawa, I., Ishikawa, M., Takahashi, K. et al. **Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals**. *Nat Med* 13, 688-694 (2007). <https://doi.org/10.1038/nm1577>.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Terapias respiratórias e funcionalidade em pacientes com obstrução crônica das vias aéreas**. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2022. Disponível em: SciELO.

Perveen I, Bukhari B, Najeeb M, Nazir S, Faridi TA, Farooq M, Ahmad QU, Abusalah MAHA, AlJaraedah TY, Alraei WY, Rabaan AA, Singh KKB, Abusalah MAHA. **Hydrogen Therapy and Its Future Prospects for Ameliorating COVID-19: Clinical Applications, Efficacy, and Modality**. *Biomedicines*. 2023 Jul 4;11(7):1892. doi: 10.3390/biomedicines11071892. PMID: 37509530; PMCID: PMC10377251. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37509530/>

1733

Pena, A. L. (2019). **Anatomia do Sistema Respiratório**. Academia.edu. Disponível em: https://www.academia.edu/38929623/Anatomia_do_Sistema_Respiratório

Tang C, Wang L, Chen Z, Shi X, Chen Y, Yang J, Gao H, Guan C, He S, Zhang L, Zheng S, Yang F, Chen SA, Ma L, Zhang Z, Zhao Y, Liu Q, Wang J, Luo X. **Molecular Hydrogen Ameliorates Anti-Desmoglein 1 Antibody-Induced Pemphigus-Associated Interstitial Lung Disease by Inhibiting Oxidative Stress**. *Int J Mol Sci*. 2025 Apr 28;26(9):4203. doi: 10.3390/ijms26094203. PMID: 40362440; PMCID: PMC12071603. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40362440/>

TEIXEIRA, Daniel de Azevedo. **Fisiologia humana**. Teófilo Otoni: Editora NICE, 2021. ISBN 978-65-992205-4-8. Disponível em: https://unigra.com.br/ler/240_FISIOLOGIA-HUMANA. Acesso em: 10 maio 2025.

Su JC, Zhang Y, Cheng C, Zhu YN, Ye YM, Sun YK, Xiang SY, Wang Y, Liu ZB, Zhang XF. **O hidrogênio regula a polarização M₁/M₂ de macrófagos alveolares em um modelo de doença pulmonar obstrutiva crônica em ratos**. *Exp Lung Res*. 2021 set;47(7):301-310. doi: 10.1080/01902148.2021.1919788. Epub 2021 jul. PMID: 34282696. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34282696/>

Van der Lee, L., Hill, A.-M., & Patman, S. (2018). **Expert consensus for respiratory physiotherapy management of mechanically ventilated adults with community-acquired pneumonia: A Delphi study**. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*. doi:10.1111/jep.13077.

Vogelmeier, C. F., Román-Rodríguez, M., Singh, D., Han, M. K., Rodríguez-Roisin, R., & Ferguson, G. T. (2020). **Goals of COPD treatment: Focus on symptoms and exacerbations.** *Respiratory Medicine*, 105938. doi:10.1016/j.rmed.2020.105938

Wang ST, Bao C, He Y, Tian X, Yang Y, Zhang T, Xu KF. **A inalação de gás hidrogênio (XEN) melhora a inflamação das vias aéreas em pacientes com asma e DPOC.** *QJM*. 1º de dezembro de 2020; 113(12):870-875. doi: 10.1093/qjmed/hcaa164. PMID: 32407476; PMCID: PMC7785302. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7785302/>

WHO, World Health Organization. **Chronic obstructive pulmonary disease (COPD).** Disponível em [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)). Acesso em 08 de março 2025.

WINSTEIN, C. J. et al. **Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association.** *Stroke*, Dallas, v. 47, n. 6, p. e98-e169, 2016.

Yang HJ, Tsou WH, Shen MC, Liu CY, Saunders HM, Wang KY, Douglas FL. **The effects of hydrogen treatment in a cigarette smoke solution-induced chronic obstructive pulmonary disease-like changes in an animal model.** *J Thorac Dis.* 2022 Nov;14(11):4246-4255. doi: 10.21037/jtd-22-324. Erratum in: *J Thorac Dis.* 2023 Feb 28;15(2):942. doi: 10.21037/jtd-2022-22. PMID: 36524091; PMCID: PMC9745525. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36524091/>

Xiaochen Qiu, Hengyu Li, Hongtai Tang, Yichao Jin, Wuquan Li, YuSun, PingFeng, Xuejun Sun, Zhaofan Xia (2011). **Hydrogen inhalation ameliorates lipopolysaccharide-induced acute lung injury in mice.** *International Immunopharmacology*, 11(12), 2130–2137. doi:10.1016/j.intimp.2011.09.007. 1734

Xie, Keliang * ; Yu, Yonghao * ; Huang, Yi † ; Zheng, Lina ‡ ; Li, Jipeng § ; Chen, Hongguang * ; Han, Huanzhi * ; Hou, Lichao † ; Gong, Gu ‡ ; Wang, Guo Lin *. **Molecular Hydrogen Ameliorates Lipopolysaccharide-Induced Acute Lung Injury in Mice Through Reducing Inflammation and Apoptosis.** *Choque* 37(5):p 548-555, maio de 2012. | DOI: 10.1097/SHK.0b013e31824ddc81

Zajac D, Jampolska M, Wojciechowski P. **Molecular Hydrogen in the Treatment of Respiratory Diseases.** *Int J Mol Sci.* 2025 Apr 26;26(9):4116. doi: 10.3390/ijms26094116. PMID: 40362357; PMCID: PMC12072089. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40362357/>

Zonggang Hou, Wei Luo, Xuejun Sun, Shuyu Hao, Ying Zhang, Feifan Xu, Zhongcheng Wang, Baiyun Liu, (2012). **Hydrogen-rich saline protects against oxidative damage and cognitive deficits after mild traumatic brain injury.** *Brain Research Bulletin*, 88(6), 560–565. doi:10.1016/j.brainresbull.2012.06.006

Zheng, ZG, Sun, WZ, Hu, JY et al. **Terapia de hidrogênio/oxigênio para o tratamento de uma exacerbação aguda da doença pulmonar obstrutiva crônica: resultados de um ensaio clínico multicêntrico, randomizado, duplo-cego e controlado por grupos paralelos.** *Respir Res* 22, 149 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01740-w>

Shi MM, Chen YT, Wang XD, Zhang YF, Cheng T, Chen H, Sun F, Bao H, Chen R, Xiong WN, Song YL, Li QY, Qu JM. **The efficacy of hydrogen/oxygen therapy favored the recovery of omicron SARS-CoV-2 variant infection: results of a multicenter, randomized, controlled trial.** *J Clin Biochem Nutr.* 2023 Nov;73(3):228-233. doi: 10.3164/jcbn.23-32. Epub 2023 Aug 18. PMID: 37970554; PMCID: PMC10636573.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37970554/>