



## Cigarros eletrônicos e saúde cardiovascular: uma investigação da resposta hemodinâmica ao esforço

Electronic cigarettes and cardiovascular health: an investigation of the hemodynamic response to exertion

Cigarrillos electrónicos y salud cardiovascular: una investigación de la respuesta hemodinámica al esfuerzo

Camila Nakamura Perissê Pereira<sup>1</sup>, Beatriz Vieira Nascimento Silva<sup>1</sup>, Thiago Arrais de Oliveira<sup>1</sup>, Luciano Janussi Vacanti<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Investigar as respostas hemodinâmicas de diferentes grupos durante o teste de esforço, comparando não fumantes, usuários de cigarros eletrônicos (CEs) e usuários de cigarros convencionais. **Métodos:** Estudo experimental, composto por 25 participantes do sexo masculino: 10 não fumantes, 10 usuários de CEs e 5 usuários de outros tipos de cigarros. Realizou-se um teste ergométrico máximo. Durante o teste, a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) foram aferidas. **Resultados:** Não houve diferença estatisticamente significativa entre as variações FC entre os grupos. Observou-se uma tendência de maior incremento da pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial (PAD) nos usuários de cigarros, quando comparados ao grupo controle, porém sem diferença estatisticamente significativa. Ao final da fase de recuperação, os grupos de usuários de CEs e de outros tipos de cigarro não retornaram aos valores da PA do repouso, variação alcançada pelo grupo controle. Menor volume máximo de consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx.) e menor equivalente metabólico máximo da tarefa (MET máx.) foram observados nos fumantes de CEs. **Conclusão:** Indivíduos jovens, usuários de CEs ou de outros cigarros, apresentam menor aptidão física quando comparados aos não tabagistas, demonstrando influência negativa precoce do tabagismo.

**Palavras-chave:** Sistemas eletrônicos de liberação de nicotina, Vaping, Sistema cardiovascular, Nicotina.

### ABSTRACT

**Objective:** To investigate the hemodynamic responses of different groups during exercise testing, focusing on the comparison between non-smokers, e-cigarette (EC) users, and conventional cigarette users. **Methods:** Experimental study, consisting of 25 male participants: 10 non-smokers, 10 EC users, and 5 users of other types of cigarettes. A maximum exercise test was performed. During the test, heart rate (HR) and blood pressure (BP) were measured. **Results:** There was no statistically significant difference in HR variations between groups. A trend of greater increase in systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) was observed in cigarette users compared to the control group, although without statistically significant difference. At the end of the recovery phase, EC and other cigarette users did not return to resting BP values, a variation achieved by the control group. Lower maximum oxygen consumption (VO<sub>2</sub>max) and lower maximum metabolic equivalents of task (METs) were observed in EC smokers. **Conclusion:** Young individuals, EC users, or users of other types of cigarettes demonstrate lower physical fitness compared to non-smokers, showing the early negative influence of smoking.

**Keywords:** Electronic nicotine delivery systems, Vaping, Cardiovascular system, Nicotine.

<sup>1</sup> Centro de Ensino Unificado de Brasília (UnICEUB), Brasília - DF.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Processo: 132108/2022-4

SUBMETIDO EM: 3/2024

ACEITO EM: 4/2024

PUBLICADO EM: 8/2024

## RESUMEN

**Objetivo:** Investigar las respuestas hemodinámicas de diferentes grupos durante la prueba de esfuerzo, comparando no fumadores, usuarios de cigarrillos electrónicos (CEs) y usuarios de cigarrillos convencionales. **Métodos:** Estudio experimental, compuesto por 25 participantes masculinos: 10 no fumadores, 10 usuarios de CEs y 5 usuarios de otro tipo de cigarrillos. Se realizó prueba ergométrica máxima. Durante la prueba, se midieron la frecuencia cardíaca (FC) y la presión arterial (PA). **Resultados:** No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las variaciones de la FC entre los grupos. Hubo una tendencia hacia un mayor aumento de la presión arterial sistólica (PAS) y de la presión arterial (PAD) en los consumidores de cigarrillos, en comparación con el grupo control, pero no fue estadísticamente significativa. Al final de la fase de recuperación, los consumidores de cigarrillos no volvieron a los valores de PA en reposo, variación lograda por el grupo control. En los fumadores de CEs se observó un menor volumen máximo de consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) y un menor equivalente metabólico máximo de la tarea (MET<sub>máx.</sub>). **Conclusión:** Los jóvenes, usuarios de CEs u otros cigarrillos, tienen menor condición física en comparación con los no fumadores, lo que demuestra la influencia negativa del tabaquismo.

**Palabras clave:** Sistemas electrónicos de liberación de nicotina, Vapeo, Sistema cardiovascular; Nicotina.

## INTRODUÇÃO

O tabagismo é um grave problema de saúde pública em todo o mundo, conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS). Ele é diretamente responsável por mais de 7 milhões de mortes por ano e indiretamente por 1,2 milhão de mortes anualmente. Em 2020, aproximadamente 22,3% da população mundial utilizava tabaco, sendo 36,7% dos homens e 7,8% das mulheres (OMS, 2021). No Brasil, apesar das medidas regulatórias e da proibição do uso de cigarros eletrônicos (CEs) pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2009, ainda há um número significativo de pessoas utilizando CEs (ANVISA, 2009). Esses foram desenvolvidos na China em 2003 e começaram a ser comercializados globalmente a partir de 2007 (ELTORAI AEM, et al., 2019).

Os CEs são dispositivos que simulam fumaça do cigarro, vaporizando termicamente um líquido constituído por propilenoglicol e/ou glicerina vegetal, aromatizantes e nicotina (ELTORAI AEM, et al., 2019). Eles podem se diferenciar no design, mas geralmente são compostos por um bocal, uma bateria recarregável, um armazenador de e-líquido e um aquecedor (CHHOR M, et al., 2023).

A nicotina é a principal responsável pela dependência, agindo através dos receptores nicotínicos de acetilcolina no sistema nervoso central, ativando as “vias de recompensa”, que envolvem o sistema dopaminérgico mesocorticolímbico. Não obstante, ela se liga aos receptores colinérgicos nicotínicos, potencializando a liberação de neurotransmissores, gerando efeitos na regulação hemodinâmica (SKOTSIMARA G, et al., 2019). Dentre eles, o aumento da frequência cardíaca (FC), da pressão arterial (PA), da contratilidade miocárdica e da vasoconstrição sistêmica (PRICE RL e MARTINEZ J, 2019).

Um cigarro de combustão convencional contém de 10 a 14 mg de nicotina (DUARTE GR, et al., 2021). Já os valores de nicotina presentes nos CEs variam de 0 a 36 mg/mL (ELTORAI AEM, et al., 2019). Contudo, outras variáveis interferem no rendimento desta substância, como a duração da tragada e a voltagem do dispositivo. Assim, torna-se difícil estabelecer de forma fidedigna uma quantidade de tragadas no CE necessária para fornecer a quantidade de nicotina fornecida por um cigarro convencional (TALIH S, et al., 2015).

Além da nicotina, os CEs apresentam outros componentes, como (1) aromatizantes – diacetil e pentanodiona –, que provocam uma resposta pró-inflamatória em células epiteliais brônquicas (GERLOFF J, et al., 2017); (2) solventes, como o propilenoglicol, relacionado a uma sintomatologia similar a de infecções de vias aéreas superiores e a glicerina vegetal, associada à irritação dos olhos, dos pulmões e do esôfago (ELTORAI AEM, et al., 2019); (3) metais pesados – chumbo, níquel, cromo, manganês – que foram detectados difundidos no aerossol, resultando na absorção deles por meio da inalação, sendo associados ao desenvolvimento de doenças arteriais mesmo que em níveis baixos, mas crônicos, de exposição (NAVAS-ACIEN A, et al., 2020); (4) carbonílicos, grupo constituídos por aldeídos – formaldeído, acetaldeído e acroleína

–, tóxicos que resultam da degradação térmica de propilenoglicol e glicerol, sendo possíveis fontes cancerígenas. Estudos evidenciaram que a exposição de animais a estes compostos, em quantidades comparáveis às dos CEs, aumentou a atividade nervosa simpática, a contratilidade cardíaca, a FC e a PA (QASIM H, 2017).

Embora fumantes de cigarros convencionais que desejavam cessar o fumo tenham aderido aos CEs, outros passaram a utilizar ambos os dispositivos, expondo-os não só às substâncias geradas pela combustão, mas também aos produtos presentes nos dispositivos eletrônicos (SNELL LM, et al., 2020).

Ademais, indivíduos não fumantes iniciaram o uso de cigarros por meio dos CEs. Dentre os contribuintes para este cenário, há o fato de que em muitos países os CEs não são submetidos às mesmas regulamentações que os cigarros convencionais (KAVOUSI M, et al., 2022). Logo, a promoção dos CEs pela mídia, as essências atrativas e a aceitação pela sociedade fizeram com que o seu uso fosse difundido entre os adultos, jovens adultos, adolescentes e crianças (LUCA AC, et al., 2023).

Apesar de popularmente vistos como menos prejudiciais à saúde, faltam dados que comprovem a segurança e esclareçam riscos do uso dos CEs a curto e a longo prazo (ANVISA, 2009). Estudos já evidenciam influências negativas, como dependência de nicotina, danos aos pulmões, alterações agudas na FC e na PA e aumento do risco cardiovascular.

Por conseguinte, este estudo objetivou investigar as respostas hemodinâmicas de diferentes grupos de participantes durante o teste de esforço em esteira ergométrica, com foco na comparação entre não fumantes, usuários de CEs e usuários de outros tipos de cigarros com nicotina. As variáveis de interesse incluíram FC, PA, volume de oxigênio máximo (VO<sub>2</sub> máx.), o consumo de O<sub>2</sub> máximo pelo miocárdio (MVO<sub>2</sub> máx.) e o *Metabolic Equivalent of Task* (MET).

## MÉTODOS

Estudo experimental, realizado a partir de testes de esforço em esteira ergométrica, apresentando três grupos: (1) não fumantes (controle), (2) usuários de CEs e (3) usuários de outros tipos de cigarros com nicotina (cigarro industrializado ou de palha).

A amostra composta por 25 participantes do sexo masculino, entre 18 a 30 anos, sendo 10 não fumantes, 10 que faziam uso exclusivo de CEs e 5 que faziam uso exclusivo de outros tipos de cigarros com nicotina. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Como critérios de inclusão, foram considerados não fumantes participantes que nunca fizeram uso de CEs e/ou cigarros de nicotina. Ex fumantes não foram incluídos. Foram considerados usuários exclusivos de CEs participantes que utilizavam apenas CEs, na maioria dos dias, no último ano e permaneciam fazendo o uso atualmente. Foram considerados usuários exclusivos de outros tipos de cigarros com nicotina (cigarro industrializado ou de palha) participantes que utilizavam apenas tais cigarros, na maioria dos dias, no último ano e permaneciam fazendo o uso atualmente.

Os critérios de exclusão foram a presença de comorbidades cardiovasculares e história de doença física ou mental incapacitante, sedentário conforme o questionário internacional de aptidão física (iPAQ) versão curta (MATSUDO S, et al. 2001), obesidade (IMC > 30 Kg/m<sup>2</sup>), hipertensão arterial e/ou taquicardia sinusal.

A coleta de dados foi realizada em um único encontro presencial com cada participante, dividido em dois momentos. Os encontros ocorreram no Laboratório de Fisiologia Humana do Centro Universitário de Brasília (CEUB), de abril a julho de 2023. Os participantes foram orientados a comparecerem com roupas leves e tênis de corrida, permanecer em jejum uma hora antes do exercício e, na última refeição antes do teste, deveriam se alimentar com alimentos leves e não ingerir bebidas alcoólicas por 24 horas antes do teste. Os usuários de CEs e de outros tipos de cigarros foram orientados a suspender o fumo 2 horas antes do teste.

No primeiro momento, cada participante assinou o TCLE, respondeu ao iPAQ versão curta, respondeu à anamnese (identificação, coleta de meios de contato, coleta de dados sobre o estado de saúde). Em seguida,

foi realizada a caracterização do participante, obtendo-se peso, estatura, índice de massa corporal (IMC), PA, FC em repouso e saturação de oxigênio (SatO<sub>2</sub>).

No segundo momento, foi realizado o teste de esforço em esteira ergométrica até a exaustão voluntária (teste máximo). As cargas foram incrementadas segundo o método de rampa, ou seja, a elevação da intensidade do exercício foi gradual, sendo a inclinação inicial de 10% e a máxima possível de ser atingida no teste de 18%.

A esteira começou o teste com velocidade de 5 km/h, e, a cada um minuto, a velocidade aumentou em 1 km/h, sendo a velocidade máxima possível de 10 km/h. Ao atingirem o máximo de esforço, os participantes iniciavam a fase de recuperação. Eles permaneciam na esteira por mais 3 minutos, até que a esteira parasse por completo e, assim, permaneciam em pé por mais 3 minutos até o último registro da FC e aferição da PA.

Foram registradas as variáveis: (1) FC, medida automaticamente durante todo o teste e analisada em repouso (5 minutos antes do teste), a cada 2 minutos durante o exercício e durante a fase de recuperação (1, 2, 4 e 6 minutos após o término do teste) e (2) PA, aferida no método manual em repouso (5 minutos antes do teste), no início da fase de recuperação (1 minuto) e durante a fase de recuperação (4 e 6 minutos), sendo aferida nos quatro momentos no mesmo braço. Ao final, as variáveis VO<sub>2</sub> máx., MVO<sub>2</sub> máx. e MET foram calculadas pelo software.

A pesquisa necessitou da avaliação da PA, FC, SatO<sub>2</sub> e do eletrocardiograma, sendo utilizados os aparelhos (1) esfigmomanômetro da P.A. MED para a aferição da PA; (2) estetoscópio Littmann Classic III para a avaliação da PA; (3) oxímetro de dedo G-tech Oled Graph para a avaliação da FC e da SatO<sub>2</sub> em repouso; (4) esteira ergométrica marca Micromed modelo Centurion 300 para a realização do teste de esforço; (5) programa ErgoPC 3.0 para programar a esteira, para registro da FC e do eletrocardiograma durante o teste e registrar o VO<sub>2</sub> máx., MVO<sub>2</sub> máx. e MET máx. ao final.

Todas as análises foram realizadas usando o software Statistical Package for Social Sciences (IBM SPSS, IBM Corporation, Armonk, NY, EUA, 25.0). O Teste de Shapiro-Wilk foi realizado para avaliar a normalidade dos dados. A análise descritiva foi utilizada para calcular média, desvio padrão, mediana e percentis, frequências absolutas e relativas.

Para comparação das características entre os grupos utilizou-se análise variância – ANOVA one way (variáveis paramétricas) e teste de Kruskal-Wallis (variáveis não paramétricas). ANOVA fatorial de delineamento misto com medidas repetidas foi utilizada para comparação das respostas hemodinâmicas entre os grupos e em todos os momentos. O Teste de Exato de Fischer / razão de verossimilhança foi utilizado para verificar as diferenças entre as prevalências (variáveis categóricas). Tratamento com Bonferroni foi usado para identificar diferenças significativas.  $P < 0,05$  foi adotado como significância. Os protocolos utilizados na pesquisa foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sendo o Certificado de Apresentação e de Apreciação Ética (CAAE) de protocolo número 64685422.9.0000.0023 e de parecer número 5894352, dado em 14 de fevereiro de 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo, participaram 25 jovens divididos em três grupos: não fumantes ( $n=10$ ), fumantes de CEs ( $n=10$ ) e fumantes de outros tipos de cigarro ( $n=5$ ). A idade dos participantes variou entre 18 e 30 anos, com uma média de 23,92 anos e uma mediana de 23 anos. O peso variou entre 48 e 81 quilos, com uma média de 68,27 quilos e uma mediana de 70,30 quilos. A estatura variou entre 1,62 e 1,85 metros, com uma média de 1,74 metros e uma mediana de 1,75 metros. O IMC variou entre 16 e 28,63 kg/m<sup>2</sup>, com uma média de 22,61 kg/m<sup>2</sup> e uma mediana de 22,82 kg/m<sup>2</sup>.

Na comparação das características entre os grupos, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para idade, peso, estatura e IMC. No grupo controle ( $n=10$ ), a média de idade foi de 23,30 anos, a média de peso foi de 68,19 quilos, a média de estatura foi de 1,75 metros e a média de IMC foi de 22,27 kg/m<sup>2</sup>. No grupo de usuários de CEs ( $n=10$ ), a média de idade foi de 24,80 anos, a média de peso foi de 67,37



quilos, a média de estatura foi de 1,73 metros e a média de IMC foi de 22,66 kg/m<sup>2</sup>. No grupo de usuários de outros tipos de cigarros (n=5), a média de idade foi de 23,40 anos, a média de peso foi de 70,22 quilos, a média de estatura foi de 1,74 metros e a média de IMC foi de 23,17 kg/m<sup>2</sup>.

Em relação à realização de atividades físicas, a maior parte dos indivíduos eram muito ativos (44,0%) e ativos (40,0%), assim classificados de acordo com o questionário IPAQ (MATSUDO S, et al. 2001). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para as prevalências de nível de atividade física entre grupos (p > 0,05).

Quanto à FC, observou-se menor FC no primeiro minuto da recuperação no grupo de usuários de CEs em relação ao grupo controle ( $\Delta = - 24,10$  bpm; p = 0,026). Porém, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nos demais momentos (p > 0,05) (**Tabela 1**). No estudo todos os participantes atingiram 85% da FC máxima esperada, sugerindo ausência de incompetência cronotrópica.

**Tabela 1-** Comparação da resposta de frequência cardíaca de acordo com as interações entre momentos e grupos (n=25).

	Controle (n=10)	Cigarro eletrônico (n=10)	Outros Cigarros (n=5)
<b>Frequência Cardíaca</b>			
Repouso	84,10 ± 10,72	79,20 ± 4,89	75,60 ± 14,26
Máxima	195,50 ± 9,30*	188,70 ± 13,08*	192,40 ± 13,72*
Recuperação 1 min	178,80 ± 13,74*§	154,70 ± 17,99*†§	159,20 ± 27,81*§
Recuperação 2 min	158,90 ± 15,57*§¥	140,30 ± 19,44*§¥	147,40 ± 31,60*§¥
Recuperação 4 min	136,60 ± 19,44*§¥¶	117,00 ± 14,34*§¥¶	130,40 ± 35,00*§¥¶
Recuperação 6 min	128,30 ± 17,45*§¥¶†	109,50 ± 14,92*§¥¶†	119,20 ± 29,12*§¥¶†

**Legenda:** os dados são apresentados em média e desvio padrão. \* (p < 0,05) intragrupo em relação ao Repouso. § (p < 0,05) intragrupo em relação a Máxima. ¥ (p < 0,05) intragrupo em relação a Recuperação 1min. ¶ (p < 0,05) intragrupo em relação a Recuperação 2min. † (p < 0,05) intragrupo em relação a Recuperação 4min. ‡ (p < 0,05) em relação ao grupo Controle.

**Fonte:** Pereira CNP, et al., 2024.

A diferença da redução da FC máxima até o sexto minuto da recuperação foi semelhante entre os grupos controle e tabagistas: 67 bpm versus 76 bpm, respectivamente. Estes dados foram discordantes com o que Fried ND e Gardner JD (2020) encontraram. Eles inferem que os produtos encontrados nos cigarros podem induzir rigidez arterial, evidenciado por uma redução da variabilidade da FC, fato não identificado nos usuários durante nossos testes.

Na maioria da amostra, observou-se uma redução da FC no 1º minuto após o exercício de mais de 12 bpm em relação à FC máxima, representando 88,0% dos participantes. Não foram observadas diferenças estatísticas nas prevalências de redução da FC entre os grupos para o 1º minuto de recuperação (p > 0,05) (**Tabela 2**).

**Tabela 2-** Redução da frequência cardíaca no 1º minuto de recuperação em relação a máxima de acordo com os grupos (n=25).

	Total (n=25)	Controle (n=10)	Cigarro eletrônico (n=10)	Outros Cigarros (n=5)	p	
Redução	> 12 bpm	22 (88,0)	8 (80,0)	10 (100,0)	4 (80,0)	0,321
FC 1 min	< 12 bpm	3 (12,0)	2 (20,0)	0 (0,0)	1 (20,0)	-

**Legenda:** os dados são apresentados em frequências absolutas e relativas.

**Fonte:** Pereira CNP, et al., 2024.

Apesar de não encontrarmos diferenças significativas em relação à redução da FC de recuperação do 1º minuto entre os grupos, tal análise é relevante, pois reflete a reativação do sistema parassimpático, indicando a atividade vagal. Estudos anteriores, como o de Cole CR, et al. (1991), estabeleceram que uma redução de 12 bpm ou menos da FC máxima atingida durante esse período é considerada anormal e pode ser um indicador de maior risco de mortalidade geral. Em relação a ausência de diferença das respostas cronotrópicas entre os grupos, isso pode ser atribuído à idade jovem da amostra e ao nível de atividade física, com a maioria dos participantes sendo considerados fisicamente ativos ou muito ativos. Quanto à PAS, a PAS

e a variação da PAS e PAD durante os estágios, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas em nenhum momento entre os grupos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3-** Comparação da resposta de pressão arterial sistólica e diastólica de acordo com as interações entre momentos e grupos (n=25).

	Controle (n=10)	Cigarro eletrônico (n=10)	Outros Cigarros (n=5)
<b>Pressão Arterial Sistólica</b>			
Repouso	127,10 ± 9,24	124,50 ± 12,02	124,20 ± 6,94
Recuperação 1 min	146,00 ± 11,74	167,00 ± 34,01*	164,00 ± 13,42*
Recuperação 4 min	134,70 ± 12,97	151,50 ± 32,39*§	137,80 ± 10,11§
Recuperação 6 min	125,40 ± 17,12§	134,80 ± 27,63§†	135,20 ± 15,74§
<b>Pressão Arterial Diastólica</b>			
Repouso	82,00 ± 11,43	80,70 ± 6,29	85,00 ± 7,07
Recuperação 1 min	71,60 ± 14,23	75,00 ± 19,86	80,40 ± 10,53
Recuperação 4 min	60,10 ± 15,92*§	67,00 ± 15,67*	68,00 ± 14,83
Recuperação 6 min	62,80 ± 16,17*	70,10 ± 17,53	71,00 ± 14,32

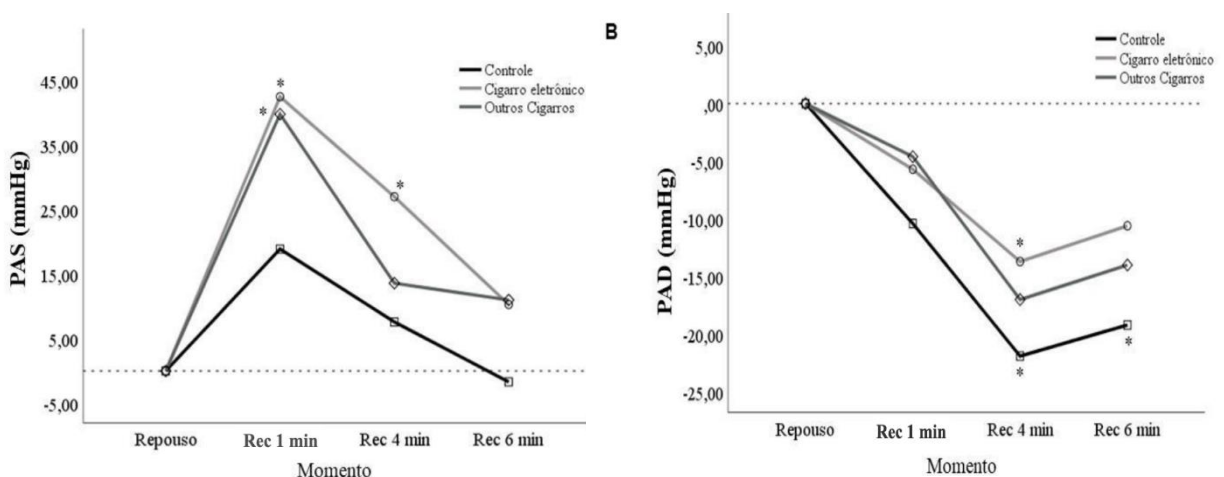
**Legenda:** os dados são apresentados em média e desvio padrão. \* ( $p < 0,05$ ) intragrupo em relação ao repouso. § ( $p < 0,05$ ) intragrupo em relação à recuperação 1 min. † ( $p < 0,05$ ) intragrupo em relação à recuperação 4min.

**Fonte:** Pereira CNP, et al., 2024.

A variação da PAS durante a realização de exercícios físicos e a manutenção da PAD já são bem estabelecidas. Os dados obtidos em nosso estudo estão alinhados com o que foi discutido por Azevêdo LM, et al. (2019), que discorrem sobre o aumento da FC e da PAS durante o exercício, decorrente da ativação do tônus simpático, que eleva a FC e a PAS devido ao aumento do débito cardíaco. Esse fenômeno fisiológico é esperado durante a atividade física e contribui para o suprimento adequado de oxigênio aos músculos em atividade.

Embora na **Figura 1a** e **1b** exista uma tendência à diferença entre os deltas da PAD e PAS, essa diferença não alcançou significância estatística. No entanto, no Rec 6, os grupos de usuários de CEs e de outros tipos de cigarros não retornaram aos valores de PAS de repouso, ao contrário do grupo controle. Essa variação sugere uma possível influência do tabagismo na regulação da PA, apesar de não ter sido estatisticamente significativa neste estudo.

**Figura 1-** Variação da PAS (painel A) e PAD (painel B) em relação aos valores de repouso de acordo com os grupos (n=25).



**Fonte:** Pereira CNP, et al., 2024.

A médio e longo prazo, estudos identificaram um aumento permanente na PA devido ao uso sustentado de CEs com nicotina (BIANCO E, et al., 2021). Além disso, a exposição às substâncias dos CEs também está relacionada à disfunção endotelial, que afeta a integridade vascular, reduzindo a vasodilatação, aumentando a atividade pró-oxidativa e pró-trombótica, além de maior expressão moléculas de adesão de superfície das

células endoteliais, evento precoce na fisiopatologia da aterosclerose (CHHOR M, et al., 2023). O estágio final destes mecanismos é a cardiotoxicidade, que pode ser irreversível quando há necrose ou apoptose das células miocárdicas (LUCA AC, et al., 2023). Nesse sentido, há associação entre o uso diário de CEs e aumento do risco de infarto do miocárdio (IAM). Indivíduos que possuem o hábito de utilizar CEs estão 1,79 vezes mais propensos a desenvolver IAM do que não fumantes ( $p = 0,004$ ) (ALZAHIRANI T, et al., 2018). Contudo, ainda há controvérsias na literatura em relação à alteração dos parâmetros FC, PA e rigidez arterial devido ao uso de CEs (DAHDAH A, et al., 2022).

Foram obtidos o MVO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub> máx. e MET máximo dos participantes. Na comparação das características entre os grupos, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para MVO<sub>2</sub> ( $p > 0,05$ ). Contudo, menor VO<sub>2</sub> máx. Foi observado no grupo CEs em relação ao grupo outros cigarros e controle ( $p = 0,033$ ;  $p = 0,042$ ) respectivamente, e maior MET máximo no grupo outros cigarros em relação ao grupo de CEs ( $p = 0,031$ ) (**Tabela 5**).

**Tabela 5-** Comparação das características da amostra de acordo com os grupos (n=25).

	Controle (n=10)	Cigarro eletrônico (n=10)	Outros Cigarros (n=5)	p
MVO <sub>2</sub>	25,18 ± 1,84	22,60 ± 3,93	23,64 ± 4,11	0,232 <sup>a</sup>
VO <sub>2</sub> máximo	49,26 (43,68 – 49,84)	43,68 (39,25 – 44,25)*	49,84 (46,50 – 49,84) <sup>§</sup>	0,012 <sup>b</sup>
MET máximo	13,92 (12,48 – 14,24)	12,48 (11,21 – 12,64)	14,24 (13,28 – 14,24) <sup>§</sup>	0,018 <sup>b</sup>

**Legenda:** os dados são apresentados em média e desvio padrão ou mediana e percentil 25-75. a p-valor obtido por ANOVA one way. b p-valor obtido por teste de Kruskal-Wallis. MVO<sub>2</sub> = consumo de O<sub>2</sub> máximo pelo miocárdio. VO<sub>2</sub> máximo = Volume de oxigênio máximo. MET máximo = Metabolic Equivalent of Task.

\*( $p < 0,05$ ) intragrupo em relação a Controle<sup>§</sup> ( $p < 0,05$ ) intragrupo em relação a Cigarro eletrônico.

**Fonte:** Pereira CNP, et al., 2024.

Conforme Araújo CGS, et al. (2017), o VO<sub>2</sub> máx. é uma medida que reflete a capacidade aeróbica máxima de um indivíduo, representando a quantidade máxima de oxigênio que pode ser absorvida e utilizada durante o exercício. Ele é considerado um prognóstico mais preciso para a mortalidade por todas as causas em comparação com outros marcadores biológicos. Já o MET, do inglês *Metabolic Equivalent Intensity Level*, estima o gasto energético durante a atividade física e possui valor prognóstico, indicando que cada aumento de 1 MET na condição aeróbica está associado a redução de 12% na mortalidade por todas as causas.

Os usuários de CEs apresentaram menor VO<sub>2</sub> máx., menor MET e, conseqüentemente, menor capacidade funcional em comparação aos outros grupos (**Tabela 5**). Estes achados sugerem que o uso de CEs pode estar associado a uma pior condição aeróbica e menor capacidade funcional. O estudo apresentou como limitação a pequena amostra e a dificuldade em encontrar pacientes jovens que fumavam exclusivamente “outros tipos de cigarros”, sendo esse uso concomitante ao de CEs, situação a qual expõe os indivíduos a uma gama maior de toxinas (SNELL LM, et al., 2020). Seria pertinente recrutar uma amostra maior para que as diferenças no teste de esforço alcançadas em nossos dados se tornassem mais evidentes. Pesquisas com acompanhamento longitudinal são fundamentais para avaliar os efeitos a longo prazo que a utilização precoce e intensa dos CEs possam ocasionar.

## CONCLUSÃO

Observou-se uma tendência de aumento na pressão arterial em fumantes de CEs e outros tipos de cigarros, embora não tenha sido estatisticamente significativa. Após a fase de recuperação, os fumantes não retornaram aos níveis de pressão arterial em repouso como o grupo controle. Além disso, os usuários de CEs mostraram menor capacidade funcional, medida pelo VO<sub>2</sub> máx. e MET máximo. Ainda se faz necessário mais pesquisas sobre os efeitos dos CEs, no sistema cardiovascular. Entretanto, os resultados apresentados são suficientes para desencorajar o uso de CEs.

## AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB) pela disponibilização dos laboratórios e os equipamentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa. À assessoria de pesquisa do UniCEUB, que sempre esteve

disponível para sanar as dúvidas e nos auxiliar e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica (132108/2022-4).

## REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2009. Resolução RDC n. 46, de 28 de agosto de 2009. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0046\\_28\\_08\\_2009.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0046_28_08_2009.html). Acessado em: 25 de fevereiro de 2024.
2. ALZHRANI T, et al. Association between electronic cigarette use and myocardial infarction. *Am J Prev Med*. 2018; 55: 455–461.
3. ARAÚJO CGS, et al. Exercício aeróbico e coração: discutindo doses. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2017; 108(3): 271-275.
4. AZEVÊDO LM, et al. Exercício físico e pressão arterial: efeitos, mecanismos, influências e implicações na hipertensão arterial. *Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo*. 2019; 29(4): 415-22.
5. BIANCO E, et al. E-Cigarettes: A New Threat to Cardiovascular Health—A World Heart Federation Policy Brief. *Global Heart*. 2021; 16(1): 72.
6. CHHOR M, et al. E-Cigarette Aerosol Condensate Leads to Impaired Coronary Endothelial Cell Health and Restricted Angiogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(7): 6378.
7. Cole CR, et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. 1999; 341(18): 1351-1357.
8. DAHDAH A, et al. Immunological Insights into Cigarette Smoking-Induced Cardiovascular Disease Risk. *Cells*. 2022; 11(20): 3190.
9. DUARTE GR, et al. TABAGISMO: UM DESAFIO A SE PERFAZER. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*. 2021; 2(10), e210805.
10. ELTORAI AE, et al. Impact of electronic cigarettes on various organ systems. *Respiratory care*. 2019; 64(3): 328-336.
11. Fried ND, Gardner JD. Heat-not-burn tobacco products: an emerging threat to cardiovascular health. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2020; 319(6): H1234-H1239.
12. GERLOFF J, et al. Inflammatory Response and Barrier Dysfunction by Different e-Cigarette Flavoring Chemicals Identified by Gas Chromatography-Mass Spectrometry in e-Liquids and e-Vapors on Human Lung Epithelial Cells and Fibroblasts. *Appl In Vitro Toxicol*. 2017; 3(1): 28-40.
13. KAVOUSI M, et al. Electronic cigarettes and health with special focus on cardiovascular effects: position paper of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *European Journal of Preventive Cardiology*. 2021; 28(14): 1552-1566.
14. LUCA AC, et al. Cardiotoxicity of Electronic Cigarettes and Heat-Not-Burn Tobacco Products—A Problem for the Modern Pediatric Cardiologist. *Healthcare (Basel)*. 2023; 11(4): 491.
15. MATSUDO S, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Atividade física & saúde*. 2001; 6(2): 5-18.
16. NAVAS-ACIEN A, et al. Early Cardiovascular Risk in E-cigarette Users: the Potential Role of Metals. *Curr Environ Health Rep*. 2020; 7(4): 353-361.
17. PRICE LR e MARTINEZ J. Cardiovascular, carcinogenic and reproductive effects of nicotine exposure: A narrative review of the scientific literature. *F1000Res*. 2019; 8:1586.
18. QASIM H, et al. Impact of electronic cigarettes on the cardiovascular system. *Journal of the American Heart Association*. 2017; 6(9): e006353.
19. SKOTSIMARA G, et al. Cardiovascular effects of electronic cigarettes: a systematic review and meta-analysis. *European journal of preventive cardiology*. 2019;26(11):1219-1228.
20. SNELL LM, et al. A Longitudinal Analysis of Nicotine Dependence and Transitions From Dual Use of Cigarettes and Electronic Cigarettes: Evidence From Waves 1-3 of the PATH Study. *J Stud Alcohol Drugs*. 2020; 81(5): 595-603.
21. TALIH S, et al. Effects of user puff topography, device voltage, and liquid nicotine concentration on electronic cigarette nicotine yield: measurements and model predictions. *Nicotine Tob Res* 2015; 17(2): 150–157.
22. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000–2025. World Health Organization. 4th ed, 2021. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/348537?locale-attribute=pt&> Acessado em: 14 de fevereiro de 2024.