



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA  
DIRETORIA DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO  
CURSO DE QUÍMICA**

**SAULU LOPES DA SILVA**

**UM BREVE LEVANTAMENTO SOBRE O USO DO PROPILENOGLICOL E  
DA GLICERINA VEGETAL EM CIGARROS ELETRÔNICOS E SUA  
NOCIVIDADE À SAÚDE HUMANA**

**PORTO FRANCO  
2024**

**SAULU LOPES DA SILVA**

**UM BREVE LEVANTAMENTO SOBRE O USO DO PROPILENOGLICOL E  
DA GLICERINA VEGETAL EM CIGARROS ELETRÔNICOS E SUA  
NOCIVIDADE À SAÚDE HUMANA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Química da Universidade Federal do  
Maranhão como requisito parcial para  
obtenção do título de Licenciado em  
Química

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Silva  
Bezerra

**PORTO FRANCO  
2024**

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Lopes Da Silva, Saulu.

UM BREVE LEVANTAMENTO SOBRE O USO DO PROPILENOGLICOL E  
DA GLICERINA VEGETAL EM CIGARROS ELETRÔNICOS E SUA  
NOCIVIDADE À SAÚDE HUMANA / Saulu Lopes Da Silva. - 2024.  
35 p.

Orientador(a): Paulo Sergio Silva Bezerra. Curso  
de Química, Universidade Federal do Maranhão, imperatriz,  
2024.

1. Cigarros eletrônicos. 2. Glicerina vegetal. 3.  
Riscos. I. Sergio Silva Bezerra, Paulo. II. Título.

**SAULU LOPES DA SILVA**

**UM BREVE LEVANTAMENTO SOBRE O USO DO PROPILENOGLICOL E  
DA GLICERINA VEGETAL EM CIGARROS ELETRÔNICOS E SUA  
NOCIVIDADE À SAÚDE HUMANA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Química da Universidade Federal do  
Maranhão como requisito parcial para  
obtenção do título de Licenciado em  
Química

Aprovação em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Prof. Dr. Paulo Sergio Silva Bezerra  
ORIENTADOR

---

1º EXAMINADOR

---

2º EXAMINADOR

Dedico este trabalho ao meu filho Benjamin,  
fonte de inspiração e razão do meu viver.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por guiar meus passos nos momentos de dificuldade enfrentados nessa jornada de conhecimento.

Aos meus pais, Maria José Lopes e Paulo Alves por sempre me incentivarem a buscar os meus sonhos e sempre me dar abrigo nas ocasiões mais conflituosas.

As minhas irmãs, Sabita Lopes e Sara Lopes pelo apoio e compreensão.

A minha esposa, Janaina Carneiro Lopes e ao meu filho Benjamin Carneiro Lopes que me mostraram uma força que eu não imaginava que tinha e onde eu descobri o amor verdadeiro.

Aos meus amigos, que são poucos, mas são para sempre.

Ao meu orientador, Romildo Martins Sampaio pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivo.

Ao coordenador do curso, Paulo Sergio Silva Bezerra e ao meu tutor José Francisco Pereira Diniz pela disposição e pelo direcionamento que foram primordiais para a conclusão desse curso.

*A vida é uma reação química que requer apenas equilíbrio.*

*(Priyavrat Gupta)*

## RESUMO

Nos últimos anos, os cigarros eletrônicos têm sido utilizados como uma alternativa na cessação do tabagismo ou como um substituto do cigarro convencional, com isso o presente estudo explora os efeitos do propilenoglicol e da glicerina vegetal, componentes predominantes em cigarros eletrônicos, sobre a saúde humana. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa qualitativa e revisão bibliográfica, envolvendo uma análise crítica de artigos publicados no período de 2019 a 2023, sendo selecionados com base em critérios de relevância e confiabilidade científica. As plataformas selecionadas para coleta de dados incluem a Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, National Library of Medicine (PubMed) e a revista eletrônica Planeta. Foram empregados também dados de fichas técnicas disponibilizados por empresas que fazem o manuseio dessas substâncias e dados de um relatório realizado pela ANVISA com apontamentos sobre a evolução e os riscos dos e-líquidos. De modo geral, ao longo do estudo, abrangeu-se o contexto histórico dos cigarros eletrônicos, as normativas reguladoras associadas a esses dispositivos, e as características físico-químicas do propilenoglicol e da glicerina vegetal. A avaliação dos riscos para a saúde humana, quando essas substâncias são empregadas nos cigarros eletrônicos, revelou que, embora inicialmente consideradas de baixa toxicidade pelos órgãos fiscalizadores, podem resultar em complicações significativas, incluindo problemas pulmonares, cardiovasculares e um aumento na predisposição ao desenvolvimento de diferentes formas de câncer. A atratividade dos cigarros eletrônicos por meio da ilusão que são menos maléficos e a falta de conhecimento sobre as substâncias usadas resultou no crescimento desmedido de usuários, todavia, a vaporização do propilenoglicol e da glicerina vegetal além de serem tóxicos gera outras substâncias nocivas, equiparando os cigarros eletrônicos, em termos de perigo à saúde, aos tradicionais cigarros. Além disso, devido às suas dimensões reduzidas, essas partículas demonstram a capacidade de penetrar estruturas mais profundas, configurando-se, portanto, como agentes potencialmente mais nocivos.

Palavras-chave: Glicerina vegetal. Cigarros eletrônicos. Riscos.

## **ABSTRACT**

In recent years, electronic cigarettes have been used as an alternative to smoking cessation or as a substitute for conventional cigarettes, so this study explores the effects of propylene glycol and vegetable glycerin, predominant components in electronic cigarettes, on human health. The methodology adopted consisted of qualitative research and bibliographic review, involving a critical analysis of articles published in the period from 2019 to 2023, being selected based on criteria of scientific relevance and reliability. The platforms selected for data collection include the Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, National Library of Medicine (PubMed) and the electronic magazine Planeta. Data from technical sheets made available by companies that handle these substances and data from a report carried out by ANVISA with notes on the evolution and risks of e-liquids were also used. In general, throughout the study, the historical context of electronic cigarettes, the regulatory standards associated with these devices, and the physicochemical characteristics of propylene glycol and vegetable glycerin were covered. The assessment of the risks to human health, when these substances are used in electronic cigarettes, revealed that, although initially considered to be of low toxicity by regulatory bodies, they can result in significant complications, including pulmonary and cardiovascular problems and an increased predisposition to the development of different forms of cancer. The attractiveness of electronic cigarettes through the illusion that they are less harmful and the lack of knowledge about the substances used resulted in the excessive growth of users, however, the vaporization of propylene glycol and vegetable glycerin, in addition to being toxic, generates other harmful substances, equating the electronic cigarettes, in terms of health hazard, compared to traditional cigarettes. Furthermore, due to their reduced dimensions, these particles demonstrate the ability to penetrate deeper structures, therefore configuring themselves as potentially more harmful agents.

Keywords: Vegetable glycerin. Electronic cigarettes. Scratches.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Objetivos específicos</b>	<b>13</b>
<b>3.REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Abordagem histórica dos cigarros eletrônicos</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Caracterização do propilenoglicol</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Distinção entre o propilenoglicol e a glicerina</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Caracterização da glicerina vegetal</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Levantamento dos efeitos provocados pelo propilenoglicol e glicerina vegetal mediante os cigarros eletrônicos</b>	<b>19</b>
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>25</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os cigarros eletrônicos têm sido utilizados como uma alternativa na cessação do tabagismo ou como um substituto do cigarro convencional. Contudo, segundo a OMS, não existe comprovação científica dos benefícios dessas práticas (MAIA LIH e NASCIMENTO EGC, 2015).

Os dispositivos eletrônicos para fumar (DEF) – denominação adotada no Brasil para se referir a dispositivos eletrônicos de liberação de nicotina – têm história recente no mercado mundial, embora existam relatos de que a indústria do tabaco já estuda este tipo de dispositivo desde, pelo menos, 1963, sob a alegação de buscar, para o grupo de fumantes, um substituto para o cigarro convencional, menos danoso por não haver combustão e produção de alcatrão (NUTT, et al 2014).

Inicialmente, acreditava-se que esses dispositivos poderiam diminuir ou até mesmo cessar o tabagismo, entretanto e apesar do uso do cigarro tradicional ter realmente diminuído, houve um aumento exorbitante no número de usuários dos Cigarros eletrônicos, principalmente pela população mais jovem.

O estudo feito por Bertoni e Szklo (2019) evidencia um detalhe preocupante: mais da metade dos indivíduos que experimentaram os DEF nunca tinham fumado cigarro convencional anteriormente. O dado indica que o cigarro eletrônico pode significar a entrada para o tabagismo de novas gerações de brasileiros. Além de viciar, a nicotina, ingrediente quase universal nos cigarros eletrônicos, pode afetar o desenvolvimento do cérebro, principalmente dos adolescentes. Isso sem falar nos possíveis malefícios que os outros componentes dos vapes podem acarretar.

Nos últimos anos, os cigarros eletrônicos têm sido utilizados como uma alternativa na cessação do tabagismo ou como um substituto do cigarro convencional. Contudo, segundo a OMS, não existe comprovação científica dos benefícios dessas práticas. Os cigarros eletrônicos são conhecidos como e-cigarros/e-cigarettes ou *Electronic Nicotine Delivery Systems (ENDS)*, e popularmente os usuários são chamados de vapers. São compostos por um bocal; um vaporizador ou inalador, em que o usuário suga o vapor; um cartucho ou atomizador, onde o líquido é armazenado e evaporado por meio do mecanismo da bateria de lítio recarregável; por um circuito micro elétrico ou luz de indicação, ativado quando está em operação (MAIA LIH e NASCIMENTO EGC, 2015).

Tem sido notado que os fabricantes dos líquidos não informam a sua verdadeira composição, que geralmente contém glicerina, propileno glicol, água, flavorizantes e nicotina, em que sua variação encontrada é de 16 até 22 mg/ml, fator preocupante devido à toxicidade. Ainda, algumas avaliações químicas indicam nos cartuchos de nicotina a presença de substâncias potencialmente danosas, como formaldeído, acroleína, acetaldeído, metais pesados, compostos orgânicos voláteis e nitrosaminas derivadas do tabaco (CAVALCANTE TM, et al., 2017).

De acordo com a AMB (2017), nos cigarros eletrônicos, a nicotina se apresenta sob a forma líquida, com forte poder aditivo, ao lado de solventes (propilenoglicol ou glicerol), água, flavorizantes (cerca de 16 mil tipos), aromatizantes e substâncias destinadas a produzir um vapor mais suave, para facilitar a tragada e a absorção pelo trato respiratório. “Foram identificadas centenas de substâncias nos aerossóis, sendo muitas delas tóxicas e cancerígenas.” O propilenoglicol e a glicerina vegetal fazem parte da família do álcool. Eles são produtos sintéticos produzidos de formas diferentes e possuem bastante valor comercial porque podem ser usados em diferentes áreas da indústria.

A Lesão Pulmonar Associada ao Uso de Produtos com Cigarro Eletrônico ou Vaping (EVALI) ou Lesão Pulmonar Associada a Vaping (VAPI), documentada em 2019, constitui uma condição respiratória aguda ou subaguda, apresentando potencial gravidade e risco de vida. Sua patogênese ainda permanece desconhecida, no entanto, observam-se achados patológicos consistentes com pneumonite fibrinosa aguda, dano alveolar difuso e pneumonia em organização, frequentemente de natureza bronquiocêntrica, acompanhada por bronquiolite (WEENMP et al., 2021).

Considerando o exposto, a proposta deste estudo consiste em realizar uma análise concisa acerca do propilenoglicol e da glicerina vegetal, visando identificar os efeitos prejudiciais associados à sua utilização na formulação de cigarros eletrônicos. A principal fonte de evidência usada foi uma pesquisa publicada em 2019 na revista eletrônica Planeta (2019), e as plataformas para coleta de dados incluem a Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, National Library of Medicine (PubMed) onde oferecem dados em estudos reveladores acerca dos malefícios decorrentes do consumo de cigarros eletrônicos desprovidos de nicotina.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar um estudo sobre o uso compostos químicos como o propilenoglicol (PG) e da glicerina vegetal (GV) em cigarros eletrônicos, investigando sua nocividade à saúde humana.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Investigar o contexto histórico dos cigarros eletrônicos, destacando sua evolução ao longo do tempo.
- ✓ Avaliar as normativas reguladoras associadas aos cigarros eletrônicos, destacando mudanças e regulamentações relevantes.
- ✓ Realizar uma revisão bibliográfica para compreender estudos prévios sobre os efeitos do propilenoglicol e da glicerina vegetal na saúde humana.
- ✓ Destacar as características dos e-líquidos utilizados nos cigarros eletrônicos, com ênfase nas substâncias químicas presentes.
- ✓ Examinar relatórios e pesquisas de órgãos de saúde, como a ANVISA, relacionados aos riscos e impactos do uso de cigarros eletrônicos.
- ✓ Avaliar a percepção pública e a atratividade dos cigarros eletrônicos, especialmente no que diz respeito à crença de que são menos prejudiciais.
- ✓ Investigar as implicações do uso de propilenoglicol e glicerina vegetal em cigarros eletrônicos na saúde pulmonar, cardiovascular e em relação ao desenvolvimento de câncer.
- ✓ Analisar a capacidade de penetração das partículas resultantes da vaporização do PG e GV em estruturas mais profundas do organismo.
- ✓ Analisar criticamente os resultados obtidos em artigos encontrados para fornecer conclusões e recomendações baseadas nas evidências coletadas.

### **3.REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Abordagem histórica dos cigarros eletrônicos**

O Cigarro Eletrônico (CE) foi desenvolvido e patenteado em 2003 pelo farmacêutico chinês Hon Lik. Desde seu aparecimento no mercado, os CEs já apresentaram quatro gerações, sendo a última bastante popular entre seus usuários devido ao tamanho reduzido, carregamento por USB e capacidade de entregar altas concentrações de nicotina com menor irritação da garganta (BRELAND et al., 2017; SCHIER et al., 2019).

Os vaporizadores funcionam por meio do aquecimento de substâncias que geram um vapor que é inalado e expelido pelos seus usuários, diferente do cigarro tradicional que necessita da combustão das substâncias para ser aspirado. Os modelos dos DEFs, vapes, e-ciggy e assim por diante variam, tendo, atualmente inúmeros tipos, mas de modo geral, a estrutura desses dispositivos é praticamente a mesma sendo formada por um cartucho, um atomizador, sensores e bateria. (MESQUITA, 2018)

Durante a inalação, ativada por um botão ou sensor de sucção, inicia-se um ciclo de aquecimento até atingir o ponto de ebulição do líquido em cigarros eletrônicos, transformando-o em vapor. A temperatura pode variar entre 40-65°C, liberando parte do vapor, contendo nicotina, para o usuário ("vape"), enquanto outra parte é dispersa no ambiente. Ao expirar, ocorre o resfriamento, e o dispositivo só volta a aquecer durante a inalação. Um único cartucho pode gerar de 10 a 250 "jatos", correspondendo, dependendo da marca, a aproximadamente 5-30 cigarros convencionais (RIGOTTI NA, 2018).

Apesar de não possuir cheiro forte, ser aromatizado e não gerar lixo, os CEs são tóxicos, visto que também causam dependência e prejudicam a saúde. Apesar da percepção populacional de serem menos prejudiciais do que cigarros convencionais, CEs estão longe de serem inofensivos. "A partir do surto de casos de EVALI em 2019, os estudos sobre os efeitos do CE na saúde dos usuários aumentaram significativamente. É preciso confrontar a falta de conhecimento científico sobre os reais efeitos adversos desses dispositivos em seus usuários" (HARTNETT et al., 2020).

No Brasil, o uso dos CEs é proibido, uma vez que não há provas concretas da segurança do seu uso e do controle físico-químico de qualidade. O cigarro eletrônico

conta com mais de 100 legislações ativas, das quais 45 países estabelecem a idade mínima para compra; 30 proíbem os cigarros eletrônicos; 40 demandam advertências sanitárias e 55 proíbem ou restringem o uso em espaços públicos (AGÊNCIA BRASIL, 2023).

A lei regulamentadora sobre o uso ou proibição depende de cada país. Segundo Beard et al. (2016), em alguns países como Reino Unido, Canadá, Paraguai, Uruguai, Israel entre outros eles são aprovados, no entanto cada país conta com suas restrições características e/ou uma licença médica. Os países da União Europeia seguem a regra estabelecida pelo Instituto Global para o Controle do Tabaco (*Institute for Global Tobacco Control*), que estabelece um limite de 20 mg/ml de nicotina para o uso em cigarros eletrônicos. O mesmo vale para Canadá, Arábia Saudita, Reino Unido, Israel e entre outros.

A América Latina é dividida no que se refere ao uso destes dispositivos. Enquanto Colômbia e Peru não possuem uma lei concreta de proibição, Brasil, Argentina, Venezuela e México vetam estritamente sua utilização. Somente cinco países permitem a venda, sendo eles: Costa Rica, Honduras, Paraguai, Equador e Chile. (PAHO, 2023)

No Brasil, o Ministério da Saúde em consonância com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) proibiu a veiculação de propagandas e o uso do cigarro eletrônico através da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) N°46, de 28 de agosto de 2009. Onde fica proibida a comercialização, a importação e a propaganda de quaisquer dispositivos eletrônicos para fumar, conhecidos como cigarros eletrônicos, e-cigarettes, e-ciggy, e-cigar, entre outros, especialmente os que aleguem substituição de cigarro, cigarrilha, charuto, cachimbo e similares no hábito de fumar ou objetivem alternativa no tratamento do tabagismo (ANVISA, 2009).

Observa-se que os fabricantes dos líquidos para cigarros eletrônicos muitas vezes omitem a verdadeira composição, a qual geralmente inclui glicerina, propilenoglicol, água, flavorizantes e nicotina, com uma variação encontrada entre 16 e 22 mg/ml, fator de preocupação devido à toxicidade. Além disso, análises químicas identificaram em cartuchos de nicotina a presença de substâncias potencialmente prejudiciais, como formaldeído, acroleína, acetaldeído, metais pesados, compostos orgânicos voláteis e nitrosaminas derivadas do tabaco (CAVALCANTE TM et al., 2017).

Apesar da comercialização e uso do cigarro eletrônico ser proibido em diversos países, o acesso de maneira ilícita é bastante fácil já que a venda ocorre pela internet. Diversos sites, até mesmo a nível global oferecem livremente esses aparelhos.

### 3.2 Caracterização do propilenoglicol

O 1,2-propanodiol (propilenoglicol) de fórmula  $C_3H_8O_2$ , é um produto não tóxico e de alta demanda química, utilizado para a produção de resinas de poliésteres, produtos alimentares, anticongelantes, detergentes líquidos, produtos farmacêuticos, entre outros (HUANG et al., 2008). Esse composto pode ser obtido a partir de reações químicas tendo como reagente o propeno ou o propileno, ou pelo processo de hidrogenólise do glicerol que atualmente é o mais utilizado.

A hidrogenólise é uma reação química catalítica que quebra a ligação de uma molécula orgânica com simultânea adição de hidrogênio no fragmento da molécula resultante. Através da hidrogenólise do glicerol em presença de catalisador metálico e hidrogênio, poderão ser obtidas como produtos as seguintes substâncias: 1,2 propanodiol, 1,3 propanodiol ou etileno glicol. O produto obtido nessa reação irá depender das condições usadas na reação e do tipo de catalisador (CHUN et al., 2007).

O propilenoglicol foi mencionado pela primeira vez em 1859 pelo químico francês Charles Adolphe Wurtz (1817-1884). Segundo Castro et al. (2011), Wurtz descreveu a produção do propilenoglicol, e nesse processo mais dois compostos eram formados adicionalmente: o 1,2-propilenoglicol e o 1,3-propilenoglicol. No entanto, esse processo tinha altos custos, diante disso, as indústrias passaram a produzir o propilenoglicol a partir de outras opções como a supracitada.

As propriedades físicas do propilenoglicol consistem em massa molecular de 76,09 g/mol, densidade (20°C) de 1,038 g/cm<sup>3</sup>, Viscosidade (25 °C) de 0,0486 Pa.s, ponto de fusão igual a -59 °C e ponto de ebulição (1 atm.) igual a 188,2 °C. Por sua vez as propriedades químicas mais vantajosas são a ação umectante, excelente ação como solvente e baixa toxicidade:

- Ação umectante: o PG tem a habilidade de atrair e reter água em um produto. Ele é um dos materiais mais efetivos aprovados como umectante para

alimentos, sendo superior a outros compostos como sorbitol, manitol e glicerina em sua habilidade de reter água;

- Excelente ação como solvente: o PG é completamente miscível em água e muitos materiais orgânicos como álcoois, ésteres, éteres, aldeídos, assim como muitos óleos e gorduras vegetais e animais. Esta propriedade é benéfica na solubilização e estabilização de produtos para cosméticos e alimentos;
- Baixa toxicidade: a baixa toxicidade do PG é única entre os glicóis e permite que seja utilizado como aditivo direto em alimentos e produtos farmacêuticos.

A baixa toxicidade é a propriedade que mais a distingue dos outros álcoois, pois, dependendo da forma que é manipulado ou usado, ele não oferece tanto risco à saúde. Assim como qualquer outra substância, são indicados cuidados do manuseio através de equipamentos de proteção.

### **3.3 Distinção entre o propilenoglicol e a glicerina**

O propilenoglicol e a glicerina vegetal são a base dos compostos usados nos e-líquidos dos cigarros eletrônicos. Nesses dispositivos, eles são convertidos de líquidos para aerossóis sendo inalados pelos usuários. A princípio acreditava-se que apenas o emprego de nicotina apresentava riscos à saúde, resultando em complicações respiratórias. No entanto, de acordo com Aguiar et. al. (2022) os CEs à base somente de e-líquidos, isto é, sem combinação com a nicotina também são danosos.

De modo geral, a glicerina e o propilenoglicol compartilham algumas características físicas; contudo, é crucial destacar que esses dois componentes não são idênticos, sendo a principal discrepância encontrada em sua toxicidade. Entre as características dignas de destaque, incluem-se:

- São líquidos à temperatura ambiente;
- São doces e xaroposos;
- São incolores e inodoros.
- São compostos alcoólicos.
- Podem ser usados como agentes anticongelantes devido à sua capacidade de formar fortes ligações de hidrogênio com moléculas de água.

Por sua vez, as diferenças se apresentam por meio da definição, grupos de hidroxilas, nomenclatura, massa molar e ponto de fusão, como descritas:

- O propilenoglicol é um composto orgânico sintético que possui fórmula química  $C_3H_8O_2$ , já a glicerina é um composto orgânico que possui a fórmula química  $C_3H_8O_3$ ;
- O propilenoglicol possui dois grupos  $-OH$  e a glicerina possui três.
- A nomenclatura do propilenoglicol é propano-1, 2-diol, e a glicerina é propano-1, 2, 3-triol;
- A massa molar de propilenoglicol é de cerca de 76,1 g/mol e da glicerina é de 92,0 g/mol;
- O ponto de fusão do propilenoglicol é de  $-59^{\circ}C$  e o da glicerina é de  $17,8^{\circ}C$ .

Quanto à toxicidade, o propilenoglicol é considerado tóxico, e a glicerina não é apontada como tóxica, porém depende da forma como é usada.

A glicerina foi observada pela primeira vez em 1779 pelo químico sueco Carl W. Scheele. Segundo Beatriz (2011) a observação se deu "mediante o aquecimento do óleo de oliva com litargírio ( $PbO$ ), usado no esmalte para cerâmicas". Na lavagem com água, obtém-se uma solução adocicada, que gera, com a evaporação da água, um líquido pesado e viscoso; seu descobridor denominou-o "o princípio doce das gorduras".

### **3.4 Caracterização da glicerina vegetal**

A glicerina vegetal se diferencia de outros tipos de glicerina por conta do modo que é produzida, entretanto, a aparência com a glicerina animal não é visível a olho nu, logo, a única forma de adquirir a glicerina totalmente vegetal é por meio de um fabricante vegano.

Esse fluído é um produto de carboidrato oriundo de óleos vegetais. É conhecido como um composto orgânico de carbono, hidrogênio e oxigênio tendo como fórmula  $C_3H_8O_3$ . O composto é formado por uma cadeia de três átomos de carbono ligados por átomos de hidrogênio de um lado e grupos de hidroxila de outro.

A composição física desse composto corresponde a massa molar de 92,0 g/mol, densidade de  $1,00\text{ g/cm}^3$  e o ponto de fusão de  $17,8^{\circ}C$ . A presença do grupo de hidroxila faz com que a glicerina forme ligações de hidrogênio se tornando

totalmente miscível em água. A produção da glicerina vegetal, como o próprio nome já sugere, tem uma fonte vegetal, sendo usado geralmente o óleo de coco ou de palma, todavia, não se restringe somente a esses produtos.

A produção da glicerina vegetal consiste no aquecimento dos óleos a altas temperaturas sob pressão da água, assim ela é separada dos ácidos graxos sendo consumida pela água que, posteriormente, é isolada e destilada resultando no produto que é a glicerina vegetal 99,7% purificada.

Industrialmente, a glicerina vegetal pode ser aplicada e usada como substituta do etanol na fabricação de essências e cosméticos, sendo também usada como adoçante artificial, solvente e em medicamentos, entre outros. A propriedade que mais se destaca é o fato de ser um ótimo umectante, facilitando a absorção dos cosméticos na pele combatendo a desidratação.

### **3.5 Levantamento dos efeitos provocados pelo propilenoglicol e glicerina vegetal mediante os cigarros eletrônicos**

Em 2019, a revista eletrônica Planeta divulgou uma pesquisa sobre os riscos do uso dos cigarros eletrônicos sem nicotina. A pesquisa indicou que mesmo com a ausência desse alcaloide, um único uso do cigarro eletrônico resultou na redução do fluxo sanguíneo e prejuízo na função da artéria femoral.

Para estudar os efeitos em curto prazo dos vaporizadores sem nicotina, a pesquisa realizada pela Escola de Medicina Pelreman da Universidade da Pensilvânia se baseou em exames de ressonância magnética de 31 adultos não fumantes e saudáveis. Os exames foram feitos antes e depois do uso dos vapes. As análises laboratoriais pré e pós exames detalhou que um único episódio de fumo de cigarro eletrônico resultou na redução do fluxo sanguíneo e em prejuízo na função endotelial da artéria femoral, que fornece sangue para a coxa e perna.”

O endotélio, que reveste a superfície interna dos vasos sanguíneos, é essencial para a circulação sanguínea adequada. Uma vez que o endotélio é danificado, as artérias engrossam e o fluxo de sangue para o coração e o cérebro pode ser cortado, resultando em ataque cardíaco ou derrame. (PLANETA, 2019)

De acordo com o professor de ciência radiológica e biofísica, Felix W. Wehrli, principal autor da pesquisa, “Embora o líquido dos cigarros eletrônicos possa ser

relativamente inofensivo, o processo de vaporização pode transformar suas moléculas – principalmente propilenoglicol e glicerol – em substâncias tóxicas.

A pesquisa transcorreu com base na constrição dos vasos da coxa através de um manguito, posteriormente foi medida a fluidez com que o sangue fluía após sua liberação, esse processo ocorreu depois de 16 tragadas de três segundos. As estatísticas desse experimento mostraram que houve, em média, “uma redução de 34% na dilatação da artéria femoral. A exposição a cigarros eletrônicos também levou a uma redução de 17,5% no pico de fluxo sanguíneo, uma redução de 20% no oxigênio venoso e uma redução de 25,8% na aceleração do sangue após a liberação do manguito – a velocidade com que o sangue retornou ao fluxo normal após sendo constrito”.

Os fluídos dos vapes são considerados seguros pela sua atoxicidade, e a pertinência dessa confirmação pode ser comprovada através de fichas técnicas, geralmente publicadas por empresas de substâncias químicas, todavia, é importante ressaltar que suas aplicações nas indústrias alimentícias, por exemplo, são bem diferentes do consumo através dos CEs que é feita diretamente através da inalação.

Em outro estudo, a pesquisadora de pós-doutorado no laboratório de imagem estrutural, fisiológica e funcional da universidade já mencionada, Alessandra Carpole, afirmou que “Cigarros eletrônicos são anunciados como não prejudiciais, e muitos usuários estão convencidos de que estão apenas inalando vapor de água”, e ainda destacou que “os solventes, aromas e aditivos na base líquida, após a vaporização, expõem os usuários a múltiplos danos ao trato respiratório e vasos sanguíneos”.

Ainda que estudos científicos comprovem os danos gerados pelo propilenoglicol e pela glicerina vegetal através da inalação a partir dos CEs, órgãos fiscalizadores ainda consideram esses compostos de baixo ou nenhum risco. A Anvisa (2022) publicou um relatório final de análise de impacto regulatório sobre dispositivos eletrônicos para fumar (DAFs), válido até o ano de 2023. Neste relatório consta que os e-liquidos não são comprovadamente prejudiciais, sendo tais dados baseados na ausência de casos graves associados ao uso desses compostos.

O relatório consta também que o alto grau de atratividade se dá por conta do aroma e do sabor adocicado, sendo o de fruta o preferido entre os usuários. O relatório revelou ainda que um estudo Holandês feito em 2017 indicou 19.200 tipos

de e-líquidos, diante disso a Anvisa afirma que “tal diversidade de substâncias químicas encontradas em apenas uma das diversas categorias de flavorizantes evidencia as infinitas possibilidades de uso de substâncias químicas combinadas entre si e com outras presentes em outros aditivos.” Os flavorizantes são uma categoria de mistura química que fornecem o sabor artificial usados no e-líquidos.

O Banco de Medicina e Emergências Médicas (BAMEQ), em seu relatório de 2017, apresentou uma ficha técnica destacando o perfil químico e físico do composto conhecido como propilenoglicol. Nesse documento, foram analisadas as potenciais ramificações decorrentes do contato direto com tal fluido, incluindo:

- O propilenoglicol é medianamente irritante para a pele e membranas mucosas, não sendo bem absorvido nem pela pele e nem pelo aparelho respiratório;
- A ingestão produz depressão do sistema nervoso central, podendo haver concomitantemente um quadro nauseoso, hermético e de dor abdominal tipo cólica;
- Os metabólitos do propilenoglicol produzem severa acidose metabólica, com lesões encefálicas, cardíacas e renais;
- A intoxicação severa é potencialmente fatal se houver retardo na instituição da terapêutica ou uso de terapêutica errada;
- A irritação respiratória ocorre apenas como consequência a exposições muito graves;
- Toxicidade renal é a maior consequência da absorção do propilenoglicol.

A progressão característica dos efeitos tóxicos pode ser grosseiramente dividida em três estágios, embora não necessariamente nessa ordem:

- Estágio 1 - De 30 minutos até 12 horas da exposição. O propilenoglicol não metabolizado produz depressão do SNC, intoxicação e hiperosmolaridade similar aos produzidos pela intoxicação pelo etanol;
- Estágio 2 - De 12 a 48 horas após a exposição. Os metabólitos produzem severa acidose metabólica com hiperventilação compensatória. A acidose ocorre primariamente como consequência da elevação do ácido glicólico, embora os ácidos glicoxílico, oxálico e láctico possam contribuir num menor percentual. Há a deposição dos cristais de oxalato de cálcio no encéfalo, pulmões, rins e coração;

- Estágio 3 - De 24 a 72 horas após a exposição. Os efeitos diretos do propilenoglicol sobre os rins podem causar falência renal aguda.

As crianças podem não responder às exposições químicas da mesma forma que o adulto e protocolos específicos podem ser necessários.

Em contrapartida, a glicerina vegetal não oferece riscos graves à saúde. De acordo com a ficha de técnica descrita pela entidade Bioquímica e Química Limitada (2016) a maioria dos casos são somente superficiais, sendo o mais grave através da ingestão.

Ademais, são inúmeros os fatores ilusórios que seduzem as pessoas a fazerem uso dos CEs, dentre elas “destaca-se a falsa percepção de segurança desses produtos, que os leva a acreditar que os produtos não fazem mal à saúde; a atratividade pelo aroma e sabor; a curiosidade e interesse pela tecnologia destes produtos; o início do uso com a intenção de parar de fumar e a descrição de uso dual, pois não conseguem cessar o uso dos produtos convencionais, entre outros fatores”.

#### **4 METODOLOGIA**

Esta pesquisa adotou uma abordagem de Revisão Bibliográfica, onde a metodologia empregada consiste em revisão bibliográfica alinhada ao método descritivo, focalizando principalmente estudos que destacam o uso de cigarros eletrônicos. Esta abordagem envolve uma análise crítica de artigos publicados no período de 2019 a 2023, sendo eles lidos integralmente e selecionados com base em critérios de relevância e confiabilidade científica para a construção deste estudo. As plataformas selecionadas para coleta de dados incluem a Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, National Library of Medicine (PubMed) e a revista eletrônica Planeta. Os critérios de inclusão abrangem artigos em língua portuguesa, inglesa e espanhol publicados nos últimos 5 anos, que abordem o uso de cigarros eletrônicos, tabagismo, bem como os efeitos do propilenoglicol e da glicerina vegetal. Já os critérios de exclusão contemplam artigos duplicados, disponibilizados apenas na forma de resumo, que não se relacionem diretamente à proposta estudada e que não atendam aos demais critérios de inclusão. Dessa maneira, identificou-se um total de 137 estudos, os quais foram posteriormente

submetidos à seleção com base nos critérios de tema e data, para serem discutidos de maneira mais aprofundada.

Tabela 1 - Abordagem metodológica na seleção de artigos.

<b>Base de dados</b>	<b>Descrição</b>	<b>Artigos encontrados</b>	<b>Artigos selecionados</b>	<b>Incluso no estudo</b>
SciELO	Propilenoglicol e glicerina vegetal	10	3	2
Google Scholar	EVALI	11	5	4
PubMed	Vaping	110	17	2
Revista Planeta	Cigarro eletrônico	6	5	2

Fonte: próprio autor 2023.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos selecionados estão dispostos no quadro 1 onde não apenas orientará a discussão, mas também oferecerá uma visão concisa e abrangente das descobertas mais impactantes no contexto do impacto do uso de cigarros eletrônicos na saúde humana, com foco específico nos componentes propilenoglicol e glicerina vegetal.

A iminente análise crítica destes dez estudos promete contribuir substancialmente para nossa compreensão aprofundada dos desafios à saúde associados aos cigarros eletrônicos, proporcionando entendimento valiosos que são essenciais para a literatura científica de alto impacto nesta área em constante evolução.

Quadro 1 - Artigos selecionados para a estrutura do presente estudo

<b>Autores</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Título</b>
Jeffrey E Gotts, et al.	2019	What are the respiratory effects of e-cigarettes?
Planeta Magazine	2019	Use of nicotine-free electronic cigarettes
Hitendra S. C., et al.	2020	Pulmonary Toxicity and the Pathophysiology of Electronic Cigarette, or Vaping Product, Use Associated Lung Injury

Brian A. K., et al.	2020	The EVALI and Youth Vaping Epidemics — Implications for Public Health
Gilley e Beno	2020	Vaping implications for children and youth
Devika R. R., et al.	2020	Clinical features of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury in teenagers
Avian V. W., David W. W., Lok R. P.	2021	Risk assessment of inhaled diacetyl from electronic cigarette use among teens and adults
Bertoni , et al.	2021	Prevalence of electronic nicotine delivery systems and waterpipe use in Brazil: where are we going ?
De Almeida et.al.	2022	Discute os efeitos a longo prazo, da nicotina presente no e-cig.
Araújo, et al.	2023	Implicações fisiopatológicas no sistema respiratório dos jovens usuários de cigarro eletrônico

Fonte: próprio autor 2023.

### 5.1 Análise crítica dos principais artigos selecionados

É importante notar que a relação entre propilenoglicol, glicerina, cigarros eletrônicos e saúde humana continua sendo uma área de pesquisa ativa, e novas descobertas podem impactar nossa compreensão dessas interações ao longo do tempo.

Os resultados desta pesquisa evidenciaram que os cigarros eletrônicos (CEs) não são tão inofensivos quanto inicialmente presumido, exceto em relação ao seu impacto na função dos vasos sanguíneos, que se assemelha aos efeitos do tabagismo. Inicialmente concebidos como uma alternativa para substituir os cigarros tradicionais, os CEs, entretanto, não só não resultaram em uma diminuição significativa no uso do cigarro convencional, mas também se observou um aumento substancial na utilização desses dispositivos eletrônicos. Chand et al. (2019) conduziram uma análise abrangente de amostras pulmonares provenientes de pacientes afetados por EVALI, manifestando um quadro sintomático diversificado, incluindo tosse, dispneia, dor torácica, náuseas, vômitos, diarreia, fadiga, perda de peso e presença ou ausência de febre. Os resultados evidenciaram a presença de macrófagos lipídicos, correlacionados com a pneumonia lipóide e outros fenótipos de pneumonias. Apesar da lacuna na compreensão da via precisa do mecanismo

fisiopatológico subjacente à doença, os autores sugerem que a identificação de acetato de vitamina E no lavado broncoalveolar pode indicar essa substância como uma fonte exógena de lipídios, perturbando a homeostase do epitélio pulmonar. A constatação do acetato de vitamina E em lavados broncoalveolares de outros pacientes com histórico de vaping fortalece essa hipótese. Ademais, conforme anteriormente discutido, a vaporização do acetato de vitamina E induz a formação de uma gama de substâncias potencialmente tóxicas para o epitélio pulmonar.

Os dados revelaram que a faixa etária mais prevalente entre os usuários de CEs compreende jovens entre 18 e 34 anos. King et al. (2020), por meio de uma análise epidemiológica abrangente, documentam que entre 1º de agosto de 2019 e 7 de janeiro de 2020, foram notificados 2602 casos de EVALI em 50 estados dos Estados Unidos, resultando em 57 óbitos distribuídos por todo o país. A maioria dos indivíduos afetados relatou o uso anterior de cigarros eletrônicos, predominantemente contendo THC, enquanto outros mencionaram apenas o uso de nicotina. A idade mediana desses indivíduos foi de 24 anos, com aproximadamente 62% deles situados na faixa etária de 18 a 34 anos, e cerca de 16% com menos de 18 anos. Além disso, observou-se um aumento exponencial no consumo de cigarros eletrônicos, ultrapassando 900% de 2011 a 2015 entre estudantes do ensino fundamental e médio nos EUA. Em 2019, aproximadamente 5,2 milhões de adolescentes relataram o uso, representando 27,5% dos estudantes do ensino médio e 10,5% dos estudantes do ensino fundamental. Entre os adultos, cerca de 8,1 milhões admitiram o uso de cigarros eletrônicos ou vaping, sendo que aproximadamente 7,6% desse contingente estava na faixa etária de 18 a 24 anos.

A proposta inicial para a utilização de cigarros eletrônicos (CEs) visava ser uma alternativa menos prejudicial, destacando-se pela presença reduzida de compostos voláteis e tóxicos em comparação com os cigarros convencionais que contém nicotina rusticum e nicotina tabacum. Estes dispositivos foram comercializados como produtos benéficos capazes de auxiliar na cessação do tabagismo. No entanto, ainda há escassez de conhecimento quando se trata acerca dos riscos que esses dispositivos apresentam para a saúde pública, uma vez que seus componentes químicos podem desencadear doenças graves, incluindo câncer, condições respiratórias e problemas cardiovasculares. Bertoni et al. (2021) investigaram a prevalência dos sistemas eletrônicos de entrega de nicotina no Brasil.

Ao abordar as cinco grandes regiões do país (norte, nordeste, sul, sudeste e centro-oeste), constataram que, mesmo sem regulamentação nacional para a comercialização desse produto, 1,63% da população relatou ter utilizado cigarros eletrônicos em algum momento de suas vidas, e 0,64% dos participantes revelaram manter o hábito de fumar esses dispositivos, representando mais de um milhão de pessoas que tiveram contato com esse produto em 2019. Além disso, a análise revelou uma maior prevalência entre jovens de 15 a 24 anos, atingindo percentuais de 5,41% para o uso em algum momento da vida e 2,38% para o uso atual, destacando o impacto significativo da precocidade na iniciação ao consumo desses dispositivos no Brasil.

A revista eletrônica Planeta divulgou uma pesquisa sobre os riscos associados ao uso de cigarros eletrônicos sem nicotina. A pesquisa revelou que, mesmo na ausência desse alcaloide, um único episódio de utilização do cigarro eletrônico ocasionou a diminuição do fluxo sanguíneo e comprometeu a função da artéria femoral. Para investigar os efeitos em curto prazo dos vaporizadores sem nicotina, a pesquisa conduzida pela Escola de Medicina Pelreman da Universidade da Pensilvânia baseou-se em exames de ressonância magnética realizados em 31 adultos não fumantes e saudáveis. Esses exames foram realizados antes e após o uso dos vaporizadores. As análises laboratoriais pré e pós-exames detalharam que um único episódio de exposição ao cigarro eletrônico resultou na diminuição do fluxo sanguíneo e prejudicou a função endotelial da artéria femoral, responsável por fornecer sangue para a coxa e perna. O endotélio, que reveste a superfície interna dos vasos sanguíneos, desempenha um papel crucial na circulação sanguínea adequada. Quando o endotélio é prejudicado, as artérias tendem a espessar, podendo interromper o fluxo de sangue para o coração e o cérebro, aumentando o risco de ataques cardíacos ou derrames (PLANETA, 2019).

Ao comparar o cigarro tradicional com o cigarro eletrônico, as pesquisas atuais sugerem uma notável semelhança no perfil de toxicidade. A fumaça do cigarro tradicional é composta por mais de 7.000 produtos químicos, sendo mais de 70 deles reconhecidos como cancerígenos. O cigarro eletrônico, por sua vez, contém alguns desses compostos, além de aditivos aromatizantes que também podem gerar toxicidade pulmonar. Diante dessas constatações, é imperativo que os profissionais

médicos continuem a alertar sobre os potenciais danos à saúde associados ao uso de cigarros eletrônicos (WINNICKA; SHENOY, 2020).

Com relação aos resultados, a exposição aguda ao cigarro eletrônico com nicotina indicou oclusão das vias aéreas condutoras, ou seja, há um bloqueio que interfere no fluxo de ar quando essas substâncias entram nos alvéolos dos pulmões, de forma que são absorvidas pelos vasos sanguíneos e podem interferir na função vascular. (ARAÚJO, et al, 2023)

De Almeida et al. (2022) oferece uma análise abrangente sobre os impactos do uso prolongado de cigarros eletrônicos. Iniciando com uma exploração da origem e composição dos dispositivos, o estudo se concentra nos distúrbios sistêmicos decorrentes dos efeitos adversos, considerando fatores como fumaça, nicotina e até mesmo sabores implantados nos cigarros eletrônicos. Ao estabelecer critérios rigorosos para avaliar evidências científicas entre 2012 e 2022, o artigo destaca estudos que desafiam suas premissas, refletindo a complexidade do campo.

O estudo conduzido por White, Wambui e Pokhrel (2021) destaca cada vez mais os potenciais efeitos prejudiciais dos cigarros eletrônicos, especialmente no que diz respeito ao diacetil, um aditivo químico utilizado para conferir sabor, associado à bronquiolite obliterante e outras lesões pulmonares. Essas descobertas sugerem um risco não cancerígeno significativamente elevado de exposição, especialmente entre adolescentes e adultos que fazem uso de cigarros eletrônicos. Dado o número limitado de estudos especificamente abordando a exposição por inalação de cigarros eletrônicos, há a necessidade premente de realizar mais pesquisas para lidar com as incertezas, a fim de desenvolver Quocientes de Perigo mais precisos para riscos não cancerígenos, bem como avaliar potenciais riscos de câncer associados a essa forma de consumo.

## **5.2 As atividades dos compostos químicos na saúde humana**

O propilenoglicol foi identificado como mais tóxico do que a glicerina vegetal, uma vez que problemas de maior gravidade, como a depressão do sistema nervoso central, elevação do ácido glicólico e falência renal, estão diretamente correlacionados a ele. A intensidade desses problemas varia de acordo com o tempo de exposição e a modalidade de contato. Em contrapartida, a glicerina vegetal é considerada menos prejudicial, resultando principalmente em danos superficiais, tais

como irritações nos olhos, garganta e pele. A maioria dos dispositivos eletrônicos de liberação de nicotina (ENDS) utiliza propilenoglicol e/ou glicerina vegetal como diluentes para a entrega da nicotina.

Vale ressaltar que o propilenoglicol é reconhecido como um irritante respiratório, e a exposição ao vapor aquecido dessa substância está associada ao aumento da resistência ao fluxo respiratório e à redução do óxido nítrico exalado, conforme evidenciado por Cobb e Solankin (2020). As concentrações de propilenoglicol e glicerina vegetal podem penetrar nas células, influenciando as membranas biológicas e reduzindo a fluidez das membranas nas vias aéreas epiteliais. Essa diminuição na fluidez membranar pode impactar processos celulares como endocitose, incluindo fagocitose (uma forma especializada de endocitose), exocitose e interações proteína-proteína na membrana plasmática (GOTTS et al., 2019).

A análise respaldada pela pesquisa da revista eletrônica Planeta, focada nos cigarros sem base de nicotina, destacou que os compostos mencionados anteriormente estão associados a uma redução significativa de 34% na dilatação da artéria femoral, 17,5% no pico de fluxo sanguíneo e 20% no teor de oxigênio venoso. Estes achados indicam que tais alterações podem resultar em lesões nos tecidos, nervos e músculos, além de aumentar o risco de paradas cardíacas. Importante notar que esses efeitos foram observados em indivíduos saudáveis e não fumantes, destacando a gravidade potencial dos problemas associados aos CEs, mesmo em curto prazo.

A Anvisa (2022) por meio de um relatório de análise de impactos sobre DAFs salientou que os dados mostrados classificaram as substâncias dos e-líquidos como não tão danosos, pois não foram evidenciados comprovadamente efeitos graves relacionados ao uso desses dispositivos. Não obstante, os estudos ainda estão em andamento, A Anvisa ainda correlacionou o surgimento de uma doença respiratória misteriosa associada ao uso dos CEs, denominada de EVALI, que causa os mesmos sintomas da COVID, todavia ainda não há estudos suficientes que comprovem essa correlação.

A proposta inicial para a utilização de cigarros eletrônicos (CEs) visava ser uma alternativa menos prejudicial, destacando-se pela presença reduzida de compostos voláteis e tóxicos em comparação com os cigarros convencionais. Estes

dispositivos foram comercializados como produtos benéficos capazes de auxiliar na cessação do tabagismo. No entanto, ainda há escassez de conhecimento quando se trata acerca dos riscos que esses dispositivos apresentam para a saúde pública, uma vez que seus componentes químicos podem desencadear doenças graves, incluindo câncer, condições respiratórias e problemas cardiovasculares.

A presença da nicotina, prevalente na maioria dos Dispositivos Eletrônicos para Fumar (DEFs), exerce um impacto neurológico significativo em adolescentes, manifestando-se em falhas de memória e dificuldades de atenção, conforme evidenciado por Gilley e Beno (2020). Além disso, há observação de um aumento nas citocinas pró-inflamatórias, linfócitos, neutrófilos e macrófagos no fluido epitelial pulmonar em resposta à presença de nicotina (Gilley & Beno, 2020). Para manter a concentração desejada de nicotina, são empregadas duas substâncias solúveis: propilenoglicol e glicerina vegetal, conforme destacado por Overbeek et al. (2020).

Figura 1: Descrição do funcionamento do cigarro eletrônico



Fonte: Vaporaqui.net 2022

Entretanto, é importante ressaltar que essas substâncias estão associadas a potenciais efeitos adversos, incluindo inflamação pulmonar e citotoxicidade, conforme indicado por estudos como Rao et al. (2020). Adicionalmente, a glicerina vegetal está relacionada à irritação ocular, pulmonar e do esôfago. Vale notar que ambos os solventes geram Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) presentes no vapor dos cigarros eletrônicos, sendo que a combinação de propilenoglicol e glicerina vegetal resulta em uma produção superior de EROs em comparação a outros solventes, conforme identificado por Eltorai et al. (2019)

## 6 CONCLUSÃO

Em síntese, os estudos abordados nos anos avaliados revelam a complexidade e os potenciais riscos associados ao uso de cigarros eletrônicos, particularmente em relação aos componentes propilenoglicol, glicerina vegetal e nicotina. A crescente popularidade dos cigarros eletrônicos, impulsionada pela percepção equivocada de sua menor agressão à saúde em comparação aos cigarros tradicionais, levanta preocupações significativas.

Embora a incidência de fumantes de cigarros convencionais tenha declinado notavelmente, o uso descontrolado de cigarros eletrônicos, especialmente entre a população jovem, apresenta um desafio à saúde pública. A disseminação facilitada, principalmente via internet, dos e-líquidos que contêm substâncias como propilenoglicol e glicerina vegetal sugere uma urgência de regulamentações mais rigorosas.

Estudos respaldam a noção de que esses compostos químicos, frequentemente presentes nos dispositivos de vaporização, podem acarretar danos severos à saúde. Problemas pulmonares associados ao hábito de fumar persistem, sendo tanto atribuíveis à nicotina quanto ao propilenoglicol e glicerina vegetal, que, quando combinados com outras substâncias, intensificam a toxicidade. A longa história do tabagismo, desde sua descoberta pelos nativos americanos, ressalta a persistência dos danos à saúde causados pelos cigarros, com um impacto crescente entre os jovens. A única abordagem verdadeiramente preventiva permanece na decisão consciente de evitar o uso desses produtos prejudiciais.

À face do exposto, conclui-se que os cigarros eletrônicos são tão adversos quanto o cigarro tradicional, dado que o propilenoglicol e a glicerina vegetal são mais danosos que a nicotina. No entanto, ao contrário do que se acredita e tendo como base as informações explanadas por esse estudo, esses e-líquidos possuem bastante nocividade e não colabora em nada no abandono ao vício de fumar.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Gislanne dos Santos. *Et al.* **Uso de cigarro eletrônico: efeitos e riscos – revisão integrativa de literatura.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 11, Vol. 04, pp. 22-35. Novembro de 2022.

ARAÚJO, A. C. G. et al. **Implicações fisiopatológicas no sistema respiratório dos jovens usuários de cigarro eletrônico.** Brazilian Journal of Health Review, v. 6, n. 4, p. 15639-15649, 2023.

Agência Brasil. "**Apesar de proibida, venda de cigarros eletrônicos continua no Brasil**". Publicado em 07/07/2023. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-07/apesar-de-proibida-venda-de-cigarros-eletronicos-continua-no-brasil>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2024.

BAMEQ - **Banco de Medicina e Emergências Químicas.** Propilenoglicol. {s.l}: 2009. Disponível em: <https://abrir.link/eyG3M> . Acesso em: 07 de jan. 2023.

BEATRIZ A., ARAÚJO, Y.J.K., LIMA D. P., Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estéreos seletivas, **Química Nova**, v. 34, p. 306-319, 2011.

BEARD, E., SHAHAB, L., CUMMINGS, D. M., MICHIE, S., WEST, R. **New Pharmacological Agents to Aid Smoking Cessation and Tobacco Harm Reduction: What has been Investigated and What is in the Pipeline?** CNS drugs: 2016.

BERTONI, Neilane et al. Prevalência de uso de dispositivos eletrônicos para fumar e de uso de narguilé no Brasil: para onde estamos caminhando?. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, 2021.

BIOQUÍMICA E QUÍMICA LTDA. Ficha de Segurança. Belo Horizonte, 2016. <http://www.quimicabrasileira.com/wp-content/uploads/2018/06/GLICERINA-995-PA-ACS.pdf>. Acesso em 08 de jan. 2024.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada da ANVISA: RDC nº 46, de 28 de agosto de 2009.** Disponível em: <https://bityli.com/ZsN1X> Acesso em: 07 de jan. 2024.

BRELAND A, et al. Electronic cigarettes: what are they and what do they do? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2017; 1394(1): 5–30.

CASTRO, S. V.; CARVALHO, A. A.; SILVA, C. M. G.; FAUSTINO, L. R.; FIGUEIREDO, J. R.; RODIGUES, A. P. R., Agentes crioprotetores intracelulares: características e utilização na criopreservação de tecido ovariano e ovócitos. *Acta Scientiae Veterinariae*, 39(2): 957 2011.

CAVALCANTE TM, et al. Conhecimento e uso de cigarros eletrônicos e percepção de risco no Brasil: Resultados de um país com requisitos regulatórios rígidos. *Cadernos de Saude Publica*, 2017;33(3):1–11.

CHAND, Hitendra S. et al. Pulmonary toxicity and the pathophysiology of electronic cigarette, or vaping product, use associated lung injury. *Frontiers in pharmacology*, v. 10, p. 1619, 2020.

CHUN, H. Z.; BELTRAMINI, J. N.; FAN, Y. X.; LU, G. Q. Chemo selective catalytic conversion of glycerol as a bio renewable source to valuable commodity chemicals. *Chemical Society Reviews*, Australia, v. 37, n. 1, p. 527-549, nov. 2007.

CIGARROS eletrônicos sem nicotina podem danificar vasos sanguíneos. *Revista Planeta*, {s.i}, Três editorial Ltda, 2019. Disponível em: <https://www.revistaplaneta.com.br/cigarros-eletronicos-sem-nicotina-podem-danificar-vasos-sanguineos/>. Acesso em 07 de jan. de 2024.

COBB, Nathan K.; SOLANKI, Jigna N. E-cigarettes, vaping devices, and acute lung injury. *Respiratory care*, v. 65, n. 5, p. 713-718, 2020.

DE ALMEIDA MIRANDA, Isabela et al. Efeitos adversos associados ao uso de cigarro eletrônico: uma revisão literária. *Revista Multidisciplinar em Saúde*, p. 1-9, 2022.

ELTORAI, Adam EM; CHOI, Ariel R.; ELTORAI, Ashley Szabo. Impact of electronic cigarettes on various organ systems. *Respiratory care*, v. 64, n. 3, p. 328-336, 2019.

GILLEY, Meghan; BENO, Suzanne. Vaping implications for children and youth. *Current opinion in pediatrics*, v. 32, n. 3, p. 343-348, 2020.

GOTTS, Jeffrey E. et al. What are the respiratory effects of e-cigarettes?. **bmj**, v. 366, 2019.

HAGE R, SCHUURMANS MM. Suggested management of e-cigarette or vaping product use associated lung injury (EVALI). **Journal of Thoracic Disease**, 2020; 12(7): 3460–3468

HARTNETT KP, et al. Syndromic Surveillance for E-Cigarette, or Vaping, Product Use–Associated Lung Injury. **The new england journal of medicine**, 2020; 382 (8).

KING, Brian A. et al. The EVALI and youth vaping epidemics—implications for public health. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 8, p. 689-691, 2020.

MAIA LIH, NASCIMENTO EGC. Percepções E Dificuldades De Fumantes Na Cessação Do Hábito De Fumar. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, 2015;13(2):105–16.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

MESQUITA CARVALHO, Aline. Cigarros Eletrônicos: O que Sabemos? Estudo sobre a Composição do Vapor e Danos à Saúde, o Papel na Redução de Danos e no Tratamento da Dependência de Nicotina. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 64, n. 4, p. 587-589, 2018.

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Oito países das Américas proíbem os cigarros eletrônicos. Publicado em: 25 ago. 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/25-8-2023-oito-paises-das-americas-proibem-os-cigarros-eletronicos>. Acesso em: 15 mar. 2024.

RAO, Devika R. et al. Clinical features of e-cigarette, or vaping, product use–associated lung injury in teenagers. **Pediatrics**, v. 146, n. 1, 2020.

RIGOTTI NA. Balancing the benefits and harms of e-cigarettes: **a National Academies of Science, Engineering, and Medicine report**. *Annals of internal medicine*, 2018;168(9):666–7.

Vaporaqui.net. (<https://www.vaporaqui.net/o-que-e-e-como-funciona-o-cigarro-eletronico/> ). Acessado em 26 de janeiro de 2024.

WEEN MP, et al. E-cigarettes and health risks: more to the flavor than just the name. **American Physiological Society**, 2021;320(4):L600-L614.

WINNICKA, L.; SHENOY, M.A. EVALI and the Pulmonary Toxicity of Electronic Cigarettes: **A Review. Journal of general internal medicine**, v. 35, n.7, p.2130-2135, jul, 2020. doi: 10.1007/s11606-020-05813-2

WHITE, Avian V.; WAMBUI, David W.; POKHREL, Lok R. Risk assessment of inhaled diacetyl from electronic cigarette use among teens and adults. **Science of The Total Environment**, v. 772, p. 145486, 2021.