



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

**VALQUIRIA MELO DA SILVA**

**BRONQUIOLITE OBLITERANTE E A RELAÇÃO COM O USO DE CIGARROS  
ELETRÔNICOS**

**ARIQUEMES - RO  
2025**

**VALQUIRIA MELO DA SILVA**

**BRONQUIOLITE OBLITERANTE E A RELAÇÃO COM O USO DE CIGARROS  
ELETRÔNICOS**

Artigo científico apresentado ao curso de Farmácia do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEAMA como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Orientador (a): Prof. Dra. Taline Canto Tristão

**ARIQUEMES - RO  
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

Gerada mediante informações fornecidas pelo(a) Autor(a)

---

S586b Silva, Valquiria Melo da

Bronquiolite obliterante e a relação com o uso de cigarros eletrônicos/ Valquiria Melo da Silva – Ariquemes/ RO, 2025.

22 f. il.

Orientador(a): Profa. Dra. Taline Canto Tristão

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) –  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

1.Bronquiolite obliterante. 2.Cigarro eletrônico. 3.Doenças respiratórias.  
4.Pulmão de pipoca. 5.Vape. I.Tristão, Taline Canto. II.Título.

CDD 615.4

---

Bibliotecário(a) Isabelle da Silva Souza

CRB 11/1148

**VALQUIRIA MELO DA SILVA**

**BRONQUIOLITE OBLITERANTE E A RELAÇÃO COM O USO DE CIGARROS  
ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao curso de Farmácia do Centro Universitário  
FAEMA - UNIFAFEMA como pré-requisito para  
obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Orientador (a): Prof. Dra. Taline Canto Tristão

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Taline Canto Tristão  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAFEMA

---

Prof. Ma. Cleidiane dos Santos Orssatto  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAFEMA

---

Prof. Ma. Cleiciainara Bagio Lovo  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAFEMA

**ARIQUEMES – RO  
2025**

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo, Deus! Sem o seu cuidado para com a minha vida nada disso seria possível.

Ao meu filho Matheus Melo dos Santos que segurou minha mão, me deu força e incentivo durante toda essa jornada, e aos meus pais pelas orações e compreensão para comigo, minha prima/irmã Cleide Feitosa por todo carinho e ajuda.

Agradeço imensamente à minha orientadora de curso e de TCC, a Dra. Taline Canto Tristão por todo acolhimento e empatia durante essa trajetória.

Aos meus professores Cleiciainara Bagio Lovo, Cleidiane dos Santos Orssatto, Jucélia da Silva Nunes, Me. Jociel Honorato de Jesus, Ma. Keila de Assis Vitorino que durante toda a graduação compartilharam seus conhecimentos, me deram suporte, carinho, socorro em momentos difíceis, afinal por trás de toda conquista existe uma rede de apoio ao qual sem eles nada disso aconteceria.

Aos meus colegas de turma, Letícia Lachovski, Geandra Nascimento, Natália Ribeiro, João Victor e Thamirys Albuquerque pelo companheirismo e amizade.

*"Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana."*

— Carl Gustav Jung

## **Sumário**

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 CIGARROS ELETRÔNICOS (VAPING) .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 PANORAMA EPIDEMIOLÓGICO DOS VAPES .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 BRONQUIOLITE OBLITERANTE (“PULMÃO DE PIPOCA”) .....</b>	<b>12</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO A – DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PLÁGIO .....</b>	<b>24</b>

## **BRONQUIOLITE OBLITERANTE E A RELAÇÃO COM O USO DE CIGARROS ELETRÔNICOS**

### **BRONCHIOLITIS OBLITERANS AND ITS RELATIONSHIP WITH THE USE OF ELECTRONIC CIGARETTES**

**Valquiria Melo da Silva<sup>1</sup>  
Taline Canto Tristão<sup>2</sup>**

#### **RESUMO**

Este trabalho apresenta uma revisão sobre os riscos à saúde associados ao uso de cigarros eletrônicos (Vapes), com ênfase na bronquiolite obliterante, condição popularmente conhecida como “pulmão de pipoca”. A pesquisa discute a composição química dos líquidos utilizados nesses dispositivos, destacando substâncias como o diacetil, associadas a inflamação das pequenas vias aéreas, fibrose bronquiolar e obstrução respiratória irreversível. São analisados também dados epidemiológicos que evidenciam a crescente adesão ao uso de Vapes no Brasil, especialmente entre adolescentes e jovens adultos, impulsionada pela ampla oferta de sabores, pelo apelo mercadológico e pela percepção equivocada de menor risco em relação ao cigarro convencional. A partir da literatura científica recente, o estudo sintetiza os principais mecanismos fisiopatológicos desencadeados pelo uso desses dispositivos, ressaltando seu potencial tóxico e os impactos respiratórios decorrentes da exposição contínua aos aerossóis produzidos. O vape não é uma alternativa segura ao tabagismo e que seu uso pode representar um fator de risco relevante para o desenvolvimento de bronquiolite obliterante, reforçando a necessidade de ações educativas e estratégias de saúde pública voltadas à prevenção e conscientização da população.

**Palavras-chave:** Bronquiolite obliterante. Cigarro eletrônico. Diacetil. Doenças respiratórias. Pulmão de pipoca. Vape.

#### **ABSTRACT**

This study presents a review of the health risks associated with the use of electronic cigarettes (vapes), with an emphasis on bronchiolitis obliterans, a condition commonly known as “popcorn lung.” The research discusses the chemical composition of e-liquids used in these devices, highlighting substances such as diacetyl, which are associated with small airway inflammation, bronchiolar fibrosis, and irreversible airflow obstruction. Epidemiological data are also analyzed, demonstrating the growing use of vapes in Brazil, especially among adolescents and young adults, driven by the wide variety of flavors, strong marketing appeal, and the mistaken perception that these products are less harmful than conventional cigarettes. Based on recent scientific literature, the study synthesizes the main pathophysiological mechanisms triggered by vaping, emphasizing its toxic potential and the respiratory consequences resulting from

---

<sup>1</sup> Graduanda em Farmácia, Centro Universitário Faema - UNIFAEMA.

<sup>2</sup> Docente Doutora, Centro Universitário Faema - UNIFAEMA.

continuous exposure to the generated aerosols. Vaping is not a safe alternative to smoking, and its use may represent a significant risk factor for the development of bronchiolitis obliterans, reinforcing the need for educational actions and public health strategies aimed at prevention and raising public awareness.

**Keywords:** Bronchiolitis obliterans. Electronic cigarettes. Diacetyl. Respiratory diseases. Popcorn lung. Vaping.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de cigarros eletrônicos, popularmente conhecidos como *Vapes*, tem crescido de forma acelerada entre adolescentes e jovens adultos em diversos países (Kośmider *et al.*, 2014; Marqués; Piquerias; Sanz, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que mais de 100 milhões de pessoas utilizem cigarros eletrônicos, sendo cerca de 86 milhões adultos e aproximadamente 15 milhões adolescentes de 13 a 15 anos (OMS, 2025). No cenário brasileiro, a Pesquisa Nacional de Saúde Escolar do IBGE revelou que, em 2019, 16,8% dos adolescentes entre 13 e 17 anos já haviam experimentado o vape (Malta *et al.*, 2022).

Apesar de frequentemente comercializados como alternativas supostamente mais seguras aos cigarros convencionais, evidências científicas demonstram que esses dispositivos liberam uma variedade de compostos tóxicos e carcinogênicos, capazes de afetar profundamente a saúde respiratória (Kośmider *et al.*, 2014; Marqués; Piquerias; Sanz, 2021).

Entre os agravos já documentados destaca-se a bronquiolite obliterante, uma enfermidade pulmonar grave, irreversível e marcada por inflamação crônica e obstrução progressiva dos bronquíolos. Inicialmente associada à exposição ocupacional ao diacetil, essa condição passou a ser identificada também em usuários de *Vapes*, visto que muitos líquidos presentes nesses dispositivos apresentam concentrações relevantes desse composto químico, o qual é utilizado como aromatizante artificial (Omaiye *et al.*, 2019; White; Wambui; Pokhrel, 2021).

A presença de substâncias tóxicas como o diacetil, amplamente utilizado como aromatizante nos líquidos de *Vapes*, levanta preocupações quanto ao desenvolvimento de doenças pulmonares graves, como a bronquiolite obliterante, conhecida como “pulmão de pipoca”.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi discutir os riscos associados ao uso de cigarros eletrônicos (*Vapes*) em relação ao desenvolvimento da bronquiolite obliterante, o “pulmão de pipoca”.

## 2 CIGARROS ELETRÔNICOS (VAPING)

O cigarro convencional representa um sério risco para a saúde humana e o número de fumantes no mundo ainda é expressivo. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que cerca de 1,3 bilhão de pessoas utilizem produtos derivados do tabaco, o que reforça a dimensão global desse problema de saúde pública (WHO, 2021).

Nesse contexto, os cigarros eletrônicos (e-cigarros ou *Vapes*) surgiram e passaram a ser divulgados como possíveis substitutos aos cigarros convencionais, sobretudo como sistemas eletrônicos de administração de nicotina. Os cigarros

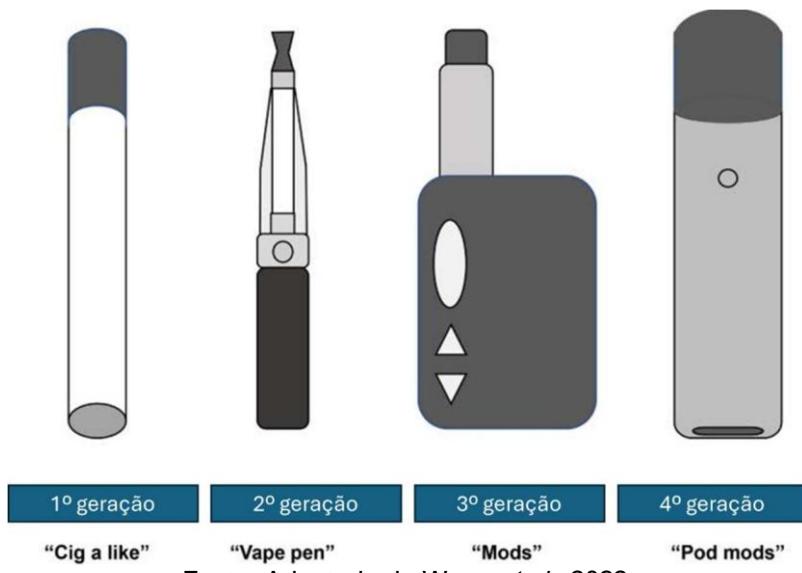
eletrônicos, também conhecidos como *Vapes*, são dispositivos que aquecem uma solução líquida para gerar um aerossol inalável, contendo diversas substâncias químicas potencialmente tóxicas (Goniewicz *et al.*, 2014; Marques; Piquerias; Sanz, 2021).

Segundo a ANVISA, os principais componentes do *e-liquid* incluem nicotina, responsável pela dependência química; propilenoglicol e glicerina vegetal, que atuam como veículos para formação do vapor; e aromatizantes, que conferem sabor e aroma agradáveis ao produto. Quando aquecidos, esses componentes podem sofrer degradação térmica, resultando na formação de compostos tóxicos, como formaldeído, acetaldeído e acroleína, todos reconhecidamente irritantes e potencialmente carcinogênicos (BRASIL, 2024).

Diferentemente dos cigarros tradicionais, os dispositivos eletrônicos são compostos por uma bateria, um reservatório contendo o *e-líquido* e um atomizador responsável por aquecer essa solução e gerar o aerossol inalado pelo usuário (Wang *et al.*, 2022).

Com a rápida evolução tecnológica desses dispositivos, foram desenvolvidas diferentes gerações de cigarros eletrônicos (Figura 1).

Figura 1 - Esquema das quatro gerações de cigarros eletrônicos.



Os modelos de primeira geração, conhecidos como *cig-a-like*, foram projetados para se assemelhar visualmente aos cigarros convencionais. Em seguida, surgiram os dispositivos de segunda geração, em formato semelhante a canetas, com baterias e reservatórios de *e-líquido* de maior capacidade. A terceira geração, chamada de *Mods*, apresenta formatos variados e atomizadores ajustáveis, permitindo ao usuário modificar a potência de vaporização. Mais recentemente, os dispositivos de quarta geração, conhecidos como *Pod Mods*, passaram a utilizar sais de nicotina em vez da nicotina de base livre, possibilitando alcançar concentrações mais elevadas de nicotina com menor desconforto local, o que os torna particularmente atrativos para os usuários (Protano *et al.*, 2018; Barrington-Trimis; Leventhal, 2018).

Paralelamente a essa evolução tecnológica e ao aumento da atratividade dos dispositivos, consolidou-se a ideia equivocada de que os *Vapes* sem nicotina constituiriam uma opção mais segura. Contudo, estudos demonstram que mesmo na ausência de nicotina o aquecimento dos líquidos, geralmente compostos por

propilenoglicol, glicerina vegetal e aromatizantes, gera aerossóis que liberam aldeídos tóxicos, partículas ultrafinas e metais capazes de induzir inflamação, estresse oxidativo e irritação das vias respiratórias. Além disso, o uso de *juices* sem nicotina tem sido associado à disfunção endotelial, a alterações na imunidade pulmonar e a danos às células epiteliais, evidenciando que o risco não se restringe à nicotina, mas envolve também os solventes, aditivos e subprodutos químicos formados durante o processo de vaporização (Rotta; Nascimento; Prá, 2024).

## 2.1 PANORAMA EPIDEMIOLÓGICO DOS VAPES

O uso de cigarros eletrônicos (*Vapes*) tem apresentado crescimento exponencial nas últimas décadas, especialmente entre adolescentes e adultos jovens, o que representa uma nova preocupação de saúde pública. Esses dispositivos foram inicialmente promovidos como alternativa de menor risco ao tabagismo convencional; no entanto, evidências recentes indicam que o seu uso pode contribuir para a iniciação do consumo de nicotina e dependência química em novas faixas etárias (Nasem, 2018; WHO, 2023).

Segundo o Relatório Global da Organização Mundial da Saúde, o número estimado de usuários de cigarros eletrônicos ultrapassa 80 milhões de pessoas no mundo, sendo a maior concentração observada em países de alta renda, como Estados Unidos, Reino Unido e Canadá (WHO, 2023). Nos Estados Unidos, dados do Centers for Disease Control and Prevention apontam que aproximadamente 14% dos jovens do ensino médio relataram o uso de *Vapes* em 2023, representando uma das maiores taxas de consumo de nicotina nessa faixa etária (CDC, 2024).

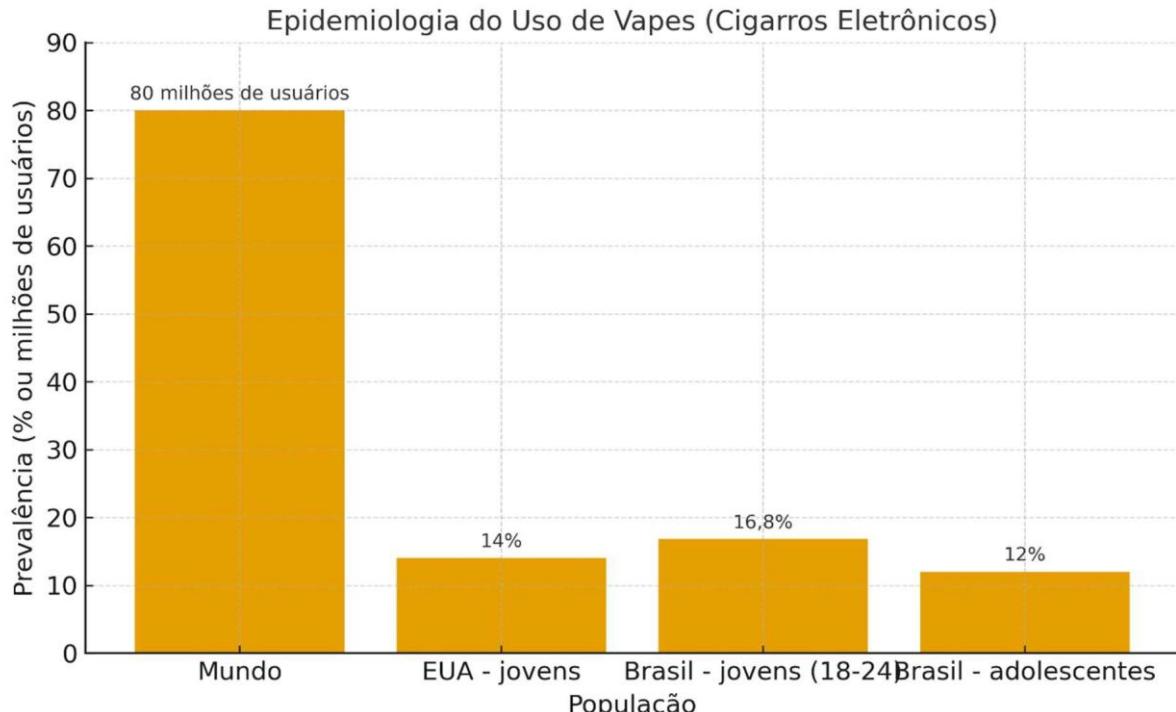
No Brasil, o Instituto Nacional de Câncer, destaca que, embora a comercialização desses produtos seja proibida pela ANVISA desde 2009 (Resolução RDC nº 46/2009), seu uso tem se expandido de forma irregular, principalmente entre os jovens (INCA, 2024). Uma pesquisa conduzida pelo Datafolha em parceria com o INCA revelou que 16,8% dos jovens entre 18 e 24 anos já experimentaram cigarros eletrônicos, e cerca de 6% fazem uso regular. Entre adolescentes do ensino médio, essa prevalência chega a 12%, com destaque para produtos com sabores frutados e doces, que exercem forte apelo mercadológico (INCA, 2023).

A tendência global de crescimento do uso de *Vapes* entre jovens está associada a diversos fatores, como marketing digital direcionado, percepção equivocada de segurança e fácil acesso a dispositivos ilegais (Marques; Piqueras; Sanz, 2021). Além disso, estudos apontam que a iniciação com *Vapes* aumenta em até três vezes a probabilidade de transição para o cigarro convencional, indicando seu papel como porta de entrada para o tabagismo (Goniewicz *et al.*, 2019).

No contexto de saúde pública, emergiu a síndrome conhecida como EVALI (*E-cigarette or Vaping product use-Associated Lung Injury*), identificada inicialmente nos Estados Unidos em 2019. Essa condição foi associada ao uso de líquidos adulterados contendo acetato de vitamina E, resultando em mais de 2.800 hospitalizações e 68 mortes confirmadas até 2020. Embora o número de casos tenha diminuído, episódios isolados continuam sendo relatados, principalmente em usuários de produtos ilícitos ou de procedência desconhecida (CDC, 2024).

Há uma tendência de estabilização ou queda do consumo de cigarros tradicionais, contrastando com o aumento expressivo do uso de cigarros eletrônicos, especialmente entre mulheres e jovens adultos (WHO, 2023). Esse padrão sugere uma transição de hábitos, mas não necessariamente uma redução do consumo total de nicotina.

**Figura 2 - Epidemiologia do uso de Vapes (cigarros eletrônicos)**



Fonte: CDC (2024).

Dessa forma, os dados epidemiológicos (Figura 2) apontam para a necessidade de políticas públicas de controle, fiscalização e educação em saúde, voltadas para o combate à disseminação dos cigarros eletrônicos, com foco na prevenção da iniciação precoce e no esclarecimento sobre seus riscos reais à saúde respiratória e cardiovascular.

## 2.2 BRONQUIOLITE OBLITERANTE (“PULMÃO DE PIPOCA”)

A bronquiolite obliterante (Pulmão de pipoca), também chamada de bronquiolite constrictiva, é uma enfermidade obstrutiva rara que afeta preferencialmente as pequenas vias aéreas e se caracteriza por fibrose dos bronquíolos terminais e respiratórios, resultando em obstrução irreversível ao fluxo aéreo (Chambers, 2019). Quando ocorre após transplante pulmonar ou após o transplante de células-tronco hematopoiéticas (TCTH), passa a ser denominada síndrome da bronquiolite obliterante, um quadro de rejeição crônica do enxerto associado à deterioração progressiva da função pulmonar. Estima-se que mais de 50% dos receptores de transplante pulmonar desenvolvam algum grau da síndrome em até cinco anos, com diagnóstico geralmente entre 16 e 20 meses após o procedimento, embora casos precoces também sejam descritos. Entre pacientes submetidos ao TCTH, a incidência varia de 5% a 14% (Kavaliunaite; Aurora, 2019; Rao *et al.*, 2019; Shabrawishi; Qanash, 2019).

Além do transplante, diversas condições implicam na etiologia da bronquiolite obliterante. A exposição inalatória a substâncias tóxicas, como gás mostarda, óxidos de nitrogênio, diacetil, cinzas volantes e fibras de vidro; constitui causa reconhecida. A doença também pode surgir no contexto de autoimunidades, destacando-se artrite reumatoide e lúpus eritematoso sistêmico, além de ocorrer, menos frequentemente,

em portadores de doença inflamatória intestinal. Episódios pós-infecciosos também estão envolvidos, principalmente após infecções virais como adenovírus e vírus sincicial respiratório em crianças, bem como em casos associados a HIV, micoplasma, fungos ou infecção por HHV-8 (Colom; Teper, 2019).

Do ponto de vista fisiopatológico, observa-se inflamação das estruturas subepiteliais das pequenas vias aéreas, seguida por reparo desorganizado, fibroproliferação e remodelamento anormal do epitélio, culminando em estreitamento concêntrico e, por vezes, obliteração completa do lúmen. A histopatologia evidencia hipertrofia da musculatura lisa, infiltrado inflamatório peribronquiolar, acúmulo de muco e cicatrização dos bronquíolos, sem comprometimento significativo do parênquima alveolar bronquiolar (Colom; Teper, 2019).

O diagnóstico baseia-se principalmente na avaliação funcional e radiológica. A espirometria revela obstrução fixa ao fluxo aéreo, geralmente não responsiva ao broncodilatador, podendo haver hiperinsuflação, aprisionamento aéreo e diminuição da capacidade de difusão. A tomografia computadorizada costuma mostrar espessamento brônquico e padrão em mosaico persistente nas fases inspiratória e expiratória devido ao aprisionamento de ar (Kavaliunaite; Aurora, 2019; Bondeelle; Bergeron, 2019; Wieruszewski *et al.*, 2018).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, com foco na análise de estudos científicos que abordam os riscos respiratórios associados ao uso de cigarros eletrônicos (*Vapes*), especialmente a relação entre o composto diacetil e o desenvolvimento da bronquiolite obliterante (“pulmão de pipoca”) entre jovens. A abordagem qualitativa permite compreender os significados, percepções e implicações dos achados científicos sobre o tema.

A coleta de dados foi realizada por meio da seleção de artigos científicos disponíveis em bases de dados como Scielo, PubMed, Google Acadêmico e BVS. Foram utilizados descritores como “*Vapes*”, “cigarros eletrônicos”, “bronquiolite obliterante”, “diacetil” e “saúde respiratória”. Após a leitura exploratória, os artigos foram analisados criticamente, com destaque para aqueles que apresentavam evidências sobre os efeitos do uso de *Vapes* na função pulmonar e a presença de substâncias tóxicas nos líquidos utilizados.

Foram incluídos estudos publicados no período de 2014 a 2025 que abordaram de forma direta os efeitos respiratórios associados ao uso de dispositivos eletrônicos para fumar (*Vapes*). Também foram considerados trabalhos que mencionaram o diacetil como componente dos líquidos utilizados nesses dispositivos, bem como pesquisas cujo foco principal foi a população jovem. Em contrapartida, foram excluídos artigos que não trataram da saúde respiratória, estudos restritos ao uso do cigarro convencional e publicações sem acesso ao texto completo ou cuja linguagem técnica fosse considerada inacessível para adequada compreensão e análise.

### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

#### **4.1 RESULTADOS**

Os resultados desta revisão foram organizados em quatro categorias principais: (1) riscos químicos dos *Vapes*, (2) mecanismos fisiopatológicos lesivos, e (3) papel do diacetil na bronquiolite obliterante. Cada categoria sintetiza os principais achados da

literatura e permite compreender de forma estruturada como o farmacêutico pode contribuir para a prevenção da bronquiolite obliterante, conhecida como “pulmão de pipoca”.

#### 4.1.1 Riscos químicos dos Vapes

Os dados apresentados na Tabela 1 evidenciam que os cigarros eletrônicos reúnem uma diversidade de substâncias com potencial tóxico significativo. A nicotina permanece como o principal agente associado à dependência e aos riscos cardiovasculares. Observa-se também que os solventes básicos do e-liquid presentes nos cigarros eletrônicos apresentam potencial irritante e carcinogênico descrito na literatura, contribuindo para a inflamação das vias aéreas, o estresse oxidativo e os danos celulares.

Tabela 1 - Principais componentes químicos presentes nos cigarros eletrônicos, suas funções e possíveis efeitos tóxicos à saúde humana.

Componente	Função no produto	Efeitos e riscos à saúde	Autoria
<b>Nicotina</b>	Substância ativa; promove efeito estimulante e dependência.	Altamente viciante; causa vasoconstricção, aumento da pressão arterial e risco cardiovascular.	Nasem (2018)
<b>Propilenoglicol (PG)</b>	Solvente; responsável pela sensação de “golpe na garganta”.	Irritante para vias respiratórias e mucosas; pode causar tosse e ressecamento.	Goniewicz et al. (2014)
<b>Glicerina vegetal (GV)</b>	Solvente e agente formador de vapor.	Em altas temperaturas, forma aldeídos tóxicos como formaldeído e acroleína.	Marques; Piqueras; Sanz (2021)
<b>Aromatizantes (ex.: mentol, frutas, baunilha, caramelo)</b>	Conferem sabor e aroma.	Alguns contêm diacetil, associado à bronquiolite obliterante (“pulmão de pipoca”).	Almeida et al. (2023)
<b>Formaldeído, acetaldeído e acroleína</b>	Compostos gerados pela degradação térmica de PG/GV.	Irritantes respiratórios; potencial carcinogênico.	Goniewicz et al. (2014)
<b>Metais pesados (níquel, chumbo, estanho, cádmio)</b>	Provenientes das resistências metálicas.	Tóxicos para sistema nervoso e renal; potencial carcinogênese.	Marques; Piqueras; Sanz (2021)
<b>Compostos orgânicos voláteis (COVs)</b>	Subprodutos de solventes e aromas.	Podem causar irritação e toxicidade pulmonar crônica.	Nasem (2018)
<b>Vitaminas lipossolúveis (acetato de vitamina E)</b>	Encontradas em líquidos adulterados.	Associadas à lesão pulmonar aguda (EVALI).	Brasil (2024)

**Fonte:** Elaborado pela autora (2025).

Em conjunto, esses achados indicam que o Vape não é um dispositivo “inócuo”, mas uma fonte complexa de exposição química capaz de causar danos respiratórios

e sistêmicos. Além desses componentes, estudos detectaram nitrosaminas específicas do tabaco e carbonilas reativas, ambas relacionadas ao desenvolvimento de doenças respiratórias crônicas e câncer de pulmão (Marqués; Piqueras; Sanz, 2021).

A presença de metais pesados no vapor, resultantes da oxidação dos elementos da resistência, também representa uma fonte relevante de exposição tóxica para o usuário (Nasem, 2018). O aquecimento do e-*liquid* promove ainda a liberação de partículas ultrafinas (< 100 nm), que penetram profundamente nos alvéolos pulmonares, podendo atingir a corrente sanguínea e induzir processos inflamatórios sistêmicos (Goniewicz *et al.*, 2014). Tais características reforçam o potencial nocivo dos cigarros eletrônicos, contrariando a percepção de que seriam uma alternativa segura ao tabaco convencional.

A presença de aromatizantes como o diacetil nos líquidos utilizados em cigarros eletrônicos representa um risco significativo para a saúde respiratória. Esse composto tem capacidade de destruir as vias aéreas pulmonares, sendo diretamente associado ao desenvolvimento de bronquiolite obliterante, também chamada de “pulmão de pipoca”, uma condição grave, irreversível e marcada por fibrose dos bronquíolos. Essa evidência reforça que o uso de dispositivos de Vape não é isento de riscos e pode reproduzir danos semelhantes aos observados historicamente em trabalhadores expostos a flavorizantes industriais (Ebersole *et al.*, 2020).

A exposição a substâncias como formaldeído, acetaldeído e o próprio diacetil foi amplamente documentada em pesquisas (Kośmider *et al.*, 2014). Revisões recentes reforçam que a inalação crônica dessas substâncias pode comprometer a função pulmonar e favorecer doenças respiratórias que, em muitos casos, não apresentam histórico prévio de tabagismo convencional (Marqués; Piqueras; Sanz, 2021).

#### **4.1.2 Mecanismos fisiopatológicos lesivos**

O uso de Vapes está associado a diversos processos fisiopatológicos pulmonares, incluindo inflamação aguda com quadros de pneumonite e pneumonia lipoide, acúmulo de macrófagos carregados de lipídios, interferência de compostos como o acetato de vitamina E com fosfolipídios e surfactante alveolar, além da geração de hidrocarbonetos e aldeídos reativos que induzem estresse oxidativo e dano celular. Também ocorrem disfunção da depuração mucociliar, alteração da expressão de mucinas, prejuízo da função de macrófagos e neutrófilos, queda da função respiratória e aumento da suscetibilidade a infecções respiratórias (Chand *et al.*, 2020).

Além das alterações inflamatórias e estruturais já mencionadas, Herman e Tarran (2020) destacam que o vapevaping desencadeia uma cascata fisiopatológica impulsiona pela alta concentração de nicotina, a qual atua diretamente sobre o epitélio pulmonar ao inibir o canal CFTR (*Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator*). Esse canal é responsável pelo transporte de íons cloreto e pela manutenção do equilíbrio hídrico da superfície respiratória; sua inibição reduz a secreção de água para o muco, levando à desidratação da camada superficial das vias aéreas, ao espessamento das secreções e ao comprometimento do clearance mucociliar. Esse ambiente reduz a limpeza natural do muco nos pulmões e facilita a ocorrência de infecções. Além disso, quando a nicotina ativa receptores nicotínicos de acetilcolina em macrófagos e neutrófilos, essas células passam a liberar mais enzimas que podem danificar os alvéolos e favorecer o desenvolvimento de enfisema. O uso

contínuo da nicotina mantém esse ciclo de ativação, aumenta a exposição e agrava, pouco a pouco, essas alterações pulmonares.

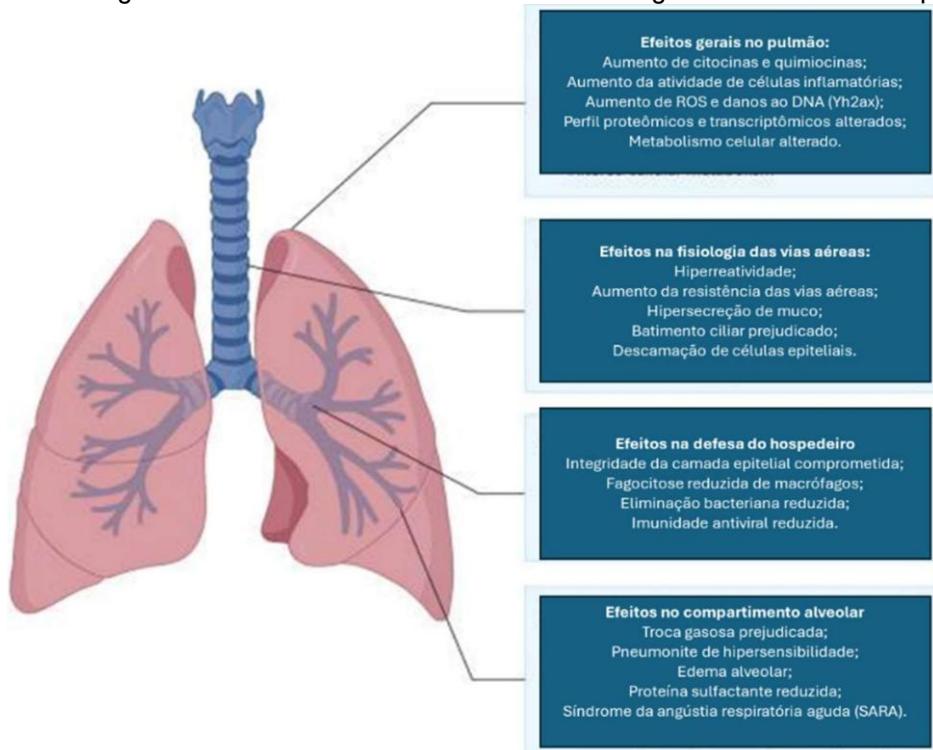
A toxicidade induzida pelo Vapes não se restringe à resposta inflamatória. Mecanismos de estresse oxidativo também desempenham papel central nesse processo. A geração de espécies reativas de oxigênio durante o aquecimento do e-líquido altera a homeostase redox e compromete sistemas de defesa antioxidante, incluindo vias reguladas por Nrf2, favorecendo danos a lipídios, proteínas e DNA. Esses processos são análogos aos já descritos em modelos de exposição à fumaça convencional, reforçando que a ausência de combustão não elimina o potencial oxidativo desses dispositivos (Tao et al., 2021).

A morte celular também figura entre os mecanismos fisiopatológicos observados. Embora a morte celular seja classicamente descrita na exposição à fumaça do cigarro, envolvendo apoptose, necrótose, piroptose e ferroptose, estudos recentes indicam que o aerossol dos Vapes pode desencadear padrões semelhantes de citotoxicidade, especialmente quando aromatizantes ou solventes são aquecidos em altas temperaturas. A ativação de vias como p38/STAT1/caspase-3, ROS/NLRP3/caspase-1 e processos de autofagia desregulada têm sido observados em modelos experimentais de exposição ao vapor, sugerindo paralelos importantes entre as duas formas de consumo de nicotina (Tao et al., 2021).

Outro mecanismo relevante é a transição epitelio-mesenquimal (TEM), bem documentada no tabagismo e relacionada ao remodelamento das vias aéreas. Evidências emergentes indicam que componentes presentes nos Vapes, incluindo nicotina em altas concentrações, podem ativar vias como TGF-β/Smad e WNT/β-catenina, favorecendo alterações estruturais no epitélio respiratório e potencialmente contribuindo para processos fibrosantes. Da mesma forma, a instabilidade genômica, amplamente associada ao tabagismo, também tem sido observada após exposição ao vapor de e-cigarros, sobretudo em função de aldeídos gerados durante o aquecimento do propilenoglicol e da glicerina vegetal (Wang et al., 2022).

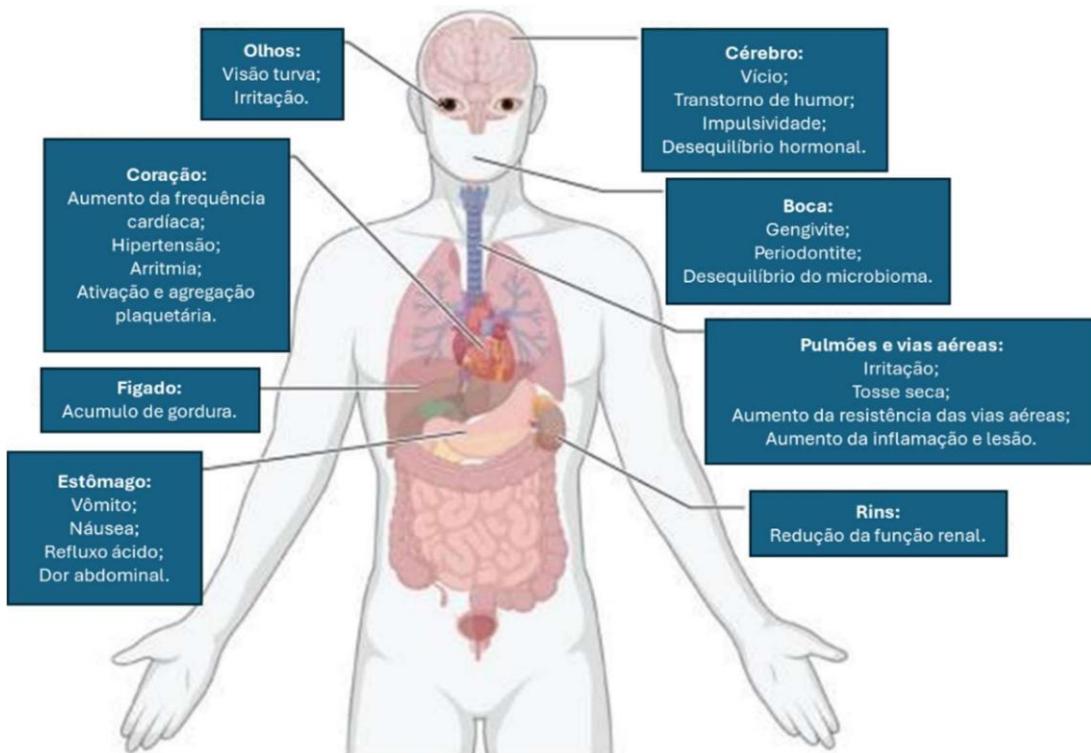
Em conjunto, esses mecanismos demonstram que, embora os Vapes tenham surgido como alternativa ao cigarro convencional, os processos de toxicidade envolvidos na sua utilização compartilham vias centrais de dano pulmonar, atuando sobre inflamação, estresse oxidativo, apoptose e remodelamento tecidual. Tais alterações criam um ambiente favorável para o comprometimento progressivo das vias aéreas, contribuindo para condições graves como a bronquiolite obliterante (Tao et al., 2021; Wang et al., 2022). Esses principais mecanismos fisiopatológicos estão sintetizados esquematicamente na Figura 4.

Figura 4 - Visão geral mecanística dos efeitos adversos dos cigarros eletrônicos nos pulmões.



Fonte: Adaptado de Park; Alexander; Christiani, 2022.

Figura 5 - Efeitos adversos dos cigarros eletrônicos na saúde humana.



Fonte: Adaptado de Park; Alexander; Christiani, 2022.

De forma complementar à visão mecanística apresentada na Figura 3, a Figura 4 ilustra a amplitude dos efeitos adversos dos cigarros eletrônicos sobre o organismo

humano, integrando desfechos pulmonares e sistêmicos. Observações clínicas e estudos epidemiológicos que comprovam efeitos biológicos adversos dos cigarros eletrônicos na saúde humana, incluindo o aumento de casos e óbitos relacionados à EVALI (lesão pulmonar associada ao uso de cigarros eletrônicos), reforçam a necessidade urgente de compreender seus mecanismos fisiopatológicos, bem como os efeitos agudos e crônicos do Vape. Apesar disso, o rápido crescimento do uso desses dispositivos faz com que muitos desses mecanismos e suas consequências em longo prazo ainda não estejam completamente elucidados, o que dificulta a identificação de biomarcadores diagnósticos e o desenvolvimento de estratégias terapêuticas e preventivas (Park; Alexander; Christiani, 2022) (Figura 5).

Nesse contexto, abordagens experimentais *in vitro* e *in vivo* tornam-se fundamentais para desvendar as vias celulares e moleculares envolvidas. Os cigarros eletrônicos provocam efeitos adversos à saúde tanto por meio do contato direto dos aerossóis com tecidos da cavidade oral e dos pulmões, quanto por efeitos sistêmicos que atingem múltiplos órgãos, como coração, cérebro, olhos e rins (Park; Alexander; Christiani, 2022).

Assim, a maioria dos estudos experimentais concentra-se em modelos pulmonares, utilizando exposições *in vitro* e *in vivo* a aerossóis recém-gerados, dispositivos comerciais e sabores populares entre usuários, além de componentes centrais como propilenoglicol, glicerina vegetal, nicotina e substâncias específicas já implicadas em dano pulmonar, como o acetato de vitamina E em casos de EVALI. Esses modelos têm permitido avaliar inflamação, lesão tecidual, alterações da resposta imune e efeitos extrapulmonares (Park; Alexander; Christiani, 2022).

#### **4.1.3 Papel do diacetil na bronquiolite obliterante**

O diacetil, composto amplamente utilizado como aromatizante, tem sido associado ao desenvolvimento de bronquiolite obliterante e foi identificado em diversos sabores de cigarros eletrônicos (Allen *et al.*, 2016). Apesar disso, a literatura ainda descreve poucos casos de bronquiolite obliterante diretamente relacionada ao uso desses dispositivos.

Landman *et al.* (2019), relataram o caso de um adolescente de 17 anos que desenvolveu tosse intratável, dispneia progressiva e hipóxia após utilizar líquidos aromatizados para cigarros eletrônicos e tetraidrocanabinol (THC). O quadro evoluiu com agravamento da hipóxia. O paciente manteve limitação importante à prática de exercícios e os testes de função pulmonar demonstraram obstrução fixa persistente das vias aéreas e aprisionamento de ar. Diante do conjunto de achados, os autores consideraram mais provável o diagnóstico de bronquiolite obliterante secundária a lesão inalatória pelos líquidos eletrônicos aromatizados.

Hariri *et al.* (2022), publicaram uma pequena série de casos envolvendo quatro pacientes com bronquiolite constrictiva e histórico de uso de cigarros eletrônicos. Todos apresentavam dispneia progressiva, padrão obstrutivo nos testes de função pulmonar e aprisionamento de ar à tomografia computadorizada de tórax de alta resolução. Em dois desses pacientes, evidenciou-se fibrose nas pequenas vias aéreas com estreitamento bronquiolar e irregularidades do lúmen. Nos quatro indivíduos foi observado fibrose subepitelial e obliteração bronquiolar irregular, compatível com bronquiolite constrictiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de cigarros eletrônicos tem crescido de forma expressiva entre adolescentes e jovens adultos, impulsionado pelo apelo visual, pela diversidade de sabores e pela falsa percepção de menor risco em relação ao cigarro convencional. Entretanto, evidências científicas indicam que esses dispositivos liberam compostos tóxicos capazes de provocar inflamação, estresse oxidativo e danos ao sistema respiratório.

Dentre essas substâncias, destaca-se o diacetil, associado ao desenvolvimento de bronquiolite obliterante, configurando um risco real especialmente em usuários expostos de forma repetida.

Diante desse cenário, torna-se essencial que profissionais de saúde considerem o uso de Vapes na investigação clínica e que sejam fortalecidas ações de educação, prevenção e vigilância em saúde, com atuação integrada da equipe multiprofissional, visando reduzir os impactos dessa prática e promover uma visão mais crítica e informada sobre o consumo desses dispositivos.

## REFERÊNCIAS

**AFYA.** Número de usuários de cigarros eletrônicos cresce no Brasil. 2024. Disponível em: <https://portal.afya.com.br/saude/numero-de-usuarios-de-cigarros-eletronicos-cresce-no-brasil>. Acesso em: 5 dez. 2025.

**AGÊNCIA BRASIL.** Pela primeira vez em 20 anos, número de fumantes cresce no Brasil. 19 out. 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2025-10/pela-primeira-vez-em-20-anos-numero-de-fumantes-cresce-no-brasil>. Acesso em: 07 dez. 2025.

**ALLEN, J. G. et al.** Flavoring Chemicals in E-Cigarettes: Diacetyl, 2,3-Pentanedione, and Acetoin in a Sample of 51 Products, Including Fruit-, Candy-, and Cocktail-Flavored E-Cigarettes. **Environmental Health Perspectives**, [s. l.], v. 124, n. 6, p. 733-739, 2016.

**ALMEIDA, M. A. et al.** Vapes e os riscos à saúde respiratória: revisão integrativa. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 76, n. 2, e20220351, 2023.

**BARRINGTON-TRIMIS, J. L.; LEVENTHAL, A. M.** Adolescents' Use of "Pod Mod" E-Cigarettes – Urgent Concerns. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 379, n. 12, p. 1099-1102, 2018.

**BONDEELLE, L.; BERGERON, A.** Managing pulmonary complications in allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. **Expert Review of Respiratory Medicine**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 105-119, 2019.

**BRASIL.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 46, de 28 de agosto de 2009.** Proíbe a comercialização, a importação e a propaganda de quaisquer dispositivos eletrônicos para fumar, conhecidos como cigarros eletrônicos. Brasília: ANVISA, 2009.

**BRASIL.** Ministério da Saúde. **Nota Técnica sobre Cigarros Eletrônicos (Vapes).** Brasília: ANVISA, 2024.

**CAO, Dazhe James; ALDY, Kim; HSU, Stephanie; MCGETRICK, Molly; VERBECK, Guido; DE SILVA, Imesha; FENG, Sing-yi.** Review of health consequences of electronic cigarettes and the outbreak of electronic cigarette, or vaping, product use-associated lung injury. **Journal of Medical Toxicology**, Cham, v. 16, p. 295-310, 2020.

**CAREY, L. et al.** Vaping-associated constrictive bronchiolitis. **Respiratory Medicine Case Reports**, [s. l.], v. 51, p. 102062, 2024.

**CAVALCANTI, Z. do R. et al.** Bronquiolite associada à exposição a aroma artificial de manteiga em trabalhadores de uma fábrica de biscoitos no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [s. l.], v. 38, p. 395-399, 2012.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **E-cigarette, or Vaping, Product Use–Associated Lung Injury (EVALI) Outbreak.** Atlanta: CDC, 2024.

CHAMBERS, D. C. Bronchiolitis obliterans syndrome “endotypes” in haematopoietic stem cell transplantation. **Respirology (Carlton, Vic.)**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 408-409, 2019.

CHAND, H. S. *et al.* Pulmonary Toxicity and the Pathophysiology of Electronic Cigarette, or Vaping Product, Use Associated Lung Injury. **Frontiers in Pharmacology**, [s. l.], v. 10, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/pharmacology/articles/10.3389/fphar.2019.01619/full>. Acesso em: 5 dez. 2025.

CHENG, G.-S. *et al.* Lung Function Trajectory in Bronchiolitis Obliterans Syndrome after Allogeneic Hematopoietic Cell Transplant. **Annals of the American Thoracic Society**, [s. l.], v. 13, n. 11, p. 1932-1939, 2016.

COLOM, A. J.; TEPER, A. M. Post-infectious bronchiolitis obliterans. **Pediatric Pulmonology**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 212-219, 2019.

GALVÃO, A. V. S. L. *et al.* Impactos da utilização de cigarros eletrônicos: da epidemiologia à fisiopatologia e consequências a longo prazo. **Brazilian Journal of Health Review**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. e71702-e71702, 2024.

GONIEWICZ, M. L. *et al.* Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. **Tobacco Control**, v. 23, n. 2, p. 133-139, 2014.

HARIRI, L. P. *et al.* E-Cigarette Use, Small Airway Fibrosis, and Constrictive Bronchiolitis. **NEJM Evidence**, [s. l.], v. 1, n. 6, p. EVIDoa2100051, 2022.

HERMAN, M.; TARRAN, R. E-cigarettes, nicotine, the lung and the brain: multi-level cascading pathophysiology. **The Journal of Physiology**, [s. l.], v. 598, n. 22, p. 5063-5071, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). **Cigarros eletrônicos: dados e evidências sobre uso no Brasil.** Rio de Janeiro: INCA, 2024.

KAVALIUNAITE, E.; AURORA, P. Diagnosing and managing bronchiolitis obliterans in children. **Expert Review of Respiratory Medicine**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 481-488, 2019.

KREISS, Kathleen. Flavoring-related lung disease: diacetyl and beyond. **Translational Research**, v. 189, p. 65-79, 2017.

LANDMAN, S. T. *et al.* Life-threatening bronchiolitis related to electronic cigarette use in a Canadian youth. **CMAJ**, [s. l.], v. 191, n. 48, p. E1321-E1331, 2019.

LOPES, A. D. P. *et al.* Cigarros eletrônicos e doenças pulmonares: revisão das evidências sobre EVALI em adolescentes. **Brazilian Journal of Health Review**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. e78188, 2025.

MALTA, D. C. *et al.* O uso de cigarro, narguilé, cigarro eletrônico e outros indicadores do tabaco entre escolares brasileiros: dados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2019. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s. l.], v. 25, p. e220014, 2022.

MARQUES, P.; PIQUERAS, L.; SANZ, M. J. An updated overview of e-cigarette impact on human health. **Respiratory Research**, v. 22, n. 151, 2021.

MATTEI ISE DOS SANTOS, G. *et al.* Impacto do Uso de Cigarros Eletrônicos (Vapes) na Função Pulmonar de Adolescentes e Adultos Jovens. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [s. l.], v. 7, n. 9, p. 264-276, 2025.

MELLO, Flávia Carneiro Cavalcante de; COSTA, Ana de Lourdes Candido; ARAÚJO, Lívia Moreira de. Cigarro eletrônico e saúde respiratória: uma revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 9, e9019, p. 1-8, 2021.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM). **Public Health Consequences of E-Cigarettes**. Washington, DC: The National Academies Press, 2018.

PARK, J.-A.; ALEXANDER, L. E. C.; CHRISTIANI, D. C. Vaping and Lung Inflammation and Injury. **Annual review of physiology**, [s. l.], v. 84, p. 611-629, 2022.

Popcorn Lung: **Causes, Symptoms, Treatment & Is It Real**. Disponível em: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/22590-popcorn-lung-bronchiolitis-obliterans>. Acesso em: 10/12/2025.

PROTANO, C. *et al.* Environmental Electronic Vape Exposure from Four Different Generations of Electronic Cigarettes: Airborne Particulate Matter Levels. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 15, n. 10, p. 2172, 2018.

RAO, U. *et al.* Prevalence of antibodies to lung self-antigens (K $\alpha$ 1 tubulin and collagen V) and donor specific antibodies to HLA in lung transplant recipients and implications for lung transplant outcomes: Single center experience. **Transplant Immunology**, [s. l.], v. 54, p. 65-72, 2019.

ROTTA, A. E. de S.; NASCIMENTO, R. H. do; PRÁ, P. D. Os efeitos do uso do cigarro eletrônico na saúde dos usuários: Uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. e9913345359-e9913345359, 2024.

SHABRAWISHI, M.; QANASH, S. A. Bronchiolitis Obliterans After Cefuroxime-Induced Stevens-Johnson Syndrome. **The American Journal of Case Reports**, [s. l.], v. 20, p. 171-174, 2019.

SHETH, J. S. *et al.* Utility of Transbronchial vs Surgical Lung Biopsy in the Diagnosis of Suspected Fibrotic Interstitial Lung Disease. **Chest**, [s. l.], v. 151, n. 2, p. 389-399, 2017.

TAO, Y. *et al.* Overexpression of FOXA2 attenuates cigarette smoke-induced cellular senescence and lung inflammation through inhibition of the p38 and Erk1/2 MAPK pathways. **International Immunopharmacology**, [s. l.], v. 94, p. 107427, 2021.

WANG, L. *et al.* A Review of Toxicity Mechanism Studies of Electronic Cigarettes on Respiratory System. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 23, n. 9, p. 5030, 2022.

WHITE, A. V.; WAMBUI, D. W.; POKHREL, L. R. Risk assessment of inhaled diacetyl from electronic cigarette use among teens and adults. **The Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 772, p. 145486, 2021.

WIERUSZEWSKI, P. M. *et al.* Respiratory failure in the hematopoietic stem cell transplant recipient. **World Journal of Critical Care Medicine**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 62-72, 2018.

WILLIAMS, K. M. How I treat bronchiolitis obliterans syndrome after hematopoietic stem cell transplantation. **Blood**, [s. l.], v. 129, n. 4, p. 448-455, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO report on the global tobacco epidemic 2023: Protecting people from tobacco smoke**. Geneva: WHO, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO tobacco trends report: 1 in 5 adults still addicted to tobacco**. Geneva: World Health Organization, 2025. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/06-10-2025-who-tobacco-trends-report-1-in-5-adults-still-addicted-to-tobacco>.

## ANEXO A – DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DE PLÁGIO



### RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Valquiria Melo da Silva

**CURSO:** Farmácia

**DATA DE ANÁLISE:** 16.12.2025

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **3,4%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet

Suspeitas confirmadas: **1,83%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados

Texto analisado: **90,23%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analizado por Plagius - Detector de Plágio 2.9.6  
terça-feira, 16 de dezembro de 2025

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente VALQUIRIA MELO DA SILVA n. de matrícula **47225**, do curso de Farmácia, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 3,4%. Devendo a aluna realizar as correções necessárias.

Assinado digitalmente por: ISABELLE DA SILVA SOUZA  
 Razão: Responsável pelo documento  
 Localização: UNIFAEMA - Ariqueme/RO  
 O tempo: 16-12-2025 21:25:37

**ISABELLE DA SILVA SOUZA**  
**Bibliotecária CRB 11/1148**  
 Biblioteca Central Júlio Bordignon  
 Centro Universitário Faema – UNIFAEMA