



COLEGIADO DO CURSO DE MEDICINA

RAFAEL SANTANA DE ALMEIDA
THIAGO CORREIA SILVA
ENIO MOTA MACEDO

LESÕES PULMONARES ASSOCIADAS AO USO DE CIGARRO ELETRÔNICO: uma revisão descritiva

ITABUNA – BAHIA
MAIO/2024

RAFAEL SANTANA DE ALMEIDA
THIAGO CORREIA SILVA
ENIO MOTA MACEDO

**LESÕES PULMONARES ASSOCIADAS AO USO DE
CIGARRO ELETRÔNICO: uma revisão descritiva**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
médico/a pela Afya Faculdade de Ciências
Médicas de Itabuna, sob a orientação da
Professora Stephânia Silva Margotto.

ITABUNA – BAHIA
MAIO/2024

A447l

ALMEIDA, Rafael Santana de

Lesões pulmonares causadas pelo uso de cigarro eletrônico: uma revisão descritiva/Rafael Santana de Almeida [et al], --Itabuna: AFYA ITABUNA, 2024.1
22p.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Stephânia Silva Margotto

Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Medicina
pela Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna, BA – AFYA ITABUNA.

1. Evali.2. Saúde Pulmonar.3. Vaporização.4. Vaping.
I. ALMEIDA, Rafael Santana de. II.MARGOTTO, Stephânia Silva.
III. Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna. IV. Título.

CDU:616

Catálogo Biblioteca Dr.^a Maria Odília Teixeira
Aline Andrade Ferraz – Bibliotecária CRB 5 – 001881/O

ALMEIDA, Rafael; SILVA, Thiago; MACEDO, Enio. **Lesões pulmonares associadas ao uso de cigarro eletrônico**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de médico/a pela Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna, sob a orientação da Professora Stephânia Silva Margotto. Itabuna: Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna, 2024.

FOLHA DE APROVAÇÃO

LESÕES PULMONARES ASSOCIADAS AO USO DE CIGARRO ELETRÔNICO: uma revisão descritiva

**RAFAEL SANTANA DE ALMEIDA
THIAGO CORREIA SILVA
ENIO MOTA MACEDO**

Aprovado em 23 de maio de 2024

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Luciano de Oliveira Souza Tourinho
Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna

Professor Doutor Pedro Costa Campos Filho
Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna

Professora Mestra Mércia Margotto
Afya Faculdade de Ciências Médicas Itabuna

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Caracterização dos artigos analisados.

Tabela 02 – Resultados dos artigos analisados.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE2 - Enzima conversora de angiotensina 2.

AKT - Quinase ativada por mitógeno.

ATP - Adenosina trifosfato.

CYP1B1 - Citocromo P450 1B1.

DEF - Dispositivo eletrônico para fumar

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

e-CIG - Cigarro eletrônico.

END - Dispositivo eletrônico de liberação de nicotina.

EVALI - Lesão pulmonar associada ao uso de cigarros eletrônicos ou produtos de vaporização.

FeNO - Fração de óxido nítrico exalado.

M2 - Macrófagos M2.

MUC4 - Mucina 4.

MUC5AC - Mucina 5AC.

nAChR $\alpha 7$ - Receptor nicotínico $\alpha 7$ da acetilcolina.

PG -Propilenoglicol.

VEA - Acetato de vitamina E.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 MATERIAIS E MÉTODOS	6
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4 CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS.....	16
ANEXO – ANÁLISE DE PLÁGIO (COPYSPIDER).....	18

Lesões pulmonares associadas ao uso de cigarro eletrônico

Lung injures associated with electronic cigarette use

ALMEIDA, Rafael¹

SILVA, Thiago²

MACEDO, Enio³

MARGOTTO, Stephânia⁴

RESUMO

Os cigarros eletrônicos surgiram como uma alternativa aparentemente menos prejudicial ao tabagismo convencional. No entanto, preocupações sobre os potenciais riscos à saúde pulmonar surgiram com o fenômeno das EVALI. Objetiva, portanto, descrever as lesões pulmonares associadas ao uso de cigarros eletrônicos. A pesquisa é relevante devido à crescente popularidade do uso de cigarros eletrônicos e às preocupações emergentes sobre os potenciais danos à saúde pulmonar. Foi realizada uma revisão descritiva, sintetizando informações disponíveis sobre lesões pulmonares associadas ao cigarro eletrônico. Foram selecionados 10 artigos através da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), com critérios de inclusão baseados em relevância, idioma e disponibilidade integral. Os resultados destacam uma variedade de efeitos adversos do uso de cigarros eletrônicos, incluindo aumento da resistência das vias aéreas, resposta inflamatória nas vias respiratórias, alterações na função pulmonar, entre outros, além da toxicidade de componentes como nicotina, propilenoglicol, glicerina vegetal e acetato de vitamina E. As evidências reunidas apontam para o impacto negativo significativo do uso de cigarros eletrônicos na saúde pulmonar, enfatizando a necessidade de ações preventivas e políticas de saúde pública.

Palavras-chave: Evali. Saúde Pulmonar. Vaporização. Vaping.

ABSTRACT

Electronic cigarettes emerged as an apparently less harmful alternative to conventional tobacco smoking. However, concerns about potential risks to lung health arose with the phenomenon of EVALI. Therefore, the objective is to describe the lung injuries associated with the use of electronic cigarettes. The research is relevant due to the increasing popularity of electronic cigarette use and emerging concerns about potential lung health damage. A descriptive review was conducted, synthesizing available information on lung injuries associated with electronic cigarettes. Ten articles were selected through the Virtual Health Library (VHL), with inclusion criteria based on relevance, language, and full availability. The results highlight a variety of adverse effects of electronic cigarette use, including increased

¹ Graduando em Medicina pela Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna.

² Graduando em Medicina pela Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna.

³ Graduando em Medicina pela Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna.

⁴ Especialista em endoscopia respiratória. Professora orientadora. Docente do Curso de Medicina da Afya Faculdade de Ciências Médicas de Itabuna.

airway resistance, inflammatory response in the respiratory tract, alterations in lung function, among others, in addition to the toxicity of components such as nicotine, propylene glycol, vegetable glycerin, and vitamin E acetate. The gathered evidence points to the significant negative impact of electronic cigarette use on lung health, emphasizing the need for preventive actions and public health policies.

Keywords: Evali. Lung Health. Vaporization. Vaping.

1 INTRODUÇÃO

Os cigarros eletrônicos, também conhecidos como e-cigarros, vapes ou dispositivos eletrônicos para fumar (DEF), emergiram como uma alternativa aparentemente menos prejudicial ao tabagismo convencional (D'ALMEIDA et al., 2020). No entanto, apesar de inicialmente promovidos como uma alternativa mais segura, sua crescente popularidade e uso generalizado têm levantado preocupações significativas sobre os potenciais riscos à saúde pulmonar. O fenômeno conhecido como Lesões/Doenças Pulmonares Associadas ao Cigarro Eletrônico ou ao Vaping (EVALI) tornou-se uma preocupação emergente, associada a uma série de síndromes respiratórias agudas que podem resultar em complicações graves, incluindo a morte (CAPUTE et al., 2022).

Os cigarros eletrônicos funcionam por meio da aerossolização de líquidos aquecidos, que podem ou não conter nicotina, transformando-se em vapor que é inalado pelos usuários (D'ALMEIDA et al., 2020). Contudo, a composição dos líquidos vaporizados nos cigarros eletrônicos é diversificada e, muitas vezes, desconhecida, contendo substâncias que variam desde propileno glicol, glicerina e flavorizantes até metais tóxicos como chumbo, níquel e cromo (LIMA et al., 2022).

Apesar da proibição da venda de cigarros eletrônicos em diversos países, a disponibilidade desses dispositivos por meios ilegais, como a internet, facilita a adulteração dos produtos, aumentando ainda mais os riscos à saúde dos usuários (SOUTO et al., 2022). A disseminação do uso de cigarros eletrônicos entre os jovens e a falta de regulamentação adequada suscitam preocupações adicionais sobre os efeitos potencialmente nocivos desses dispositivos (LIMA, MAIA & DUARTE, 2023).

Assim, esta revisão descritiva visa aprofundar a compreensão das lesões pulmonares associadas ao uso de cigarros eletrônicos, destacando os mecanismos subjacentes e os

sintomas clínicos. Ao abordar esses aspectos, busca-se fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre os impactos do vaping na saúde pulmonar, destacando a importância da conscientização e da regulação eficaz para mitigar os danos associados ao uso desses dispositivos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa trata-se de uma revisão descritiva que, segundo Grant e Booth (2009), tem como objetivo sintetizar as informações disponíveis sobre um determinado assunto, sem a intenção de criar novas hipóteses ou testar teorias, sendo útil para proporcionar uma visão geral do estado atual da pesquisa e identificar áreas onde há necessidade de estudos adicionais.

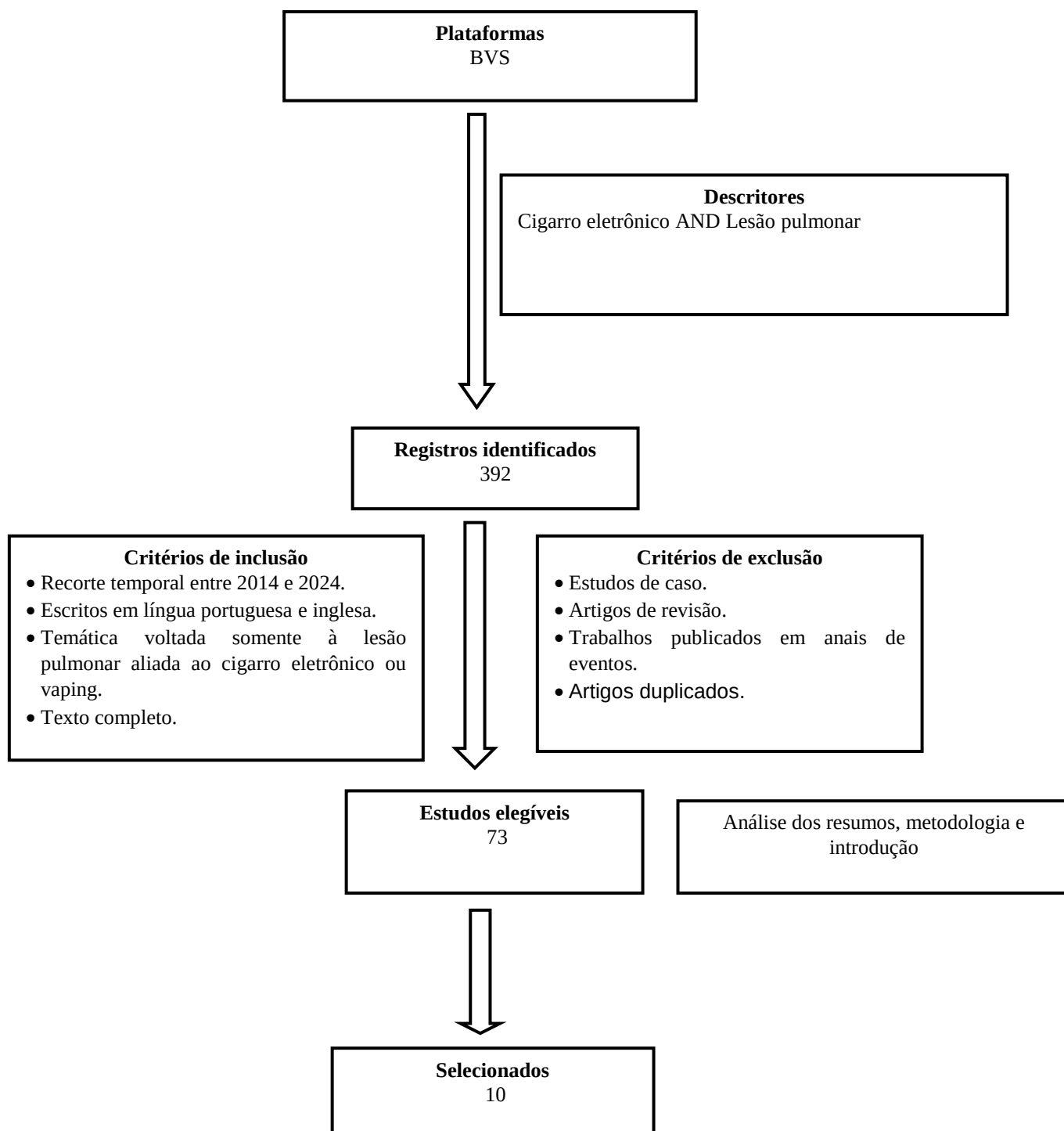
A temática do presente estudo as lesões pulmonares causadas pelo cigarro eletrônico. Para tanto, foi utilizada a base de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), aplicando os descritores “Cigarro eletrônico AND Lesão pulmonar”.

Inicialmente, foram encontrados 392 resultados. A partir disso, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados nos últimos dez anos, escritos em língua portuguesa e inglesa, disponíveis de modo integral, cuja temática estivesse restrita ao e-cigarro e lesões pulmonares. Foram excluídos os artigos voltados para a análise de caso e os artigos de revisão. Além disso, artigos duplicados e não publicados em revistas científicas foram descartados.

Após a aplicação desses critérios, restaram 73 artigos, que foram analisados com base em seus resumos, metodologias e introduções, possibilitando a seleção dos 10 artigos aqui utilizados.

O método utilizado está detalhado no fluxograma 1, enquanto a caracterização dos artigos está disposta na Tabela 01, ambos a seguir.

Fluxograma 1. Dados da pesquisa e seus critérios de inclusão e exclusão.



Fonte: elaboração autoral.

Tabela 01 – caracterização dos artigos analisados

Autoria/ano	Título	Objetivo	Metodologia
Lima, Maia e Duarte, 2023	Prevalência do uso de cigarros eletrônicos e suas complicações respiratórias entre estudantes de medicina em uma universidade privada de Teresina-PI	Analisar a prevalência do uso de CE entre acadêmicos de medicina, bem como listar e relacionar a presença de sintomas respiratórios com o uso do CE.	Estudo epidemiológico, quantitativo, do tipo descritivo e retrospectivo.
Wang et al., 2020	E-cigarette-induced pulmonary inflammation and dysregulated repair are mediated by nAChR $\alpha 7$ receptor: role of nAChR $\alpha 7$ in SARS-CoV-2 Covid-19 ACE2 receptor regulation	Investigar os mecanismos que medeiam a toxicidade e os efeitos na saúde pulmonar do aerossol do cigarro eletrônico.	Estudo experimental descritivo
Glynos et al., 2018	Comparison of the effects of e-cigarette vapor with cigarette smoke on lungfunction and inflammation in mice	Avaliar os efeitos do vapor do cigarro eletrônico no pulmão de camundongos e em comparação aos do cigarro convencional.	Estudo experimental descritivo
Cervellati et al., 2014	Comparative effects between electronic and cigarette smoke in human keratinocytes and epithelial lung cells	Avaliar a toxicidade dos vapores de cigarros eletrônicos (e-CIGs) comerciais em comparação com a fumaça do cigarro convencional (CS)	Estudo observacional
Madison et al., 2019	Eletronic cigarettes disrupt lung lipid homeostasis and innate immunity independent of nicotine	Investigar os efeitos a longo prazo da exposição ao vapor de cigarros eletrônicos, com foco na inflamação pulmonar, enfisema, homeostase lipídica e resposta imunológica a desafios infecciosos.	Estudo experimental descritivo
Arcos et al., 2016	Chronic eletronic cgarette exposure in mice induces features of COPD in a nicotine-dependent manner	Investigar os efeitos da exposição ao vapor de líquidos de cigarros eletrônicos contendo ou não nicotina nos pulmões de camundongos e em células epiteliais das vias aéreas humanas normais.	Estudo experimental descritivo
Ghosh et al., 2018	Chronic e-cigarette exposure alters the human bronchial epithelial proteome	Determinar os efeitos crônico dos cigarros eletrônicos nas células epiteliais pulmonares.	Investigação clínica proteômica
Reidel et al., 2018	E-cigarette use causes a unique innatye immune response in the lung, involving increased	Determinar os efeitos do uso de cigarros eletrônicos nas vias aéreas.	Investigação proteômica quantitativo

neutrophilic activation
and altered mucin
secretion

Tabela 1 – caracterização dos artigos analisados (continuação)

Autoria/ano	Título	Objetivo	Metodologia
Yoon et al., 2023	Comparative study of lung toxicity of e-cigarette ingredients to investigate e-cigarette or vaping product associated lung injury	Investigar a toxicidade pulmonar dos ingredientes individuais dos produtos de cigarros eletrônicos que contêm nicotina ou tetra-hidrocanabinol (THC).	Estudo experimental descritivo
Artunduaga et al., 2020	Pediatric Chest Radiographic and CT Findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use-associated Lung Injury (EVALI)	Avaliar os achados de radiografia de tórax e tomografia computadorizada (TC) de pacientes pediátricos com lesão pulmonar associada ao uso de cigarros eletrônicos ou produtos de vaping (EVALI).	Estudo retrospectivo

Fonte: Autoria própria com artigos selecionados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 02 apresenta de modo sucinto os resultados das pesquisas analisadas, sendo possível perceber que todos os estudos identificaram algum malefício causado pelo uso de cigarros eletrônicos.

Tabela 02 – Resultados dos artigos analisados.

Autoria	Título	Resultados
Lima, Maia e Duarte	Prevalência do uso de cigarros eletrônicos e suas complicações respiratórias entre estudantes de medicina em uma universidade privada de Teresina-PI	A maioria dos participantes já experimentou CE (61,8%) e conhece algum estudante que faz uso (97,5%). Apenas 20,1% dos participantes faziam uso de CE. A principal motivação para experimentar foi a curiosidade (46,2%). Quanto aos sintomas respiratórios após o uso de CE, tosse foi o mais comum (28,02%), seguido por pigarro (9,50%).
Wang et al.	E-cigarette-induced pulmonary inflammation and dysregulated repair are mediated by nAChR $\alpha 7$ receptor: role of nAChR $\alpha 7$ in SARS-CoV-2 Covid-19 ACE2 receptor regulation	O aerossol do cigarro eletrônico com nicotina causa inflamação pulmonar devido à resposta de reparo desregulada alterada e remodelação do ECM mediada pelo nAChR $\alpha 7$. A exclusão do

		nAChR α 7 pode possivelmente proteger contra a inflamação e lesão pulmonar ao atenuar os alvos de sinalização associados à remodelação do ECM.
Glynos et al.	Comparison of the effects of e-cigarette vapor with cigarette smoke on lungfunction and inflammation in mice	A exposição ao vapor do e-cig pode desencadear respostas inflamatórias e afetar adversamente a mecânica do sistema respiratório. Em muitos casos, o sabor adicionado nos e-cigs exacerbou os efeitos prejudiciais do vapor do e-cig. Tanto o vaping de e-cig quanto o tabagismo convencional impactam negativamente a biologia pulmonar.
Cervellati et al.	Comparative effects between electronic and cigarette smoke in human keratinocytes and epithelial lung cells	A exposição aos vapores de e-CIG resulta em toxicidade muito menor do que a exposição ao CS.
Madison et al.	Electronic cigarettes disrupt lung lipid homeostasis and innate immunity independent of nicotine	A exposição crônica ao vapor de cigarros eletrônicos altera a homeostase lipídica pulmonar e compromete a resposta imunológica do hospedeiro a patógenos pulmonares, mesmo na ausência de nicotina.
Arcos et al.	Chronic eletronic cgarette exposure in mice induces features of COPD in a nicotine-dependent manner	A inalação de e-cigs contendo nicotina aumentou a hiperreatividade das vias aéreas, o aumento do espaço aéreo distal, a produção de muco, a expressão de citocinas e proteases. Por outro lado, a exposição aos e-cigs livres de nicotina não afetou esses parâmetros pulmonares.
Ghosh et al.	Chronic e-cigarette exposure alters the human bronchial epithelial proteome	As vias aéreas dos usuários de vape apresentavam aspecto friável e eritematoso durante a inspeção visual por broncoscopia. Além disso, os líquidos de cigarro eletrônico entraram rapidamente nas células e o PG/VG reduziu a fluidez da membrana, prejudicando a difusão de proteínas.
Reidel et al.	E-cigarette use causes a unique innatye immune response in the lung, involving increased neutrophilic activation and altered mucin secretion	O uso de cigarros eletrônicos altera o perfil de proteínas de defesa inata nas secreções das vias aéreas, induzindo mudanças semelhantes e únicas em relação ao tabagismo.
Yoon et al.	Comparative study of lung toxicity of e-cigarette ingredients to investigate e-cigarette or vaping product associated lung injury	A exposição ao acetato de vitamina E é muito mais propensa a causar problemas relacionados ao EVALI em humanos do que a exposição ao propilenoglico.
Artunduaga et al.	Pediatric Chest Radiographic and CT Findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use–associated Lung Injury (EVALI)	A lesão pulmonar associada ao uso de cigarros eletrônicos ou produtos de vaping é caracterizada por opacidades em vidro fosco bilaterais e simétricas,

Fonte: Autoria própria com artigos selecionados.

No contexto da pesquisa realizada sobre a prevalência do uso de cigarros eletrônicos entre estudantes de medicina em uma universidade privada de Teresina-PI, constatou-se um aumento significativo na resistência das vias aéreas periféricas entre os usuários de cigarros eletrônicos, semelhante àquele observado nos usuários de tabaco tradicional. Isso sugere que, apesar da percepção de serem menos nocivos, os cigarros eletrônicos podem causar alterações prejudiciais à função pulmonar (LIMA, MAIA e DUARTE, 2023).

Outro dado importante observado foi o aumento na fração de óxido nítrico exalado (FeNO) entre os usuários de cigarros eletrônicos. Esse aumento sugere uma resposta inflamatória nas vias respiratórias, o que pode indicar um risco de inflamação crônica nos pulmões para aqueles que usam esses dispositivos regularmente. (LIMA, MAIA e DUARTE, 2023).

Wang et al. (2020) investigaram os efeitos do uso de cigarros eletrônicos (e-cigs) na inflamação pulmonar e na capacidade de reparo do pulmão. A pesquisa utilizou camundongos selvagens e camundongos com ausência específica (knock out) do receptor nicotínico $\alpha 7$ da acetilcolina (nAChR $\alpha 7$) para avaliar o impacto da exposição subcrônica à aerossol de e-cig contendo propileno glicol, com ou sem nicotina.

Os achados mostraram que o uso subcrônico de e-cigs com nicotina aumentou a presença de macrófagos e linfócitos T, assim como citocinas pró-inflamatórias no fluido de lavado broncoalveolar, além de uma maior expressão do receptor ACE2, que está associado ao SARS-CoV-2, o vírus causador da COVID-19. Curiosamente, os camundongos que não tinham o receptor nAChR $\alpha 7$ apresentaram respostas inflamatórias reduzidas, incluindo menores níveis do receptor ACE2 (WANG et al., 2020).

Ademais, a exposição subcrônica aos e-cigs com ou sem nicotina alterou a abundância de proteínas da matriz extracelular, como colágeno e fibronectina, de maneira dependente do sexo dos animais, embora essas alterações não tenham sido atribuídas diretamente ao gene nAChR $\alpha 7$. Assim, o estudo sugere que a exposição aos e-cigs pode afetar negativamente o pulmão, induzindo inflamação e impactando processos de reparo e remodelamento da matriz extracelular, fenômenos esses mediados pelo receptor nAChR $\alpha 7$ de forma dependente do sexo do indivíduo (WANG et al., 2020).

Glynos et al. (2018) investigaram os efeitos do vapor do cigarro eletrônico em comparação com a fumaça do cigarro em relação à função pulmonar e inflamação em

camundongos. Os resultados mostraram que o vapor dos cigarros eletrônicos, especialmente quando contém nicotina e aromatizantes, aumentou a celularidade do líquido de lavagem broncoalveolar, a produção de Muc5ac, bem como os marcadores de estresse oxidativo no líquido de lavagem broncoalveolar e nos pulmões, em muitos casos mais intensamente do que a fumaça do cigarro convencional.

Também foi notado que os sabores adicionados aos e-cigarros podem exacerbar os efeitos nocivos do vapor. Após uma exposição de 3 dias, algumas medidas da mecânica pulmonar foram alteradas pelo vapor do e-cigarro, enquanto após 4 semanas foi observado que somente a fumaça do cigarro convencional afetou adversamente esses parâmetros. Além disso, a hiper-responsividade das vias aéreas ao metacolina foi aumentada de forma semelhante nos grupos expostos à fumaça do cigarro e ao vapor do e-cigarro com nicotina e aromatizantes. Dessa forma, o estudo aponta que a exposição ao vapor dos e-cigarros pode desencadear respostas inflamatórias e afetar negativamente a mecânica do sistema respiratório (GLYNOS et al., 2018).

De modo similar, os resultados encontrados por Cervellati et al. (2014) indicaram que os vapores dos cigarros eletrônicos (e-CIGs) possuem efeito tóxico na viabilidade das células. Especificamente, os componentes prejudiciais dos e-CIGs, que parecem estar relacionados aos compostos de sabor mais do que à nicotina e aos umectantes. Além disso, foi observado que os componentes básicos dos vapores dos e-CIGs, mesmo sem aditivos, são capazes de induzir a liberação de várias citocinas e mediadores pró-inflamatórios, sugerindo que até mesmo os umectantes podem ter um potencial efeito nocivo, embora não citotóxico (CERVELLATI et al., 2014).

Diferentemente dos estudos anteriores, Madison et al. (2019) indicam que a exposição ao vapor de cigarros eletrônicos, por um período de 4 meses, não resultou em inflamação pulmonar ou enfisema em camundongos, em comparação com a exposição à fumaça convencional. No entanto, mesmo na ausência de nicotina, foi observado que os ENDS interferem no equilíbrio dos lipídios pulmonares, tanto em macrófagos alveolares quanto em células epiteliais.

Foi detectada uma composição anormal de fosfolipídios nos macrófagos alveolares e um aumento dos fosfolipídios associados ao surfactante nas vias aéreas. O estudo também revelou que a exposição crônica ao vapor dos ENDS pode enfraquecer a imunidade inata contra vírus nos macrófagos residentes. Isso porque camundongos que estavam expostos aos ENDS e infectados com o vírus da influenza apresentaram inflamação pulmonar acentuada e dano tecidual (MADISON et al., 2019).

Os resultados de pesquisas realizadas por Arcos et al. (2016) em camundongos mostraram que a exposição crônica a cigarros eletrônicos contendo nicotina pode induzir respostas patogênicas semelhantes às observadas em DPOC em humanos. Mais especificamente, o estudo evidenciou que a nicotina é um componente-chave responsável por alterações patogênicas, como aumento da reatividade das vias aéreas, ampliação dos espaços aéreos distais, aumento da produção de mucina, e a expressão de citocinas e proteases.

Além dos roedores, o estudo também envolveu células epiteliais humanas de vias aéreas normais em cultura, que quando expostas ao vapor de cigarros eletrônicos contendo nicotina, mostraram prejuízo na frequência do batimento ciliar, volume do líquido da superfície das vias aéreas, função do regulador transmembrana da fibrose cística, e condutância de íons potássio estimulada por ATP (ARCOS et al., 2016).

Ghosh et al. (2018) exploraram as consequências do uso prolongado de cigarros eletrônicos na função pulmonar. Os resultados incluem evidências visuais de fragilidade e vermelhidão nas vias aéreas dos usuários de cigarros eletrônicas, notadas durante procedimentos de broncoscopia. A análise detalhada de biópsias bronquiais revelou cerca de 300 proteínas com expressão diferenciada entre fumantes convencionais e usuários de e-cigarros, sendo 78 proteínas alteradas em ambos os grupos e 113 proteínas exclusivamente alteradas no último grupo. Proteínas como CYP1B1, MUC5AC e MUC4 mostraram um aumento significativo nos usuários de dispositivos de vaping.

A pesquisa também destacou que o veículo de liberação composto por propilenoglicol e glicerina vegetal (PG/VG), quando aerosolizado, intensificou a concentração da proteína MUC5AC tanto em culturas de células epiteliais de vias aéreas humanas quanto em tecido nasal de roedores, em condições experimentais. Adicionalmente, observou-se uma absorção rápida dos líquidos dos e-cigarros pelas células e uma redução na fluidez de membrana, impactando adversamente a difusão proteica (GHOSH et al., 2018).

Reidel et al. (2018) perceberam que o uso de e-cigarros ocasiona uma resposta imune inata peculiar no pulmão, caracterizada pelo aumento da ativação neutrofílica e alterações na secreção de muco. Seu uso induz alterações no proteoma da secreção das vias aéreas, identificáveis através de análise de amostras de escarro induzido, comparando fumantes de cigarros convencionais, usuários de cigarros eletrônicos e não fumantes.

Os resultados indicam que, embora haja alguma sobreposição nos efeitos causados tanto pelo fumo de cigarros convencionais quanto pelo uso de e-cigarros, as alterações desencadeadas pelo uso de e-cigarros são distintas e não necessariamente menos prejudiciais. Destacam-se marcadores de resposta neutrofílica aberrante e secreção de muco alterada,

desafiando a concepção de que a mudança do cigarro convencional para o eletrônico constitua uma alternativa mais saudável (REIDEL et al., 2018).

Yoon et al. (2023) investigaram a toxicidade pulmonar dos ingredientes individuais dos produtos de cigarros eletrônicos, incluindo propilenoglicol, glicerina vegetal, acetato de vitamina E e nicotina. Especificamente, foram observadas alterações citológicas e histológicas em camundongos tratados com PG e VEA. O estudo sugeriu que a exposição ao VEA é mais propensa a causar problemas relacionados com EVALI do que a exposição ao PG, com base nos padrões de dosagem relativos. A análise transcriptômica mostrou que a exposição ao PG está associada a lesão pulmonar fibrótica via a via de sinalização do AKT e polarização de macrófagos M2, enquanto a exposição ao VEA está ligada à inflamação das vias aéreas asmáticas via a via de sinalização quinase ativada por mitógeno.

Artunduaga et al. (2020) investigaram a lesão pulmonar associada ao uso de cigarros eletrônicos ou produtos de vaporização, conhecida como EVALI, em crianças e adolescentes. Os exames de radiografia de tórax e tomografia computadorizada do tórax mostraram opacidades simétricas bilaterais no padrão de vidro fosco, o que significa uma aparência nebulosa e mais opaca nos pulmões, mas que ainda permite a visualização das estruturas pulmonares subjacentes. Além disso, observou-se uma consolidação ou aumento homogêneo da opacidade pulmonar que pode ocultar vasos e paredes brônquicas – um indicativo de inflamação ou acúmulo de substâncias nos alvéolos.

Essas alterações eram mais prevalentes nos lobos inferiores dos pulmões. Um aspecto notável é a poupabilidade subpleural, na qual a área logo abaixo da membrana que reveste o pulmão, a pleura, permanece sem alterações, indicando que as lesões são centradas mais internamente e não afetam a pleura. Outro achado que os exames podem revelar é o sinal do halo invertido, caracterizado por um núcleo central de opacidade rodeado por uma área de vidro fosco, formando um halo. Este sinal é útil para os médicos no processo de diagnóstico diferencial de EVALI em relação a outras condições pulmonares (ARTUNDUAGA et al., 2020).

Assim, a análise abrangente das pesquisas sobre o uso de cigarros eletrônicos e suas consequências para a saúde pulmonar revela uma preocupante tendência de danos significativos nos tecidos respiratórios. Estudos indicam um aumento na resistência das vias aéreas periféricas entre usuários de cigarros eletrônicos, semelhante ao observado em fumantes de tabaco convencional, além de uma resposta inflamatória nas vias respiratórias, sugerindo um risco de inflamação crônica nos pulmões.

A exposição aos componentes dos e-líquidos, incluindo nicotina, propilenoglicol, glicerina vegetal e acetato de vitamina E, tem sido associada a uma variedade de efeitos adversos, como inflamação pulmonar, aumento da produção de mucina e alterações no proteoma da secreção das vias aéreas. Estes estudos também destacam a importância do nAChR $\alpha 7$ como um mediador crucial dos efeitos adversos dos cigarros eletrônicos no pulmão.

Enquanto o estudo de Madison et al. (2019), não encontrou evidências de inflamação pulmonar ou enfisema em camundongos após exposição ao vapor de cigarros eletrônicos, outros estudos, como os de Wang et al. (2020), Glynn et al. (2018), e Arcos et al. (2016), identificaram alterações inflamatórias e patológicas no pulmão associadas ao uso de cigarros eletrônicos, incluindo aumento da reatividade das vias aéreas, produção de mucina, e expressão de citocinas. Essa divergência nos resultados ressalta a necessidade contínua de pesquisa para entender melhor os impactos dos cigarros eletrônicos na saúde pulmonar e os mecanismos subjacentes a esses efeitos.

4 CONCLUSÃO

As evidências reunidas neste estudo destacam o impacto negativo significativo do uso de cigarros eletrônicos na saúde pulmonar, especialmente entre a população mais jovem. A emergência de doenças como o surto de EVALI sublinha a urgência de ações direcionadas e políticas públicas eficazes para lidar com esse problema crescente.

Embora os cigarros eletrônicos sejam frequentemente apresentados como alternativas mais seguras ao tabaco convencional, a realidade dos danos à saúde não pode ser ignorada. Estudos recentes revelaram uma relação preocupante entre o uso desses dispositivos e o desenvolvimento de lesões pulmonares, parcialmente atribuídas aos componentes químicos presentes nos e-líquidos.

Assim, é importante que a conscientização sobre os riscos do vaping seja ampliada, fornecendo informações baseadas em evidências para orientar tanto a prática médica quanto as decisões individuais e coletivas. A promoção de campanhas de conscientização eficazes e a implementação de políticas públicas são cruciais para desestimular o início do uso de cigarros eletrônicos.

Além disso, pesquisas adicionais são imperativas para elucidar os efeitos de longo

prazo do vaping em diversos grupos populacionais e para desvendar integralmente a toxicidade dos compostos inalados.

REFERÊNCIAS

ARCOS, Itsaso Garcia et al. Chronic electronic cigarette exposure in mice induces features of COPD in a nicotine-dependent manner. **Thorax**, v. 71, n. 12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136%2Fthoraxjnl-2015-208039>.

ARTUNDUAGA, Maddy et al. Pediatric Chest Radiographic and CT Findings of Electronic Cigarette or Vaping Product Use—associated Lung Injury (EVALI). **Radiology**, v. 295, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiol.2020192778>.

CAPUTE, Victória Emmanuela Thomé Bragança et al. O uso de cigarros eletrônicos e o aumento de lesões pulmonares: uma revisão de literatura. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.25248/reamed.e10341.2022>.

CERVELLATI, Franco et al. Comparative effects between eletronic and cigarette smoke in humanm keratinocytes and epithelial lung cells. **Toxicology in Vitro**, v. 28, n. 5, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2014.04.012>.

D'ALMEIDA, P. C. V. et al. Lesões pulmonares associadas ao uso de cigarro eletrônico. **Blucher**, v. 6, n. 4, p. 92-120, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5151/comusc2020-07>.

GHOSH, Arunava et al. Chronic E-Cigarette Exposure Alters the Human Bronchial Epithelial Proteome. **American Thotacic Society**, v. 198, n. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1164%2Frccm.201710-2033OC>.

GLYNOS, Constatinos et al. Comparison of the effects of e-cigarette vapor with cigarette smoke on lung function and inflammation in mice. **American Physiological Society**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1152/ajplung.00389.2017>.

GRANT, Maria; BOOTH, Andrew. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health information & Libraries Journal**, v. 26, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>.

LIMA, Diego Cabral et al. Doença pulmonar associada ao uso do cigarro eletrônico ou produto vaping (EVALI): uma revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.25248/reamed.e11139.2022>.

LIMA, Pedro Victor de Melo; MAIA, Pedro Barreto; DUARTE, Jyselda de Jesus Lemos. Prevalência do uso de cigarros eletrônicos e suas complicações respiratórias entre estudantes de medicina em uma universidade privada de Teresina – PI. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i4.40977>.

MADISON, Matthew et al. Eletronic cigarettes disrupt lung lipid homeostasis and innate immunity independent of nicotine. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 129, n. 10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1172/JCI128531>.

REIDEL, Boris. E-cigarette use causes a Unique Innate Immune Response in the Lung, Involving Increased Neutrophilic Activation and Altered Mucin Secretion. **American Thotacic Society**, v. 197, n. 4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1164%2Frccm.201708-1590OC>.

SOUTO, Roberta Ribeiro et al. Lesão pulmonar associada a produto vaping ou cigarro eletrônico (EVALI) no Brasil: fatores associados e conhecimento da população do triângulo mineiro. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 4, jul./ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n4-012>.

WANG, Qixin et al. E-cigarette-induced pulmonary inflammation and dysregulated repair are mediated by nAChR $\alpha 7$ receptor: role of nAChR $\alpha 7$ in SARS-CoV-2 Covid-19 ACE2 receptor regulation. **Respiratory Research**, v. 21, n. 154, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12931-020-01396-y>.

YOON, Sung Hoon et al. Comparative study of lung toxicity of E-cigarette ingredients to investigate E-cigarette or vaping product associated lung injury. **Journal of Hazardous Materials**, v. 445, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130454>.

ANEXO – ANÁLISE DE PLÁGIO (COPYSPIDER)

Resumo	
Arquivo de entrada: TCC EVALI.doc (3146 termos)	
[0,56%] pubmed.ncbi.nlm....	
[0,52%] pubmed.ncbi.nlm....	
[0,49%] radiopaedia.org/a...	
[0,33%] pubmed.ncbi.nlm....	
Arquivo encontrado	Similaridade (%)
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32552811	0,56 Visualizar
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37055947	0,52 Visualizar
radiopaedia.org/articles/vaping-associated-lung-disease-2	0,49 Visualizar
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32125258	0,33 Visualizar