



Cigarros Eletrônicos: Composição Química e Principais Riscos Associados

Ana Maria Collin¹; Patrícia Maria Wiziack Zago¹



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n1p5-26>

Artigo recebido em 21 de Novembro e publicado em 1 de Janeiro de 2026

Revisão de Literatura

RESUMO

Os dispositivos eletrônicos para fumar (DEF), popularmente conhecidos como cigarros eletrônicos, têm apresentado crescimento expressivo de uso em diversos países, apesar de sua proibição no Brasil pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A comercialização clandestina desses produtos expõe os usuários a dispositivos sem controle de qualidade e composição química desconhecida. Estudos científicos demonstram que os DEFs contêm nicotina, aromatizantes em altas concentrações, solventes e metais pesados liberados durante o aquecimento, associados a efeitos tóxicos pulmonares, cardiovasculares, orais e imunológicos. O objetivo deste estudo foi revisar a literatura científica acerca da composição química dos cigarros eletrônicos e dos principais riscos à saúde associados à sua utilização. Trata-se de uma revisão de literatura realizada nas bases PubMed, Scopus, UpToDate e Google Acadêmico, incluindo artigos publicados entre 2014 e 2023. Conclui-se que os cigarros eletrônicos representam risco significativo à saúde humana, reforçando a necessidade de regulamentação e conscientização populacional.

Palavras-chave: Cigarros eletrônicos; Vaping; Toxicidade; Aromatizantes; Metais pesados.



Electronic Cigarettes: chemical composition and main associated risks

ABSTRACT

Electronic nicotine delivery systems (ENDS), commonly known as electronic cigarettes, have shown a significant increase in use worldwide despite being banned in Brazil by the National Health Surveillance Agency (ANVISA). The illegal commercialization of these products exposes users to devices without quality control and unknown chemical composition. Studies demonstrate that ENDS contain nicotine, high concentrations of flavoring agents, solvents, and heavy metals released during heating, associated with pulmonary, cardiovascular, oral, and immunological toxicity. This study aimed to review the scientific literature on the chemical composition of electronic cigarettes and their main health risks. A literature review was conducted using PubMed, Scopus, UpToDate, and Google Scholar databases (2014–2023). It is concluded that electronic cigarettes pose significant health risks, highlighting the need for regulation and public awareness.

Keywords: Electronic cigarettes; Vaping; Toxicity; Flavoring agents; Heavy metals.

Instituição afiliada – ¹ Faculdade São Leopoldo Mandic, Curso de Medicina, Araras – SP, Brasil

Autor correspondente: Ana Maria Collin acollin@outlook.com.br

INTRODUÇÃO

O cigarro eletrônico ou dispositivo eletrônico para fumar (DEF), ou ainda os chamados e-cigarros, ENDS, E-cigs, e-cigarettes, mpds, vaping, vape pens, vapes (AMB, 2021), são dispositivos capazes de fornecer nicotina com aromas por meio de um vapor. Originalmente foram desenvolvidos com o intuito de ajudar as pessoas a parar de fumar, entretanto, devido a algumas vantagens diante do uso de cigarros convencionais como a formação de um odor mais agradável e a ausência de cinzas, houve uma disseminação e um descontrole de seu uso, o que vem gerando um risco potencial à saúde da população usuária do dispositivo. (DA SILVA; MOREIRA, 2019b)

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), o número de usuários de cigarro eletrônico em todo o mundo aumentou significativamente nos últimos anos. Em 2019, havia cerca de aproximadamente 41 milhões de usuários de DEF em todo o mundo, em comparação com 7 milhões em 2011, um crescimento de mais de 5 vezes quando comparado. Em 2020 revelou que o número de adolescentes que usam cigarros autônomos aumentou em 5 milhões em apenas um ano, chegando a um total de 43 milhões em todo o mundo. (STRUJIK; YANG, 2021)

Em alguns países, como os Estados Unidos, Reino Unido e Canadá, o uso do DEF é permitido. No Brasil, a venda e a importação de cigarros eletrônicos são proibidas (BRASIL, 2022a).

A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) brasileira, proíbe desde 2009 pela RDC nº 46 o uso, a comercialização, importação e a propaganda de DEF (BRASIL, 2009). Apesar disso, houve um aumento no número de apreensões de cigarros eletrônicos importados ilegalmente nos últimos anos, o que sugere que o uso desses produtos no país está aumentando gradativamente (BRASIL, 2022b)

O DEF é um instrumento composto por uma bateria, um sensor ou botão de ativação, um microprocessador, um cartucho ou refil onde é colocada uma solução (e-líquido), um atomizador, que aquece e vaporiza a solução em temperatura 100-250 °C, e um bocal onde o indivíduo aspira o vapor (Da Silva & Moreira, 2019).



Figura 1: Composição estrutural de um dispositivo eletrônico para fumar.

O e-líquido a ser utilizado no DEF pode ser composto por nicotina, propilenoglicol, glicerina vegetal e aromatizantes (GRANA et al., 2014). O Propilenoglicol é um líquido incolor, sem cheiro e com sabor adocicado utilizado como aditivo alimentar e em medicamentos. (PubChem, 2023c) A glicerina vegetal é um líquido inodoro e incolor utilizada como umectante para produzir o vapor do DEF. (PubChem, 2023b) Os aromatizantes são adicionados para dar sabor ao e-líquido, e podem ser de origem artificial ou natural. (PIPE; MIR, 2022) A nicotina, substância líquida e oleosa, derivada da folha do tabaco, é um alcaloide, sendo que seu uso causa dependência psíquica e está associado ao desenvolvimento de câncer pulmonar (PubChem, 2023a).

É possível encontrar DEFs sem a nicotina, ou outros nos quais podem ser usados constituintes como maconha e óleo de Cannabis. (GRANA et al., 2014). No Brasil principalmente, não há como se ter certeza dos constituintes do e-líquido de todos os seus fabricantes, ainda mais porque esse não é um produto regulamentado no mercado nacional (DA SILVA; MOREIRA, 2019a).

A utilização do DEF tem-se mostrado bastante controversa quanto aos agravos à saúde de seus usuários, visto que seus malefícios não são totalmente estabelecidos. Além de uma tendência maior à dependência e ao vício quando comparados aos cigarros convencionais (SILVA et al., 2021), já se sabe que o uso desses dispositivos está trazendo complicações cardiovasculares e respiratórias, como a lesão pulmonar induzida pelo cigarro eletrônico, ou EVALI (E-cigarette Vaping Associated Lung Injury) e DPOC (doença pulmonar obstrutiva crônica) (BRASIL, 2022a).

A partir do exposto e considerando que muitos indivíduos estão se submetendo ao efeito dos DEFs de procedência desconhecida vendidos ilegalmente no Brasil, o presente estudo visa fazer um levantamento bibliográfico acerca dos principais compostos químicos presentes em cigarros eletrônicos, discutindo ainda os riscos e benefícios de sua utilização.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura narrativa. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus, UpToDate e Google Acadêmico. Foram incluídos artigos científicos publicados entre 2014 e 2023, disponíveis em língua portuguesa ou inglesa, que abordassem a composição química dos cigarros eletrônicos, seus constituintes e os efeitos adversos à saúde. Os descritores utilizados incluíram: *E-cigarettes*, *Vaping*, *Vape compounds*, *Chemical compounds*, *Adverse effects* e *Health risks*. Foram excluídos estudos duplicados, artigos fora do escopo temático e publicações com mais de 20 anos.

REVISÃO DE LITERATURA, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os componentes do cigarro eletrônico (DEF) tem-se um e-líquido composto por nicotina, propilenoglicol, glicerina vegetal e aromatizantes principalmente, mas outros elementos como metais pesados podem estar presentes (GRANA et al., 2014).

Aromatizantes

Além da nicotina e os metais pesados, os aromatizantes podem estar em altas quantidades nos DEFs, muitas vezes ultrapassando os limites considerados seguros (Omaiye et al., 2019). Os principais aromatizantes descritos nos DEFs estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Principais aromatizantes descritos nos DEFs.

Aromatizantes	Referências
Mentol	Zhao et al., 2022; Omaiye et al., 2019
Tabaco/Nicotina	Zhao et al., 2022; Omaiye et al., 2019; Kavuluru et al., 2019; Laverty et al., 2016; Cameron et al., 2014; Mikheev et al., 2016; Duell AK, et al., 2020; Crotty Alexander LE, et al., 2020;



	Gordon T, Fine J. 2020; Whitehead AK, et al., 2021; Glynos C, Bibli S-I et al., 2018; Conklin DJ, et al., 2019; Cooke WH, et al., 2015; Fogt DL, et al., 2016; Antoniewicz L, et al., 2019; Caporale A, et al., 2019; Moheimani RS, et al. 2017
Cinamaldeído	Omaiye et al., 2019; Stefaniak AB, et al., 2021
Cumarina	Omaiye et al., 2019
Etil maltol	Omaiye et al., 2019
Diacetil (2,3-buitadiona)	Omaiye et al., 2019; Stefaniak AB, et al., 2021
Propilenoglicol	Omaiye et al., 2019; Laiano T et al., 2012; Saliba NA et al., 2018
Compostos carbonílicos tóxicos (acetaldeído, formaldeído, acroleína)	Olmedo et al., 2016; Laino T, Tuma C, et al., 2012; Talih S, et al. 2017.; Conklin DJ, et al. 2019.

Os aromas presentes nos e-líquidos desempenham um papel significativo no uso de cigarros eletrônicos pelos jovens. Em uma pesquisa envolvendo 13.651 jovens norte-americanos de 12 a 17 anos, 81% dos usuários de cigarros eletrônicos relataram iniciar o uso devido à disponibilidade de produtos aromatizados (Ambrose et al., 2015). Em janeiro de 2020, a Food and Drug Administration (FDA) dos EUA implementou medidas para retirar do mercado os e-líquidos com sabores doces em cigarros eletrônicos baseados em cartuchos (sistema fechado), destinados a atrair crianças. No entanto, os sabores de mentol e tabaco permanecem amplamente disponíveis, podendo também atrair os jovens (FDA, 2020).

De acordo com Omaiye et al. (2019) a citotoxicidade dos cigarros eletrônicos é associada à presença de produtos químicos aromatizantes, como o cinamaldeído. Apesar de alguns desses produtos serem considerados seguros para ingestão, alerta-se que a designação GRAS (Generally Recognized as Safe - Geralmente Considerada Segura) não se aplica à inalação. (Flavor Extract Manufacturers Association, 2018).

Um estudo onde foi analisado produtos químicos de sabor em uma amostra de 277 fluidos de recarga de cigarros eletrônicos (EC) comprados em quatro países, utilizando cromatografia gasosa-espectrometria de massa, identificou e quantificou 155 produtos químicos de sabor, dos quais 50 estavam presentes em concentrações ≥ 1 mg/ml e 11 eram ≥ 10 mg/ml em 54 amostras. Aproximadamente 85% dos fluidos tinham concentrações de sabor acima de 1 mg/ml, enquanto 37% ultrapassavam 10 mg/ml. Testes de citotoxicidade revelaram que alguns fluidos continham produtos químicos, como mentol e etil maltol, em concentrações muito superiores aos seus níveis citotóxicos, chegando a 30 a 100 vezes mais. Um fluido continha cinamaldeído em níveis extremamente altos (~34%, 343 mg/ml), muito acima de seu limite citotóxico. O estudo conclui que as altas concentrações de produtos químicos de sabor nos fluidos de recarga de EC podem ser prejudiciais à saúde e que a falta de regulamentação sobre esses produtos químicos representa um risco significativo aos usuários. (Omaiye et al., 2019)

Altas concentrações de alguns produtos químicos aromatizantes em fluidos de recarga DEF são potencialmente prejudiciais aos usuários, e a ausência continuada de quaisquer regulamentações relativas a produtos químicos aromatizantes em fluidos DEF provavelmente é prejudicial à saúde humana (Omaiye et al., 2019). Além disso, as concentrações totais de produtos químicos aromatizantes muitas vezes excedem a concentração de nicotina em mais da metade dos produtos. Estes dados demonstram que os produtos químicos aromatizantes são um componente importante dos fluidos de recarga de DEF atualmente comercializados e os seus efeitos na saúde de seus utilizadores devem ser abordados (Omaiye et al., 2019).

O etil maltol é adicionado a produtos comestíveis como bebidas, sorvetes, doces, assados, sobremesas gelatinosas, carnes, gomas de mascar e produtos relacionados em concentrações de até 0,0142% (Grundschober et al., 1975). Essas concentrações de etil maltol em produtos de consumo estão muito abaixo das concentrações que foram encontradas (0,008–3,13%) em 46% dos fluidos de recarga que testadas. O etil maltol aumenta a formação de radicais livres em aerossóis de DEF, o que poderia aumentar ainda mais a toxicidade de produtos com este químico aromatizante (Bitzer et al., 2018).

O mentol é comumente usado em produtos de consumo, incluindo cigarros de tabaco. Os cigarros mentolados geralmente apresentam concentrações de mentol < 7

mg/cigarro e muitos são <0,002 mg/cigarro. O mentol estava presente em 76 dos nossos fluidos de recarga em concentrações variando de 0,002 a 68 mg/ml. Doze dos 76 fluidos de recarga tinham concentrações superiores a 10 mg/ml, o que excederia as concentrações normalmente encontradas em cigarros de tabaco convencionais aromatizados com mentol. O mentol produziu citotoxicidade no teste de citotoxicidade celular *in vitro* em concentrações 30 vezes inferiores à concentração mais alta encontrada nos fluidos de recarga analisados (Ai *et al.*, 2016).

A 2,3-butanodiona (diacetil), que pode causar bronquiolite obliterante, também chamada de “doença pulmonar da pipoca” já foi encontrada em produtos de CE (Kreiss *et al.*, 2002; Kanwal *et al.*, 2006). Foi encontrado diacetil, em 54% dos fluidos de recarga. Supondo que um consumidor vaporize 3,4 ml de um fluido de recarga contendo diacetil a 0,32 mg/ml (concentração mais alta encontrada em nosso estudo) e a taxa de transferência de diacetil para o aerossol seja de 100%, o consumidor estaria exposto a 1,088 mg de diacetil/ dia (equivalente a 85,83 ppb/média de 8 horas), o que está bem acima do limite de exposição de 5 ppb por 8 horas recomendado pelo NIOSH. As concentrações nos fluidos de recarga também excederam o limite de exposição de curto prazo (15 minutos) de 25 ppb para o diacetil. Estes dados levantam preocupações sobre o potencial de danos de alguns dos produtos químicos de sabor que estão presentes nos fluidos de recarga em concentrações relativamente baixas (Dawkins *et al.*, 2013).

A cumarina (1,2-benzopirona) é outro produto químico preocupante. Esteve presente em 21 produtos em concentrações variando de 0,007 a 5 mg/ml. A cumarina é atualmente proibida como aditivo em alimentos humanos pela Food and Drug Administration devido à sua hepatotoxicidade e, quando presente, o alimento é considerado adulterado. A sua proibição nos alimentos apoia a ideia de que também não deve ser utilizado em produtos do tabaco, incluindo DEF (FDA, 2018).

Além disso, os cigarros eletrônicos foram associados à presença de produtos químicos perigosos, como compostos carbonílicos tóxicos (acetaldeído, formaldeído e acroleína). (Olmedo *et al.*, 2016).

Metais

Diversos estudos descreveram a presença de metais pesados em DEFs, de acordo

com o Quadro 2.

Quadro 2: Principais metais pesados identificados nos DEFs.

Metal	Referências
Cromo	Omaiye et al., 2019; Saliba NA et al., 2018; Williams M, et al., 2019.; Mulder HA, et al. 2020; Aherrera et al., 2017; Hess et al., 2017; Mikheev et al., 2016; Goniewicz et al., 2014; Zhao et al., 2020; Olmedo et al., 2016; Alcantara et al., 2023
Estanho	Olmedo et al., 2016; Omaiye et al., 2019; Aherrera et al., 2017; Goniewicz et al., 2014; Hess et al., 2017; Mikheev et al., 2016; Zhao et al., 2020
Níquel	Omaiye et al., 2019; Aherrera et al., 2017; Hess et al., 2017; Zhao et al., 2022; Olmedo et al., 2016; Alcantara et al., 2023
Cobre	Omaiye et al., 2019; Olmedo et al., 2016
Zinco	Omaiye et al., 2019; Olmedo et al., 2016
Chumbo	Omaiye et al., 2019; Aherrera et al., 2017; Hess et al., 2017; Zhao et al., 2022; Olmedo et al., 2016; Alcantara et al., 2023
Cádmio	Zhao et al., 2022; Alcantara et al., 2023
Manganês	Aherrera et al., 2017; Hess et al., 2017; Olmedo et al., 2016

Os metais são um dos grupos mais preocupantes de substâncias tóxicas identificadas nos cigarros eletrônicos (Hess et al., 2017; Zhao et al., 2020). A inalação de metais tem sido associada a efeitos graves para a saúde, como doenças respiratórias, efeitos cardiovasculares, neurotoxicidade ou cancro (Miah et al., 2020; Yatera et al., 2018; Zhao et al., 2009; Zheng et al., 2015).

As bobinas são feitas com misturas de metais como cromo (Cr) ou níquel (Ni) e podem ser liberadas no aerossol do cigarro eletrônico devido à temperatura durante o

processo de aquecimento. Alguns desses dispositivos podem ser modificados e o usuário (vaper) pode decidir a potência, trocar a bobina ou utilizar e-líquidos com diferentes sabores ou concentrações de nicotina. Esses fatores modificáveis podem influenciar a quantidade de metais no aerossol. (Olmedo et al., 2021).

Os cigarros eletrônicos representam uma fonte de exposição a diversos metais, como chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni), cobre (Cu) e zinco (Zn). Os metais identificados têm origem na bobina de aquecimento e em outras peças dos cigarros eletrônicos, pois as concentrações de metal são baixas no e-líquido original, aumentando no aerossol e no e-líquido remanescente após a vaporização. A exposição ao aerossol de cigarro eletrônico pode afetar a carga corporal de metais, como Cr, Cu, Pb e Sn, conforme indicado pelos níveis mais elevados desses metais na urina. (Olmedo et al., 2021).

Há também, preocupações com a presença de metais nas emissões, os quais podem ser transferidos da serpentina de aquecimento para o líquido e o vapor do cigarro eletrônico (Olmedo et al., 2016).

As peças metálicas presentes nos cartuchos e dispositivos de cigarros eletrônicos podem expor os usuários a diversos metais, incluindo cromo (Cr), chumbo (Pb), níquel (Ni) e estanho (Sn), encontrados em componentes como bobinas de aquecimento e juntas de solda (Aherrera et al., 2017; Goniewicz et al., 2014; Hess et al., 2017; Mikheev et al., 2016; Zhao et al., 2020). Um estudo com 64 usuários de cigarros eletrônicos revelou associações positivas entre os níveis de Cr e Ni na saliva e na urina e as concentrações desses metais nos aerossóis dos cigarros eletrônicos (Aherrera et al., 2017), levantando a preocupações sobre possíveis efeitos crônicos na saúde, como doenças cardiovasculares, respiratórias e câncer de pulmão (IARC, 2012a, 2012b; Jaishankar et al., 2014; Navas-Acien et al., 2020).

Estudos ainda mais alarmantes indicam que o uso de cigarros eletrônicos pode resultar na ultrapassagem dos níveis crônicos de risco mínimo (LMR) de Mn e Ni (Zhao et al., 2019). Há uma considerável variabilidade no conteúdo de metal em aerossóis e líquidos de cigarros eletrônicos (Na et al., 2019; Gaur et al., 2019; Fowles et al., 2020), destacando a importância de avaliar como diferentes condições podem influenciar as concentrações de metais inalados pelos usuários.

O elemento de aquecimento dentro de um cigarro eletrônico é a maior fonte potencial de exposição a metais tóxicos. Vários metais são rotineiramente detectados em cartomizadores e modelos de tanque de cigarros eletrônicos populares (por exemplo, cromo, níquel, selênio e alumínio). Ferro e chumbo foram encontrados em alguns, mas não em todos os produtos. Ocasionalmente, outros traços de metais (manganês, cobalto, molibdênio e titânio) foram detectados (Williams et al., 2019).

Além disso, a topografia da inalação, em especial a duração da tragada, um fator conhecido por influenciar a toxicidade dos cigarros tradicionais (Maziak et al., 2011; Reilly et al., 2017), pode também, afetar as emissões de metais dos cigarros eletrônicos. A duração da tragada varia consideravelmente entre os usuários de cigarros eletrônicos (variação: 1,9–8,3 s), com uma média relatada de 4 s (Farsalinos et al., 2013a; Hua et al., 2013). A maioria dos estudos anteriores que avaliaram metais nas emissões de cigarros eletrônicos utilizou 4 s. Alguns argumentam que as concentrações excessivas de metais medidas no aerossol estão relacionadas à duração da inalação (Williams et al., 2019). A avaliação da topografia da vaporização, especialmente a duração da tragada, torna-se essencial para compreender possíveis variações nas concentrações metálicas nos aerossóis inalados pelos usuários de cigarros eletrônicos (Zhao et al., 2022).

Toxicidade e desenvolvimento de doenças

Os DEFs, a partir de seus constituintes, estão associados a efeitos tóxicos e ao desenvolvimento de doenças, de acordo com o Quadro 3:

Quadro 3: Efeitos tóxicos associados à utilização de DEFs.

Efeito	Evidências	Referência
Toxicidade Oral	Evidências emergentes de alterações carcinogênicas, alteração do microbioma oral, estresse inflamatório e	Hutzler et al., 2019; Menicagli R, et al., 2020; Tommasi S, et al. 2019; Ye D, et al. 2020; Pushalkar S, et al. 2020



	oxidativo na saliva; cáries dentárias, doenças periodontais e lesões mucosas orais	
Toxicidade pulmonar e nasal	Exalação nasal de gases: estudos histológicos verificaram resposta imune nos tecidos nasais e pulmonares	Omaiye et al., 2019; Hutzler et al., 2019; Martin EM, et al. 2016; Clapp PW, Jaspers I. 2017; Crotty Alexander et al. 2020; Gordon T, Fine J. 2020; Wills TA, et al., 2021
Asma e Doença Pulmonar Obstrutiva crônica	Devido à toxicidade de componentes específicos de cigarros eletrônicos, houve o desenvolvimento de reações alérgicas.	Hutzler et al., 2019; Clapp PW, Jaspers I. 2017; Wills et al. 2020; Perez et al., 2019; Chapman DG, et al. 2019; Larcombe AN, et al., 2017
Respostas Imunes Pulmonares diminuídas	Vaping prejudica as respostas pulmonares à infecção: os usuários de cigarros eletrônicos têm maior probabilidade de contrair infecções pulmonares	Hutzler et al., 2019; Gaiha et al.. 2020; Larcombe AN, et al., 2017; Szafran BN, et al. 2020; Glynos C, Bibli S-I, et al. 2018
Câncer	Acroleína e formaldeído têm potencial carcinogênico evidências emergentes de alterações pró-	Jaishankar et al., 2014; Navas Acien et al., 2020; Menicagli R, et al., 2020; Pham et al. 2020

	carcinogênicas	
Toxicidade Cardiovascular	Acroleína, formaldeído e acetaldeído, que podem ser toxicologicamente ativos no sistema cardiovascular	Hutzler et al., 2019; Jaishankar et al., 2014; Navas-Acien et al., 2020; Conklin DJ, et al. 2019; Miah et al., 2020; Yatera et al., 2018; Zhao et al., 2009; Zheng et al., 2015; Wang et al. 2018; Osei et al. 2019; Cooke et al., 2015; Fogt et al., 2016; Antoniewicz et al., 2019 Moheimani et al. 2017

Toxicidade Oral

A cavidade oral é o primeiro tecido exposto aos aerossóis de cigarro eletrônico durante a vaporização, e não é surpreendente que ocorram mudanças biológicas nos tecidos bucais desafiados com cigarros eletrônicos. Embora os dados sobre cânceres bucais e uso de cigarro eletrônico sejam muito limitados, evidências emergentes de alterações pró-carcinogênicas associadas aos cigarros eletrônicos, incluindo danos ao DNA, foram descritas (Menicagli et al., 2020).

Semelhante ao fumo de cigarro, análises de sequenciamento de RNA e de vias funcionais realizadas em células orais de usuários de cigarros eletrônicos identificaram o câncer como a principal via de doença (Tommasi et al., 2019). Além disso, um estudo piloto descobriu que células bucais de usuários de cigarro eletrônico apresentavam níveis alterados de expressão de genes supressores de tumor e reparo de DNA após uma sessão de vaporização de 20 puffs (Hamad SH et al., 2021).

O microbioma oral, o segundo tecido mais povoado após o microbioma intestinal, contribui para o estado de saúde de uma pessoa, e assim como no fumo de cigarro, o vapor afeta adversamente o microbioma oral, aumentando biomarcadores de estresse inflamatório e oxidativo na saliva. Além disso, os cigarros eletrônicos também estão associados a cáries dentárias, doenças periodontais e lesões mucosas orais,

demonstrando um contínuo de efeitos adversos na cavidade oral (Ye D et al., 2020).

Toxicidade Nasal

Embora os aerossóis de cigarro eletrônico sejam inalados oralmente, os tecidos nasais foram estudados, em parte, porque muitos usuários de cigarros eletrônicos exalam pelo nariz. Foi relatada uma diminuição significativa na expressão de genes relacionados ao sistema imunológico no epitélio nasal, sugerindo uma resposta imunológica suprimida e tornando os usuários de cigarros eletrônicos mais suscetíveis a infecções virais ou bacterianas (Martin et al., 2016).

Doenças Pulmonares: Asma e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)

Os cigarros são o principal fator de risco para a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), e tanto a fumaça do cigarro principal quanto a do fumo passivo estão relacionadas à asma. Da mesma forma, estudos epidemiológicos encontraram uma associação positiva entre o uso de cigarros eletrônicos e a asma em adolescentes e adultos (Wills et al., 2020). Os produtos químicos aromatizantes exercem uma variedade de efeitos adversos pulmonares quando presentes em altas concentrações, e um desses efeitos é a asma (Clapp & Jaspers, 2017) e o prejuízo das defesas imunes inatas que contribuem para doenças respiratórias (Quinones et al., 2020).

Como o vaping prejudica as respostas pulmonares à infecção, os usuários de cigarros eletrônicos têm mais probabilidade de contrair infecções pulmonares. Importante notar que há uma maior incidência de diagnósticos positivos da doença coronavírus 2019 (COVID-19) entre os vapers: indivíduos que já haviam vaporizado tinham cinco vezes mais chances de contrair COVID-19, enquanto o risco para usuários duais era ainda maior (Gaiha et al., 2020).

Modelos adicionais *in vitro* descobriram que os cigarros eletrônicos aumentam a virulência de patógenos e promovem a inflamação, como evidenciado pelo aumento do biofilme e secreção de citocinas (Gilpin et al., 2019).

Câncer

Embora os aerossóis de cigarro eletrônico contenham menos carcinógenos do

que a fumaça do cigarro, ainda há preocupações quanto ao potencial de causar câncer induzido pelo cigarro eletrônico. Dado o surgimento relativamente recente dos cigarros eletrônicos (por volta de 2007), o período de latência para o câncer provavelmente ultrapassa o tempo em que as pessoas têm usado cigarros eletrônicos. Carboidratos nos aerossóis de cigarros eletrônicos (ou seja, acroleína e formaldeído) têm potencial carcinogênico, mas poucos estudos em animais examinaram o câncer. Notavelmente, estudos *in vitro* usando células de câncer de mama mostraram que o condensado de cigarro eletrônico promove o crescimento celular e a metástase (Pham et al., 2020).

Os aerossóis de cigarro eletrônico também induzem danos de DNA e prejudicam a atividade de reparo de DNA nos pulmões, bexiga e coração de camundongos (Lee et al., 2018), e ainda, camundongos expostos a 1 ano de vaping desenvolveram adenocarcinomas pulmonares e hiperplasia urotelial na bexiga (Tang et al., 2019).

Toxicidade Cardiovascular

Embora a toxicidade cardiovascular de cigarros combustíveis e nicotina tenha sido extensivamente estudada, as consequências a longo prazo do vaping na função e regulação cardiovascular são comparativamente desconhecidas. Além disso, embora as autoridades tenham imposto restrições aos sabores, inúmeros sabores ainda estão disponíveis no mercado de cigarros eletrônicos, e sua toxicidade cardiovascular é incerta. Da mesma forma, os cigarros eletrônicos produzem acroleína, formaldeído e acetaldeído, que podem ser toxicologicamente ativos no sistema cardiovascular (Conklin et al., 2019).

Em geral, estes estudos relatam uma maior incidência de resultados cardiovasculares adversos, incluindo dor no peito, doença coronariana, arritmias e infartos do miocárdio, associados à vaporização (Wang et al. 2018).

No entanto, grandes estudos epidemiológicos retrospectivos sugerem efeitos cardiovasculares adversos em usuários de cigarros eletrônicos, embora os achados sejam complicados pelo uso do politabaco. Em comparação com análises secundárias de grandes conjuntos de dados epidemiológicos, os experimentos clínicos permitem o controle das condições experimentais e o monitoramento dos sujeitos e podem revelar

contribuições de constituintes individuais do e-líquido, incluindo a nicotina, para respostas cardiovasculares, como pressão arterial e frequência cardíaca (Cooke et al., 2015; Fogt et al., 2016).

A vaporização também muda a regulação autonômica em direção à dominância simpática, conforme indexado pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Assim, a nicotina e outros componentes do e-líquido afetam a regulação cardiovascular (Moheimani et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Presença e Riscos dos Aromatizantes: Aromatizantes como mentol, cinamaldeído, etil maltol e diacetil estão presentes em altas concentrações nos cigarros eletrônicos (DEFs), muitas vezes ultrapassando os limites considerados seguros para consumo humano. Esses compostos, embora considerados seguros para ingestão em pequenas quantidades, apresentam riscos significativos à saúde quando inalados, incluindo citotoxicidade e potencial para causar doenças graves, como bronquiolite obliterante.

Impacto dos Metais Pesados: Metais pesados como cromo, chumbo, níquel e cádmio, originados principalmente das bobinas de aquecimento dos dispositivos, são detectados nos aerossóis dos DEFs. A exposição a esses metais pode levar a doenças respiratórias, cardiovasculares, neurotoxicidade e até câncer, com efeitos exacerbados pelo uso prolongado e frequente dos cigarros eletrônicos.

Efeitos Tóxicos e Doenças Associadas: O uso de DEFs está associado a uma ampla gama de efeitos tóxicos, incluindo alterações pró-carcinogênicas, alterações no microbioma oral, estresse inflamatório e oxidativo, cáries, doenças pulmonares e asma. Além disso, há evidências de que o vaping prejudica a resposta imunológica pulmonar, aumentando a suscetibilidade a infecções e outras doenças respiratórias graves.

Necessidade de Regulação e Monitoramento: A falta de regulamentação adequada sobre a composição química dos líquidos utilizados nos cigarros eletrônicos é um fator preocupante. A exposição a altos níveis de aromatizantes e metais pesados indica a necessidade urgente de monitoramento e regulamentação para mitigar os riscos à saúde dos usuários.



A composição dos cigarros eletrônicos apresenta diversos riscos à saúde, que são exacerbados pela alta concentração de substâncias tóxicas nos líquidos de recarga. A evidência sugere que medidas regulatórias mais rigorosas são essenciais para proteger os usuários dos efeitos nocivos desses dispositivos.

REFERÊNCIAS

AI, J.; TAYLOR, K. M.; LISCO, J. G.; TRAN, H.; WATSON, C. H.; HOLMAN, M. R. Menthol Content in US Marketed Cigarettes. *Nicotine & Tobacco Research*, v. 18, n. 7, p. 1575-1580, 2016. DOI: 10.1093/ntr/ntv162.

AMB - Associação Médica Brasileira. Aliança de Controle do Tabagismo e Promoção da Saúde, Fundação do Câncer, Comissão de Combate ao Tabagismo. Cigarros eletrônicos – o que já sabemos? O que precisamos conhecer?. 2021. Disponível em: <https://amb.org.br/tabagismo/afinal-o-que-sao-os-cigarros-eletronicos/>. Acesso em: 23 agosto 2023.

BITZER, Z. T.; GOEL, R.; REILLY, S. M.; ELIAS, R. J.; SILAKOV, A.; FOULDS, J.; MUSCAT, J.; RICHIE, J. P. Jr. Effect of flavoring chemicals on free radical formation in electronic cigarette aerosols. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 120, p. 72-79, 2018. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.03.020.

BRASIL. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. ANVISA - RDC No 46. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 28 agosto 2023.

BRASIL. Receita Federal apreende mais de 290 mil cigarros eletrônicos no âmbito da Operação Ruyan — Receita Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2022/julho/receita-federal-apreende-mais-de-290-mil-cigarros-eletronicos-no-ambito-da-operacao-ruyan>. Acesso em: 28 agosto 2023.

BRASIL. Relatório Parcial de Análise de Impacto Regulatório Dispositivos Eletrônicos para Fumar. Brasília, 2022a.

CHEN, W.; WANG, P.; ITO, K.; FOWLES, J.; SHUSTERMAN, D.; et al. Measurement



of heating coil temperature for e-cigarettes with a “top-coil” clearomizer. *PLOS ONE*, v. 13, e0195925, 2018.

CONKLIN, D. J.; SCHICK, S.; BLAHA, M. J.; CARLL, A.; DeFILIPPIS, A.; et al. Cardiovascular injury induced by tobacco products: assessment of risk factors and biomarkers of harm. A Tobacco Centers of Regulatory Science compilation. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 316, H801–27, 2019.

COOKE, W. H.; POKHREL, A.; DOWLING, C.; FOGT, D. L.; RICKARDS, C. A. Acute inhalation of vaporized nicotine increases arterial pressure in young non-smokers: a pilot study. *Clinical Autonomic Research*, v. 25, p. 267–70, 2015.

DA SILVA, A. L. O.; MOREIRA, J. C. A proibição dos cigarros eletrônicos no Brasil: sucesso ou fracasso? *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 8, p. 3013–3024, 5 ago. 2019b.

DA SILVA, A. L. O.; MOREIRA, J. C. The ban of electronic cigarettes in Brazil: Success or failure? *Ciencia e Saude Coletiva*, v. 24, n. 8, p. 3013–3024, 1 ago. 2019a.

DAWKINS, L.; TURNER, J.; ROBERTS, A.; SOAR, K. 'Vaping' profiles and preferences: an online survey of electronic cigarette users. *Addiction*, v. 108, n. 6, p. 1115-1125, 2013. DOI: 10.1111/add.12150.

FLAVOR EXTRACT MANUFACTURERS ASSOCIATION. Safety Assessment and Regulatory Authority to Use Flavors – Focus on Electronic Nicotine Delivery Systems and Flavored Tobacco Products. Disponível em: <https://www.femaflavor.org/sites/default/files/2018-05/FEMAGRAS%20Ecig%2004302018.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.

FOGT, D. L.; LEVI, M. A.; RICKARDS, C. A.; STELLY, S. P.; COOKE, W. H. Effects of acute vaporized nicotine in non-tobacco users at rest and during exercise. *International Journal of Exercise Science*, v. 9, p. 607–15, 2016.

GAIHA, S. M.; CHENG, J.; HALPERN-FELSHER, B. Association between youth smoking, electronic cigarette use, and COVID-19. *Journal of Adolescent Health*, v. 67, p. 519–23, 2020.

GILPIN, D. F.; MCGOWN, K.-A.; GALLAGHER, K.; BENGOCHEA, J.; DUMIGAN, A.; et al. Electronic cigarette vapour increases virulence and inflammatory potential of respiratory pathogens. *Respiratory Research*, v. 20, 267, 2019.



GRANA, R. A. et al. Electronic cigarettes. *Circulation*, v. 129, n. 19, 2014.

GRUNDSCHOBBER, F.; HALL, R. L.; STOFBERG, J.; VODOZ, C. A. Survey of worldwide use levels of artificial flavoring substances. *Flavors*, p. 223–230, 1975.

HAMAD, S. H.; BRINKMAN, M. C.; TSAI, Y. H.; MELLOUK, N.; CROSS, K.; et al. Pilot study to detect genes involved in DNA damage and cancer in humans: potential biomarkers of exposure to e-cigarette aerosols. *Genes*, v. 12, 448, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC> - PubMed. Acesso em: 28 agosto 2023.

KREISS, K.; GOMAA, A.; KULLMAN, G.; FEDAN, K.; SIMOES, E. J.; ENRIGHT, P. L. Clinical bronchiolitis obliterans in workers at a microwave-popcorn plant. *The New England Journal of Medicine*, v. 347, n. 5, p. 330-338, 2002. DOI: 10.1056/NEJMoa020300.

LAINO, T.; TUMA, C.; MOOR, P.; MARTIN, E.; STOLZ, S.; CURIONI, A. Mechanisms of propylene glycol and triacetin pyrolysis. *Journal of Physical Chemistry A*, v. 116, p. 4602–9, 2012.

LEE, H. W.; PARK, S. H.; WENG, M. W.; WANG, H. T.; HUANG, W. C.; et al. E-cigarette smoke damages DNA and reduces repair activity in mouse lung, heart, and bladder as well as in human lung and bladder cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 115, E1560–69, 2018.

MARTIN, E. M.; CLAPP, P. W.; REBULI, M. E.; PAWLAK, E. A.; GLISTA-BAKER, E.; et al. E-cigarette use results in suppression of immune and inflammatory-response genes in nasal epithelial cells similar to cigarette smoke. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, v. 311, L135–44, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC> - PubMed. Acesso em: 28 agosto 2023.

MENICAGLI, R.; MAROTTA, O.; SERRA, R. Free radical production in the smoking of e-cigarettes and their possible effects in human health. *International Journal of Preventive Medicine*, v. 11, 53, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC> - PubMed. Acesso em: 28 agosto 2023.

MOHEIMANI, R. S.; BHETRARATANA, M.; YIN, F.; PETERS, K. M.; GORNBEIN, J.; et



al. Increased cardiac sympathetic activity and oxidative stress in habitual electronic cigarette users: implications for cardiovascular risk. *JAMA Cardiology*, v. 2, p. 278–84, 2017.

PHAM, K.; HUYNH, D.; LE, L.; DELITTO, D.; YANG, L.; et al. E-cigarette promotes breast carcinoma progression and lung metastasis: macrophage-tumor cells crosstalk and the role of CCL5 and VCAM-1. *Cancer Letters*, v. 491, p. 132–45, 2020.

PIPE, A. L.; MIR, H. E-Cigarettes Reexamined: Product Toxicity. *Canadian Journal of Cardiology*, v. 38, p. 1395–1405, 2022.

PubChem. Glicerina | C3H8O3. NIH National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2023b. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/753#section=Food-Additives-and-Ingredients>. Acesso em: 28 agosto 2023.

PubChem. Nicotine | C10H14N2. NIH National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2023a. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/89594>. Acesso em: 28 agosto 2023.

PubChem. Propileno Glicol | C3H8O2. NIH National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2023c. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1030>. Acesso em: 28 agosto 2023.

QUINONES TAVAREZ, Z.; LI, D.; CROFT, D. P.; GILL, S. R.; OSSIP, D. J.; RAHMAN, I. The interplay between respiratory microbiota and innate immunity in flavor e-cigarette vaping induced lung dysfunction. *Frontiers in Microbiology*, v. 11, 589.

OLMEDO, P.; RODRIGO, L.; GRAU-PÉREZ, M.; HILPERT, M.; NAVAS-ACIÉN, A.; TÉLLEZ-PLAZA, M.; PLA, A.; GIL, F. Metal exposure and biomarker levels among e-cigarette users in Spain. *Environmental Research*, v. 202, 2021, p. 111667. DOI: 10.1016/j.envres.2021.111667.

OMAIVE, E. E.; MCWHIRTER, K. J.; LUO, W.; TIERNEY, P. A.; PANKOW, J. F.; TALBOT, P. High concentrations of flavor chemicals are present in electronic cigarette refill fluids. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 2468, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-39550-2.

SILVA, B. B. L. DA et al. Lesões causadas pelo uso de cigarro eletrônico: revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 16, p. e25101623137, 5 dez.



2021.

STRUIK, L.; YANG, Y. e-Cigarette Cessation: Content Analysis of a Quit Vaping Community on Reddit. 2021.

Tang M-S, Wu X-R, Lee H-W, Xia Y, Deng F-M et al. 2019. Electronic-cigarette smoke induces lung adenocarcinoma and bladder urothelial hyperplasia in mice. PNAS 116:21727.

Tommasi S, Caliri AW, Caceres A, Moreno DE, Li M, et al. 2019. Deregulation of biologically significant genes and associated molecular pathways in the oral epithelium of electronic cigarette users. Int. J. Mol. Sci 20:738 - PMC – PubMed.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Substances Prohibited From Use in Human Food. Code of Federal Regulations, title 21 C.F.R. §189.130, 2018. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2018-title21-vol3/pdf/CFR-2018-title21-vol3-sec189-130.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.

Wang JB, Olgin JE, Nah G, Vittinghoff E, Cataldo JK et al. 2018. Cigarette and e-cigarette dual use and risk of cardiopulmonary symptoms in the Health eHeart Study. PLOS ONE 13:e0198681.

Williams M, Bozhilov KN, Talbot P 2019. Analysis of the elements and metals in multiple generations of electronic cigarette atomizers. Environ. Res 175:156–66.

WILLS, T. A.; CHOI, K.; PAGANO, I. E-cigarette use associated with asthma independent of cigarette smoking and marijuana in a 2017 national sample of adolescents. Journal of Adolescent Health, v. 67, p. 524–30, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC> - PubMed. Acesso em: 28 ago. 2023.

Ye D, Gajendra S, Lawyer G, Jadeja N, Pishey D, et al. 2020. Inflammatory biomarkers and growth factors in saliva and gingival crevicular fluid of e-cigarette users, cigarette smokers, and dual smokers: a pilot study. J. Periodontol 91:1274–83 - PMC - PubMed