

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

FACULDADE DE ENFERMAGEM

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Laiza Silva Alves

**Perfil clínico dos pacientes tratados com oxigenoterapia e hemodiálise: uma breve
revisão de literatura**

Juiz de Fora

2025

Laiza Silva Alves

**Perfil clínico dos pacientes tratados com oxigenoterapia e hemodiálise: uma breve
revisão de literatura**

Dissertação apresentada à Faculdade de Enfermagem da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Enfermagem. Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Akinori Cardozo Nagato

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Laiza Silva.

Perfil clínico dos pacientes tratados com oxigenoterapia e hemodiálise: uma breve revisão de literatura / Laiza Silva Alves. -- 2025.

69 f. : il.

Orientador: Akinori Cardozo Nagato

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Enfermagem, 2025.

1. Estresse Oxidativo. 2. Insuficiência Renal. 3. Respiração Artificial. 4. Diálise Renal. 5. Oxigenoterapia. I. Nagato, Akinori Cardozo, orient. II. Título.

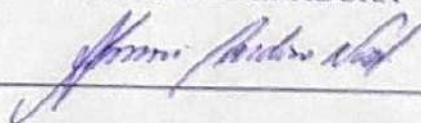
Laiza Silva Alves

Perfil clínico dos pacientes tratados com oxigenoterapia e hemodiálise: uma breve
revisão de literatura

Dissertação apresentada à Faculdade de
Enfermagem da Universidade Federal de Juiz
de Fora como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Enfermagem. Área de
concentração: Ciências da Saúde.

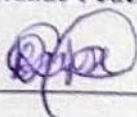
Aprovada em 16 de julho de 2025

BANCA EXAMINADORA



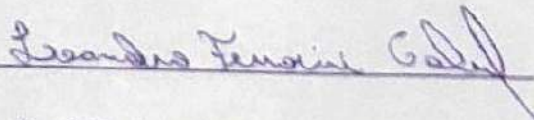
Prof. Dr. Akinori Cardozo Nagato - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora



Profa. Dra. Denise Rocha Raimundo Leone

Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Leandro Ferracini Cabral

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho à minha mãe, Jakeline S. dos Reis, pela intensa dedicação na minha criação e ao meu irmão, Otávio S. Leocádio, meu incentivo diário.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por me sustentar em cada etapa desta jornada.

À minha mãe, Jakeline, pelos ensinamentos de disciplina, responsabilidade e pelas orações que sempre me acompanharam. Sua presença firme e acolhedora nos meus dias incertos foi meu alicerce. Obrigada por ser meu exemplo de força e perseverança. Esta vitória também é sua!

Ao meu irmão e amigo, Otávio, que, desde pequeno, me ensinou a viver com leveza e trouxe luz aos meus dias. Obrigada por ser esse presente tão especial em minha vida.

Ao meu orientador, professor Akinori Cardozo Nagato, do Departamento de Fisiologia da UFJF, pelas contribuições valiosas, pela paciência e pelo comprometimento demonstrado ao longo da construção deste trabalho que me permitiu desenvolvê-lo. Meus mais sinceros agradecimentos!

À professora Vanessa Cordeiro Dias, do Departamento de Microbiologia da UFJF, que me possibilitou adentrar o mundo da pesquisa e me deu suporte durante os tempos CEMIC. Ademais, agradeço aos técnicos do laboratório, Katia, Suzane e Anselmo, vinculados ao projeto, pela convivência agradável e por todos os ensinamentos.

Agradeço às minhas amigas da Facenf/UFJF e futuras enfermeiras Giulia Matos, Letícia Cassiano, Daniela Avellar, Andressa Vital, Júlia Fernandes e Janaína Thomaz, que estiveram comigo nas primeiras aulas de anatomia e persistiram durante toda a caminhada, nos inúmeros trabalhos acadêmicos e aulas práticas espalhadas por Juiz de Fora. Obrigada pela companhia! De fato, a caminhada se torna mais leve quando se tem amigos por perto.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos professores da UFJF, em especial ao corpo docente da Faculdade de Enfermagem, que me possibilitaram conhecer e me apaixonar pela profissão que escolhi seguir, guiando-me com dedicação ao longo de toda a minha formação.

Não é o que fazemos de vez em quando que molda nossas vidas, mas o que fazemos consistentemente (Tony Robbins).

RESUMO

Perfil clínico dos pacientes tratados com oxigenoterapia e hemodiálise: uma breve revisão de literatura

Introdução: Isoladamente, a administração de elevadas concentrações de oxigênio por longos períodos induz estresse oxidativo e inflamação pulmonar. Por outro lado, tanto o agravamento da doença renal crônica quanto o uso de hemodiálise também estão associados à produção de radicais livres. Conhecer o perfil dos pacientes tratados com ambas as terapias permite identificar a população mais afetada pela progressão das disfunções pulmonares e renais, além de analisar os desfechos clínicos. O objetivo desta revisão é responder à pergunta: qual o perfil clínico dos pacientes submetidos concomitantemente à oxigenoterapia e à hemodiálise?

Métodos: Esta revisão sistemática foi elaborada conforme as diretrizes metodológicas do PRISMA 2020, com busca de artigos científicos nas bases BVS, PUBMED e SCIELO. Os descritores utilizados incluíram: oxigenoterapia, hemodiálise, ventilação mecânica, ventilação mecânica invasiva, ventilação mecânica não invasiva, terapia renal substitutiva e diálise.

Resultados: De 246 estudos identificados na busca inicial, 31 foram incluídos. Pacientes submetidos simultaneamente à hemodiálise e oxigenoterapia representaram 33,78% (n=4.586) do total. A faixa etária variou de 52 a 71 anos, com predominância lesão renal e insuficiência renal aguda (62,9%), além de insuficiência respiratória (78,9%). A maioria dos pacientes foram submetidos à ventilação mecânica invasiva (97,71%) e apresentaram taxa de mortalidade superior à taxa de mortalidade geral do estudo (47,32% *versus* 37,80%).

Conclusão: Pacientes com média de 60,34 ± 3,11 anos submetidos simultaneamente à hemodiálise e oxigenoterapia apresentam maior prevalência de insuficiência respiratória e disfunções renais agudas, além de ampla utilização de ventilação mecânica invasiva e maior taxa de mortalidade. A heterogeneidade dos estudos, incluindo as diferenças nos delineamentos metodológicos, dificultaram uma análise mais completa. Investigações futuras são necessárias para segmentar melhores revisões e publicações a respeito da caracterização de pacientes adultos submetidos a oxigenoterapia e hemodiálise.

Palavras chaves: Oxigenoterapia; Diálise Renal; Respiração Artificial; Insuficiência Renal; Estresse Oxidativo

ABSTRACT

Clinical profile of patients treated with oxygen therapy and hemodialysis: a brief review of the literature

Introduction: The administration of high concentrations of oxygen alone for long periods induces oxidative stress and lung inflammation. Conversely, both the worsening of chronic kidney disease and the use of hemodialysis are also associated with the production of free radicals. Understanding the profile of patients treated with both therapies allows us to identify the population most affected by the progression of pulmonary and renal dysfunction, in addition to analyzing clinical outcomes. The objective of this review is to answer the question: what is the clinical profile of patients undergoing concomitant oxygen therapy and hemodialysis? **Methods:** This systematic review was prepared according to the PRISMA 2020 methodological guidelines, with a search for scientific articles in the BVS, PUBMED, and SCIELO databases. The descriptors used were: oxygen therapy, hemodialysis, mechanical ventilation, invasive mechanical ventilation, noninvasive mechanical ventilation, renal replacement therapy, and dialysis. **Results:** Of the 246 studies identified in the initial search, 31 were included. Patients undergoing simultaneous hemodialysis and oxygen therapy represented 33.78% (n=4586) of the total. Ages ranged from 52 to 71 years, with a predominance of kidney injury and acute renal failure (62.9%), as well as respiratory failure (78.9%). Most patients underwent invasive mechanical ventilation (97.71%) and had a mortality rate higher than the overall mortality rate of the study (47.32% versus 37.80%). **Conclusion:** Patients with a mean age of 60.34 ± 3.11 years undergoing simultaneous hemodialysis and oxygen therapy have a higher prevalence of respiratory failure and acute renal dysfunction, in addition to widespread use of invasive mechanical ventilation and a higher mortality rate. The heterogeneity of the studies, including differences in methodological designs, hindered a more complete analysis. Future research is needed to better segment reviews and publications regarding the characterization of adult patients undergoing oxygen therapy and hemodialysis.

Keywords: Oxygen Inhalation Therapy; Renal Dialysis; Artificial Respiration; Renal Insufficiency; Oxidative Stress

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fluxograma 1 – Fluxograma PRISMA do processo seleção de artigos. Apresenta o processo de identificação (Bases de dados BVS, PUBMED e SCIELO com os descritores oxigenoterapia, hemodiálise, ventilação mecânica, ventilação mecânica invasiva, ventilação mecânica não invasiva, terapia renal substitutiva e diálise), triagem, elegibilidade e inclusão de artigos para esta revisão..... 34
- Gráfico 1 – Quantil-Quantil comparando os quantis teóricos de uma distribuição normal com os valores médios das idades observadas de pacientes submetidos a oxigenoterapia e hemodiálise concomitantemente. A linha de tendência indica o grau de aderência à normalidade, com $R^2 = 0,923$, sugerindo que cerca de 92,3% da variação nos dados pode ser explicada por uma distribuição normal teórica.....38
- Gráfico 2 – Distribuição de frequências das doenças e condições clínicas de pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente..... 43
- Gráfico 3 – Distribuição de frequências das doenças pulmonares e respiratórias em pacientes em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente.....44
- Gráfico 4 – Distribuição de frequências das doenças renais e distúrbios hidroeletrólíticos em pacientes em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente..... 45
- Gráfico 5 – Distribuição de frequências de distúrbios cardiovasculares em pacientes em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente.....45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização dos 31 artigos incluídos na revisão e distribuição de frequências de características clínicas gerais de pacientes que foram submetidos à oxigenoterapia e hemodiálise concomitantemente.....	35
Tabela 2 –	Distribuição de frequências de comorbidades, modalidades de tratamento e parâmetros bioquímicos de pacientes que submetidos à oxigenoterapia e hemodiálise concomitantemente.....	40
Tabela 3.1–	Distribuição dos parâmetros da oxigenoterapia e ventilação mecânica dos pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente.....	48
Tabela 3.2 –	Distribuição dos parâmetros da ventilação mecânica dos pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente.....	49
Tabela 4 –	Distribuição da frequência de mortalidade em pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas e acrónimos	Denominação
APACHE	Fisiologia Aguda e Evolução da Saúde Crônica (<i>Acute Physiology and Chronic Health Evaluation</i>)
Alb.	Albumina sérica
BiPAP	Pressão positiva em dois níveis nas vias aéreas
BVS	Biblioteca virtual em saúde
BUN	Nitrogênio ureico no sangue
Cr	Creatinina sérica
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
DCI	Doença cardíaca isquêmica
DM	Diabetes mellitus
DP	Diálise peritoneal
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DRC	Doença renal crônica
DRT	Doença renal terminal
FiO ₂	Fração inspirada de oxigênio
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
HD	Hemodiálise
HDI	Hemodiálise intermitente
HDVVC	Hemodiálise veno-venosa contínua

HFVVC	Hemofiltração veno-venosa contínua
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
IAM	Infarto agudo do miocárdio
ICC	Insuficiência cardíaca congestiva
IRA	Insuficiência renal aguda
IRC	Insuficiência renal crônica
KDIGO	Doença Renal: Melhorando os Resultados Globais (<i>Kidney Disease: Improving Global Outcomes</i>)
LRA	Lesão renal aguda
OH	Radical hidroxila
Oxgt.	Oxigenoterapia
O ₂	Oxigênio
O ₂ -	Ânion superóxido
PAO ₂	Pressão parcial de oxigênio alveolar
PAP	Pressão de pico nas vias aéreas
PatmO ₂	Pressão parcial de oxigênio na atmosfera
PEEP	Pressão expiratória positiva final
PPlat	Pressão de platô
PRISMA	Itens de relatórios preferenciais para revisões sistemáticas e meta-análises (<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>)
ROS	Espécies reativas de oxigênio

SCIELO	Biblioteca Eletrônica Científica Online (<i>Scientific Electronic Library Online</i>)
SDRA	Síndrome do desconforto respiratório agudo
SLED	Hemodiálise sustentada de baixa eficiência
TFG	Taxa de filtração glomerular
TRS	Terapia renal substitutiva
UTI	Unidade de terapia intensiva
VM	Ventilação mecânica
VMI	Ventilação mecânica invasiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE O OXIGÊNIO.....	19
2.2	ASPECTOS GERAIS SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO INDUZIDO PELO O ₂	20
2.2.1	Sistema antioxidante e o estresse oxidativo induzido pelo O ₂	20
2.3	ASPECTOS SOBRE AS MODALIDADES DE OXIGENOTERAPIA E SEU USO COMO RECURSO PARA REVERTER A HIPOXEMIA.....	21
2.3.1	Oxigenoterapia como fator de risco para lesão renal.....	21
2.4	ASPECTOS SOBRE AS MODALIDADES DE DIÁLISE E SUA UTILIZAÇÃO COMO TERAPIA DE SUPORTE RENAL.....	22
2.4.1	Aspectos históricos sobre a hemodiálise.....	23
2.4.2	Epidemiologia da doença renal e a necessidade de hemodiálise.....	24
2.5	ASPECTOS GERAIS SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO INDUZIDO PELA HEMODIÁLISE.....	25
2.6	ASPECTOS GERAIS SOBRE O TRATAMENTO COM HEMODIÁLISE NO BRASIL.....	26
2.7	ASPECTOS GERAIS SOBRE A LESÃO RENAL COMO FATOR DE RISCO PARA A DISFUNÇÃO PULMONAR.....	27
2.8	ASSOCIAÇÃO DA OXIGENOTERAPIA COM A HEMODIÁLISE.....	27
2.9	PROBLEMÁTICA.....	28
3	OBJETIVO GERAL.....	29
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1	CRITÉRIOS PARA ELEGIBILIDADE DOS ARTIGOS COLETADOS.....	32
4.2	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	32
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32

5	RESULTADOS.....	34
5.1	CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS GERAIS DOS PACIENTES EM OXIGENOTERAPIA E HEMODIÁLISE CONJUNTAMENTE.....	38
5.2	COMORBIDADES ASSOCIADAS AOS PACIENTES EM OXIGENOTERAPIA E HD CONJUNTAMENTE.....	43
5.3	PARÂMETROS DA OXIGENOTERAPIA E VENTILAÇÃO MECÂNICA ASSOCIADAS EM PACIENTES SUBMETIDOS À HEMODIÁLISE CONJUNTAMENTE.....	46
5.4	COMPROMETIMENTO RENAL E PARÂMETROS DA HEMODIÁLISE DE PACIENTES EM TRATAMENTO CONJUNTAMENTE COM OXIGENOTERAPIA.....	50
5.5	MORTALIDADE ASSOCIADA AOS PACIENTES EM OXIGENOTERAPIA E HEMODIÁLISE.....	50
6	DISCUSSÃO.....	52
7	CONCLUSÃO.....	57
	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Pacientes gravemente doentes necessitam frequentemente de oxigenoterapia, porém apesar de necessário, esse tratamento predispõe a ocorrência de alterações a nível fisiológico, e sobre esta questão, e especialmente sobre o tempo e concentração de oxigênio (O_2) ofertado não há clareza se isto pode estar relacionado ao surgimento ou exacerbação da lesão renal aguda (LRA). Assim, estes pacientes apresentam cerca de três vezes mais chance de desenvolverem insuficiência renal (Husain-Syed *et al.*, 2016; Akker *et al.*, 2013). A ocorrência de LRA aumenta o risco de progressão para doença renal crônica (DRC). A DRC ocorre quando há a persistência por três meses ou mais de algum dano nos rins ou na presença da taxa de filtração glomerular (TFG) menor que 60 ml/min/1,73m² (Levey *et al.*, 2011). A diretriz Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) de 2020 determinou que a DRC pode surgir de 7 a 90 dias após o início da insuficiência renal aguda (IRA) advinda da LRA (Ferenbach *et al.*, 2016). Com a evolução da lesão há o aumento da permeabilidade glomerular nos pacientes resultando no agravamento da disfunção renal, o que pode demandar a necessidade de terapias renais substitutivas (TRS) para substituir ou complementar a filtração deste órgão, como a hemodiálise (HD) (Romagnoli *et al.*, 2016). Pacientes gravemente doentes e que fazem uso da HD necessitam frequentemente de oxigenoterapia para melhorar a troca gasosa, reverter a hipoxemia e diminuir o esforço respiratório. Isso porque há uma relação direta entre a função dos pulmões em realizar hematose e a preservação da função renal (Husain-Syed *et al.*, 2016).

Durante a IRA o tecido pulmonar sofre danos devido ao estresse oxidativo e a inflamação, mas especialmente porque nestas circunstâncias ocorre uma redução na expressão de proteínas de canais essenciais para a eliminação de água dos alvéolos, o que é ainda mais agravado no estágio avançado da DRC, a doença renal terminal (Husain-Syed *et al.*, 2016; Gembillo *et al.*, 2023). Há uma frequência de edema pulmonar e insuficiência respiratória na presença da IRA, devido a retenção de líquidos e diminuição da TFG (Prezant *et al.*, 1990). O avançar da instalação da insuficiência respiratória exigirá dessa forma proporcionalmente de suporte de oxigênio suplementar.

Isoladamente, a administração de elevadas concentrações de O_2 por longos períodos induz estresse oxidativo e inflamação pulmonar (Liu *et al.*, 2018), e por outro lado tanto no

agravamento da DRC quanto no uso de HD a produção de radicais livres também pode ser observada (Libetta *et al.*, 2011). Sob estas perspectivas, tomadas juntas a oxigenoterapia, DRC e HD há forte evidência de que o estresse oxidativo e a inflamação possam ser intensificados e resultarem em agravamento da situação clínica dos pacientes.

Conhecer o perfil dos pacientes tratados com oxigenoterapia e HD permite determinar a população mais afetada pela progressão das disfunções nesses órgãos e analisar os desfechos clínicos desses pacientes. O objetivo principal desta revisão sistemática é identificar o perfil clínico dos pacientes submetidos concomitantemente a oxigenoterapia e a HD.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE O OXIGÊNIO

Estudos sobre o ar atmosférico remontam há cerca de 250 anos, porém a descoberta do O_2 como elemento é datada a partir de 1772 com contribuições de Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley e Antoine-Laurent Lavoisier que conseguiram comprovar que o ar não se tratava de uma substância elementar, mas sim composto de diversas substâncias, dentre elas o O_2 . Correspondente a 21% do ar atmosférico, o O_2 (à uma pressão parcial de O_2 na atmosfera de 159 mmHg – $P_{atm}O_2$) é essencial ao metabolismo dos organismos aeróbicos, desde plantas a animais. Por meio da ventilação pulmonar o O_2 consegue entrar nos alvéolos pulmonares e a partir da hematose chegar até as células de todo o organismo (Hancock *et al.*, 2022). Nos alvéolos, a pressão parcial de O_2 (PAO_2) é cerca de 100 mmHg, sendo que a maior parte dele se liga à hemoglobina, enquanto uma pequena fração se dissolve no plasma. Na respiração mitocondrial ele atua como acceptor terminal de elétrons para que as mitocôndrias consigam gerar ATP, além de ser fundamental para a termorregulação do organismo, funcionamento da atividade neural e manutenção do equilíbrio ácido-base (Mart *et al.*, 2022).

A utilização do O_2 na medicina para tratamento de pneumonia e outras comorbidades pulmonares se iniciou em 1798 no Instituto Pneumático em Bristol, na Inglaterra (Heffner *et al.*, 2013). O desenvolvimento de aparelhos respiratórios prosseguiu à medida que a oxigenoterapia era vista como um recurso para tratar doenças pulmonares, embora cerca de 140 anos depois tenha sido reportado os primeiros efeitos tóxicos do O_2 por John Scott Haldane (Mart *et al.*, 2022; Dickerson *et al.*, 1964). O desenvolvimento de ventiladores por pressão subatmosférica, incluindo o chamado “pulmão de ferro” na ascensão da epidemia de insuficiência respiratória na década de 40 induzida pela poliomielite (Eichel *et al.*, 2017) favoreceu o desenvolvimento dos ventiladores mecânicos, do surgimento de UTIs mais equipadas na Europa em 1970, e contribuiu para a expansão da utilização do O_2 medicinal. Posteriormente, os avanços na medicina em cuidados intensivos inseriram os ventiladores mecânicos de pressão supra-atmosférica no tratamento de pacientes graves utilizando tubos endotraqueais ou tubos de traqueostomia. Por meio da oxigenoterapia foi possível fornecer variadas concentrações supra-atmosféricas de O_2 de acordo com a necessidade fisiológica, porém exposições a altas doses e por longo tempo dessa substância passou a aumentar os

riscos dos pacientes à toxicidade do O_2 . Assim, dosar a quantidade de O_2 passou a ser essencial para promover uma “ventilação protetora pulmonar”, controlando, por exemplo, a fração inspirada (FiO_2) e outros parâmetros que interferem na concentração do O_2 ofertado, como a pressão expiratória final positiva (PEEP) e o volume corrente (Mart *et al.*, 2022).

2.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO INDUZIDO PELO O_2

A metabolização do O_2 no organismo promove a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), os radicais livres. Essas substâncias são subprodutos naturais das reações enzimáticas envolvidas na cadeia respiratória mitocondrial, aonde a presença de um elétron desemparelhado, diferente de outras organelas biológicas, confere instabilidade ao O_2 molecular e gera um potencial oxidativo (Pizzino *et al.*, 2017; Jones *et al.*, 2008). Assim, podem se apresentar, primeiramente, como: ânion superóxido (O_2^-), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), e, por último, o radical hidroxila (OH) (Liu *et al.*, 2018).

As ROS podem surgir fisiologicamente, mas também em práticas excessivas de exercícios físicos e no próprio envelhecimento (Pizzino *et al.*, 2017). As ações benéficas das ROS impactam no controle fisiológico das funções celular, incluindo: (1) a atuação nas vias de sinalização celular, (2) síntese de estruturas, (3) e participação no sistema de defesa do organismo. Devido à capacidade de reatividade dos radicais livres, a produção excessiva das ROS promovem danos às biomoléculas (Jones *et al.*, 2008). As ROS estão amplamente presentes em células imunes, em processos inflamatórios e infecciosos (Pizzino *et al.*, 2017). Isso leva a especulação de que as ROS também possam estar elevadas em pacientes em oxigenoterapia e HD, pois esses pacientes estão constantemente com processos inflamatórios instalados. O nível de ROS determina proporcionalmente o nível do dano oxidativo nas estruturas biológicas (Kowluru *et al.*, 2015). Esses danos ocorrem pela produção desordenada das ROS, podendo até levar a danos ao DNA, causando modificações em sua estrutura, incluindo alterações em suas bases e a quebra das fitas da molécula (Liu *et al.*, 2022).

2.2.1 Sistema antioxidante e o estresse oxidativo induzido pelo O_2

Os antioxidantes são moléculas capazes de doar um elétron a um radical livre instável (Lobo *et al.*, 2010) e, assim, neutralizam a ação deletéria das ROS (ou seja: são moléculas redutoras), podendo ser de origem endógena (produzidos durante o metabolismo fisiológico),

ou de origem exógena (obtidos através da dieta alimentar). O sistema antioxidante inclui substâncias enzimáticas, como: a catalase, o superóxido dismutase e a glutathione peroxidase; além de substâncias não enzimáticas, incluindo: os flavonoides, B-caroteno, o α -tocoferol (vitamina E) e o ácido ascórbico (vitamina C), por exemplo (Kurutas *et al.*, 2016). Apesar de estarem presentes no organismo, a produção excessiva de radicais livres sobrecarrega o sistema antioxidante, necessitando da atuação dos antioxidantes exógenos para o equilíbrio entre estas organelas (Chandimali *et al.*, 2025). A elevação dos níveis de radicais livres em detrimento dos níveis de substâncias antioxidantes caracteriza o desequilíbrio óxido-redução, conhecido por estresse oxidativo (Tumilaar *et al.*, 2024). Como a oxigenoterapia, a IRA, a DRC e a HD são condições isoladas em que se observa a presença de radicais livres, há fortes indícios haja uma sobreposição destes radicais sobre os níveis de antioxidantes (Libetta *et al.*, 2011; D'andurain *et al.*, 2023).

2.3 ASPECTOS SOBRE AS MODALIDADES DE OXIGENOTERAPIA E SEU USO COMO RECURSO PARA REVERTER A HIPOXEMIA

Normalmente, a oxigenoterapia é utilizada para reverter a hipoxemia em pacientes diagnosticados com de doenças pulmonares, cardiovasculares e cerebrovasculares, além da utilização no intra-operatório e pós-operatório de diversas cirurgias fornecendo quantidade de O₂ para o funcionamento adequado e manutenção das estruturas celulares (Weekley *et al.*, 2025). O O₂ pode ser administrado a partir da ventilação mecânica invasiva e não invasiva. A modalidade não invasiva inclui equipamentos como cânulas nasais, máscaras faciais - simples, de Venturi e sem reinalação-, a oxigenoterapia hiperbárica e a ventilação não invasiva com pressão supra-atmosférica - por pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) e pressão positiva em dois níveis nas vias aéreas (BiPAP). Na modalidade invasiva o O₂ é fornecido por meio de tubos endotraqueais e cateteres transtraqueais de oxigênio (Bateman; Leach, 1998; Hardavella *et al.*, 2019). A gravidade dos pacientes em oxigenoterapia englobam série de alterações fisiológicas associadas a diversas doenças, incluindo disfunções renais que levam à necessidade de suporte dialítico (Husain-Syed *et al.*, 2016).

2.3.1 Oxigenoterapia como fator de risco para lesão renal

Pacientes em oxigenoterapia, principalmente em ventilação mecânica invasiva, sofrem redução TFG devido ao aumento da pressão nas vias aéreas durante o ciclo respiratório com alterações no volume corrente e na PEEP (Mendes *et al.*, 2024). Assim, os rins saudáveis podem ser afetados pela suplementação de O₂ prolongada (Hepokoski *et al.*, 2018). A pressão supra-atmosférica contínua nas vias aéreas induz a disfunção renal por meio da tensão no sistema circulatório gerada pela suplementação do O₂ (Hepokoski *et al.*, 2018; Drury *et al.*, 1947). O aumento da resistência pulmonar pode levar à congestão renal advinda da hipertensão venosa renal pelo aumento da pressão venosa central. A VM também impacta o sistema renina-angiotensina-aldosterona levando a diminuição do fluxo sanguíneo para os rins (Mendes *et al.*, 2024). Tais disfunções no organismo, resultantes da oxigenoterapia, reverberam no surgimento de disfunções renais, como a insuficiência renal aguda e posteriormente a DRC (Drury *et al.*, 1947). Pacientes que possuem comorbidades renais, principalmente a insuficiência renal, necessitam de tratamentos que assumam a função dos rins debilitados, eliminando água e filtrando toxinas, conhecidas como terapias renais substitutivas (TRS), que abrangem comumente, o transplante renal e as diálises (Bello *et al.*, 2022).

2.4 ASPECTOS SOBRE AS MODALIDADES DE DIÁLISE E SUA UTILIZAÇÃO COMO TERAPIA DE SUPORTE RENAL

A DRC pode ser estratificada em cinco estágios clínicos baseados na TFG. Os dois primeiros estágios necessitam, normalmente, de intervenções dietoterápicas, atenuando a progressão da nefropatia. Os estágios mais avançados necessitam de estratégias específicas para o manejo das comorbidades comuns a pessoas com DRC, como a anemia e as disfunções no balanço hidroeletrolítico, que podem estar associadas a condutas terapêuticas mais complexas para a manutenção da depuração de toxinas antes realizada pelos rins (D'andurain *et al.*, 2023). As TRS surgiram como um tratamento a pessoas com DRC em estágios avançados e lesão renal grave (Phadke *et al.*, 2020).

O transplante de aloenxerto é o tratamento ideal para a maioria dos pacientes com DRC, porém a disponibilidade de doadores vivos e falecidos é escassa (Phadke *et al.*, 2020). Assim, as diálises são opções mais viáveis e a partir de princípios físicos de convecção, difusão e pressão osmótica, conseguem remover toxinas e o excesso de água do organismo

quando a resposta renal se torna insuficiente. Elas podem ser divididas principalmente em diálise peritoneal (DP) e HD (Torreggiani *et al.*, 2023).

Na DP o sangue é purificado dentro da cavidade abdominal e o peritônio funciona como uma membrana semipermeável, permitindo que as substâncias nocivas e a água saiam dos vasos sanguíneos da região e passem para o líquido da diálise que é injetado na cavidade abdominal e, posteriormente, é removido (Phadke *et al.*, 2020). Enquanto, na HD a forma de purificação é extracorpórea e por meio de um acesso venoso, o sangue flui através de tubos para a máquina de diálise (Torreggiani *et al.*, 2023).

O sistema da HD consiste em um circuito sanguíneo, o circuito de solução de diálise e o dialisador, um filtro capilar oco contendo membranas de diálises, que frequentemente são de celulose. A solução de diálise da máquina pode variar para cada instituição sendo mais comum a utilização de água ultrapura. Normalmente, o tratamento com HD ocorre em centros de diálise. Na HD convencional ou intermitente, a terapia ocorre, normalmente, três vezes por semana, onde o sangue é filtrado de 2 a 5 horas, enquanto na modalidade contínua o sangue é depurado por 24 horas sem intervalos (Phadke *et al.*, 2020).

Existem TRS mais modernas como a hemodiafiltração, a hemofiltração e a HD sustentada de baixa eficiência (SLED). A hemodiafiltração combina de maneira sinérgica no hemodialisador os princípios da difusão da HD, que removem toxinas urêmicas de baixo peso molecular, com os mecanismos convectivos, mais eficazes na depuração de solutos de médio peso molecular, como a β 2-microglobulina (Lang *et al.*, 2023). Enquanto, a técnica SLED, utiliza o mesmo sistema da HD, porém com fluxos sanguíneos e de dialisato mais baixos, contribuindo para maior tolerância cardiovascular e menor risco de hipotensão em pacientes com instabilidade hemodinâmica. Neste último caso, o tratamento pode ter duração de até 12 horas (Kitchlu *et al.*, 2015).

2.4.1 Aspectos históricos sobre a hemodiálise

O avanço da disfunção renal indica a necessidade da substituição dos rins afetados por um sistema artificial que possa realizar o processo de filtração, as diálises, ou por um aloenxerto renal. O termo diálise foi descrito pela primeira vez em 1854, pelo físico-químico Thomas Graham em seu trabalho sobre força osmótica que relatava a passagem de soluto através de uma membrana semipermeável. A sua pesquisa possibilitou compreender que seria

viável a remoção de substâncias tóxicas do sangue por meio da filtração (Gottschalk *et al.*, 1997). Assim, em 1913, o farmacologista John Jacob Abel, criou um sistema de efusão com tubos feitos de plástico poroso que filtrava as toxinas do sangue. Os estudos posteriores para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre a diálise se basearam na criação de diversos tipos de membranas, como as membranas de nitrocelulose derivadas do algodão (Himmelfarb *et al.*, 2010). Os primeiros sistemas de diálise funcionais de baixo fluxo possuíam membranas de colódio, testadas no ano seguinte na Escola de Medicina da Universidade Johns Hopkins, o que incentivou mais estudos sobre os fluxos sanguíneos para o sistema e mecanismos para evitar a coagulação (Eknoyan, 2009).

Em 1924, a primeira HD foi realizada em um paciente humano urêmico na Alemanha (Gottschalk *et al.*, 1997). A partir de membranas de celofane somado a um banho de imersão, realizou-se a primeira recuperação de um paciente com insuficiência renal aguda com um sistema de HD de tambor rotativo criado pelo médico Willem Kolff em 1945. A invenção de Kolff se tornou o tratamento padrão de diálise na década seguinte, porém eram direcionados a paciente com insuficiência renal aguda e oliguanúricos por até 6 semanas (Himmelfarb *et al.*, 2010; Gottschalk *et al.*, 1997). A diálise a longo prazo surgiu após o desenvolvimento do Teflon e do entendimento da necessidade de acessos cirúrgicos permanentes durante todo o tratamento para evitar os riscos de infecção, que deveriam possuir uma derivação arteriovenosa instalada nos vasos (Himmelfarb *et al.*, 2020; Twardowski *et al.*, 2008). As técnicas de HD mais modernas se baseiam no desenvolvimento dos mecanismos de biocompatibilidade da membrana, nas melhorias do dialisador e do desenvolvimento das fístulas arteriovenosas que permitiram acessos mais seguros para os tratamentos (Himmelfarb *et al.*, 2020).

2.4.2 Epidemiologia da doença renal e a necessidade de hemodiálise

Estima-se que 700 milhões de pessoas vivam com a doença renal no mundo. Ela está associada ao aumento da morbimortalidade e dos custos excessivos com assistência à saúde, sendo uma prioridade crescente na saúde pública global, predispondo a necessidade de terapias que sejam capazes de substituir ou complementar a função renal (Francis *et al.*, 2024). Dentre as doenças que antecedem a ocorrência da DRC, a nefropatia diabética é a principal comorbidade nos países desenvolvidos, seguido pela hipertensão e a

glomerulonefrite crônica que são as principais causas em países subdesenvolvidos (Lugon *et al.*, 2009).

O aumento de comorbidades com o avanço da função renal reduzida se associa à necessidade do início da diálise com o objetivo de remover o excesso de água e de toxinas acumuladas pela diminuição da TFG. A associação da DRC com outras doenças, como a insuficiência cardíaca e doença pulmonar está associada a maior necessidade de hospitalização, aumento do tempo de internação e do risco de óbito (Lee *et al.*, 2018; Tonelli *et al.*, 2015). Assim, em 2017, a função renal prejudicada foi atribuída a mais de 1,2 milhões de mortes por comprometimentos cardiovasculares (GBD, 2007). A DRC está relacionada ao aumento do risco de mortalidade cardiovascular em pacientes portadores de diabetes e hipertensão, sendo um determinante de saúde revelador da lacuna significativa no controle dessas doenças (Couser *et al.*, 2011). A HD é a modalidade de diálise mais comum, utilizada em 89% dos tratamentos quando comparada a diálise peritoneal (Bello *et al.*, 2022). Existe uma lacuna entre o número de pessoas portadoras de doença renal que necessitam das TRS e aquelas que realmente recebem o tratamento, isso se associa ao lento crescimento socioeconômico dos países e ao déficit no investimento em políticas públicas de saúde, sendo que apenas 64% dos países possuem financiamento público para o tratamento com TRS (Pecoits-Filho *et al.*, 2020; Bello *et al.*, 2019).

2.5 ASPECTOS GERAIS SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO INDUZIDO PELA HEMODIÁLISE

A ocorrência de estresse oxidativo e de processos inflamatórios relacionados a HD pode ser induzido através de quatro mecanismos: (1) pela produção de ROS com a progressão da deterioração da função renal; (2) na perda de antioxidantes naturais celulares durante a diálise; (4) pela incompatibilidade com o sistema de HD; (4) pelo acesso venoso para a realização da diálise (Libetta *et al.*, 2011; Liakopoulos *et al.*, 2019; D'andurain *et al.*, 2023).

A presença de ROS durante os processos inflamatórios possui uma relação intrínseca com a recorrência de doenças renais, insuficiências renais e glomerulonefrites (D'andurain *et al.*, 2023). Pacientes urêmicos, nos estágios mais avançados da DRC, apresentam um estado inflamatório persistente desencadeado pelo aumento da produção de citocinas pró-inflamatórias e proteínas de baixo peso molecular com atividade pró-oxidantes em

consequência das diversas disfunções metabólicas. A produção de mediadores pró-inflamatórios se encontram aumentados em pacientes em HD, como a enzima NF- κ B. A HD ao remover as toxinas urêmicas do sangue também reduz a quantidade de substâncias essenciais, as proteínas antioxidantes naturais, como a glutathione sulfidril e a vitamina C hidrossolúvel (Libetta *et al.*, 2011).

Adicionalmente, o sistema da HD é composto por tubos para que o sangue circule de forma extracorpórea em contracorrente e seja filtrado, podendo induzir o metabolismo oxidativo de leucócitos, como células polimorfonucleares, pelo contato do sangue com materiais artificiais (Liakopoulos *et al.*, 2019). Na HD crônica, o contato contínuo do plasma, de trombócitos e leucócitos com os capilares do dialisador favorecem a ativação da resposta imune e de mediadores inflamatórios (Chaghouri *et al.*, 2021). A produção de radicais livres por este mecanismo está relacionada à patogênese de condições comuns em pacientes em HD, como a opacificação congênita do cristalino, manifestações osteoarticulares e aterosclerose (Galli *et al.*, 1998).

As técnicas mais modernas de diálise já utilizam membranas mais biocompatíveis para otimizar o tratamento e evitar a contaminação do sangue, porém ainda há em menor grau a geração de produtos pró-oxidantes (Libetta *et al.*, 2011; Liakopoulos *et al.*, 2019).

Os acessos venosos comuns para a realização da diálise incluem o uso de cateteres venosos centrais, fístulas arteriovenosas e enxertos sintéticos. Estes acessos a longo prazo, independentemente da presença de um processo infeccioso, induzem a formação de subprodutos da peroxidação de proteínas e lipídeos, favorecendo a inflamação e a mineralização vascular (Liakopoulos *et al.*, 2019).

2.6 ASPECTOS GERAIS SOBRE O TRATAMENTO COM HEMODIÁLISE NO BRASIL

No Brasil, a prevalência de pessoas que fazem tratamento com diálise em 2023 foi de 771 pacientes por milhão de população, com um aumento de 1,8% comparado ao ano anterior (Nerbass *et al.*, 2025). O último censo sobre a doença renal e as TRS no país foi publicado em 2023, assim, de acordo com a Sociedade Brasileira de Nefrologia, 886 centros de diálise crônica permaneciam ativos no país. Cerca de 76% dos tratamentos de diálise no Brasil são financiados pelo sistema público de saúde (Nerbass *et al.*, 2023).

A Pesquisa Brasileira de Diálise revelou que a hipertensão arterial é a principal causa do agravamento da função renal no país, seguida do diabetes mellitus, e, ainda, a prevalência de sobrepeso e de obesidade abrange 46% dos pacientes em tratamento dialítico, com mais de 27 mil óbitos em 2023 (Nerbass *et al.*, 2025). Atualmente, três modalidades de diálise são oferecidas pelo SUS dentre os tratamentos dialíticos, a HD predomina em 88,2% dos pacientes seguida da hemofiltração (8%) e da diálise peritoneal (3,8%) (Nerbass *et al.*, 2023).

2.7 ASPECTOS GERAIS SOBRE A LESÃO RENAL COMO FATOR DE RISCO PARA A DISFUNÇÃO PULMONAR

Patologias pulmonares podem afetar a função renal, mas o contrário também pode acontecer: durante o tratamento com diálise a curva da saturação de O₂ se altera acarretando na diminuição da dissociação do O₂ da hemoglobina, dificultando a sua liberação para os tecidos, ocorrendo quadros de hipóxia intradialítica em pacientes que realizam a HD (Campos *et al.*, 2018; Kooman *et al.*, 2021). Essa modificação está associada à alcalose metabólica, redução do CO₂ no sangue, diminuição dos níveis de 2,3-difosfoglicerato e na elevação de citocinas pró-inflamatórias causadas pela diálise (Bollenbecker *et al.*, 2022). Ainda, a disfunção pulmonar é comum em pacientes com insuficiência renal, sendo influenciada pela inflamação associada à persistência de citocinas pró-inflamatórias pela diminuição da TFG, além do aumento da produção de citocinas no ambiente urêmico (Mukai *et al.*, 2018; Pecoits-Filho *et al.*, 2003). Dessa forma, para reverter a hipoxemia é necessário a administração de O₂, ou seja, oxigenoterapia.

2.8 ASSOCIAÇÃO DA OXIGENOTERAPIA COM A HEMODIÁLISE

Portadores de comorbidades pulmonares e renais podem ser submetidos concomitantemente a oxigenoterapia e a HD. A suplementação de O₂ quando necessária é constante, assim como a HD que pode durar horas, sendo repetida semanalmente, ou durar dias, a depender da modalidade escolhida. Pelo caráter invasivo de ambas as terapias é inevitável a ocorrência de processos inflamatórios inerentes à exposição prolongada aos tratamentos e a produção de radicais livres. Conhecer o perfil dos pacientes tratados com ambas as terapias permite determinar a população mais afetada pela progressão das disfunções pulmonares e renais e analisar os desfechos clínicos desses pacientes que se

relaciona com as terapias utilizadas, podendo subsidiar condutas clínicas mais eficazes. Ademais, este mapeamento favorece a validação de hipóteses sobre os tratamentos citados e corrobora para a prática de um cuidado direcionado, eficiente e humanizado.

2.9 PROBLEMÁTICA

Qual o perfil clínico dos pacientes submetidos concomitantemente a oxigenoterapia e a hemodiálise?

3 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o perfil clínico dos pacientes submetidos concomitantemente a oxigenoterapia e a hemodiálise.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar artigos científicos que apresentem informações sobre pacientes que fizeram ao mesmo tempo uso de oxigenoterapia e HD, buscando ainda identificar especificamente:

- ❖ A média da idade e sexo;
- ❖ Valor médio dos dias de internação;
- ❖ O local onde os tratamentos ocorreram, incluindo ambulatorios, emergências, enfermarias, unidades de terapia intensiva, unidade de terapia semi-intensiva ou se o tratamento foi em domicílio.
- ❖ Valor médio dos índice de gravidade: *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE);
- ❖ Frequência de doenças e disfunções pulmonares;
- ❖ Frequência de doença renal, insuficiência renal aguda ou crônica;
- ❖ Frequência de outras comorbidades no grupo estudado além das citadas;
- ❖ Modalidade de oxigenoterapia que está sendo ofertada: através de dispositivo invasivo, como cânula de traqueostomia, tubo nasotraqueal e tubo orotraqueal, ou dispositivo não invasivo, como cateter de oxigênio nasal e as máscaras faciais, incluindo máscara simples, máscara com reservatório e máscara de Venturi.
- ❖ Valor médio dos parâmetros da oxigenoterapia e da ventilação mecânica artificial: fração inspirada de oxigênio (FiO₂), complacência pulmonar, incluindo complacência estática e dinâmica, pressão de platô, pressão expiratória positiva final (PEEP), pressão média das vias aéreas, pressão de pico nas vias aéreas, resistência pulmonar e volume corrente.

- ❖ A modalidade da HD, como: contínua, convencional, HD intermitente (HDI), hemodiafiltração, hemofiltração e HD sustentada de baixa eficiência (SLED).
- ❖ Informações sobre a HD, como: tempo médio das sessões, número de diálises totais, taxa de fluxo sanguíneo e taxa de fluxo do dialisato, tipo de acesso para o tratamento, como fístula arteriovenosa ou cateter venoso duplo lúmen e sua localização.
- ❖ Valor médio dos níveis de albumina sérica (g/dL), creatinina sérica (mg/dL), fósforo sérico (mg/dL), lactato sérico (mmol/L), nitrogênio ureico (BUN) (mg/dL) ureia sérica (mg/dL) e TFG
- ❖ A distribuição de frequência de óbitos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A presente revisão sistemática foi elaborada de acordo com as diretrizes metodológicas estabelecidas no PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) 2020 (BMJ, 2021), assegurando o rigor metodológico. A formulação da pergunta de pesquisa seguiu as delimitações da estratégia PiCo (P-população; i-interesse; Co-contexto). Dessa forma, os principais elementos da investigação foram: população (P) - pacientes adultos; interesse (i) - características clínicas: média das idades, sexo, frequência de comorbidades e desfecho clínico, incluído óbito e sobrevida; contexto (Co)- oxigenoterapia e HD. Para estruturação dos métodos deste trabalho realizou-se uma busca a partir de artigos científicos nas bases de dados Biblioteca virtual em saúde (BVS), PUBMED e Biblioteca Eletrônica Científica Online (*Scientific Electronic Library Online* - SCIELO) com os seguintes descritores: oxigenoterapia, hemodiálise, ventilação mecânica, ventilação mecânica invasiva, ventilação mecânica não invasiva, terapia renal substitutiva e diálise.

A seleção dos estudos ocorreu no período de dezembro de 2024 a abril de 2025, sem restrição quanto à data de publicação. A triagem foi realizada por um único revisor, utilizando a plataforma Rayyan para a identificação e a eliminação de duplicatas, bem como para a leitura inicial de títulos e resumos. Os estudos potencialmente elegíveis foram, então, submetidos à leitura na íntegra, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. As informações extraídas dos artigos selecionados foram organizadas em planilhas do Microsoft Excel, onde as variáveis foram compiladas, o que permitiu sistematizar os dados e facilitar a seleção das variáveis que seriam incluídas na versão final do trabalho.

O termo ‘hemodiálise’ considerado neste estudo foi utilizado de forma abrangente para se referir às modalidades de terapia renal substitutiva extracorpóreas conjuntas com a HD, incluindo diferentes modalidades de depuração extracorpórea artificial, tais como: HD convencional, HD contínua, HD intermitente, hemodiafiltração, hemofiltração e a técnica SLED. A escolha destas variáveis, visa uniformizar a análise dos dados trazidos nos artigos que citam qualquer forma de depuração extracorpórea em conjunto com a HD, já que tais modalidades são frequentemente agrupadas e denominadas como hemodiálise nas discussões sobre suporte renal.

Em casos em que os estudos incluídos não apresentavam diretamente determinadas variáveis (como média de idade ou prevalência de comorbidades), esses dados foram estimados com base nas informações fornecidas pelos autores, como totais e percentuais. Tais estimativas foram feitas com o objetivo de padronizar as comparações entre os estudos.

A inclusão de artigos na revisão seguiu os seguintes critérios:

4.1 CRITÉRIOS PARA ELEGIBILIDADE DOS ARTIGOS COLETADOS

Foram incluídos no estudo artigos que incluíam as seguintes informações sobre o uso de oxigenoterapia e HD em pacientes adultos, com idade igual ou superior a 18 anos:

- a quantidade e a média idade desses indivíduos;
- local onde a oxigenoterapia foi ofertada a paciente tratados com HD sendo ambulatorios, emergências, enfermarias, unidades de terapia intensiva (UTI) e em unidade de terapia semi-intensiva independente do motivo da internação, ou com estes tratamentos conjuntos até mesmo em domicílio;
- a modalidade em que o O₂ ofertado sendo por dispositivo invasivo, como cânula de traqueostomia, tubo nasotraqueal e tubo orotraqueal, ou dispositivo não invasivo, como o cateter de oxigênio nasal e máscaras faciais.

4.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Relatos de caso, artigos de revisão, meta-análises e estudos com animais experimentais foram excluídos deste trabalho.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

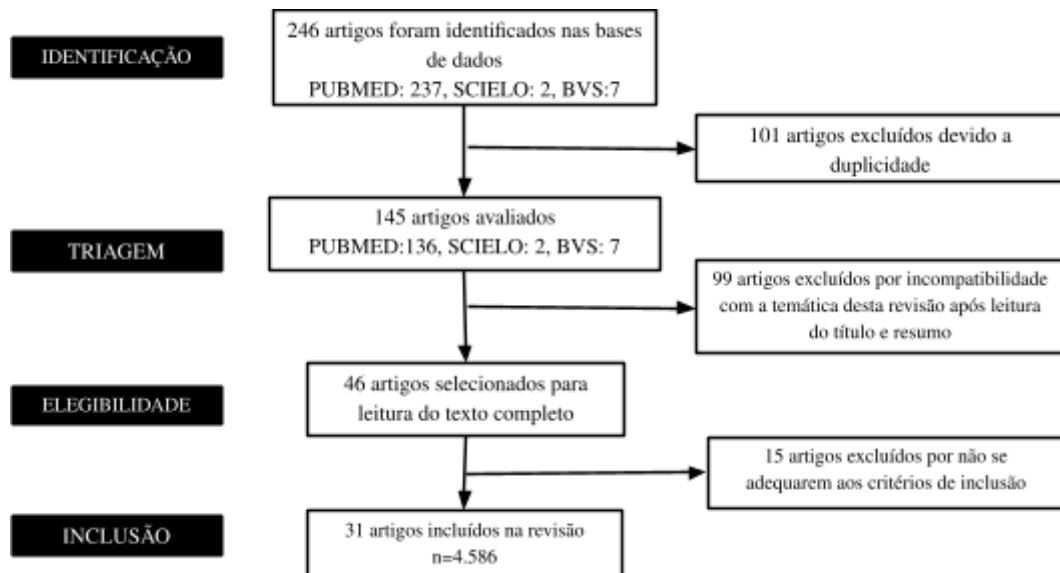
Os dados paramétricos foram expressos como média aritmética simples ou foram identificados o alcance entre os intervalos numéricos presentes nos artigos. Foram identificadas as distribuições de frequência das modalidades de oxigenoterapia, HD e parâmetros da ventilação mecânica artificial e o desfecho óbito. Os seguintes dados qualitativos foram analisados: a modalidade de oxigenoterapia sendo ofertada sendo dispositivo invasivo, como cânula de traqueostomia, tubo nasotraqueal e tubo orotraqueal, ou dispositivo não invasivo, como o cateter de oxigênio nasal e máscaras faciais, além da

modalidade da HD, sendo contínua, HD intermitente/convencional, hemodiafiltração, hemofiltração e SLED, incluindo o tipo e a localização do acesso para o tratamento.

Para avaliar se os dados paramétricos se tratavam de uma distribuição normal foi utilizado o teste de normalidade de Shapiro Wilk. Foi considerado um nível de significância 5%, com intervalo de confiança de 95%, onde foi significativo quando o valor do $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Foram identificados 246 artigos na busca inicial no período de dezembro de 2024 à abril de 2025, dos quais 200 foram excluídos devido a duplicatas (101) e após a leitura dos resumos (99). Dessa forma, foram selecionados 46 artigos para leitura do texto completo, pois obedeciam aos critérios de elegibilidade. Posteriormente, 31 estudos atenderam aos critérios pré-determinados e foram incluídos nesta revisão sistemática. As modalidades de diálise associadas a HD apresentaram a seguinte frequência na busca realizada: o termo “diálise contínua” apareceu 23 vezes; o termo “hemofiltração” 12 vezes; o termo “hemodiafiltração” 7 vezes e o termo “hemodiálise intermitente” 4 vezes. Dentre os artigos selecionados, vinte três foram estudos de coorte, incluindo estudos prospectivos (n=11) e retrospectivos (n=12), dois ensaio clínicos randomizados, cinco estudos observacionais e um caso controle, com um total de 13.577 pacientes, com 58,67% do sexo masculino. Os pacientes submetidos a HD e a oxigenoterapia concomitantemente corresponderam a 33,78% (n=4.586) dos pacientes. O processo de seleção e os artigos incluídos estão expostos no Fluxograma 1 e na Tabela 1, respectivamente.



Fluxograma 1 – Fluxograma PRISMA do processo seleção de artigos. Apresenta o processo de identificação (Bases de dados BVS, PUBMED e SCIELO com os descritores oxigenoterapia, hemodiálise, ventilação mecânica, ventilação mecânica invasiva, ventilação mecânica não invasiva, terapia renal substitutiva e diálise), triagem, elegibilidade e inclusão de artigos para esta revisão.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

Tabela 1 - Caracterização dos 31 artigos incluídos na revisão e distribuição de frequências de características clínicas gerais de pacientes que foram submetidos à oxigenoterapia e hemodiálise concomitantemente

Autores e ano de publicação	Base	Tipo de Estudo	Local	Tratamento inicial*	Escore de gravidade	Nº total de pacientes	Nº de pacientes do sexo masculino	Nº de pacientes em HD e Oxigenoterapia	Percentual **	Valor médio das idades ± desvio padrão
Elsharkawy <i>et al.</i> , 2024	Pubmed	ensaio clínico randomizado	UTI	Oxigenoterapia	-	94	44	94	100%	54,63±18,36
Lin <i>et al.</i> , 2023	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	ambas	APACHE IV: 83,8	1789	1018	1789	100%	62,1±14,2
Burke <i>et al.</i> , 2021	Pubmed	observacional prospectivo	UTI	Oxigenoterapia (38) e HD(5)	-	166	98	43	25,90%	63±14
Goicoechea <i>et al.</i> , 2020	Pubmed	coorte retrospectivo	Hospital	HD	-	36	23	36	100%	71±12
Hirsch <i>et al.</i> , 2020	Pubmed	coorte retrospectivo	Hospital	Oxigenoterapia	-	5449	3317	276	5,06%	64
Hittesdorf <i>et al.</i> , 2020	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	Oxigenoterapia	-	116	75	45	38,79%	61,5±12,1
Sharma <i>et al.</i> , 2020	Pubmed	ensaio clínico randomizado	Hospital	ambas	APACHE II:27,8	907	638	907	100%	59,3±15,28
Silva <i>et al.</i> , 2020	Pubmed	observacional prospectivo	Hospital	Oxigenoterapia	-	282	204	31	10,99%	63±9
Panitchote <i>et al.</i> , 2019	Pubmed	coorte retrospectivo	Hospital	Oxigenoterapia	-	357	137	78	21,85%	54,3±15,7
Teles <i>et al.</i> , 2019	Scielo	coorte	UTI	Não foi possível	-	224	167	55	24,55%	79,75±6,9

		retrospectivo		definir						
Almeida <i>et al.</i> , 2018a	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	HD	-	131	58	94	71,76%	60±15,8
Almeida <i>et al.</i> , 2018b	Pubmed	coorte prospectivo	Hospital	HD	APACHE II: 24,7	94	58	94	100%	60±15
Lim <i>et al.</i> , 2017	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	HD	-	96	62	64	66,67%	59,5
Bitker <i>et al.</i> , 2016	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	HD	-	47	32	39	82,98%	69
Muzaffar <i>et al.</i> , 2016	Scielo	observacional prospectivo	UTI	Oxigenoterapia	-	49	31	23	46,94%	49,7±16,7
Gaudry <i>et al.</i> , 2014	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	HD	-	203	133	75	36,95%	75±15
Leroy <i>et al.</i> , 2014	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	Oxigenoterapia	-	201	136	40	19,9%	64±14
Lopes <i>et al.</i> , 2013	Pubmed Scielo	coorte prospectivo	UTI	ambas	-	80	38	80	100%	52±18
Alfakir <i>et al.</i> , 2011	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	HD	-	26	16	26	100%	52
Walcher <i>et al.</i> , 2011	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	HD	-	136	87	112	82,35%	62,15±14
Noble <i>et al.</i> , 2009	Pubmed	observacional prospectivo	UTI	ambas	-	117	83	117	100%	52,47±15,15
Steinhorst <i>et al.</i> , 2009	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	ambas	APACHE II: 14	31	21	31	100%	52±17

Wu <i>et al.</i> , 2009	Pubmed	observacional retrospectivo	UTI	Oxigenoterapia	-	1307	708	97	7,42%	73,2±15,3
Carson <i>et al.</i> , 2008	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	Oxigenoterapia	-	200	120	49	24,5%	55,6±16,7
Vieira <i>et al.</i> , 2007	Pubmed	caso controle	UTI	Oxigenoterapia	-	140	120	19	13,57%	61,7±15,3
Nakasuji <i>et al.</i> , 2006	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	HD	-	44	35	44	100%	59,7±7,97
Chao <i>et al.</i> , 1998	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	Oxigenoterapia	-	1077	27	50	4,64%	71±12,8
Huang <i>et al.</i> , 1998	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	Não foi possível definir	-	19	11	19	100%	59,5
Huang <i>et al.</i> , 1997	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	Não foi possível definir	APACHE III:74	14	8	14	100%	69,4
Chertow <i>et al.</i> , 1995	Pubmed	coorte retrospectivo	UTI	Não foi possível definir	-	132	56	132	100%	59,8±17
Bouffard <i>et al.</i> , 1986	Pubmed	coorte prospectivo	UTI	HD	-	13	9	13	100%	60±14
TOTAL	-	-	-	-	-	13.577	7.966	4.586	33,78%	-

Nota: *Foi considerado como tratamento inicial a terapia a que o paciente foi submetido no momento da admissão hospitalar e/ou a terapia que o paciente utilizava antes da internação.**Percentual de pacientes em hemodiálise e oxigenoterapia em relação ao total de pacientes de cada estudo.

HD: hemodiálise, UTI: unidade de terapia intensiva.APACHE: Fisiologia Aguda e Evolução da Saúde Crônica.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

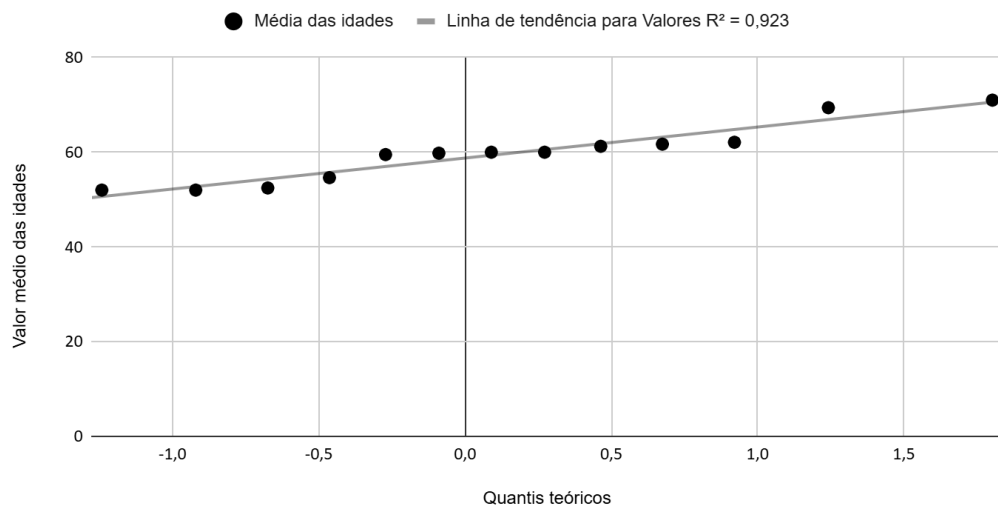


Gráfico 1 – Quantil-Quantil comparando os quantis teóricos de uma distribuição normal com os valores médios das idades observadas de pacientes submetidos a oxigenoterapia e hemodiálise concomitantemente. A linha de tendência indica o grau de aderência à normalidade, com $R^2 = 0,923$, sugerindo que cerca de 92,3% da variação nos dados pode ser explicada por uma distribuição normal teórica.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

O teste de normalidade aplicado, com nível de significância de 5% e com intervalo de confiança de 95%, revelou que a média das idades dos 14 artigos, que incluem exclusivamente pacientes em oxigenoterapia e HD, são aproximadamente provenientes de uma distribuição normal, resultando em W igual 0,89 e p-valor sendo 0,07 (Gráfico 1).

5.1 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS GERAIS DOS PACIENTES EM OXIGENOTERAPIA E HEMODIÁLISE CONJUNTAMENTE

Todos os pacientes dos estudos foram admitidos em unidades hospitalares ($n=4.586$), sendo que 68,99% ($n=3.164$) estavam em UTIs. A média das idades de pacientes em oxigenoterapia e HD variou de 52 a 71 anos, considerando os 14 artigos em que a média das idades eram referentes somente a esses pacientes. A média proporcional das idades desses pacientes é de $60,34 \pm 3,11$ anos. Este cálculo foi possível ao se considerar a média das idades relatadas nesses 14 artigos ($n=3.396$, 74,05%) (Tabela 1). A amplitude do número de dias de internação foi de 9 a 32 dias. Esta última informação foi possível de ser verificada em apenas oito artigos selecionados.

Houve predominância de pacientes do sexo masculino (60,60%, n=2.058) dentre os que foram submetidos a HD e oxigenoterapia considerando os 14 artigos que relataram este sexo para pacientes submetidos aos tratamentos citados (Tabela 1).

Cinco estudos utilizaram o escore APACHE para avaliar as condições clínicas de pacientes (61,82%, n=2.835) que se encontravam em oxigenoterapia e HD conjuntamente. Foi identificado o uso de diferentes versões deste escore APACHE (II, III e IV), o que não possibilitou o estabelecimento de uma correlação direta entre todos valores dos escores com o perfil dos pacientes (Tabela 1).

Tabela 2 - Distribuição de frequências de comorbidades, modalidades de tratamento e parâmetros bioquímicos de pacientes que submetidos à oxigenoterapia e hemodiálise concomitantemente

Autores e ano de publicação	Nº de pacientes em HD e O₂	Modo em que o O₂ foi ofertado (n)	Modalidade de HD (n)	Comorbidades (n)	Parâmetros bioquímicos
Elsharkawy <i>et al.</i> , 2024	94	VMI	HDI	IRA (45), DRC (49)	-
Lin <i>et al.</i> , 2023	1789	VMI	-	Insuficiência renal (1259), insuficiência respiratória (1789) e DRT (530)	-
Burke <i>et al.</i> , 2021	43	CNAF e VMI*	HDI (7), HDVVC (36)	Covid-19 (43), DRT (12), LRA (31), insuficiência respiratória aguda (17)	-
Goicoechea <i>et al.</i> , 2020	36	cânula nasal (24), máscara (12)	-	HAS (35), DM (23), doença cardíaca coronária (8), dislipidemia (24), DPOC (7), fibrilação atrial (11), covid (36), insuficiência respiratória aguda (11)	-
Hirsch <i>et al.</i> , 2020	276	VMI	HDI (154), continua (70) e ambos (61)	Covid-19 (276), IRA (276), insuficiência respiratória aguda (276)	-
Hittesdorf <i>et al.</i> , 2020	45	VMI	HDI e HD contínua	Covid-19 (45), DM (16), HAS (20), obesidade (19)	-
Sharma <i>et al.</i> , 2020	907	VMI	HDI (114), SLED (7), HDFVVC (627)	IRA (907), HAS (25), DM (248), DCI (196), ICC (192), hipoxemia crônica (91), HAS (25), sepse (137)	Cr: 3,6 mg/dL; Alb: 2,3 mg/dL; Fosf: 5,4 mg/dL
Silva <i>et al.</i> , 2020	31	VMI	-	-	-
Panitchote <i>et al.</i> , 2019	78	VMI	contínua (69), HDI (9)	SDRA (78), IRA (78)	-
Teles <i>et al.</i> , 2019	55	VMI	convencional	IRA (55)	-
Almeida <i>et al.</i> , 2018a	94	VMI	HDI	sepse (85), oligúria (56), uremia (49), hipervolemia (33), pneumonia (17), DPOC (8), IRA (94)	-
Almeida <i>et al.</i> , 2018b	94	VMI	contínua (54),	sepse (85), oligúria (56), uremia (31), hipervolemia (27), IRA	-

			convencional (40)	isquêmica (79)	
			contínua (44), HDI (28), ambas (24)	IRA (64), DM (19), HAS (31), oligúria (35), doença cardíaca isquêmica (13), cirrose (3)	-
Lim <i>et al.</i> , 2017	64	VMI			
Bitker <i>et al.</i> , 2016	39	VMI	-	-	-
Muzaffar <i>et al.</i> , 2016	23	VMI	-	LRA (23)	-
Gaudry <i>et al.</i> , 2014	75	VMI	HDI e HD contínua	-	-
Leroy <i>et al.</i> , 2014	40	VMI	HDI e HD contínua	-	-
Lopes <i>et al.</i> , 2013	80	VMI	convencional (41) e SLED (39)	IRC(37), IRA(43), DM (28), uremia (49), hipervolemia (31)	Cr: 6 mg/dL; Ureia: 161 mg/dL;
Alfakir <i>et al.</i> , 2011	26	cânula nasal	-	DPOC (13)	-
Walcher <i>et al.</i> , 2011	112	VMI	HDI, HDVVC e HFVVC	LRA (96) e DRT pré existente (16), insuficiência respiratória aguda (112)	-
				Insuficiência respiratória e renal aguda (117), necrose tubular aguda (74), pancreatite aguda (14), sepse biliar (4), cetoacidose diabética (1), aneurisma de aorta abdominal (10), endocardite (1), insuficiência hepática (1), Pneumonia (8), edema pulmonar (1) sepse (19) e vasculite (8)	Cr: 6,55 mg/dL
Noble <i>et al.</i> , 2009	117	VMI (orotraqueal)	contínua, HDI		
Steinhorst <i>et al.</i> , 2009	31	VMI	HDI e SLED	IRA (11), IRC (20), HAS (13), DM (14)	Cr: 4,78 mg/dL; Ureia: 147,61 mg/dL
Wu <i>et al.</i> , 2009	97	VMI	-	-	-
Carson <i>et al.</i> , 2008	49	VMI	-	Insuficiência respiratória aguda (49)	-
Vieira <i>et al.</i> , 2007	19	VMI	contínua	Câncer sólido (110), Câncer hematológico (21), DPOC (13), DM (18), HAS (38), hipotireodismo (8), doença cardiovascular (47), sepse (27), insuficiência respiratória (62), IRA (93)	-

Nakasuji <i>et al.</i> , 2006	44	VMI	HDVVC, convencional	-	Cr: 9,35 mg/dL; BUN: 56,5 mg/dL
Chao <i>et al.</i> , 1998	19	VMI	-	-	-
Huang <i>et al.</i> , 1998	50	VMI	HDI	Insuficiência renal (50) e DPOC (8)	
				IRA (8), IRC (2), DRT (4), sepse (4), , DM (3), pneumonia (3), edema pulmonar (2), nefropatia (2), acidose metabólica (1), cirrose (1), derrame pleural (1), DPOC (1), gota (1), IAM (1), sobrecarga de fluidos (1), taquicardia ventricular (1)	
Huang <i>et al.</i> , 1997	14	VMI	-	IRA (132), sepse (20), nefrotoxicidade (12), rabdomiólise (8), doença cardíaca (22), HAS (1), Mieloma múltiplo (1),	
Chertow <i>et al.</i> , 1995	132	VMI	convencional	Pré-eclâmpsia (1)	-
Bouffard <i>et al.</i> , 1986	13	VMI	-	IRA (13)	-

Nota: *não foi possível determinar a distribuição de frequência das modalidades de oxigenoterapia. Alb: albumina sérica, BUN: nitrogênio ureico no sangue, Cr: creatinina sérica, DCI: doença cardíaca isquêmica, DM: diabetes mellitus, DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica, DRC: doença renal crônica, DRT: doença renal terminal, HD: hemodiálise, HDI: hemodiálise intermitente, HDVVC: hemodiálise veno-venosa contínua, HAS: hipertensão arterial sistêmica, HFVVC: hemofiltração veno-venosa contínua, IAM: infarto agudo do miocárdio, ICC: insuficiência cardíaca congestiva, IRA: insuficiência renal aguda, IRC: insuficiência renal crônica, LRA: lesão renal aguda, O₂: oxigênio, Oxi₂: oxigenoterapia, SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo, SLED: hemodiálise sustentada de baixa eficiência, VMI: ventilação mecânica invasiva.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

5.2 COMORBIDADES ASSOCIADAS AOS PACIENTES EM OXIGENOTERAPIA E HD CONJUNTAMENTE

A tabela 2 apresenta a distribuição de frequências de comorbidades e modalidades de tratamento de pacientes que foram submetidos à oxigenoterapia e HD concomitantemente. Assim, foi possível determinar a prevalência de comorbidades associadas a 4.380 (95,51%) paciente dos que se encontravam em oxigenoterapia e HD conjuntamente (n=4.586). As comorbidades mais frequentes foram: disfunções renais e hidroeletrólíticas (95,02%, n=4.162), doenças pulmonares e respiratórias (70,39%, n=3.083) e doenças cardiovasculares (14,84%, n=650) (Gráfico 2).

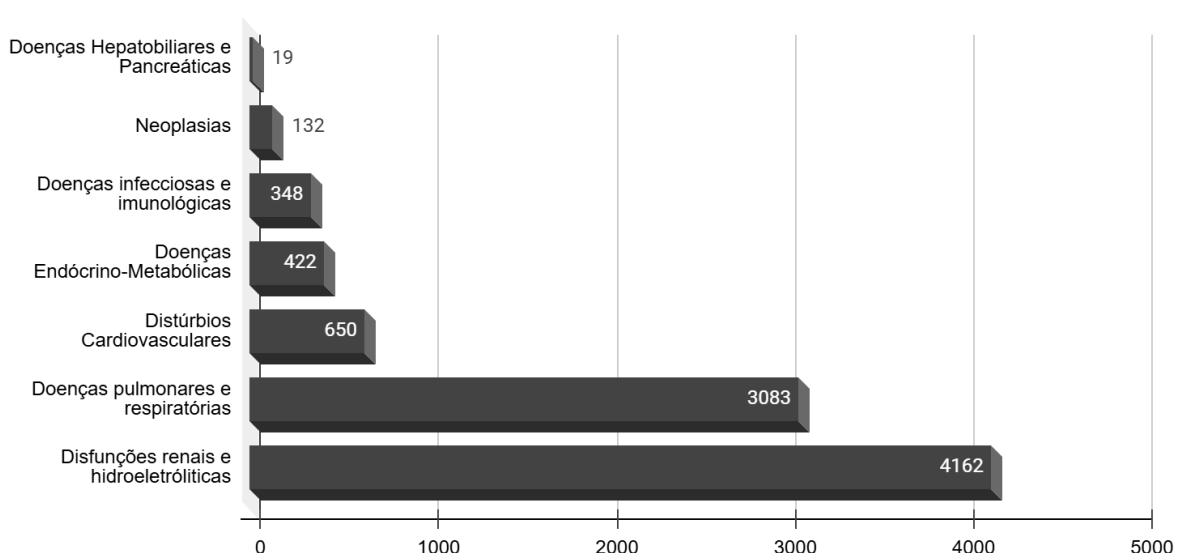


Gráfico 2 – Distribuição de frequências das doenças e condições clínicas de pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e HD conjuntamente.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

As comorbidades pulmonares relatadas nos artigos selecionados foram: insuficiência respiratória (78,92%, n=2.433), Covid-19 (12,97%, n=400), hipoxemia crônica (2,95%, n=91), SDRA (2,53%, n=78), DPOC (1,62%, n=50), pneumonia (0,91%, n=28) e edema pulmonar (0,10%, n=3). Em 1789 pacientes (58,03%) não foi possível determinar se a insuficiência respiratória era de natureza aguda ou crônica. A Gráfico 3 ilustra as comorbidades pulmonares relatadas para pacientes em oxigenoterapia e HD e suas respectivas distribuições de frequências.

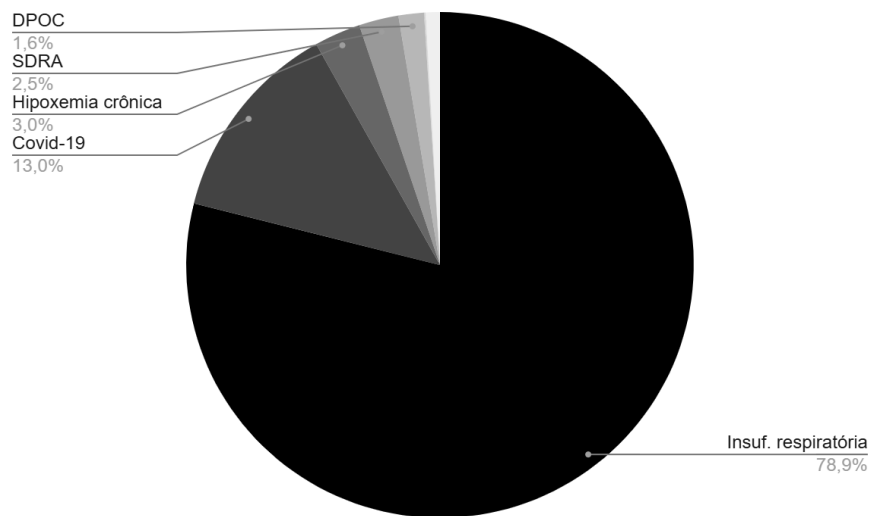


Gráfico 3 – Distribuição de frequências das doenças pulmonares e respiratórias em pacientes em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente. Nota - DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

Dentre os pacientes que apresentaram disfunções renais e distúrbios hidroeletrólíticos (n=4.162), em 129 pacientes (3,10%) a IRA esteve associada à uremia e em 91 estava associada à hipervolemia (2,19%). A oligúria foi relatada para 147 pacientes (3,53%) e a necrose tubular aguda para 74 pacientes (1,78%) dentre os portadores de IRA (n=2.116). Em 1789 pacientes (42,98%) não foi possível determinar se a insuficiência renal era de natureza aguda ou crônica. Com as amostras analisadas foi possível identificar as seguintes etiologias relacionadas à indicação de diálise: insuficiência renal e/ou lesão renal aguda (62,9%, n=1.825), doença renal terminal (19,4%, n=562), oligúria (5,1%, n=147), uremia (4,4%, n=129), DRC (2,6%, n=75), hipervolemia (3,1%, n=91) e necrose tubular (2,5%, n=74) (Gráfico 4).

Em contrapartida, a ocorrência de doenças e distúrbios cardiovasculares (n=650), incluiu a seguinte distribuição de frequências: 35,54% correspondente a doença cardíaca isquêmica (n=231), 29,54% a insuficiência cardíaca congestiva (n=192), 24,92% a HAS (n=162), 8,46% doença cardiovascular não especificada (n=55), 1,69% a fibrilação atrial (11) e 1,54% aneurisma de aorta (n=10) (Gráfico 5).

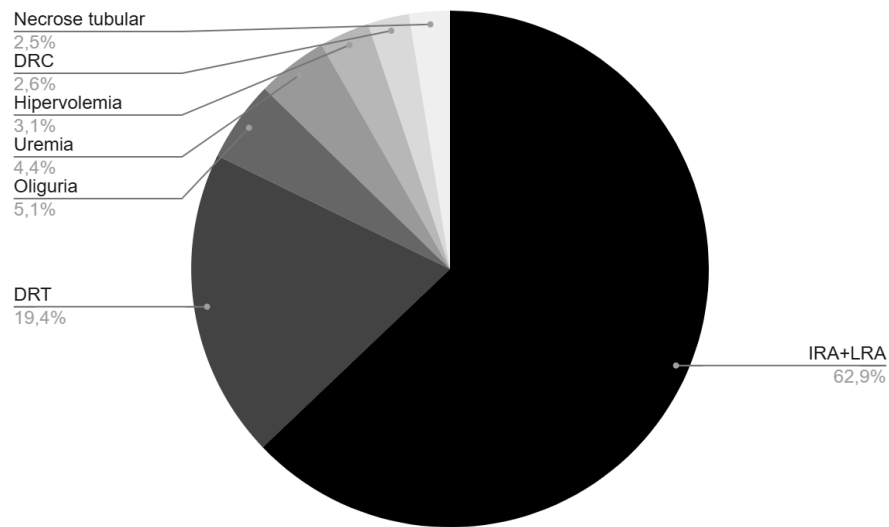


Gráfico 4 - Distribuição de frequências das doenças renais e distúrbios hidroeletrólíticos em pacientes em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente. IRA: insuficiência renal aguda; LRA: lesão renal aguda; DRC: doença renal crônica; DRT: doença renal terminal.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

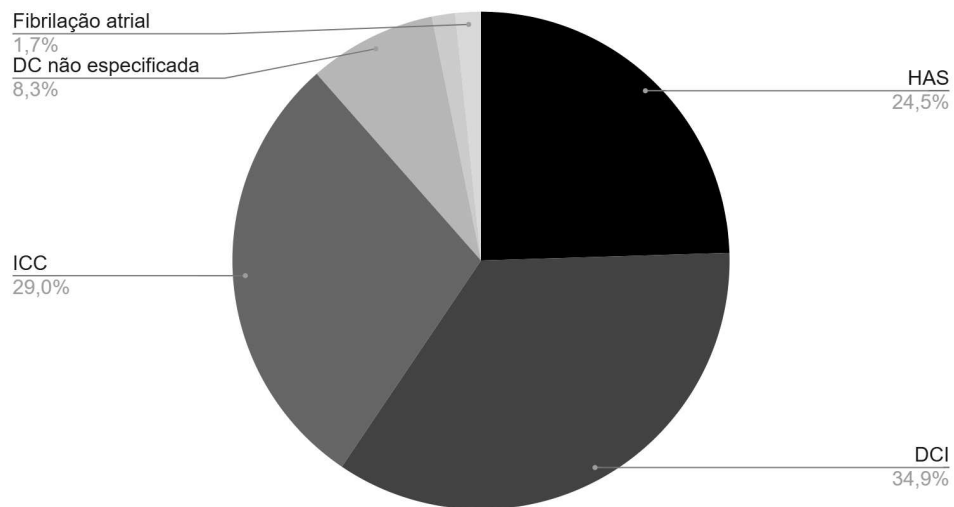


Gráfico 5 - Distribuição de frequências de distúrbios cardiovasculares em pacientes em oxigenoterapia e hemodiálise conjuntamente. HAS: hipertensão arterial sistêmica, DCI: doença cardíaca isquêmica, ICC: insuficiência cardíaca congestiva.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

As doenças endócrino-metabólicas (n=422) incluiu a seguinte distribuição: 87,44% diabetes mellitus (n=369), 5,69% dislipidemia (n=24), 4,5% obesidade (n=19), 1,89

hipotireodismo (n=8) e 0,24% referentes a acidose metabólica (n=1) e cetoacidose diabética (n=1). Enquanto, as doenças infecciosas e imunológicas (n=348) obtiveram a seguinte distribuição: 94,54% correspondeu a sepse (n=329); 2,87% correspondente a osteomielite (n=10); 2,30% a vasculite e 0,29% a endocardite (n=1).

As doenças hepatobiliares e pancreáticas (n=19) foram pouco frequentes e obtiveram a seguinte distribuição: 73,68% correspondeu a pancreatite aguda (n=14); 21,05% correspondeu a cirrose (n=4) e 5,26% a insuficiência hepática (n=1).

5.3 PARÂMETROS DA OXIGENOTERAPIA E VENTILAÇÃO MECÂNICA ASSOCIADAS EM PACIENTES SUBMETIDOS À HEMODIÁLISE CONJUNTAMENTE

A oxigenoterapia precedeu a HD em 18,32% (n=840) dos casos que evoluíram para as duas terapias combinadas e a HD precedeu a oxigenoterapia em 13,13% (n=602). Em 220 (4,80%) pacientes não foi possível definir se a oxigenoterapia e/ou HD foi iniciada logo na admissão hospitalar. Ou seja: 18,32% iniciaram com O₂ e 13,13% com HD, e 63,76% com ambas (Tabela 1).

Todos os pacientes submetidos à oxigenoterapia e HD receberam O₂ predominantemente através da ventilação mecânica invasiva (97,71%, n=4.481), como mostrado na tabela 2. Dentre os dispositivos invasivos, a oxigenoterapia foi ofertada para 117 por tubo orotraqueal. Ademais, o O₂ foi ofertado em 92 pacientes por cateter de oxigênio nasal e para 24 por cânula nasal.

Cinco estudos (n=313 pacientes, 6,82%) dentre os 31 artigos incluídos tiveram como objetivo analisar possíveis alterações na ventilação pulmonar decorrentes do tratamento com HD apresentando valores antes do tratamento com diálise e após. Ademais, parâmetros da oxigenoterapia e ventilação mecânica artificial antes e após o início do tratamento com diálise foram relatados e incluídos na tabela 3.1 e 3.2. Os valores de volume corrente medidos variaram entre 538,5 ml e 511 ml ou 6,15 ml/kg e 6,4 ml/kg. A pressão inspiratória variou de 14,68 a 15,75 cmH₂O antes da HD e de 14,96 a 15,45 cmH₂O após início da HD. Os valores de PEEP pré-HD oscilaram entre 6,5 e 9,5 cmH₂O, com reduções em alguns indivíduos após o tratamento. A FiO₂ variou entre 25% e 36%, mantendo-se estável ou reduzida após o tratamento (Tabela 3.1). Por outro lado, outras medidas também foram relatadas e obtiveram as seguintes variações: as pressões de platô registradas foram de 21,85 e 18,75 cmH₂O antes

da HD, e de 19,7 e 19,15 cmH₂O após o início da diálise; a pressão de pico das vias aéreas variou entre 28,6 e 31,5 cmH₂O no período pré HD e entre 29,1 e 30,5 cmH₂O no pós; a resistência pulmonar apresentou valores de 9,95 a 13,75 cmH₂O/L/s no pré-tratamento e de 8,0 a 14,95 cmH₂O/L/s no pós. A complacência dinâmica variou de 20 a 20,95 ml/cmH₂O antes da HD e de 20,8 a 21,7 ml/cmH₂O após a HD e a complacência estática apresentou valores que variaram de 36,5 a 43,7 ml/cmH₂O no pré-tratamento e de 42,8 a 55,5 ml/cmH₂O no pós (Tabela 3.2).

Tabela 3.1 - Distribuição dos parâmetros da oxigenoterapia e ventilação mecânica dos pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e HD conjuntamente

Autor e ano	N° amostral	VC		Pressão inspiratória		PEEP		FiO ₂ %	
		pré-HD	pós-HD	pré-HD	pós-HD	pré-HD	pós-HD	pré-HD	pós- HD
Lopes <i>et al.</i> , 2013	80	538,5 mL	511 mL	15,75	15,45	6,5	6,6	36	36
Steinhorst <i>et al.</i> , 2009	31	6,15 mL/kg	6,4 mL/kg	14,68	14,96	9,52	9,52	34,55	33,51
Huang <i>et al.</i> , 1997	14	0,49 L	0,52 L	-	-	6,8	2,9	25%-35%	-
Total	125	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: PEEP: pressão expiratória final positiva (cmH₂O); VC: volume corrente; FiO₂: fração inspirada de oxigênio (%); Pressão inspiratória (cmH₂O).

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

Tabela 3.2 - Distribuição dos parâmetros da ventilação mecânica artificial dos pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e HD conjuntamente

Autor e ano	N° amostral	P. Platô pré-HD	P. Platô pós-HD	PAP pré-HD	PAP pós-HD	Res.	Res.	C. din. pré-HD	C. din. pós-HD	Cest pré-HD	Cest pós-HD
						pulmonar pré-HD	pulmonar pós-HD				
Almeida <i>et al.</i> , 2018a	94	-	-	-	-	11,26	9,8	-	-	41,26	47,67
Almeida <i>et al.</i> , 2018b	94	-	-	-	-	11,1	8,8	-	-	39,4	55,5
Lopes <i>et al.</i> , 2013	80	21,85	19,7	31,5	30,5	13,75	14,95	20,95	21,7	36,5	42,8
Steinhorst <i>et al.</i> , 2009	31	18,75	19,14	28,57	20,07	9,95	10	20,05	20,87	43,78	44
Total	299	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: PEEP: P. de Platô: pressão de platô (cmH₂O); PAP: pressão de pico nas vias aéreas (cmH₂O); Res. pulmonar: resistência pulmonar (cmH₂O); C. din.: complacência dinâmica (cmH₂O); C. est.: complacência estática (cmH₂O).

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

5.4 COMPROMETIMENTO RENAL E PARÂMETROS DA HEMODIÁLISE DE PACIENTES EM TRATAMENTO CONJUNTAMENTE COM OXIGENOTERAPIA

Dentre os 31 artigos incluídos, os parâmetros bioquímicos para pacientes submetidos a oxigenoterapia e HD conjuntamente, incluindo creatinina sérica variando de 3,6 a 9,35 mg/dL, albumina sérica obteve o valor de 2,3 mg/dL, nitrogênio ureico no sangue 56,5 mg/dL, fósforo sérico de 5,4 mg/dL e ureia variando de 161 a 177,61 mg/dL.

A modalidade de diálise e suas frequências foi especificada em treze artigos, abrangendo 1.922 pacientes, desses: 627 (32,62%) pacientes realizavam a hemodiafiltração venovenosa contínua, 36 (1,87%) HD veno-venosa contínua, 836 (43,49%) realizavam tratamento com HD intermitente ou convencional, 46 (2,39%) pacientes com SLED e 377 (19,61%) com a modalidade contínua. Quando citado, a taxa de fluxo sanguíneo e de dialisato da máquina de HD, com exceção da modalidade contínua, se mantiveram entre 150 a 400 ml/min e de 300 a 500 ml/min, respectivamente. O fluxo sanguíneo e do dialisado da modalidade contínua não foi especificado em todos os artigos. Os acessos utilizados para o tratamento foram: fístula arteriovenosa ou cateter venoso duplo lúmen implantado na veia jugular, subclávia ou femoral, porém não foi possível estabelecer a frequência destes acessos. A mediana das horas de tratamento com HD foi de 4 horas.

5.5 MORTALIDADE ASSOCIADA AOS PACIENTES EM OXIGENOTERAPIA E HEMODIÁLISE

A taxa de mortalidade para pacientes submetidos a oxigenoterapia e HD conjuntamente foi de 47,32% (n=627) em relação a 1.325 pacientes. Este valor foi observado a partir de oito artigos que apresentaram esta taxa. Como complemento, a taxa de mortalidade de pacientes com IRA em VM invasiva foi de 59,09% (n=208) em relação a pacientes com IRA (n=352) submetidos a este tratamento. Este dado é referente a três artigos. Ainda, 49,14% destes pacientes com IRA também estavam em tratamento com HD (n=173). Desconsiderando os indivíduos em HD, a taxa de mortalidade associada a VM invasiva e IRA (n=179) é de 43,01% (n=77) (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição da frequência de mortalidade em pacientes que se encontravam em oxigenoterapia e HD conjuntamente

Autor e ano de publicação	N° total	N° com IRA	N° em VM + HD	Mortalidade geral	Mortalidade VM + IRA	Mortalidade Oxigt.+ HD
Burke <i>et al.</i> , 2021	166	-	43	60 (36,14%)	-	23 (53,49%)
Goicoechea <i>et al.</i> , 2020	36	-	36	11 (30,55%)	-	11 (30,55%)
Hittesdorf <i>et al.</i> , 2020	116	45	45	35 (30,17%)	28 (62,23%)	18 (40%)
Sharma <i>et al.</i> , 2020	907	-	907	326 (35,94%)	-	326 (35,94%)
Panitchote <i>et al.</i> , 2019	357	244	78	170 (47,62%)	127 (52,05%)	73 (93,59%)
Noble <i>et al.</i> , 2009	117	-	117	93 (79,49%)	-	93 (79,49%)
Carson <i>et al.</i> , 2008	200	-	49	103 (51,5%)	-	39 (79,59%)
Chao <i>et al.</i> , 1998	1077	63	50	327 (30,36%)	53 (84,13%)	44 (50%)
TOTAL	2976	352	1325	1125 (37,80%)	208 (59,09%)	627 (47,32%)

VM: ventilação mecânica, HD: hemodiálise, IRA: insuficiência renal aguda. Oxigt: oxigenoterapia.

Fonte: Elaborada pela autora (2025)

6 DISCUSSÃO

Nesta revisão, há um panorama de informações para caracterizar os pacientes adultos submetidos a oxigenoterapia e HD conjuntamente. De maneira abrangente, pacientes submetidos a ambos os tratamentos apresentam grande variabilidade clínica, que influencia diretamente a resposta ao tratamento e o prognóstico. Há uma escassez de dados sobre o perfil clínico dos pacientes adultos submetidos a oxigenoterapia e HD isoladamente, quando considerados de forma conjunta, essa escassez torna-se ainda mais evidente. Ademais, há uma lacuna superior de informações sobre as duas terapias combinadas em populações pediátricas.

Segundo a revisão de Chaves *et al.* (2021) a faixa etária de pacientes adultos que são tratados com HD é de 20 a 59 anos. As faixas etárias relatadas na literatura para pacientes adultos em oxigenoterapia com doença pulmonar varia de 47 a 74 anos (Bell *et al.*, 2017) e em pacientes em VM invasiva, modalidade predominante nesta revisão, varia de 58 a 68 anos (Chang *et al.*, 2021). Estas faixas etárias estão em consonância com os resultados desta revisão, na qual a combinação da oxigenoterapia com a HD em pacientes adultos apresentou variação de idade de 52 a 71 anos, com média ponderada simples de aproximadamente $60,34 \pm 3,11$ anos, reforçando a tendência de prevalência em pacientes mais velhos (> 45 anos), porém distingue parcialmente da faixa etária para pacientes em HD que inclui, de acordo com a literatura, uma população consideravelmente mais jovem. A predominância desses tratamentos em populações mais velhas sugere que pacientes dessas faixas etárias são submetidos a diálise quando também estão em tratamento com a oxigenoterapia.

Ademais, a oxigenoterapia e a HD foi mais frequente em pacientes do sexo masculino (60,60%). Este dado está de acordo com estudos em que incidência de tratamento com HD e oxigenoterapia isoladamente é predominante no sexo masculino (Kainz *et al.*, 2018; Modra *et al.*, 2022). Essa predominância pode estar relacionada a fatores biológicos, como diferenças hormonais e imunológicas entre os sexos, que possivelmente podem influenciar na resposta inflamatória e na progressão de doenças crônicas, especialmente as renais e respiratórias.

Dos 31 artigos incluídos, cinco (n=2.835) utilizaram o escore de gravidade APACHE, com as pontuações: APACHE II de 14 (Steinhorst *et al.*, 2007), 24,7 (Almeida *et al.*, 2019b) e 27,8 (Sharma *et al.*, 2020); APACHE III de 74 (Huang *et al.*, 1997); e APACHE IV de 83,8 (Lin *et al.*, 2023). De acordo com as diretrizes desse escore (Knaus, 1985; Knaus, 1991; Zimmerman, 2008), as pontuações APACHE apresentadas indicam gravidade clínica e

possível risco de mortalidade hospitalar, variando de risco moderado a elevado. No entanto, a interpretação isolada dessas pontuações não permitiu uma estimativa precisa do risco de mortalidade geral dos pacientes dos estudos incluídos nesta revisão, pois os escores dependem de variáveis adicionais como idade, diagnóstico principal e comorbidades de cada paciente analisado e as diferentes escalas de pontuação utilizadas dificultam a precisão da análise. Para garantir maior consistência e validade nos estudos, é essencial a utilização de um sistema de classificação de gravidade padronizado para avaliar a gravidade clínica dos pacientes em oxigenoterapia e HD.

Segundo a literatura, disfunções pulmonares, como DPOC, fibrose pulmonar e SDRA, possuem frequência de até 60% em pacientes sob oxigenioterapia prolongada (Sami *et al.*, 2023; Nishimura, 2016). E neste mesmo grupo de pacientes, a presença de lesão renal aguda varia de 45% a 63% (Kraus *et al.*, 2022). Na presente revisão, disfunções renais e hidroeletrólíticas somadas a doenças pulmonares e respiratórias predominaram em 93,70% (4.280) dentre as comorbidades de pacientes em oxigenoterapia e HD (n=4.380). A frequência de doenças pulmonares entre os pacientes em oxigenoterapia e HD foi alta (70,39%, n=3.083) e os estudos incluídos não justificam de forma clara a indicação de oxigenoterapia.

Dentre as comorbidades, a insuficiência renal e respiratória foram as mais frequentes, porém dois artigos incluídos possuíam como principal critério de inclusão pacientes com estas comorbidades (n=3.734, 81,74%) (Lin *et al.*, 2023; Noble *et al.*, 2009). Adicionalmente, pacientes com doença renal pré-existente e DRT foram excluídos por alguns autores de seus estudos (Noble *et al.*, 2009). Tais critérios podem ter impactado significativamente na distribuição das comorbidades observadas, limitando a generalização dos achados. Além disso, apesar de alta a taxa de alterações renais, é evidente a subnotificação dessas comorbidades nos estudos, pois para a HD é imprescindível a existência de alguma alteração na função renal para o início do tratamento com diálise.

Em artigos que avaliaram o desenvolvimento da IRA durante o período de internação, ela se desenvolveu em até 24h a 120h após a admissão e acometeu a maioria dos pacientes em VM (89,7%), sendo o estágio III da IRA o mais comum e grave (Hirsch *et al.*, 2020; Panitchote *et al.*, 2019). A meta-análise desenvolvida por Akker, Egal e Groeneveld (2013) reforçam esta associação temporal, revelando que a necessidade de oxigenoterapia, em especial a VM invasiva, está associada a um aumento de três vezes na probabilidade de

desenvolver IRA durante a internação e os parâmetros do ventilador, incluindo o volume corrente e a PEEP em diferentes configurações não modificam esta taxa. Logo, há fortes evidências de que a administração de O₂ pode exacerbar ou favorecer a ocorrência da insuficiência renal, possivelmente associadas a liberação de mediadores inflamatórios de forma sistêmica que ocorre em associação com o tratamento o que favorece a disfunção renal, e, conseqüentemente, a ocorrência da IRA e necessidade de HD.

Em pacientes sob oxigenoterapia isoladamente, especialmente aqueles com doenças pulmonares crônicas e com Covid-19, a prevalência de distúrbios cardiovasculares é comum com predominância de HAS de até 55% e de doença arterial coronária presente em até 30% dos casos (Lee *et al.*, 2021; Kaur *et al.*, 2021). Já em pacientes em HD, a HAS também é frequentemente associada a outras condições metabólicas como a síndrome metabólica, que agrava o risco cardiovascular e está presente em cerca de 49% desses pacientes (Du *et al.*, 2024; Dimitrijevic *et al.*, 2019). Nesta revisão, a distribuição de distúrbios cardiovasculares (15,3%) e endócrino-metabólicas (9,93%) foram extremamente baixas, porém nem todos os artigos incluídos apresentaram as comorbidades referentes a pacientes submetidos a oxigenoterapia e HD em suas análises, o que representa uma limitação para a comparação entre os estudos e para a caracterização mais precisa do perfil clínico desses pacientes.

Em três artigos (n=268) houve melhora significativa nos parâmetros de ventilação mecânica e oxigenação de pacientes com IRA em VM artificial ao serem também submetidos a HD, ocorrendo diminuição da resistência pulmonar de 11,26 para 9,8 (Almeida *et al.*, 2019a) e de 11,1 para 8,8 (Almeida *et al.*, 2019b) e aumento da complacência estática de 41,26 para 47,67 (Almeida *et al.*, 2019a), de 39,4 para 55,5 (Almeida *et al.*, 2019b) e de 36,5 para 42,8 (Lopes *et al.*, 2013). Entretanto, Steinhurst *et al.* (2007) não encontrou alterações relevantes na mecânica respiratória promovidas pela HDI e pela técnica SLED em pacientes submetidos à ventilação assistida incluídos em seu estudo. Dessa forma, os achados desta revisão foram heterogêneos não revelando uma relação conclusiva entre a HD e alterações na mecânica pulmonar pelos poucos parâmetros relacionados a oxigenoterapia e ventilação mecânica apresentados nos artigos selecionados.

Dentre os parâmetros bioquímicos relatados, apesar da predominância de insuficiência e/ou lesão renal aguda, a TFG não foi relatada para pacientes em oxigenoterapia e VM. Cinco artigos apresentaram estes parâmetros sendo relatados na tabela 2. Esses achados laboratoriais

indicam disfunção renal aguda ou agudização de uma possível doença renal crônica corroborando com a necessidade de HD desta revisão.

De acordo com a literatura, a taxa de mortalidade geral entre pacientes internados UTIs é de aproximadamente 27,6%, e em UTIs respiratórias esta taxa é superior, atingindo 31,61% (Rosenthal *et al.*, 2022). A revisão de Susantitaphong *et al.* (2013), indicou que a incidência de IRA em adultos corresponde a 21,6% e a mortalidade associada à doença é de 23,9%. Em apenas oito artigos incluídos nesta revisão a taxa de mortalidade foi apresentada (Tabela 4) para pacientes com necessidade de oxigenoterapia e HD, obtendo o valor de 47,32%, sendo superior a mortalidade em UTIs gerais e respiratórias. Um achado secundário importante foi a mortalidade associada a pacientes com IRA submetidos à VM invasiva, que apresentou uma taxa de mortalidade de 59,09%. A suplementação de oxigênio isolada já representa um marcador de comprometimento respiratório, e sua necessidade está relacionada a piores desfechos, quando associada a HD há um cenário de múltiplas falências orgânicas, em que o risco de óbito se tornou ainda mais elevado. A alta mortalidade em pacientes que são submetidos aos dois tratamentos pode não estar associada somente à gravidade clínica, mas também aos efeitos adversos dessas terapias, como o aumento do estresse oxidativo e a lesão celular associada à produção excessiva de radicais livres. Tais achados também destacam a necessidade de protocolos específicos e direcionados ao cuidado desses pacientes, com foco não apenas na manutenção das funções orgânicas, mas na melhora efetiva dos desfechos clínicos.

A gravidade da IRA impacta no desfecho hospitalar. No estudo de Walcher *et al.* (2011), por exemplo, a mortalidade hospitalar foi de 69% entre pacientes com IRA submetidos à HD, contra 39% entre aqueles com DRT ambos em oxigenoterapia. Em pacientes com COVID-19, quase todos que necessitaram de HD estavam também em ventilação mecânica, apresentando mortalidade entre 55% a 91%, dependendo da gravidade da disfunção renal (Burke *et al.*, 2021; Hirsch *et al.*, 2020; Hittesdorf *et al.*, 2020). Dessa forma, a necessidade de HD e oxigenoterapia, principalmente VM, em pacientes críticos representa não apenas uma demanda por suporte terapêutico, mas um marcador de falência orgânica avançada.

O perfil clínico dos pacientes submetidos à oxigenoterapia, principalmente VM invasiva, e HD revela-se altamente complexo, predominantemente na faixa etária mais

avançada (60,34 anos). A combinação dessas terapias, frequentemente necessária em contextos críticos, pode agravar ainda mais o estado clínico, especialmente em indivíduos idosos. Um dos mecanismos que pode estar associado tanto à mortalidade desses pacientes quanto à gravidade do quadro é o excesso de ROS, associado aos dois tratamentos citados e a disfunção renal.

A oxigenoterapia, embora essencial, pode ter colaborado para intensificar o desequilíbrio redox dos pacientes estudados, reduzindo a capacidade antioxidante endógena em consonância com os processos inflamatórios gerados pela IRA e posteriormente HD. Não foi relatado nenhuma suplementação de antioxidantes nos artigos incluídos nesta revisão. Este trabalho não se limitou a estudar a dosagem de antioxidantes no grupo de pacientes estudados, porém se forem conduzidos estudos que verifiquem os níveis de enzimas antioxidantes nessa população, há grandes evidências de que estes níveis estarão baixos com desfecho direcionado para óbitos. Se assim ocorrer, reforçar o tratamento nutricional direcionado para reposição de antioxidantes em pacientes que realizam oxigenoterapia e HD pode favorecer a sobrevida, e em estágios mais brandos da doença renal, permitir uma recuperação renal menos afetada pelo estado inflamatório persistente e pelo excesso de ROS.

Há algumas limitações para este estudo, pois os artigos analisados não foram construídos para responder a pergunta desta pesquisa sobre o perfil clínico dos pacientes submetidos à oxigenoterapia e HD conjuntamente. Os estudos são heterogêneos, diferenciando nas patologias precedentes dos pacientes e no critério de escolha para início do tratamento com oxigenoterapia e HD. Alguns estudos, não possibilitaram correlacionar a relação entre as duas terapias e se a oxigenoterapia já estava sendo utilizada antes do início da HD. Além disso, esta revisão foi conduzida por um único revisor, dado o seu caráter acadêmico como trabalho de conclusão de curso. Embora o envolvimento de mais de um revisor seja recomendado para aumentar a confiabilidade do processo, buscou-se minimizar possíveis vieses por meio da aplicação rigorosa dos critérios de elegibilidade previamente definidos.

7 CONCLUSÃO

Em síntese, esta revisão evidenciou que pacientes adultos submetidos simultaneamente à oxigenoterapia e à HD estão na faixa etária de 52 a 71 anos, com média de $60,34 \pm 3,11$ anos, são frequentemente homens e apresentam predominância de lesão renal e insuficiência renal aguda, além de insuficiência respiratória. Esses pacientes são frequentemente submetidos à ventilação mecânica invasiva e apresentam taxas de mortalidade mais elevadas em comparação com aqueles que não recebem ambas as terapias. Os estudos analisados demonstraram variações nos desfechos clínicos, refletindo a heterogeneidade das amostras, métodos e critérios de avaliação adotados, limitando a possibilidade de conclusões definitivas. Assim, há necessidade de investigações futuras com delineamentos mais robustos a fim de permitir uma melhor caracterização clínica dessa população.

REFERÊNCIAS

ALFAKIR, M.; MOAMMAR M.Q.; ALI M.I.; ALHATEM E. Pulmonary gas exchange during hemodialysis: a comparison of subjects with and without COPD on bicarbonate hemodialysis. **Annals of clinical and laboratory science**, v. 41, n. 4, p. 315–20, 2011.

AKKER, J. P. V; EGAL, M.; GROENEVELD, J. A. Invasive mechanical ventilation as a risk factor for acute kidney injury in the critically ill: a systematic review and meta-analysis.

Critical Care, v. 17, n. 3, p. R98, 2013. doi:10.1186/cc12743

ALMEIDA, C. P.; BALBI, A. L.; PONCE, D. Effect of peritoneal dialysis vs. haemodialysis on respiratory mechanics in acute kidney injury patients. **Clinical and Experimental Nephrology**, v. 22, n. 6, p. 1420–1426, 11 jun. 2018a. doi: 10.1007/s10157-018-1598-7

ALMEIDA, C. P.; PONCE, D.; BALBI, A. L. Effect of hemodialysis on respiratory mechanics in acute kidney injury patients. **Hemodialysis International**, v. 23, n. 1, p. 101–105, 5 out. 2018b.

BATEMAN, N.T.; LEACH, R.M. Acute oxygen therapy. **ABC of oxygen**. BMJ. 1998 Sep 19;317(7161):798-801. doi: 10.1136/bmj.317.7161.798.

BELL, E. C.; COX, N.S.; GOH N. *et al.* Oxygen therapy for interstitial lung disease: a systematic review. **European Respiratory Review**, v. 26, n. 143, p. 160080, 21 fev. 2017. doi: 10.1183/16000617.0080-2016

BELLO, A. K.; LEVIN, A. *et al.* Status of care for end stage kidney disease in countries and regions worldwide: international cross sectional survey. BMJ, v. 367, p. l5873, 31 out. 2019.

BELLO, A. K.; OKPECHI, I.G.; OSMAN M.A., *et al.* Epidemiology of haemodialysis outcomes. **Nature Reviews Nephrology**, v. 18, n. 18, 22 fev. 2022.

BITKER, L. *et al.* Prevalence and risk factors of hypotension associated with preload-dependence during intermittent hemodialysis in critically ill patients. **Critical Care**, v. 20, n. 1, 23 fev. 2016.

BOLLENBECKER, S. *et al.* Lung-Kidney Interactions and Their Role in Chronic Kidney Disease-Associated Pulmonary Diseases. **American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology**, v. 322, n. 5, 10 mar. 2022.

BOUFFARD, Y.; VIALE, J.P.; ANNAT, G.; GUILHERME, C. *et al.* Pulmonary gas exchange during hemodialysis. **Kidney International**, v. 30, n. 6, p. 920–923, dez. 1986.

BURKE, E. *et al.* Outcomes of renal replacement therapy in the critically ill with COVID-19. **Medicina Intensiva** (English Edition), v. 45, n. 6, p. 325–331, ago. 2021.

CAMPOS, I.; CHAN, L. *et al.* Intradialytic Hypoxemia in Chronic Hemodialysis Patients. **Blood Purification**, v. 41, n. 1-3, p. 177–187, 2016.

CARSON, S. S. *et al.* A prognostic model for one-year mortality in patients requiring prolonged mechanical ventilation*. **Critical Care Medicine**, v. 36, n. 7, p. 2061–2069, jul. 2008.

CHAGHOURI, P. *et al.* Two Faces of Vitamin C in Hemodialysis Patients: Relation to Oxidative Stress and Inflammation. **Nutrients**. 2021 Feb 27;13(3):791. doi: 10.3390/nu13030791.

CHANDIMALI, N.; BAK, S.G.; PARK, E.H. *et al.* Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. **Cell Death Discov.** 11, 19 (2025). doi:10.1038/s41420-024-02278-8

CHANG R.; ELHUSSEINY K.M.; YEH Y.C.; SUN W.Z. COVID-19 ICU and mechanical ventilation patient characteristics and outcomes—A systematic review and meta-analysis. Lazzeri C, editor. **PLOS ONE**. 2021 Feb 11;16(2):e0246318.

CHAO, D. C.; SCHEINHORN, D. J.; STEARN-HASSENPFUG, M. Impact of renal dysfunction on weaning from prolonged mechanical ventilation. **Critical Care**, v. 1, n. 3, 22 jan. 1998.

CHAVES, M.V.S. *et al.* Clinical-epidemiological characterization of patients undergoing hemodialysis therapy: An integrative review. **Research, Society and Development**, v. 10, n.

4, p. e37110414087, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.14087. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14087>. Acesso em: 17 jun. 2025.

CHERTOW, G. M. Prognostic Stratification in Critically Ill Patients With Acute Renal Failure Requiring Dialysis. **Archives of Internal Medicine**, v. 155, n. 14, p. 1505, 24 jul. 1995

COUSER, W. G.; REMUZZI G. *et al.* The contribution of chronic kidney disease to the global burden of major noncommunicable diseases. **Kidney International**, v. 80, n. 12, p. 1258–1270, dez. 2011.

D'ANDURAIN J. *et al.* Effect of Curcumin Consumption on Inflammation and Oxidative Stress in Patients on Hemodialysis: A Literature Review. **Nutrients**. 2023 May 9;15(10):2239. doi: 10.3390/nu15102239.

DICKERSON, K. H. Pathophysiology of Pulmonic Toxicity in Rats Exposed to 100 per cent Oxygen at Reduced Pressures. **Aviation Medical Acceleration Laboratory**, NADC-ML-6403. Maio 1964. PMID: 14150456

DIMITRIJEVIC, Z. *et al.* Associations of Cardiovascular and All-Cause Mortality with Metabolic Syndrome in Hemodialysis Patients: A Prospective Single-Center Study. **Medicina**, v. 55, n. 10, p. 694, 16 out. 2019.

DRURY D.R.; HENRY J.P.; GOODMAN J. The Effects of Continuous Pressure Breathing on Kidney Function. **J Clin Invest**. 1947. doi: 10.1172/JCI101889.

DU, Q.; JIANG, Y.; LIU, Y. Prevalence of metabolic syndrome in patients with end-stage renal disease: a systematic review and meta-analysis. **International urology and nephrology**, v. 56, n. 3, p. 1057–1069, mar. 2024.

EICHEL, T.; DREUX, M. L. Negative or Positive? The Iron Lung and Poliomyelitis—Zurich, 1951. **Anaesthesia and Intensive Care**, v. 45, n. 1_suppl, p. 13–20, jul. 2017.

EKNOYAN, G. The Wonderful Apparatus of John Jacob Abel Called the “Artificial Kidney”. **Seminars in Dialysis**, v. 22, n. 3, p. 287–296, maio 2009.

ELSHARKAWY, A.M.; NAGA, Y.S.; MEGAHED, M.M; EL-SAYED, A.A. Furosemide Stress test guided early versus late renal Replacement therapy in mechanically ventilated patients with Acute kidney injury. **Alexandria Journal of Medicine**, v. 60, n. 1, p. 138–146, 30 maio 2024.

FRANCIS, A.; HARHAY, M.N.; ONG, A.C.M. *et al.* Chronic kidney disease and the global public health agenda: an international consensus. **Nat Rev Nephrol** 20, 473–485 (2024). doi: 10.1038/s41581-024-00820-6

FERENBACH, D. A.; BONVENTRE, J. V. Acute kidney injury and chronic kidney disease: From the laboratory to the clinic. **Néphrologie & Thérapeutique**, v. 12, p. S41–S48, abr. 2016. doi: DOI: 10.1016/j.nephro.2016.02.005

GALLI, F. *et al.* Bioreactivity and biocompatibility of a vitamin E-modified multi-layer hemodialysis filter. **Kidney International**, v. 54, n. 2, p. 580–589, ago. 1998. doi: 10.1046/j.1523-1755.1998.00021.x

GAUDRY, S. *et al.* Acute kidney injury in critical care: Experience of a conservative strategy. **Journal of Critical Care**, v. 29, n. 6, p. 1022–1027, dez. 2014.

GEMBILLO, G.; CALIMERI, S.; TRANCHIDA, V.; SILIPIGNI S.; VELLA D. *et al.* Lung Dysfunction and Chronic Kidney Disease: A Complex Network of Multiple Interactions. **Journal of Personalized Medicine**, v. 13, n. 2, p. 286, 2023.

GOICOECHEA, M. *et al.* COVID-19: clinical course and outcomes of 36 hemodialysis patients in Spain. **Kidney International**, v. 98, n. 1, p. 27–34, 1 jul. 2020.

GOTTSCHALK, C. W.; FELLNER, S. K. **History of the science of dialysis**. American Journal of Nephrology, v. 17, n. 3-4, p. 289–298, 1997.

HANCOCK, J.T. A Brief History of Oxygen: 250 Years on. **Oxygen**. 2022; 2(1):31-39. doi:10.3390/oxygen2010004

HANG, R. *et al.* COVID-19 ICU and mechanical ventilation patient characteristics and outcomes—A systematic review and meta-analysis. **Plos One**, v. 16, n. 2, p. e0246318, 11 fev. 2021. doi:10.1371/journal.pone.0246318

HARDAVELLA G. *et al.* Oxygen devices and delivery systems. **Breathe** (Sheff). 2019 Sep;15(3):e108-e116. doi: 10.1183/20734735.0204-2019.

HEFFNER, J.E. The Story of Oxygen. **Respiratory Care**. 2013 58:1, 18-31. doi: <https://doi.org/10.4187/respcare.01831>

HEPOKOSKI, M. L. *et al.* Ventilator Induced Kidney Injury: Are novel biomarkers the key to prevention? **Nephron**, v. 140, n. 2, p. 90–93, 2018. doi: 10.1159/000491557

HIMMELFARB, J.; IKIZLER, T. A. Hemodialysis. **New England Journal of Medicine**, v. 363, n. 19, p. 1833–1845, 4 nov. 2010. DOI: 10.1056/NEJMra0902710

HIMMELFARB, J.; VANHOLDER, R.; MEHROTRA, R. *et al.* The current and future landscape of dialysis. **Nat Rev Nephrol** 16, 573–585 (2020). doi: 10.1038/s41581-020-0315-4

HIRSCH, J. S. *et al.* Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. **Kidney International**, v. 98, n. 1, maio 2020.

HITTESDORF, E. *et al.* Mortality and renal outcomes of patients with severe COVID-19 treated in a provisional intensive care unit. **Journal of Critical Care**, v. 62, p. 172–175, abr. 2020.

HUANG, C. C.; TSAI, Y. H. *et al.* Respiratory Drive and Pulmonary Mechanics during Haemodialysis with Ultrafiltration in Ventilated Patients. **Anaesthesia and Intensive Care**, v. 25, n. 5, p. 464–470, out. 1997. doi:10.1177/0310057X9702500502

HUANG, C. C. *et al.* Oxygen, arterial blood gases and ventilation are unchanged during dialysis in patients receiving pressure support ventilation. **Respiratory medicine**, v. 92, n. 3, p. 534–40, mar. 1998.

HUSAIN-SYED, F.; SLUTSKY, A. S.; RONCO, C. Lung–Kidney Cross-Talk in the Critically Ill Patient. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 194, n. 4, p. 402–414, 15 ago. 2016.

JONES, D. P. Radical-free biology of oxidative stress. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 295, n. 4, p. C849–C868, out. 2008. doi: 10.1152/ajpcell.00283.2008

KAINZ, A. *et al.* Sex-specific analysis of haemodialysis prevalence, practices and mortality over time: the Austrian Dialysis Registry from 1965 to 2014. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 34, n. 6, p. 1026–1035, 19 set. 2018.

KAUR, H. *et al.* Impact of Underlying Comorbidities on Mortality in SARS-COV-2 Infected Cancer Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 22, n. 5, p. 1333–1349, 1 maio 2021.

KITCHLU, A. *et al.* Outcomes of sustained low efficiency dialysis versus continuous renal replacement therapy in critically ill adults with acute kidney injury: a cohort study. **BMC Nephrology**, v. 16, p. 127, 4 ago. 2015. doi: 10.1186/s12882-015-0123-4.

KNAUS, W. A.; DRAPER, E. A. *et al.* APACHE II: a severity of disease classification system. **Critical Care Medicine**, v. 13, n. 10, p. 818–829, 1 out. 1985. doi: 10.1097/00003246-198608000-00027

KNAUS, W. A.; WAGNER, D.P. *et al.* The APACHE III Prognostic System. **Chest**, v. 100, n. 6, p. 1619–1636, dez. 1991. doi: 10.1378/chest.100.6.1619

KOOMAN, J. P.; STENVINKEL, P. *et al.* The oxygen cascade in patients treated with hemodialysis and native high-altitude dwellers: lessons from extreme physiology to benefit patients with end-stage renal disease. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**, v. 320, n. 3, p. F249–F261, 1 mar. 2021.

KOWLURU, R.A.; KOWLURU, A. *et al.* Oxidative stress and epigenetic modifications in the pathogenesis of diabetic retinopathy. *Prog Retin Eye Res.* 2015. doi: 10.1016/j.preteyeres.2015.05.001.

KRAUS, A. C.; DE MIGUEL, C. Hyperoxia and Acute Kidney Injury: A Tale of Oxygen and the Kidney. **Seminars in Nephrology**, v. 42, n. 3, p. 151282, maio 2022.

KUIPER, J. W. *et al.* Mechanical ventilation and acute renal failure. **Critical Care Medicine**, v. 33, n. 6, p. 1408–1415, jun. 2005. doi: 10.1097/01.ccm.0000165808.30416.ef

KURUTAS E.B. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. **Nutr J.** 2016 Jul 25;15(1):71. doi: 10.1186/s12937-016-0186-5. PMID: 27456681; PMCID: PMC4960740.

LANG T, *et al.* Hemodiafiltration: Technical and Medical Insights. **Bioengineering (Basel)**. 2023 Jan 21;10(2):145. doi: 10.3390/bioengineering10020145.

LEE, A. C. *et al.* Cardiovascular, cerebrovascular, and renal co-morbidities in COVID-19 patients: A systematic-review and meta-analysis. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, v. 19, p. 3755–3764, 2021.

LEE, W.C. *et al.* The Number of Comorbidities Predicts Renal Outcomes in Patients with Stage 3–5 Chronic Kidney Disease. **Journal of Clinical Medicine**, v. 7, n. 12, 28 nov. 2018. doi: 10.3390/jcm7120493

LE GALL JR, Lemeshow S, Saulnier F. Um novo Escore de Fisiologia Aguda Simplificado (SAPS II) baseado em um estudo multicêntrico europeu/norte-americano. **JAMA**. 1993;270(24):2957-63.

LEROY, G. *et al.* One-year mortality in patients requiring prolonged mechanical ventilation: multicenter evaluation of the ProVent score. **Critical Care**, v. 18, n. 4, p. R155, 2014.

LEVEY A.S.; JONG P. E.; CORESH J.; NAHAS M.E.; ASTOR B.C.; MATSUSHITA K. *et al.* The definition, classification, and prognosis of chronic kidney disease: a KDIGO Controversies Conference report. **Kidney Int.** 2011. doi: 10.1038/ki.2010.483.

LIAKOPOULOS, V. *et al.* Oxidative stress in hemodialysis: Causative mechanisms, clinical implications, and possible therapeutic interventions. **Seminars in dialysis** vol. 32,1 (2019): 58-71. doi:10.1111/sdi.12745

LIBETTA, C. *et al.* Oxidative stress and inflammation: Implications in uremia and hemodialysis. **Clinical biochemistry** vol. 44,14-15 (2011): 1189-98.

doi:10.1016/j.clinbiochem.2011.06.988

LIM, C.; TAN, H. K.; KAUSHIK, M. Hypophosphatemia in critically ill patients with acute kidney injury treated with hemodialysis is associated with adverse events. **Clinical Kidney Journal**, p. 120, 5 jan. 2017.

LIN, M.Y. *et al.* Explainable Machine Learning to Predict Successful Weaning of Mechanical Ventilation in Critically Ill Patients Requiring Hemodialysis. **Healthcare (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 6, p. 910, Spring 2023.

LIU, X.; HUSSAIN, R. *et al.* Mitochondrial-endoplasmic reticulum communication-mediated oxidative stress and autophagy. **Biomed Research International**, 2022. doi:

10.1155/2022/6459585.

LIU, Z. *et al.* Role of ROS and nutritional antioxidants in human diseases. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 17 maio 2018. doi: 10.3389/fphys.2018.00477.

LOBO, V. *et al.* Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. **Pharmacognosy Reviews**, v. 4, n. 8, p. 118–126, jul. 2010. doi: 10.4103/0973-7847.70902.

LOPES, F. M.; FERREIRA, J. R.; GUSMAO-FLORES, D. Impact of renal replacement therapy on the respiratory function of patients under mechanical ventilation. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 25, n. 3, p. 256–262, 2013.

LUGON, J. R. Doença Renal Crônica no Brasil: um problema de saúde pública. *J. Bras. Nefrol.*, v. 31, n. 1 suppl. 1, p. 2–5, 19 fev. 2009.

MART, M. F.; SENDAGIRE, C. *et al.* Oxygen as an essential medicine. **Critical Care Clinics**, v. 38, n. 4, p. 795–808, out. 2022. doi: 10.1016/j.ccc.2022.06.010.

MENDES, R. S.; SILVA, P. L.; ROBBA, C. *et al.* Advancements in understanding the mechanisms of lung–kidney crosstalk. **Intensive Care Medicine**, v. 12, p. 81, 2024. doi: 10.1186/s40635-024-00672-1.

MODRA, L. J. *et al.* Sex Differences in Treatment of Adult Intensive Care Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Critical Care Medicine**, v. 50, n. 6, p. 913–923, 14 fev. 2022.

MUKAI, H. *et al.* Restrictive lung disorder is common in patients with kidney failure and associates with protein-energy wasting, inflammation and cardiovascular disease. **PLoS One**, 2018. doi: 10.1371/journal.pone.0195585.

MUZAFFAR, S. N.; GURJAR M. *et al.* Predictors and pattern of weaning and long-term outcome of patients with prolonged mechanical ventilation at an acute intensive care unit in North India. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 29, n. 1, 2017.

NAKASUJI, M. *et al.* Duration of dialysis is a significant predictor of prolonged postoperative mechanical ventilation in dialysis-dependent patients undergoing cardiac surgery. **Anesthesia and analgesia**, v. 102, n. 1, p. 2–7, jan. 2006.

NERBASS, F. B. *et al.* Brazilian Dialysis Survey 2022. **Brazilian Journal of Nephrology**, 8 dez. 2023.

NERBASS, F. B. *et al.* Censo Brasileiro de Diálise 2023. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 47, n. 1, mar. 2025.

NISHIMURA, M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Adults: Physiological Benefits, Indication, Clinical Benefits, and Adverse Effects. **Respiratory Care**, v. 61, n. 4, p. 529–541, 25 mar. 2016.

PANITCHOTE, A.; MEHKRI, O. *et al.* Factors associated with acute kidney injury in acute respiratory distress syndrome. **Annals of Intensive Care**, v. 9, n. 1, 1 jul. 2019.

PECOITS-FILHO, R.; HEIMBURGER, O. *et al.* Associations between circulating inflammatory markers and residual renal function in CRF patients. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 41, n. 6, p. 1212–1218, jun. 2003. doi: 10.1016/s0272-6386(03)00353-6.

PHADKE, G.; KHANNA, R. Renal replacement therapies. **Missouri Medicine**, v. 108, n. 1, p. 45, 2020. PMID: 21462611.

PIZZINO, G.; IRRERA, N.; CUCINOTTA, M. *et al.* Oxidative stress: harms and benefits for human health. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 2017. doi: 10.1155/2017/8416763.

PREZANT, D. J. Effect of uremia and its treatment on pulmonary function. **Lung**, v. 168, n. 1, p. 1–14, 1990. doi: 10.1007/BF02719668. PMID: 2105408.

RAPSANG, A. G.; SHYAM, D. C. Scoring systems in the intensive care unit: a compendium. **Indian Journal of Critical Care Medicine**, v. 18, n. 4, p. 220–228, abr. 2014. doi: 10.4103/0972-5229.130573.

ROMAGNOLI, S.; CLARK, W.R.; RICCI Z.; RONCO, C. Renal replacement therapy for AKI: When? How much? When to stop? **Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology**, v. 31, n. 3, p. 371–385, set. 2017.

ROSENTHAL, V. D.; JIN Z.; MEMISH Z. A.; DABOOR M.A.; AL-RUZZIEH M. A.; HUSSIEN N. H. *et al.* Risk factors for mortality in ICU patients in 10 middle eastern countries: The role of healthcare-associated infections. **Journal of Critical Care**, v. 72, p. 154149, dez. 2022.

SAMI R.; SAVARI M.A.; MANSOURIAN M; GHAZAVI R.; MEAMAR R. Effect of Long-Term Oxygen Therapy on Reducing Rehospitalization of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Pulm Ther**, 24 abr. 2023.

SHARMA, S. *et al.* Intensity of Renal Replacement Therapy and Duration of Mechanical Ventilation. **Chest**, v. 158, n. 4, p. 1473–1481, out. 2020.

SILVA, S. C. *et al.* Fluid overload after coronary artery bypass graft in patients on maintenance hemodialysis is associated with prolonged time on mechanical ventilation. **BMC Anesthesiology**, v. 20, n. 1, 7 mar. 2020.

STEINHORST, R. C.; VIEIRA, J. M.; ABDULKADER, R. C. R. M. Acute Effects of Intermittent Hemodialysis and Sustained Low-Efficiency Hemodialysis (SLED) on the

Pulmonary Function of Patients under Mechanical Ventilation. **Renal Failure**, v. 29, n. 3, p. 341–345, 1 jan. 2009.

SUSANTITAPHONG P.; CRUZ D. N.; CERDA J.; ABULFARAJ M.; ALQAHTANI F.; KOULOURIDIS I. *et al.* World Incidence of AKI: A Meta-Analysis. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**, v. 8, n. 9, p. 1482–1493, 6 jun. 2013.

NOBLE, J. S. C.; SIMPSON, K.; ALLISON, M. E. M. Long-Term Quality of Life and Hospital Mortality in Patients Treated with Intermittent or Continuous Hemodialysis for Acute Renal and Respiratory Failure. **Renal Failure**, v. 28, n. 4, p. 323–330, jan. 2009.

TELES, F. *et al.* The impact of dialysis on critically ill elderly patients with acute kidney injury: an analysis by propensity score matching. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 41, n. 1, p. 14–21, mar. 2019.

TONELLI, M.; MANNS, B.; FELLER-KOPMAN, D. Acute renal failure in the intensive care unit: a systematic review of the impact of dialytic modality on mortality and renal recovery. **American Journal of Kidney Diseases**, v. 40, p. 875–885, 2002.

TONELLI, M.; WIEBE, N.; GUTHRIE, B. *et al.* Comorbidity as a driver of adverse outcomes in people with chronic kidney disease. **Kidney International**, v. 88, n. 4, p. 859–866, out. 2015. doi: 10.1038/ki.2015.228.

TORREGGIANI, M. *et al.* Choice of the dialysis modality: practical considerations. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 9, p. 3328, 7 maio 2023. doi: 10.3390/jcm12093328.

TUMILAAAR, S. G. *et al.* A comprehensive review of free radicals, oxidative stress, and antioxidants: overview, clinical applications, global perspectives, future directions, and mechanisms of antioxidant activity of flavonoid compounds. **Journal of Chemistry**, v. 2024, p. 1–21, 31 maio 2024. doi: 10.1155/2024/5594386.

TWARDOWSKI, Z. J. History of hemodialyzers' designs. **Hemodialysis International**, v. 12, n. 2, p. 173–210, abr. 2008. doi: 10.1111/j.1542-4758.2008.00253.x.

VIEIRA, J. M.; CASTRO I.; CURVELLO-NETO A.; DEMARZO S. *et al.* Effect of acute kidney injury on weaning from mechanical ventilation in critically ill patients*. **Critical Care Medicine**, v. 35, n. 1, p. 184–191, jan. 2007.

WALCHER, A. *et al.* In Critically Ill Patients Requiring CRRT, AKI Is Associated with Increased Respiratory Failure and Death Versus ESRD. **Renal Failure**, v. 33, n. 10, p. 935–942, 13 set. 2011.

WEEKLEY, M. S.; LOBO, C. M.; BLAND, L. E. Oxygen administration. **StatPearls**, Publishing, 2025. PMID: 31869081.

WU, Y.-K. *et al.* Predictors of successful weaning from prolonged mechanical ventilation in Taiwan. **Respiratory Medicine**, v. 103, n. 8, p. 1189–1195, ago. 2009.

YE, Z. *et al.* Comparing renal replacement therapy modalities in critically ill patients with acute kidney injury: a systematic review and network meta-analysis. **Critical Care Explorations**, v. 3, n. 5, e0399, 2021.

ZIMMERMAN, J. E.; KRAMER, A. A. Outcome prediction in critical care: the Acute Physiology and Chronic Health Evaluation models. **Current Opinion in Critical Care**, v. 14, n. 5, p. 491–497, out. 2008. doi: 10.1097/MCC.0b013e3283086