



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS INHUMAS
LICENCIATURA EM QUÍMICA

BRENDA FERNANDES DE MORAIS

DETERMINAÇÃO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM PRODUTOS DO TABACO
Comparação entre Cigarro Tradicional e Cigarro de Palha

Inhumas
2025

BRENDA FERNANDES DE MORAIS

DETERMINAÇÃO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM PRODUTOS DE TABACO
Comparação entre Cigarro Tradicional e Cigarro de Palha

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - câmpus Inhumas/IFG como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Elisangela Cardoso de Lima Borges.

Inhumas

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Morais, Brenda Fernandes de

M828 Determinação de sódio e potássio em produtos de tabaco: comparação entre cigarro tradicional e cigarro de palha [Manuscrito]. / Brenda Fernandes de Moraes – Inhumas: IFG, 2025.

44 f.

Inclui bibliografia.

Orientadora: Profa. Dra. Elisangela Cardoso de Lima Borges.

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química – IFG/Câmpus Inhumas, 2025.

1. Sódio e potássio. 2. Cigarro. 3. Fotometria de chama. 4. Borges, Elisangela Cardoso de Lima (orientadora). I. Título.

CDD 543.4

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária
Larissa Stefane Rodrigues de Lima - CRB/1-3424
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Câmpus Inhumas – Biblioteca Atena



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Brenda Fernandes de Moraes

Matrícula: 20201030020042

Título do Trabalho: DETERMINAÇÃO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM PRODUTOS DO TABACO:
Comparação entre Cigarro Tradicional e Cigarro de Palha

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

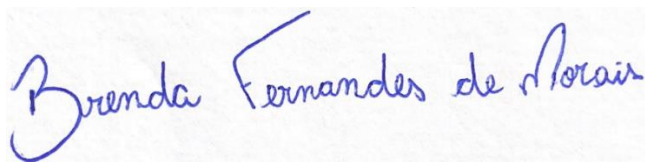
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inhumas, 21 / 05 / 2025 .
Local Data

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS**



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS INHUMAS

Folha de Aprovação

BRENDA FERNANDES DE MORAIS

DETERMINAÇÃO DE SÓDIO E POTÁSSIO EM PRODUTOS DE TABACO: Comparação entre Cigarro Tradicional e Cigarro de Palha

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - câmpus Inhumas/IFG como requisito para obtenção do título de Licenciada em Química, sob orientação da Profª.Dra. Elisangela Cardoso de Lima Borges.

BANCA EXAMINADORA

Assinado eletronicamente

Profa. Dra. Elisangela Cardoso de Lima Borges
(orientadora - IFG/campus Inhumas)

Assinado eletronicamente

Profa. Dra. Elaine Reed
(Membro interno - IFG/campus Inhumas)

Assinado eletronicamente

Prof. Dr. Fernando Pereira de Sá
(Membro interno - IFG/campus Inhumas)

Inhumas – GO
2025

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernando Pereira de Sa**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/05/2025 16:41:58.
- **Elaine Reed**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/05/2025 13:21:19.
- **Elisangela Cardoso de Lima Borges**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/05/2025 12:51:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/05/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 650763

Código de Autenticação: 3499ff59b6



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Av. Universitária, S/Nº, S/N, Vale das Goiabeiras, INHUMAS / GO, CEP 75402-556
(62) 3514-9543 (ramal: 9543)

Dedico este trabalho à minha família,
e a todos que fizeram parte desta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus, pela força, sabedoria e saúde para concluir mais essa etapa da minha vida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Elisangela Cardoso de Lima Borges, agradeço pela paciência e compreensão ao longo desse processo, sempre disposta a compartilhar seu conhecimento e orientar com dedicação.

À minha mãe, Daiane Fernandes de Lima, agradeço pelo amor incondicional, incentivo e por estar sempre ao meu lado nos momentos mais desafiadores.

À minha irmã, Leticia Fernandes de Moraes, agradeço pelo companheirismo e por toda a ajuda durante essa jornada.

Aos meus colegas de faculdade, agradeço pela união e parceria, trocas de aprendizado e pelos momentos que tornaram essa caminhada mais significativa e leve.

A todos que não foram mencionados, mas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero obrigado!

*"Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido. Agora é hora de compreender mais,
para que possamos temer menos."*

— Marie Curie

RESUMO

O consumo do fumo e seu uso em produtos de tabaco continua sendo um problema de extrema importância para a saúde pública, com implicações diretas para os sistemas respiratório e cardiovascular. Este trabalho teve como objetivo analisar os teores de sódio (Na) e potássio (K) presentes na fumaça tragada e na barra do fumo em amostras de cigarro tradicional e cigarro de palha. A metodologia empregada foi a digestão ácida da fumaça coletada por sistema de sucção e por digestão seca para a barra dos cigarros para detecção dos analitos com a técnica de fotometria de chama com adição de padrão. Os resultados para Na e K na amostra de cigarro tradicional, tanto na fumaça quanto na barra do fumo, não foram precisos devido ao elevado erro analítico observado — atribuído ao reuso inadequado de vidrarias, caracterizando um erro grosseiro. Quanto ao cigarro de palha não foi detectado nenhum dos dois analitos na fumaça, enquanto que na barra do fumo apenas K foi detectado na concentração de $0,3 \pm 0,1$ mg/g. A análise da fumaça permite estimar o quanto dos elementos presentes na massa do cigarro é, de fato, transferido ao organismo durante a inalação, sendo que parte desses elementos pode ser decomposta pelo calor ou retida no filtro e nas cinzas. Com base nesses achados, destaca-se a importância de investigações futuras utilizando técnicas analíticas mais sensíveis e abrangentes, além da necessidade de ampliar o escopo de marcas e amostras avaliadas. Conclui-se que, embora os teores de sódio e potássio não tenham sido detectados na fumaça, a presença de potássio na barra de fumo, ainda que discreta, se soma às outras 4700 substâncias químicas já referenciadas por diversas pesquisas. Tal adição não é desprezível, especialmente em indivíduos com consumo crônico e em populações sensíveis, como hipertensos ou pessoas com distúrbios renais. Esses achados reforçam a complexidade química da fumaça do cigarro e demonstram a importância de se considerar não apenas os compostos tóxicos do fumo, mas também os elementos inorgânicos que podem impactar o equilíbrio eletrolítico do organismo a longo prazo.

Palavras-Chave: Fotometria de Chama. Fumaça. Potássio. Tabaco. Sódio.

ABSTRACT

The consumption of tobacco and its use in tobacco products remains a matter of utmost importance for public health, with direct implications for the respiratory and cardiovascular systems. This study aimed to analyze the levels of sodium (Na) and potassium (K) present in inhaled smoke and in the tobacco rod of samples from traditional cigarettes and straw cigarettes. The methodology employed was acid digestion of smoke collected via a suction system, and dry digestion for the tobacco rods, followed by detection of the analytes using the flame photometry technique with standard addition. The results for Na and K in the traditional cigarette samples, both in the smoke and in the tobacco rod, were not accurate due to a high analytical error—attributed to improper reuse of glassware, characterizing a gross error. In the case of the straw cigarette, neither analyte was detected in the smoke, while in the tobacco rod only K was detected at a concentration of 0.3 ± 0.1 mg/g. Smoke analysis allows for estimation of how much of the elements present in the cigarette mass are actually transferred to the body during inhalation, although part of these elements may be decomposed by heat or retained in the filter and ashes. Based on these findings, the importance of future investigations is emphasized, using more sensitive and comprehensive analytical techniques, as well as the need to expand the range of brands and samples analyzed. It is concluded that although sodium and potassium levels were not detected in the smoke, the presence of potassium in the tobacco rod, albeit low, adds to the over 4,700 chemical substances already documented by various studies. This addition is not negligible, especially for individuals with chronic consumption and sensitive populations, such as those with hypertension or kidney disorders. These findings reinforce the chemical complexity of cigarette smoke and demonstrate the importance of considering not only the toxic compounds in tobacco, but also the inorganic elements that may impact the body's electrolyte balance over the long term.

Keywords: Flame Photometry. Smoke. Potassium. Sodium. Tobacco.

SUMÁRIO

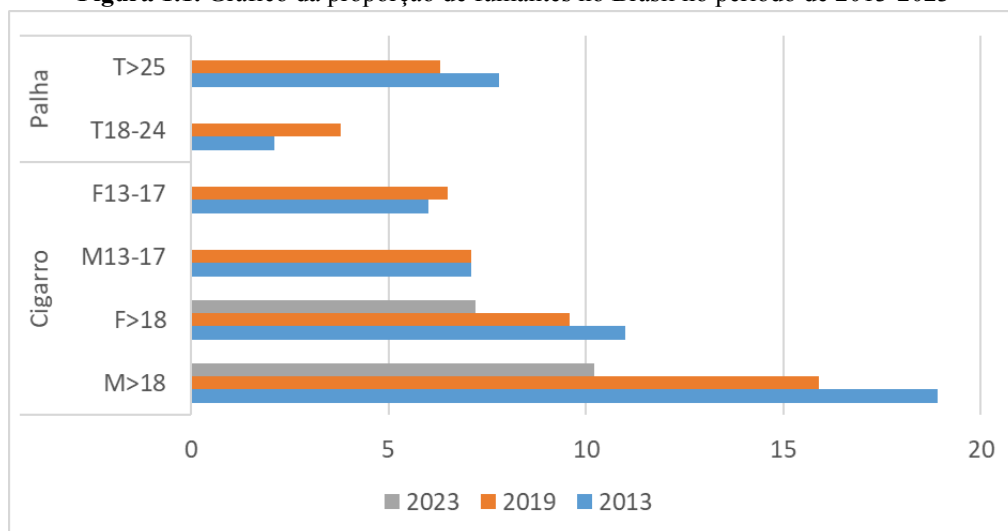
1 Introdução.....	12
2 Objetivos.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivo Específico.....	15
3 Fundamentação teórica.....	16
3.1 Legislação.....	16
3.1.1 Regulação do Tabagismo no Brasil.....	16
3.2 Analito de Estudo.....	17
3.2.1 Sódio.....	17
3.2.2 Potássio.....	18
3.3 Amostras de Estudo.....	19
3.3.1 Cigarro Tradicional/Convencional.....	19
3.3.2 Cigarro de Palha.....	20
3.4 Técnica de Medição Química.....	21
3.4.1 Fotometria de chama.....	21
4 Procedimento Experimental.....	24
4.1 Método da aspiração do vapor.....	24
4.2 Método de digestão total na barra de fumo.....	25
5 Resultados e Discussão.....	27
5.1 Busca bibliográfica.....	27
5.2 Processo laboratorial.....	29
5.2.1 Importância do HCl.....	29
5.2.2 Aspecto dos extratos.....	30
5.2.2.1 Fumaça.....	30
5.2.2.2 barra de fumo.....	32
5.2.3 Adição Padrão.....	33
5.2.4 Teor de Na e K no cigarro.....	33
5.2.5 Relação entre os teores de Sódio e Potássio nos cigarros e os limites fisiológicos no sangue Humano.....	36
6 Conclusão.....	38
Referências Bibliográficas.....	39

1 Introdução

O tabagismo é uma prática ancestral, remontando aos primórdios da pré-história humana e tornou-se uma epidemia de consumo que emergiu no final do século XIX, impulsionada pela invenção da máquina de fabricação de cigarros, segundo Cardoso *et al.* (2021) e BAT Brasil (2024).

Em todo o mundo há 1,25 bilhão de adultos usuários de tabaco de acordo com as últimas estimativas do relatório de tendências de tabagismo da Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgado em 16 de janeiro de 2024 (OPAS, 2024). No Brasil, segundo o Instituto Nacional do Câncer, com as medidas de controle do tabaco recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), denominadas pelas sigla MPOWER¹, o consumo de cigarro tradicional entre pessoas acima de 18 anos e jovens entre 13 a 17 anos vêm sofrendo redução desde 2013 (INCA, 2022), conforme a Figura 1.1, o que não se reflete quanto ao consumo do fumo no cigarro de palha entre os jovens (OPAS, 2024).

Figura 1.1. Gráfico da proporção de fumantes no Brasil no período de 2013-2023



Fonte: INCA, 2022.

Todas as formas de tabaco seja inalado (cigarro, charuto, cachimbo, narguilé, cigarro de palha, eletrônico), aspirado (rapé) ou mastigado (fumo-de-rolô), são prejudiciais à saúde (Cardoso *et al.* 2021) e ao desenvolvimento de diversas doenças respiratórias,

¹Um pacote de políticas que fornece um conjunto abrangente de intervenções para ajudar os países a combater a epidemia do tabaco. M (*to monitor*): monitorar o uso do tabaco e as políticas de prevenção. P (*to protect*): proteger as pessoas da fumaça do tabaco; O (*to offer*): oferecer ajuda para parar de fumar; W (*to warn*): avisar sobre os perigos do tabaco; E (*to enforce*): Aplicar proibições à publicidade, promoção e patrocínio do tabaco; R (*to raise*): aumentar os impostos sobre o tabaco (INCA, 2022).

cardiovasculares e neoplásicas cuja mortalidade é estimada em até o dobro em comparação com não fumantes (Melo; Uhlmann, 2021).

O primeiro relato científico sobre os efeitos nocivos do tabagismo foi datado no ano de 1953 por Ernst Wynder, médico alemão nos Estados Unidos, e teve um impacto muito negativo para a indústria; foi a primeira vez que um estudo de laboratório comprovou a ação cancerígena do consumo das folhas de fumo. À medida que a Medicina continuava a demonstrar associações entre o tabagismo e doenças, o conceito de substância prejudicial à saúde foi crescendo entre a população, sentimento que se consolidou nos anos 80, quando não havia mais dúvida sobre os malefícios do seu uso (Vieira, 2005).

Diversos distúrbios sistêmicos crônicos são diretamente atribuíveis à exposição contínua à fumaça do fumo, prejudicando gravemente os sistemas respiratório e cardiovascular, o que contribui para o desenvolvimento de hipertensão, aterosclerose, bem como aumentando o risco de neurodegeneração, especificamente disfunção cerebrovascular e demência (Garza *et al.*, 2023)

O fumo é um produto agrícola processado a partir das folhas de plantas do gênero *Nicotiana* (Carvalho, 2021) cuja composição química pode atingir mais de 4000 substâncias a depender da variedade da folha, natureza do solo, condições climáticas, práticas culturais, processos de colheita e métodos tecnológicos de cura e fermentação (Lourenço, 1999). Já na composição química da fumaça inalada através do tabaco² acrescenta-se a composição do papel para embalar, o uso de filtros para retenção de substâncias e a adição de aditivos para torná-los mais atraentes, palatáveis, viciantes e desejáveis para os potenciais consumidores (Paumgartten; Carneiro; Oliveira, 2017).

Complementar a esta composição supracitada do tabaco e seus produtos derivados os pesquisadores Paumgartten, Gomes-Carneiro e Oliveira (2017) afirmam que “a combustão do fumo inalada através do tabaco gera um número indeterminado de produtos de pirólise dos ingredientes do revestimento e dos sabores de cobertura, o que torna a fumaça [...] uma mistura de ingredientes ainda mais complexa [e tóxica].

²Em 1492, espanhóis observaram que os nativos das Américas aspiravam a fumaça de folhas secas de uma planta local chamada de *cohiba*, posteriormente denominada pelos europeus de fumo, termo originário do latim *fumu*. O hábito era consumado através de um instrumento que os indígenas chamavam de *tabaco*, composto de um pequeno tubo dividido em duas partes, a mais estreita era introduzida na boca para absorver a fumaça e a mais larga servia para conter as folhas secas de fumo. Daí a origem dos termos fumo e tabaco, muitas vezes empregados erroneamente como sinônimos, sendo que o último se popularizou ao redor do mundo como *Tabak* (alemão), *Tobacco* (inglês e italiano) e *Tabbaq* (árabe). No entanto, existe uma distinção entre as duas palavras: o termo **fumo** refere-se à planta, enquanto o termo **tabaco** refere-se ao instrumento usado para fumar, posteriormente transformado e conhecido como cachimbo (Hirsch; Landau, 2020).

O hábito de fumar é reconhecido como uma doença epidêmica que causa dependência física, psicológica e comportamental semelhante ao que ocorre com o uso de outras drogas como álcool, cocaína e heroína. Em uma tragada os fumantes (e os fumantes passivos) inalam mais de 4.720 substâncias tóxicas, como: monóxido de carbono, nicotina, amônia, óxidos de nitrogênio, cetonas, acetaldeído, acroleína, além de substâncias cancerígenas, sendo as principais: arsênio, níquel, formaldeído, benzopireno, cádmio, chumbo, resíduos de agrotóxicos e substâncias radioativas (Biblioteca virtual em saúde, 2020).

Partindo-se das considerações supracitadas, levanta-se a questão-problematizadora para o desenvolvimento deste trabalho: “Na fumaça tragada de produtos derivados do tabaco há a presença das espécies químicas sódio e potássio em nível tóxico?” A justificativa desta questão baseia-se na afirmação do grupo de pesquisadores Pereira *et al.* (2019) ao identificar os fatores sociodemográficos associados à estimativa de alta relação de consumo de sódio/potássio:

O consumo de sódio e potássio é um importante preditor de morbidade e mortalidade, e a relação entre eles tem se mostrado um preditor ainda melhor do risco de hipertensão e doenças cardiovasculares, sendo esta relação considerada mais importante do que as estimativas isoladas destes dois nutrientes.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é determinar os elementos químicos sódio e potássio pela técnica de fotometria de chama a partir da prévia solubilização da fumaça tragada de produtos derivados do tabaco cigarro e cigarro de palha a fim de fornecer uma visão das complexidades associadas ao uso do tabaco e seu impacto na saúde pública.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Determinar os elementos químicos sódio e potássio na fumaça tragada de diferentes produtos de tabaco a fim de fornecer dados sobre potencial risco à saúde como hipertensão e doenças cardiovasculares.

2.2 Objetivo Específico

- Descrever as propriedades dos elementos sódio e potássio para a saúde humana.
- Descrever o princípio da técnica fotométrica.
- Detalhar um esquema de montagem para a traga/ sucção das amostras de fumaça do cigarro e cigarro de palha.
- Comparar, estatisticamente, se há semelhança na quantidade de sódio e potássio entre os tipos de produtos do tabaco e entre o tipo de forma amostral extraída para os elementos.
- Determinar, com base nos valores de referência e nos parâmetros clínicos estabelecidos por órgãos de saúde se as quantidades de sódio e de potássio são prejudiciais à saúde humana.

3 Fundamentação teórica

3.1 Legislação

3.1.1 Regulação do Tabagismo no Brasil

O tabaco, originário das Américas Central e do Sul e, mais precisamente nativa dos Andes bolivianos, foi inicialmente empregado em rituais religiosos para alcançar experiências transcendentais. Com o advento das grandes navegações a partir do século XV, o hábito de fumar se disseminou pela Europa por marinheiros, soldados e até mesmo piratas tornando-se um produto de grande importância econômica e de uso comum em todas as camadas da sociedade, manifestando-se de diversas formas: comer, beber, mascar e aspirar e, principalmente como hábito de tragar: cigarro, rapé, cachimbo e charuto (Cardoso *et al.* 2021; BAT Brasil, 2024).

A regulamentação do tabaco no Brasil remonta ao século XVIII, com o Marquês de Pombal, que, maximiza os lucros para Portugal, implementando medidas mercantilistas, como novos tributos e companhias de comércio. Essas companhias priorizavam interesses econômicos, sem preocupação com o bem comum, e eram frequentemente acusadas de práticas como redução de concorrência (Sales, 2018).

Somente após a Independência, começaram os estudos sobre os malefícios do fumo e o município de São Paulo, em 1906, foi o primeiro a legislar sobre o tema, seguido por iniciativas nacionais nas décadas seguintes. Em 1977, o Decreto-Lei nº 1.593 trouxe critérios rigorosos para as empresas de cigarro, como registro especial e classificação. Na década de 1980, diversos projetos de lei buscaram regulamentar o tabagismo, alinhados às recomendações internacionais, culminando com a Lei nº 7.488/86, que instituiu o Dia Nacional de Combate ao Fumo (Sales, 2018).

Alinhado à necessidade de combate ao fumo, em 1988, a Portaria nº 490 obrigou as empresas de tabaco a incluir alertas sobre os perigos do fumo em embalagens e propagandas, mas essas mensagens tiveram impacto limitado devido à baixa visibilidade (Sales, 2018).

Posteriormente, a Lei nº 9.294/96, conhecida como Lei Antifumo, proíbe o uso de produtos derivados do tabaco em ambientes fechados, sejam privados ou públicos, também estabelece que as embalagens, pôsteres, painéis, cartazes, jornais e revistas que divulgam esses produtos devem conter advertências sobre os malefícios do tabagismo. Contudo a regulação dos produtos de tabaco somente começou a fazer parte do escopo de atividades da vigilância sanitária no Brasil em 1999, com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Lei 9782/1999. Tal fato fez com que o Brasil fosse o 1º país

do mundo a mandar uma Agência Reguladora na área da saúde (usualmente nos demais países esse controle era feito diretamente pelos Ministérios da Saúde) para regular produtos de tabaco (Silva; Moreira, 2020).

3.2 Analito de Estudo

3.2.1 Sódio

O sódio é um elemento químico representado na tabela periódica pelo símbolo Na (derivado do latim *natrium*), número atômico 11 e pertence ao grupo 1, que corresponde aos metais alcalinos.

O cloreto de sódio é uma substância indispensável na vida cotidiana e na fisiologia humana. Amplamente utilizado como tempero, é também um mineral essencial para o funcionamento adequado do organismo. Ele desempenha um papel crucial na transmissão de impulsos nervosos, permitindo uma comunicação eficiente entre as células nervosas. Além disso, é vital para o ajuste da contração muscular, essencial para o movimento e o funcionamento do coração, e contribui para o equilíbrio dos fluidos corporais e do pH, garantindo a homeostase (Silva *et al.*, 2020).

A dualidade do sódio como um elemento químico reativo e como um componente indispensável da vida ilustra sua importância tanto na natureza quanto na saúde humana. Apesar de sua utilidade, o consumo excessivo de cloreto de sódio pode levar a problemas de saúde, como hipertensão arterial, evidenciando a necessidade de equilíbrio no uso desse mineral essencial (Silva *et al.*, 2020).

O seu excesso é prejudicial à saúde e afeta a função endotelial das artérias, aumenta a massa ventricular esquerda e a espessura da parede, mesmo em indivíduos sem hipertensão, além disso contribui para disfunções renais, incluindo aumento da resistência vascular renal e declínio no fluxo plasmático glomerular. A relação entre sódio e pressão arterial (PA) é bem estabelecida, com evidências de que a redução da ingestão diminui a PA, especialmente em populações vulneráveis (idosos e hipertensos). Ensaio clínicos e meta-análises confirmam uma associação linear entre menor consumo de sódio e reduções significativas na PA, refletindo a importância da moderação na ingestão (Farquhar *et al.*, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) expressa preocupação com a ingestão excessiva de sódio e recomenda a redução desse consumo (Silva Júnior, 2019). Essa orientação é importante porque a alta ingestão de sódio está associada ao aumento do risco de hipertensão arterial e síndrome metabólica, o que pode contribuir para maior

morbi-mortalidade relacionada a doenças cardiovasculares e renais (Bombing; Francisco; Machado, 2014).

3.2.2 Potássio

O potássio é um elemento químico representado na tabela periódica pelo símbolo K (do latim *kalium*) e número atômico 19. Assim como o sódio, ele pertence ao grupo 1, conhecido como os metais alcalinos. Este elemento é fundamental tanto na química quanto na biologia, desempenhando funções críticas para a vida e sendo amplamente utilizado em diversas aplicações.

Segundo Muiesan, Buso e Rosei (2023), uma alta ingestão de potássio, seja por meio de suplementos ou por uma dieta rica, pode ajudar a reduzir a pressão arterial. Contudo, seus benefícios vão além da pressão arterial, como, por exemplo, a diminuição do risco de derrames independentes das alterações de pressão. A Organização Mundial da Saúde recomenda que a ingestão seja de pelo menos 90 mmol/dia (ou ≥ 3510 mg/dia) de potássio para adultos. O consumo de níveis inadequados desse nutriente está associado a um risco maior de doenças cardiovasculares, especialmente derrames.

A regulação do potássio no organismo é essencial para a função celular, especialmente em células excitáveis, uma vez que o equilíbrio entre as concentrações intra e extracelulares de potássio determina o potencial de membrana. Em pacientes com doença renal crônica (DRC) avançada, o risco de hipercalemia (potássio sérico $>5,0$ ou $>5,5$ mEq/L) aumenta devido à perda progressiva da função renal e ao uso de medicamentos, como inibidores do sistema renina-angiotensina-aldosterona. Embora a hipercalemia esteja associada à maior morbidade e mortalidade, os limites precisos em que esses níveis causam esses riscos ainda são debatidos (Kettritz; Loffing, 2023).

O equilíbrio do potássio depende da regulação entre sua distribuição intra/extracelular e a eliminação sistêmica proporcional à ingestão dietética. Estratégias dietéticas para limitar o potássio são frequentemente recomendadas em pacientes com hipercalemia, mas apresentam desafios à adesão e podem limitar os benefícios dos alimentos ricos em potássio, como redução da pressão arterial, menor risco cardiovascular e prevenção (Kettritz; Loffing, 2023).

O uso de novos agentes de ligação de potássio, como patirómero e ciclosilicato de zircônio e sódio, pode auxiliar no controle da hipercalemia, permitindo uma maior flexibilidade na dieta e preservando os benefícios dos alimentos ricos em potássio. Assim,

compreender a complexidade da homeostase do potássio e seu impacto na saúde e na doença é crucial para o manejo eficaz de pacientes com distúrbios de potássio, promovendo estratégias terapêuticas mais seguras e eficazes (Clegg; Headley; Germain, 2020).

3.3 Amostras de Estudo

3.3.1 Cigarro Tradicional/Convencional

Em geral, o cigarro tradicional é dividido em quatro partes principais: a barra de fumo, o papel de cigarro, o filtro e a ponteira conforme a Figura 3.1.

Figura 3.1 - Componentes do Cigarro Tradicional



Fonte: Brito, 2023.

O cigarro tradicional, também chamado de cigarro convencional, recebe essa denominação por ser fabricado de maneira clássica. Ele consiste em um rolo fino de tabaco, como um cilindro fino, envolto por um papel específico para fumar (Brito, 2023), tais como o papel de seda Zomo, papel Colomy e o papelito, cuja descrição da composição segue no Quadro 3.1:

Quadro 3.1 - Detalhe da composição dos papeis usados na fabricação do cigarro tradicional

Papel de seda Zomo
Seda Zomo Slim Alfafa: goma natural de madeiras de reflorestamento com clorofila de alfafa. Seda Zomo Natural Mini: goma arábica natural, à base de farinha de arroz. Zomo Paper: cânhamo 100% livre de cloro, branqueamento e outros aditivos químicos. Zomo Paper Alfafa: alfafa 100% natural e orgânica do cultivo ecológico certificado. Zomo Paper Natural Slim: papel francês de alta qualidade.

continua...

Quadro 3.1 - Detalhe da composição dos papeis usados na fabricação do cigarro tradicional (continuação)

Papel Colomy
mistura de fibras de linho e cânhamo. Não contém aditivos ou produtos químicos adicionais.
Papelito
goma arábica natural. Não contém aditivos ou produtos químicos adicionais

Fonte: Zomo, 2025; Da mata, 2025; Papelito, 2025.

O processo de produção tem início com a colheita das folhas de tabaco, que passa por um período de cura antes da fabricação dos cigarros. Durante essa etapa, as folhas são desidratadas, o que altera suas propriedades: a umidade é reduzida, o amido se converte em açúcar, a coloração muda de verde para um tom acastanhado, e desenvolve-se os aromas e sabores característicos de cada tipo de tabaco. As indústrias de cigarro utilizam diferentes combinações de folhas para criar *blends* exclusivos, conferindo a cada marca um sabor e aroma próprios (Brito, 2023).

No Brasil, os tipos de tabaco mais cultivados são o Virgínia e o Burley, diferenciando-se pelo método de cura. O tabaco Virgínia passa por um processo rápido, que dura de quatro a cinco dias, em estufas com controle rigoroso de temperatura e umidade, utilizando a queima de madeira para gerar calor - esse método é chamado de cura por combustão. Já o tabaco Burley passa por um processo mais lento, que dura cerca de 40 dias. Nesse caso, as folhas são mantidas em galpões parcialmente abertos, onde secam naturalmente com a temperatura do ambiente, em um processo conhecido como cura ao ar. Após a cura, as folhas secas seguem para o tratamento industrial, que podem incluir ajustes de umidade, fermentação e adição de umectantes e aromatizantes. O tratamento varia de acordo com as características desejadas para o produto final (Brito, 2023).

3.3.21 Cigarro de Palha

O cigarro de palha é reconhecido como um produto artesanal de consumo de tabaco; fabricado manualmente pelo próprio consumidor em várias regiões do Brasil, do norte ao sul, sendo amplamente popular em regiões interioranas em estados como Minas Gerais, Goiás e São Paulo, especialmente em áreas rurais(Quissini *et al.*, 2017).

O cigarro de palha também conhecido como "paieiro" é feito principalmente com fumo de corda picada, envolto por folhas de palha de milho e preso por anilhas de PVC (Quissini *et al.*, 2017), conforme a Figura 3.2.

Figura 3.2 - Componentes do Cigarro de Palha



Fonte: Adaptação de Flora Xangô, 2025.

Embora o cigarro de palha esteja se tornando cada vez mais popular devido à crença equivocada de que ele é menos prejudicial que o cigarro tradicional, ele contém níveis mais altos de nicotina e monóxido de carbono (Quissini *et al.*, 2017).

3.4 Técnica de Medição Química

3.4.1 Fotometria de chama

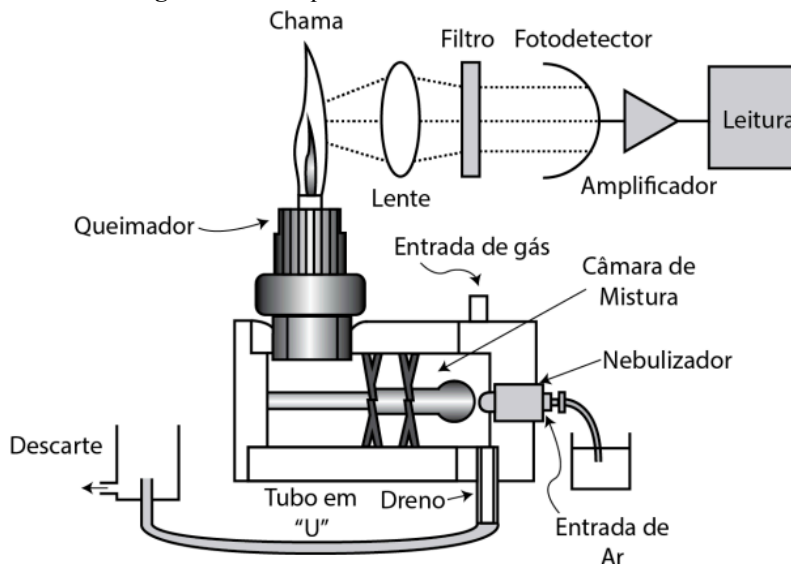
A fotometria de chama é uma técnica instrumental que utiliza métodos de análise química para determinar a concentração dos elementos metálicos refratários sódio (Na), potássio (K), lítio (Li), cálcio (Ca) e bário (Ba) presentes em uma amostra, habitualmente líquida (Okumura; Cavalheiro; Nóbrega, 2004).

É uma técnica de ampla aplicação para diversos testes como de fertilizantes, solo, produtos de mineração, petróleo, metalurgia, produtos químicos, produtos farmacêuticos, bebidas, alimentos e resíduos sólidos urbanos (elabcommerce, 2024) na qual a sensibilidade pode variar de 0,1 a 6 mg/L numa faixa de medição entre 0 a 3000 mg/L (LabNova, 2025).

O fotômetro de chama (FIGURA 3.3) funciona com base na emissão de luz por átomos de metais alcalinos e alcalino-terrosos quando exposto a uma chama. A amostra é inserida em uma chama de ar-gás combustível, como o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo),

que opera em temperaturas entre 1700 °C e 1900 °C onde ocorrem processos físicos e químicos como evaporação, vaporização e atomização em um tempo muito curto, geralmente inferior a 5 segundos. Quando as amostras líquidas são aspiradas até o nebulizador passam por um processo aerossol-líquido-gás com partículas menores que 5-10 μm antes de serem introduzidas na chama (SPlabor, 2023).

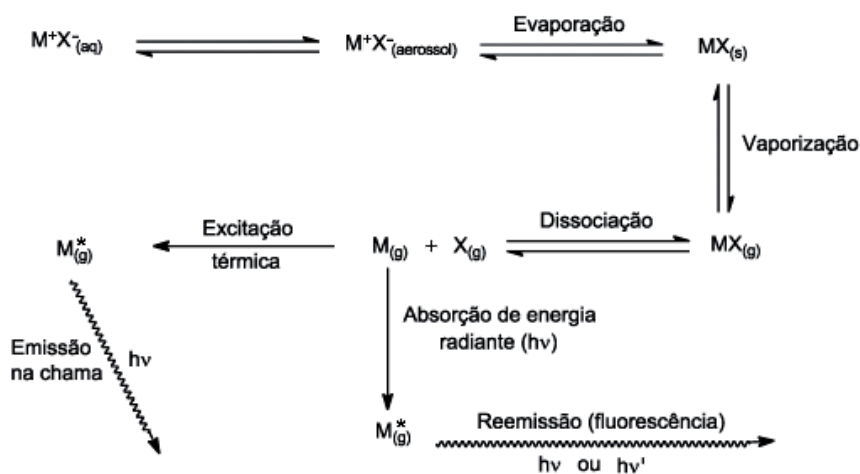
Figura 3.3 - Esquema de um Fotômetro de Chama



Fonte: Sala; Oswaldo, 2007.

Na fase gasosa, os elétrons dos átomos são excitados pela própria chama e no seu retorno para subníveis mais estáveis emitem radiação eletromagnética na faixa visível (Okumura; Cavalheiro; Nóbrega, 2004), como descrito na Figura 3.4.

Figura 3.4 - Esquema de reações que ocorrem na chama



Fonte: Okumura; Cavalheiro; Nóbrega, 2004.

Embora a energia fornecida seja relativamente baixa; ela é suficiente para excitar os elétrons nos átomos, levando-os à emissão de linhas espectrais características para cada um dos elementos Na (589 nm), Li (670 nm), K (766 nm), Ca (622 nm) e Ba (544 nm) (Mendham, 2015).

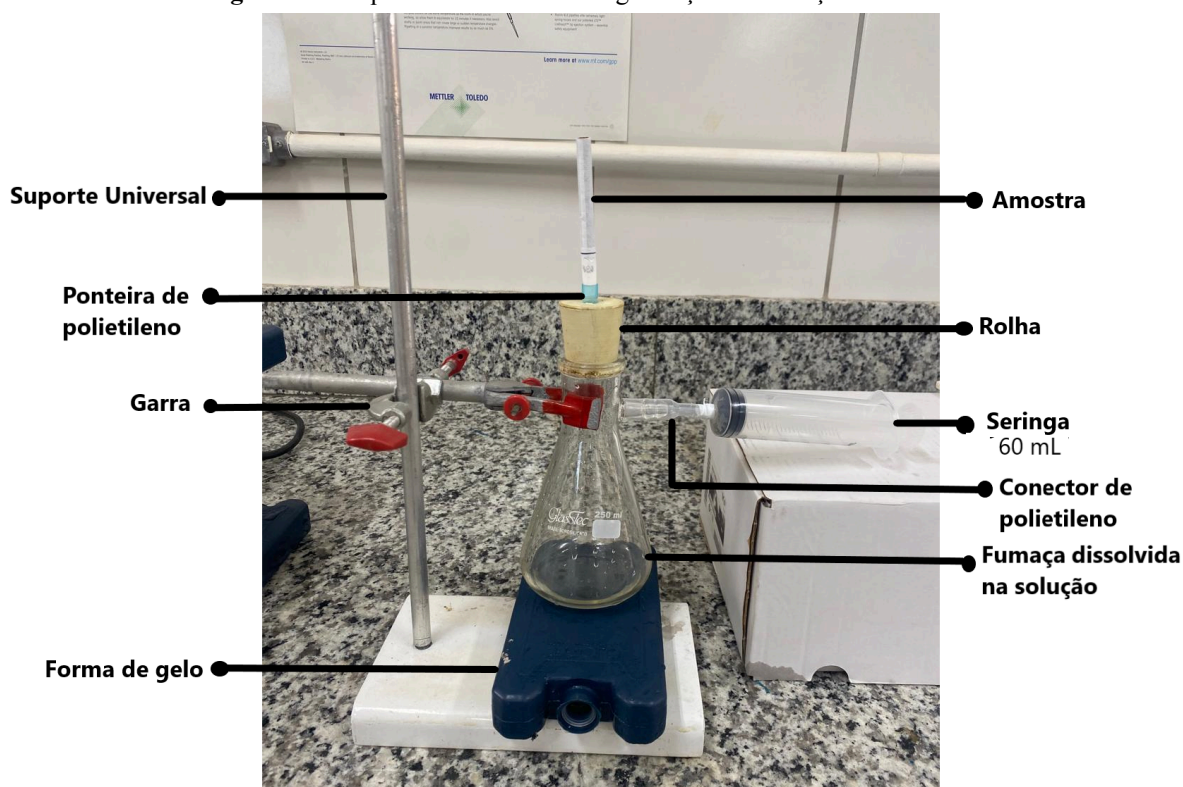
4 Procedimento Experimental

4.1 Método da aspiração do vapor

Inicialmente, todas as vidrarias utilizadas no experimento foram separadas, lavadas e descontaminadas conforme o procedimento descrito por Cap-Lab (2021). A descontaminação foi realizada com solução de HCl a 10% v/v, na qual as vidrarias foram submetidas a uma rinsagem cuidadosa e deixadas em imersão por 24 horas para garantir a remoção eficaz de possíveis contaminantes. No dia seguinte, as vidrarias foram lavadas com água destilada fresca assegurando que estivessem completamente livres de resíduos antes de seu uso.

As amostras de cigarro tradicional e do cigarro de palha foram adquiridas em comércio local, sendo apenas uma marca de cada tipo. Um sistema para a sucção e captura da fumaça do cigarro (FIGURA 4.1) foi montado conforme o trabalho do AL-HASHIMI *et al.* (2024).

Figura 4.1. Esquema ilustrativo da traga/sucção da fumaça das amostras



Fonte: Própria autora, 2025.

A sucção da fumaça foi realizada através de uma seringa de 60 mL conectada a um kitassato preenchido com cerca de 10 mL da solução diluente de ácido clorídrico (Êxodo,

37%) a 1% v/v. Para cada cigarro, a fumaça foi capturada até o consumo total do cigarro; para o cigarro tradicional até atingir o filtro e, para o cigarro de palha, retirou-se a anilha e o consumo foi até atingir o início da ponteira do sistema de sucção.

Após a completa combustão do cigarro, todo o conjunto montado foi levado ao freezer para garantir a total dissolução da fumaça, o que gastou cerca de 5 minutos. Em seguida, o conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL. Porções de HCl na concentração 1% v/v foram rinsados no frasco kitassato para garantir uma transferência quantitativa da amostra.

Antes de fazer o ajuste do volume no balão volumétrico com a solução de ácido clorídrico, adicionou-se 1 mL de solução padrão de Na e K a 0,5 g/L, para realizar a determinação dos mesmos elementos pelo método de Adição Padrão (em estudos bibliográficos o teor de Na e K é muito menor do que a sensibilidade do fotômetro). Todas as leituras foram triplicatas.

Para o extrato do cigarro tradicional, não foi observado a olho nú quaisquer resíduos na solução mas para o extrato do cigarro de palha, observou-se muitos resíduos na fumaça tragada, e, por isso, antes de transferir o conteúdo extraído para o balão volumétrico realizou-se um separação sólido-líquido com filtro de seringa PTFE 0,45 µm hidrofílica (CHROMAFIL Xtra).

4.2 Método de digestão total na barra de fumo

O preparo das amostras sólidas de cigarro para a determinação do teor total de Na e K por fotometria de chama foi realizado pelo método descrito por Rodrigues (2022). A metodologia precede a secagem das amostras para depois realizar o processo de digestão em mufla. Todos os ensaios foram realizados em triplicatas de amostras e de leitura.

- **Maceração das amostras:** em um moinho de facas tipo Willye (Star Ft 50) com peneira em aço inox com malha MESH 10 foram colocados três unidades de cigarro não seco e feita a trituração para obtenção do pó (úmido), do cigarro tradicional (retirou-se o filtro) ou de palha (retirou-se a anilha).

- **Determinação do teor de umidade e resíduo seco:** em um analisador de umidade (Shimadzu MOC63u) pesou-se cerca de 0,3 g de massa do pó úmido do cigarro tradicional ou 0,7 g do pó úmido do cigarro de palha, sobre uma placa de alumínio do analisador de umidade e, iniciou-se o processo de secagem até a temperatura máxima de 105 °C. Com o

teor de umidade obtido calculou-se o teor de resíduo seco determinado pela diferença entre as massas úmida e seca obtidas antes e após a secagem na balança.

- **Digestão das amostras:** em cadinhos de porcelana previamente descontaminados, adicionou-se cerca de 0,3 g de massa do pó úmido do cigarro tradicional ou 0,7 g do pó úmido do cigarro de palha. Em seguida, as amostras foram calcinadas em um forno mufla (F1 - DM Monofásico) a cerca de 550 °C por um período de 4 h. Após atingir a temperatura ambiente em dessecador, o resíduo foi solubilizado (na capela) com 1 mL de água destilada mais 1 mL de ácido nítrico concentrado (HNO₃, Synth, 65% - 70%) e, posteriormente aquecido a uma temperatura de 85 °C em uma chapa aquecedora (Solab, SL-140/D) até evaporar todo o ácido adicionado. As amostras foram novamente submetidas à mufla na temperatura de 450 °C por um período de 2 horas, em seguida, as cinzas obtidas foram dissolvidas em solução de HCl a 10% e aquecidas em chapa elétrica por 10 minutos. (Zenebon; Pascuet; Tiglea, 2008)

Para ambos os digeridos do cigarro tradicional e cigarro de palha, observou-se muitos resíduos, e, por isso, antes de transferi-los para o balão volumétrico realizou-se uma separação sólido-líquido com filtro de seringa PTFE 0,45 µm hidrofílica (CHROMAFIL Xtra).

5 Resultados e Discussão

5.1 Busca bibliográfica

A busca bibliográfica foi realizada na base de dados Google Acadêmico para os descritores no idioma português, sem especificar o período: tabaco, sódio, potássio, cigarro, cigarrilha, cigarro de palha. Encontrou-se apenas 01 referência para o elemento sódio no cigarro de palha, citado abaixo.

Amostra: foram analisados os cigarros convencionais, cigarros aromatizados, cigarros de palha, charutos, rapés e fumo de corda desfiado e em rolo.

Título: Caracterização química elementar de matrizes biológicas empregando a técnica de INaa (ativação de nêutrons).

elementos analisados: As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, K, La, Lu, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Ta, Tb, Th, U, Yb e Zn

Conclusão: No estudo dos derivados da *N. tabacum* L. os maiores valores de concentração foram obtidos para os elementos Ca, K, Ba, Br, Ce e Zn e as amostras que apresentaram as maiores concentrações desses elementos foram os de cigarros de palha e fumos de corda.

Referência: DAMATTO, Lucio Leonardo e Sandra R. Contribuições do Reator IEA-R1 para a Pesquisa Nuclear: II Workshop Anual do Reator de Pesquisas – WARP 2: II Workshop Anual do Reator de Pesquisas – WARP 2. p. 323-330, São Paulo: Blucher, 2022.

A partir de então, mudou-se o descritor de busca para determinação de metais em cigarro e/ou cigarrilha e/ou cigarro de palha e, encontrou-se resultados para vários metais exceto sódio ou potássio em amostras de cigarro tradicional e cigarro de palha, como descritos abaixo:

a) amostras de cigarro tradicional

Determinação de metais no tabaco de cigarros comercializados na região de São Paulo e em amostras de urina de fumantes

elementos analisados: Cd, Cr, Fe, Mn, Zn

Referência: SILVA, Ovandir Alves. 1985. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Determinação de Pb e Po em tabaco de cigarros nacionais

elementos analisados: P e Po

Referência: PERES, Ana Cláudia. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Padronização de metodologia para a determinação de metais em amostras de cabelo utilizando um espectrômetro de massa de alta resolução acoplado a uma fonte de plasma induzido por gás de argônio

Elementos analisados: Cd, Pb, Co, Cr, Ni

Referência: FARIA, Patrícia Miranda de. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 1999.

Determinação de constituintes inorgânicos em tabacos por espectrometria de absorção atômica com chama e forno tubular na chama e aerossol térmico. elementos analisados: Cd, Cu, Fe, Mn, Pb e Zn Referência: DE ANDRADE, Frank Pereira <i>et al.</i> Dissertação de Mestrado. UFMG, 2008.
Caracterização e avaliação do potencial de resíduos agrícolas como aditivos no processo de filtração da fumaça principal de cigarros elementos analisados: Pb, Ni, Cr, Cd, As, Se Referência: ROSA, Diego da Silva. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade do Rio Grande do Sul.
A implantação do Programa Interlaboratorial para Determinação de Cádmio em Sangue elemento analisado: Cd Referência: TIGLEA, Paulo <i>et al.</i> Boletim do Instituto Adolfo Lutz-BIAL, p. 37-39, 2013.
Concentração de Elementos Tóxicos Cd, Pb e Hg em Diferentes Marcas e Misturas de Cigarros elementos analisados: Cd, Pb e Hg Referência: SILVA, Paulo S.C.; FRANCISCONI, Lucilaine S.; MAIHARA, Vera A. <i>In:</i> Congresso Brasileiro de Geoquímica, 14., 13-18 de outubro, 2013, Diamantina, MG. Anais...
Avaliação dos níveis salivares e sanguíneos de níquel em indivíduos fumantes e não fumantes – estudo piloto Elementos analisados: Ni Referência: DE CARVALHO KRIEGER, Heloisa Aparecida. TCC, 2014. Universidade Federal de Santa Catarina, Orientador: Prof. Dr. Filipe Ivan Daniel. 2014.
Determinação de íons metálicos em cigarros contrabandeados no Brasil elementos analisados: Cu, Mn, Zn, Co, Cr, Cd, Pb, Fe, Ag e Ni Referência: DA SILVA, Cleber Pinto; VOIGT, Carmen Lúcia; DE CAMPOS, Sandro X. Revista Virtual de Química, v. 6, n. 5, p. 1249-1259, 2014.
Especiação de cádmio (Cd) em citosol utilizando <i>Saccharomyces cerevisiae</i> e espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) elemento analisado: Cd Referência: TODO, Felipe Takayanagi. TCC. Rio Claro, Unesp, 2015.
Determinação de metais, umidade, cinzas e pH do tabaco de cigarros consumidos no Brasil elementos analisados: Cu, Mn, Zn, Fe, Pb, Cr, Co, Cd Referência: DA SILVA, Cleber Pinto <i>et al.</i> Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 37, n. 2, p. 23-32, 2016.
Determinação de Cd e Pb em material particulado retido em filtros de ar condicionado do tipo split presentes nos laboratórios do departamento de química da UFSC por GFAAS Elementos analisados: Cd, Pb Referência: SOUZA, Eduardo José dos Santos. Relatório de Estágio. Florianópolis, 2017.
Análise Multielementar como Ferramenta para a Diferenciação entre Marcas de Cigarros Comercializadas no Brasil elementos analisados: As, Ba, B, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Hg, Ni, Sr e Zn

Referência: RODRIGUES, Lucas Soares. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio de Janeiro, 2022.

b) amostra de Cigarro de palha

Caracterização química do cigarro de palha, dano tecidual e efeito nutracêutico da erva-mate (*ilex paraguariensis* st. hil.) no pulmão de camundongos expostos à fumaça do cigarro
elementos analisados: As, Cd, Co, Pb, Se, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sn
Referência: CAMERA, Fernanda Dal'Maso. Tese de Doutorado. Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2016.

Constatou-se que estes estudos priorizam a detecção dos metais de transição porque esses elementos apresentam uma combinação de fatores que os tornam relevantes para a pesquisa em toxicologia e saúde pública, com afirmação Musadis, Silveira (2024) “A toxicidade de muitos desses metais, como cádmio, chumbo, níquel e cromo, está amplamente documentada, sendo associada a diversos problemas de saúde, incluindo doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer”. Por fim, estudos que avaliam a presença desses elementos ajudam a monitorar e a compreender os riscos associados ao consumo de diferentes tipos de cigarros.

5.2 Processo laboratorial

5.2.1 Importância do HCl

Antes de iniciar qualquer experimento laboratorial, químico ou biológico, é necessário que todas as vidrarias a serem utilizadas passem por um processo de limpeza e descontaminação. Erros sistemáticos podem surgir durante o processo analítico devido a contaminações em frascos e recipientes, que podem ser causados por impurezas presentes no ar, nos reagentes, nas soluções ou nos materiais próprios utilizados, além das perdas ocasionadas por adsorção ou dessorção. Esses fatores precisam ser monitorados com cuidado, pois podem afetar a precisão dos resultados (Vogel *et al.*, 2002). Como destacado por especialistas na área:

Durante o processo analítico os materiais empregados nas medições, transferências, preparo de soluções e armazenamento, interagem diretamente com a amostra e soluções de análise, que por sua vez podem ser responsáveis pelo desencadeamento de contaminação externa. (ARAUZ; BUZZO, 2022, p. 2).

Para minimizar esses riscos, é essencial realizar uma descontaminação química adequada dos frascos e recipientes, de modo a garantir que atendam às exigências específicas de cada análise. Isso envolve o uso de insumos de alta pureza, como água de qualidade controlada e detergentes neutros, além de determinar corretamente a concentração e o tempo de ingestão de ácidos necessários para a limpeza. O enxágue adequado e a secagem completa dos materiais também são etapas indispensáveis nesse processo. Em relação à descontaminação química ácida, seu objetivo principal é remover totalmente os contaminantes metálicos que possam estar acumulados nas superfícies internas dos recipientes. Embora o uso de ácidos de alta pureza não seja obrigatório, o tempo dedicado a essa descontaminação é um fator crucial. Caso esse tempo não seja seguido corretamente, a eficácia da limpeza pode ser comprometida, afetando diretamente a qualidade (Arauz; Buzzo, 2022).

O ácido clorídrico foi escolhido como a substância tanto para descontaminação de vidrarias, como para a solução diluente por três propriedades essenciais para a técnica fotométrica em chama de gás natural. A primeira baseia-se na estabilização dos íons em solução; em meio ácido a tendência dos analitos Na e K é estar na sua forma iônica, ou seja, não formar precipitados mas, formar complexos estáveis com ânions presentes no ácido (como cloreto ou nitrato), o que facilita a análise fotométrica durante a dessolvatação do solvente ácido (ver Figura 3.4) (Mendham *et al.*, 2002).

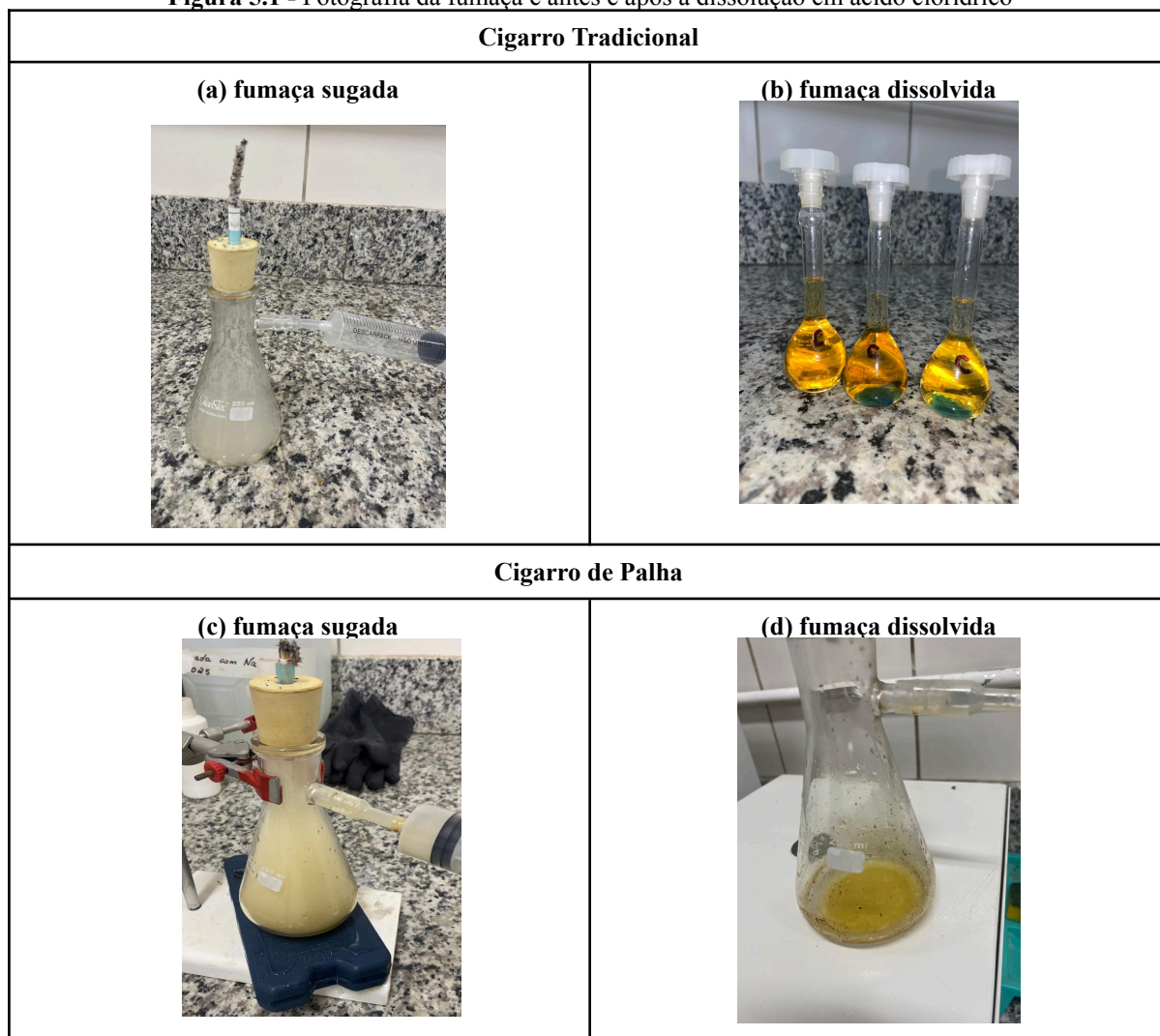
Outra questão, está na volatilidade do ácido; dentre as substâncias ácidas mais comuns para a diluição de metais em técnicas espectrométricas usa-se o HCl - Temperatura de volatilização (TV) igual a $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou o HNO_3 , TV igual a $+83\text{ }^{\circ}\text{C}$; o HCl tendo uma TV mais baixa, facilmente se dessolvatará na chama para que os metais (Na, K, Li, Ca e Ba - específicos para fotometria) fiquem livres durante o processo de excitação eletrônica.

Por último, o íon cloreto (Cl^-) pode ser oxidado a cloro gasoso (Cl_2), confere ao HCl um caráter redutor do íons Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^{2+} e Ba^{2+} para a forma elementar na chama (Mendham *et al.*, 2002; Skoog *et al.*, 2014).

5.2.2 Aspecto dos extratos

5.2.2.1 Fumaça

A comparação visual entre as fumaças do cigarro tradicional e do cigarro de palha revela diferenças significativas em termos de densidade e de intensidade (FIGURA 5.1).

Figura 5.1 - Fotografia da fumaça e antes e após a dissolução em ácido clorídrico

Fonte: Própria autora (2025).

O cigarro tradicional produz uma fumaça mais suave e menos densa, conforme a Figura 5.1a. Em contraste, a fumaça do cigarro de palha se destaca por ser mais densa, preenchendo o ambiente com maior volume, conforme mostra a Figura 5.1c. Em relação aos resíduos, observou-se que o cigarro de palha gerou uma quantidade maior de resíduos no kitassato, como é visto na Figura 5.1d, ou seja, durante a tragada da fumaça do cigarro de palha, o fumo ultrapassou e transferiu mais substância para a solução, e, por este motivo, foi necessário realizar uma filtração utilizando um filtro de seringa. Por outro lado, no cigarro tradicional, essa característica não foi observada visualmente, conforme Figura 5.1b. No entanto, esse procedimento também seria necessário, já que o fotômetro ficou entupido devido à presença de resíduos, o que sugere a necessidade de uma filtração adicional para garantir a precisão dos resultados.

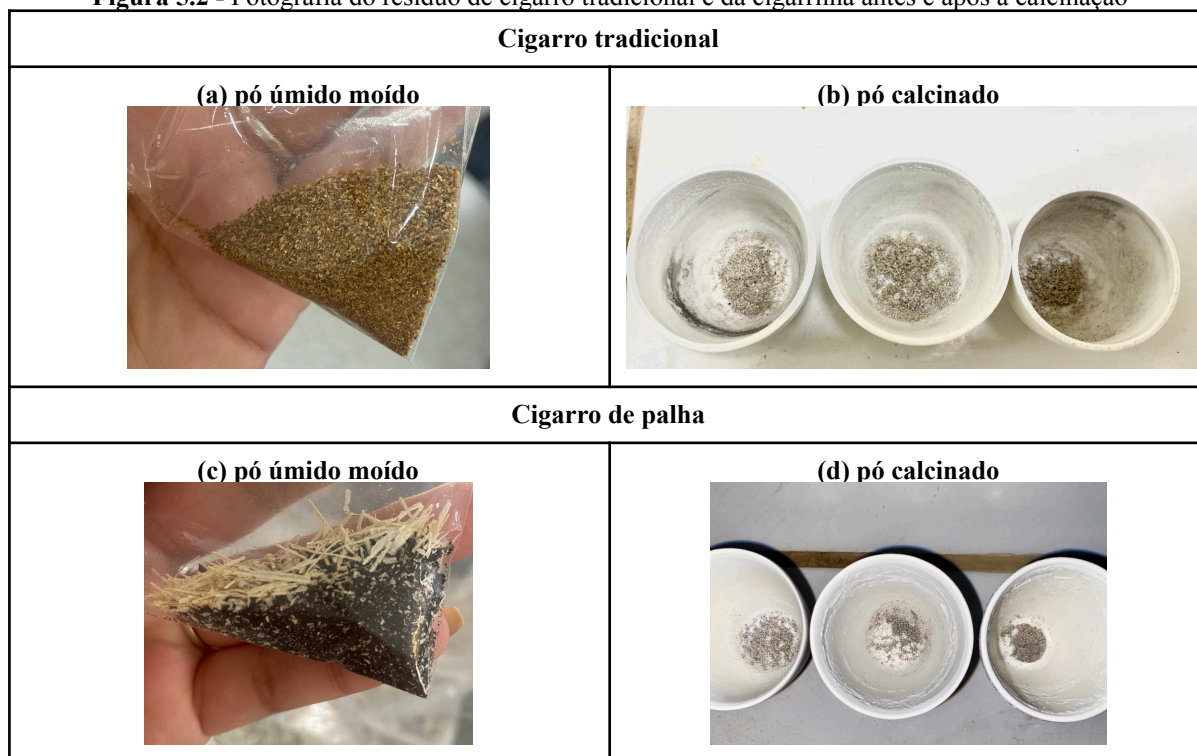
Essas diferenças podem refletir sobre a composição e sobre os distintos processos de fabricação para cada tipo de cigarro, influenciando diretamente a experiência sensorial e os impactos na saúde. Além disso, o cheiro do cigarro tradicional é mais intenso, enquanto o cigarro de palha apresenta um aroma relativamente mais suave.

5.2.2.2 barra de fumo

A digestão da amostra para análise química pode ser realizada por via seca (carbonização em bico de Bunsen), seguida de calcinação em mufla com temperatura variando de 400-550 °C (dependendo do elemento), ou por via úmida, utilizando-se misturas oxidantes como ácido nítrico, sulfúrico, perclórico, peridrol, entre outros e, empregando-se como fonte de aquecimento uma chapa aquecedora (método tradicional), mas pode-se também utilizar, entre outras, um sistema de microondas aberto ou fechado (Lutz, 2008).

A escolha do procedimento por via seca, em relação à úmida, para a realização do estudo nas amostras da barra de fumo é que esta permite digerir maior quantidade de amostra e a sua utilização na análise de contaminantes inorgânicos por técnicas menos sensíveis como a Fotometria de Chama. Porém, suas principais desvantagens devem-se ao fato de que o aquecimento excessivo pode levar à perda do analito por volatilização e/ou tornar certos compostos metálicos insolúveis (Lutz, 2008).

Antes de iniciar o processo de digestão a amostra deve ser moída para garantir que a análise seja precisa, representativa e eficiente. Isso aumenta a área superficial, permitindo que os ácidos ou reagentes químicos atuem mais rapidamente e de forma mais completa sobre a amostra (Vogel *et al.*, 2002). O aspecto visual das amostras antes e após a calcinação é apresentado na Figura 5.2.

Figura 5.2 - Fotografia do resíduo de cigarro tradicional e da cigarrilha antes e após a calcinação

Fonte: Própria autora (2025).

5.2.3 Adição Padrão

A adição de uma solução padrão nas soluções digeridas das amostras de cigarros foi realizada devido ao baixo teor encontrado nas mesmas soluções quando preparadas diretamente após a digestão. Esta adição de padrão é um procedimento analítico que envolve a incorporação de quantidades conhecidas da substância de interesse à amostra antes de seu preparo para análise. As amostras com o padrão adicionado são então analisadas para obtenção dos resultados. Esse método se mostra particularmente valioso em situações onde o teor do analito é muito baixo para o limite de quantificação do equipamento (Bottoli; Collins; Jardim, 2004).

5.2.4 Teor de Na e K no cigarro

Comparar a fumaça do cigarro com a barra (parte sólida) é fundamental para entender como a queima do cigarro transforma ou libera as substâncias químicas, Na e K, selecionadas para o estudo neste trabalho.

Essa comparação é essencial para avaliar o que de fato é inalado pelo fumante. A barra do cigarro contém os componentes em sua forma "crua", enquanto a fumaça representa a via real de exposição humana, ou seja, o que entra diretamente nos pulmões. Por isso,

estudar a composição da fumaça ajuda a compreender melhor os riscos à saúde associados ao ato de fumar.

Outro aspecto importante é saber exatamente o quanto dos metais Na e K passam para a fumaça e estimar com mais precisão a exposição aos elementos selecionados, conhecidos por seus efeitos de risco à hipertensão arterial e à hipercalemia.

Neste contexto, para o cálculo da quantidade de Na e K na fumaça do cigarro utilizou-se a seguinte fórmula apresentada na Equação 5.1:

$$C_{\text{metal na fumaça, mg/L}} = \text{medida fotômetro} * V_{\text{balão volumétrico}} / V_{\text{amostra de fumaça}} \quad (\text{Eq. 5.1})$$

onde:

➡ medida fotométrica, corresponde a média das leituras obtidas no detector (mg/L);

➡ $V_{\text{balão volumétrico}}$, corresponde ao volume da solução (em litro) que foi levada para a leitura no detector;

➡ $V_{\text{amostra de fumaça}}$, corresponde ao volume da fumaça que foi sugada pela seringa (em litro) e, para isso, o Quadro 5.1 apresenta os resultados convertidos do número de sugadas (seringa de 60 mL) até a combustão completa do cigarro tradicional (até atingir o filtro) e do cigarro de palha (até atingir a ponteira do sistema de sucção).

Quadro 5.1 - Quantidade do volume de fumaça sugada nas amostras de cigarro

Tipo de Amostra	número de quantidades sugadas*	tempo gasto	Volume total (mL)
Cigarro tradicional	30*	7'30''	1950,0
Cigarro de palha	30	7'15''	1906,7

*quantidade de vezes que o êmbolo da seringa foi puxado e esvaziado.

Fonte: Própria autora, 2024.

Para o cálculo da quantidade de Na e K na barra do cigarro utilizou-se a seguinte fórmula apresentada na Equação 5.2:

$$C_{\text{metal na barra, mg/g}} = \text{medida fotômetro} * V_{\text{balão volumétrico}} / m_{\text{amostra do cigarro}} \quad (\text{Eq. 5.2})$$

onde:

➡ medida fotométrica, corresponde a média das leituras obtidas no detector (mg/L);

➡ $V_{\text{balão volumétrico}}$, corresponde ao volume da solução (em litro) que foi levada para a leitura no detector;

➡ m_{amostra} do cigarro, corresponde à massa do pó seco do cigarro (em grama) e, para isso, a Tabela 5.1 apresenta os resultados médios das massa úmida e seca para as amostras de cigarro em pó.

Tabela 5.1 - Quantidade média (triplicata) da massa úmida e seca nas amostras de cigarro

Tipo de Amostra	massa úmida (g)	teor seco (%)	massa seca (g)
Cigarro tradicional	0,2745±0,0160 ¹ (5,81%) ²	88,0±0,15 (0,17%)	0,2415±0,0140 (5,80%)
Cigarro de palha	0,6962±0,0118 (1,69%)	88,6±0,18 (0,21%)	0,6165±0,0100 (1,62%)

¹desvio padrão; ²coeficiente de variação

Fonte: Própria autora, 2025.

A Tabela 5.2 apresenta os resultados referentes à quantidade de Na e K nas amostras de cigarro tradicional e cigarro de palha determinado por fotometria de chama.

Tabela 5.2 - Resultado médio para o teor de Na e K nas amostras de cigarro (duplicata de amostra e de leitura)

Fumaça do cigarro					Barra do fumo			
Tipo de Amostra	Fotômetro ¹		Conversão ²		Fotômetro ¹		Conversão ²	
	Na (mg/L)	K (mg/L)	Na (µg/L)	K (µg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/g)	K (mg/g)
Cigarro tradicional	1,5±0,7 ³ (47,1%) ⁴	2,5±0,7 (28,3%)	19,2±9,1 (47,1%)	32,1±9,1 (28,3%)	22,0±23 (103%)	14,0±7,1 (50,5%)	2,3±2,3 (103%)	1,4±0,7 (50,5%)
Cigarro de palha	ND ⁵	ND	ND	ND	ND	8,00±1,4 (17,7%)	ND	0,3±0,1 (17,7%)

¹medida da solução no fotômetro; ²utilizada as Equações 5.1 ou 5.2; ³desvio padrão; ⁴coeficiente de variação; ⁵ND: não detectado.

Fonte: Própria autora, 2025.

Uma referência bastante reconhecida que estabelece critérios de aceitabilidade para o coeficiente de variação (CV) em métodos analíticos químicos é o guia da AOAC *International (Association of Official Analytical Collaboration)*. Esse guia é amplamente utilizado para validação de métodos analíticos, especialmente em alimentos, produtos químicos e ambientais. Os pesquisadores Mohallem *et al.* (2008) ao fazer uso deste guia descrevem que,

A porcentagem máxima aceitável do CV (%RSD – Relative Standard Deviation) depende da faixa de concentração do analito; essa classificação considera os

coeficientes de variação como baixos quando inferiores a 10%, médios entre 10 e 20%, altos entre 20 e 30% e muito altos se superiores a 30%.

Ao relacionar os resultados obtidos (não considerar ND) da Tabela 5.2 com a classificação para o CV, observa-se que apenas as análises para a barra do cigarro de palha possuem precisão aceitável. Todos os resultados obtidos para o cigarro tradicional, estão com a precisão muito elevada do aceitável, inferindo-se a contaminação das amostras durante o processo de extração da fumaça devido ao reuso de todo sistema de sucção da fumaça, após ligeira descontaminação ácida, para todas as replicatas das amostras.

O ideal é ter um sistema de sucção único para cada réplica ou realizar o adequado procedimento de descontaminação descrito no tópico “4.1 Método da aspiração do vapor” deste trabalho.

Considerando o elevado erro analítico observado — atribuído ao reuso inadequado de vidrarias, caracterizando um erro grosseiro — não é recomendável realizar o tratamento estatístico comparativo com o objetivo de verificar a semelhança nas concentrações de sódio e potássio entre os diferentes tipos de produtos derivados do tabaco, nem entre as formas amostrais utilizadas para a extração desses elementos.

A presença de erro grosseiro compromete a integridade dos dados, tornando inválida qualquer análise estatística comparativa, já que os resultados não refletem apenas as variações naturais entre os grupos, mas também a influência de falhas experimentais.

Outro ponto relevante a ser destacado é a baixa sensibilidade da técnica fotométrica utilizada, a qual se mostrou insuficiente para a detecção de concentrações muito reduzidas de sódio e potássio. Mesmo com a aplicação do método da adição de padrão, os limites de detecção da técnica não foram superados. Diante disso, recomenda-se a utilização de metodologias analíticas mais avançadas e sensíveis em estudos futuros, a fim de garantir maior confiabilidade e precisão na quantificação desses elementos.

5.2.5 Relação entre os teores de Sódio e Potássio nos cigarros e os limites fisiológicos no sangue Humano

Considerando que os resultados obtidos para os elementos sódio e potássio, nas amostras de cigarro tradicional, apresentaram precisão insatisfatória, e valores não detectáveis na fumaça dos cigarros tradicional e de palha, impossibilitando uma análise confiável, a comparação com os valores de referência será restrita especificamente às amostras de cigarro de palha, para o elemento K na barra do fumo.

De acordo com Medscape (2024) e o site de bem-estar e saúde Verywell Health (2024) a dosagem diária de sódio no sangue de um adulto é cerca de 3105 mg/L e a de potássio 136,5 mg/L, mas mesmo não sendo detectado Na e K na fumaça do cigarro, eu quero destacar que “Em cada tragada, mais de 4.700 compostos tóxicos são inalados, incluindo substâncias cancerígenas e metais pesados” (Biblioteca virtual em saúde, 2020).

Atualmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece um limite recomendado para o consumo diário máximo de 2 g para sódio e consumo mínimo 3,51 g para potássio, uma vez que sua ingestão excessiva está associada a diversos problemas de saúde, como hipertensão e doenças cardiovasculares (Prodiet Medical Nutrition, 2013).

Considerando que grande parte da população já atinge ou excede esse limite apenas por meio da alimentação, a presença de sódio e potássio no cigarro, ainda que em concentrações não detectáveis na fumaça, se torna um fator adicional a ser considerado na avaliação da exposição total a esse elemento.

6 Conclusão

“Na fumaça tragada de produtos derivados do tabaco há a presença das espécies químicas sódio e potássio em nível tóxico?” Apesar da não detecção de sódio e potássio na fumaça dos cigarros analisados, em função das limitações da técnica empregada, não se pode descartar os potenciais riscos à saúde associados ao consumo de produtos derivados do tabaco. Diversos estudos demonstram que todas as formas de uso do tabaco expõem o indivíduo a milhares de substâncias tóxicas, sendo responsáveis por efeitos adversos nos sistemas respiratório, cardiovascular e neurológico. Ainda que os teores de sódio e potássio na fumaça não tenham sido quantificados neste estudo, é importante considerar que o consumo crônico e em grandes quantidades desses produtos pode contribuir para desequilíbrios eletrolíticos e agravar quadros clínicos já existentes, especialmente em indivíduos com maior vulnerabilidade.

Nessa análise da transferência de Na e K para o fumante pode-se concluir que a análise da fumaça permite estimar quanto dos elementos presentes na massa do cigarro efetivamente é transferido para o organismo do fumante durante a inalação; ou seja, nem todo o conteúdo de sódio e potássio presente na massa do cigarro é convertido em forma inalável — parte pode ser decomposta termicamente ou retida no filtro e nas cinzas.

Dessa forma, este estudo reforça a necessidade de investigações mais amplas sobre os impactos da composição química do cigarro na saúde humana. A compreensão detalhada da contribuição de cada elemento presente no cigarro pode auxiliar na formulação de políticas públicas voltadas à redução dos riscos associados ao tabagismo. Assim, espera-se que esta pesquisa contribua para um debate mais abrangente sobre os impactos químicos deste produto e sua interação com a saúde humana.

Vale ressaltar, contudo, que este trabalho apresenta algumas limitações, como o limite de detecção do fotômetro de chama utilizado, o qual pode não ser sensível o suficiente para quantificar concentrações extremamente baixas de sódio e potássio. Esse fator pode influenciar na precisão dos dados obtidos, especialmente em amostras com baixos teores desses elementos. Além disso, a análise foi limitada a uma única marca de cada tipo de cigarro, o que restringe a generalização dos resultados.

Por fim, os dados obtidos por meio dessa comparação são importantes para órgãos reguladores. Eles fornecem a base científica para estabelecer limites de toxicidade, exigir advertências nos rótulos e até mesmo propor medidas de controle mais rígidas sobre a fabricação e comercialização de produtos derivados do tabaco.

Referências Bibliográficas

- AL-HASHIMI, Amel *et al.* **Um protocolo padronizado in vitro para preparar meios de extração de fumaça de cigarro, cigarro eletrônico e narguilé.** 2024. Disponível em: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2024.08.07.606957v1>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- ANDRADE, Frank. **Determinação de constituintes inorgânicos em tabacos por espectrometria de absorção atômica com chama e com forno tubular na chama e aerossol térmico.** Orientadora: Profa. Dr. Leticia Malta Costa. 2008. p. 105. Dissertação de mestrado - Química Analítica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BIRC-85UKT8>. Acesso em: 26. mar. 2025.
- AOAC International. **Guidelines for Single-Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals.** AOAC International. 2016. Disponível em: https://s27415.pcdn.co/wp-content/uploads/2020/01/64ER20-7/Validation_Methods/d-AOAC_Guidelines_For_Single_Laboratory_Validation_Dietary_Supplements_and_Botanicals.pdf. Acesso em: 13 abr. 2025.
- ARAUZ, Luciana; BUZZO, Márcia. Descontaminação de materiais de uso laboratorial empregados em análises de elementos inorgânicos em diferentes áreas de aplicações. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo. 32(U): art 3. jun. 2022.
- BAT Brasil. **O tabaco na história.** Disponível em: <https://www.batbrasil.com/pt/DO9YDBCK.html> .Acesso em: 09 nov. 2024.
- BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. **Tabagismo.** Disponível em: <https://bvsm.sau.de.gov.br/tabagismo-13/#:~:text=A%20depend%C3%Aancia%20obriga%20os%20fumantes,de%20agrot%C3%B3xicos%20e%20subst%C3%A2ncias%20radioativas> . Acesso em 23 nov. 2024.
- BOMBIG, Maria T. N.; FRANCISCO, Yoná A.; MACHADO, Carlos A. A importância do sal na origem da hipertensão. **Bras Hipertens**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 63-67, mai. 2014. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/881408/rbh-v21n2_63-67.pdf . Acesso em: 02 dez. 2024.
- BOTTOLI, Carla B.; COLLINS, Carol H.; JARDIM, Isabel C. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. **Química Nova**, Campinas - SP, Vol. 27, n. 5, p. 771-780, jun. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/bq5SjVnnKptZkf8NnK6kqRc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 abr. 2025.
- BRITO, Marieli. **Determinação do teor de metais em filtro de cigarros tradicionais com emprego da técnica de espectroscopia de absorção atômica por chama (faas).** Orientadora: Dr^a Larissa Tonial. 2023. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2023. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/33422> . Acesso em 19 mar. 2025.
- CAMERA, Fernanda Dal'maso. **Caracterização química do cigarro de palha, dano tecidual e efeito nutracêutico da erva-mate (ilex paraguariensis st. Hil.) no pulmão de camundongos expostos à fumaça do cigarro.** Orientador: Dr. Ricardo Aurino de Pinho. p. 82. Tese de Doutorado - Ciências da Saúde, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/297690262.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2025.

CAP-LAB. **Vidrarias de laboratório: saiba como fazer a limpeza corretamente.**

Disponível em: <https://cap-lab.com.br/equipamentos/limpeza-vidrarias-laboratorio/>. Acesso em: 28 mar. 2025.

CARDOSO, Thais *et al.* **Aspectos associados ao tabagismo e os efeitos sobre a saúde.**

Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 3. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12975> . Acesso em: 22 nov. 2024.

CARVALHO, Mirella Patricia Mello de. **Abordagem e tratamento do tabagismo na unidade de saúde da família Boa Vista - Atibaia.** Projeto de Intervenção. 2021. Disponível em:

<https://ares.unasus.gov.br/acervo/browse?type=author&value=CARVALHO%2C+Mirella+Patricia+Mello+De>. Acesso em: 23 nov. 2024.

CLEGG, Deborah J.; HEADLEY, Samuel A.; GERMAIN, Michael J. Impact of Dietary Potassium Restrictions in CKD on Clinical Outcomes: Benefits of a Plant-Based Diet.

Kidney Medicine, v. 2. jun. 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590059520301096> . Acesso em: 02 dez. 2024.

DA MATA. Papel para enrolar Cigarro. Disponível em:

<https://www.tabacariadamata.com.br/papel-para-enrolar-cigarro-seda-colomy-50-folhinhas.html#:~:text=Ele%20%C3%A9%20feito%20de%20uma,experi%C3%Aancia%20suave%20e%20sem%20problemas..> Acesso em: 13 abr. 2025.

DAMATTO, Lucio Leonardo e Sandra R. **Contribuições do Reator IEA-R1 para a Pesquisa Nuclear.** II Workshop Anual do Reator de Pesquisas – WARP 2: II Workshop Anual do Reator de Pesquisas – WARP 2. p. 323-330, São Paulo: Blucher, 2022. Disponível em:

<https://pdf.blucher.com.br/openaccess/9786555501483/completo.pdf>. Acesso em 24 mar. 2025.

ELAB Commerce. **Fotômetros de chama.** Disponível em:

<https://www.elabcommerce.com.br/fotometro-de-chama-gt-fc2/p>. Acesso em: 10 nov. 2024.

FARIA, Patrícia Miranda de. **Padronização de metodologia para a determinação de metais em amostras de cabelo utilizando um espectrômetro de massa de alta resolução acoplado a uma fonte de plasma induzido por gás de argônio.** Orientadora: Profa. Dra.

Rosemary Custódio Pedroso. 1999. Tese de Mestrado - Farmácia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://scholar.archive.org/work/berwgluhlvb6bfb7kdqk6xqhey?>. Acesso em: 27 mar. 2025.

FARQUHAR, William *et al.* Dietary Sodium and Health More Than Just Blood Pressure.

Journal of the American College of cardiology, v. 65, n. 10, p. 1042 - 1050, mar. 2015.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109715000832?via%3Dihub>. Acesso em: 02 dez. 2024.

FLORA XANGÔ. **Cigarro de Palha Crioulos.** Disponível em:

<https://www.floraxango.com.br/cigarro-de-palha-crioulos>. Acesso em 19 mar. 2025.

GARZA, Alejandra *et al.* **Initial and ongoing tobacco smoking elicits vascular damage and distinct inflammatory response linked to neurodegeneration.** Brain, Behavior, &

Immunity - Health, 2023. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266635462300011X> . Acesso em: 22 nov. 2024.

HIRSCH, A.; LANDAU, E. C. **Evolução da Produção de Fumo**. Dinâmica da Produção Agropecuária e da Paisagem Natural no Brasil nas Últimas Décadas. Capítulo 24, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122677> . Acesso em: 17 mai 2025.

INCA. **INCA apresenta dados sobre redução do tabagismo passivo dentro de casa**.

Disponível em:

<https://ninho.inca.gov.br/jspui/bitstream/123456789/10579/1/Informe-INCA-2022-420-3-INCA-apresenta-dados.pdf>. Acesso em 02 dez. 2024

KETTRITZ, Ralph; LOFFING, Johannes. Potassium homeostasis – Physiology and pharmacology in a clinical context. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 249. 2023.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0163725823001535> .

Acesso em: 02 dez. 2024.

KRIEGER, Heloisa Aparecida de Carvalho. **Avaliação dos níveis salivares e sanguíneos de níquel em indivíduos fumantes e não fumantes – Estudo Piloto**. Orientador: Prof. Dr. Filipe Ivan Daniel. p. 64. Trabalho de Conclusão de Curso - Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/127221>. Acesso em 27 mar. 2025.

LABNOVA. **Fotômetro de chama**. Disponível em:

<https://www.labnova.com.br/index.php/produtos/25-fotometro-de-chama-fp640>. Acesso em: 13 abr. 2025.

LOURENÇO, Maria. **A composição química do tabaco e fumo e sua toxicidade**. , v. 47, p. 257-266, 1999. Disponível em:

<https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/26071/1/V%2047%2C%201998-99%20-%20A%20composi%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20do%20tabaco%20e%20fumo%20e%20a%20sua%20toxicidade.pdf> . Acesso em: 23 nov. 2024.

LUTZ. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

MEDSCAPE. **Potássio**. Disponível em:

<https://emedicine.medscape.com/article/2054364-overview>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MELO, Roniel S.; UHLMANN, Lidiane A.C. **Toxicidade do Tabaco**: uma revisão integrativa sobre a periculosidade advinda de um mal lícito que assola o mundo, 6, 154.

Palmas. 2011. Disponível em:

<https://pubsaude.com.br/wp-content/uploads/2021/07/154-Toxicidade-do-Tabaco-uma-revisao-integrativa-sobre-a-periculosidade-advinda-de-um-mal-licito-que-assola-o-mundo.pdf>

Acesso em: 22 nov. 2024.

MENDHAM, J. *et al.* **VOGEL: Análise Química Quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. Tradução: Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro.

MUIESAN, Maria L; BUSO, Giacomo; ROSEI, Claudia A. Menos sódio e mais potássio para reduzir o risco cardiovascular. **European Heart Journal Supplements** , v. 25, abr. 2023, p. 108 – 110. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/eurheartjsup/suad084> . Acesso em: 02 dez. 2024.

MOHALLEM, D. F.; TAVARES, M.; SILVA, P. L.; GUIMARÃES, E. C.; FREITAS, R. F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 60, n. 2, p. 449-453, 2008.

MUSADIS, Carolina; SILVEIRA, Sibe. Metais pesados e seus efeitos na saúde humana: Revisão de literatura. **Revistaft**, Rio de Janeiro, v. 29, nov, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/metais-pesados-e-seus-efeitos-na-saude-humana-revisao-de-literatura>. Acesso em: 28 mar. 2025.

OKUMURA, Fabiano; CAVALHEIRO, Éder T. G.; NÓBREGA, Joaquim A. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 832-836, jun, 2004. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/qn/a/cnLjSb6BHXFMCw59pgWdNBx/?format=pdf> . Acesso em: 25 nov. 2024.

OPAS. **O consumo de tabaco está diminuindo, apesar dos esforços da indústria do tabaco para comprometer o progresso.** Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/16-1-2024-consumo-tabaco-esta-diminuindo-apesar-dos-esforcos-da-industria-do-tabaco-para> . Acesso em: 22 nov. 2024.

PAPELITO. **Papelito.** Disponível em: <https://papelitobrasil.com/#:~:text=Al%C3%A9m%20da%20baixa%20gramatura%2C%20os,s%C3%A3o%20feitos%20com%20goma%20natural..> Acesso em: 13 abr. 2025.

PAUMGARTTEN, Francisco; CARNEIRO, Maria; OLIVEIRA, Ana. O impacto dos aditivos do tabaco na toxicidade da fumaça do cigarro: uma avaliação crítica dos estudos patrocinados pela indústria do fumo. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, 2017 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00132415> Acesso em: 23 nov. 2024.

PEREIRA *et al.* Fatores associados à relação sódio/potássio urinária em participantes do ELSA-Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/6KVf8xdfRzJCc4L8nR7v7rw/?format=pdf> . Acesso em: 10 nov. 2024

PERES, Ana Cláudia. **Determinação de Pb e Po em tabaco de cigarros nacionais.** Orientador: Dr. Goro Hiromoto. 1999. p. 70. Dissertação de Mestrado - Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações ,IPEN, São Paulo, 1999. Disponível em: http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Ana%20Claudia%20Peres_M.pdf. Acesso em 24 mar. 2025.

PREVALÊNCIA DO TABAGISMO. **Instituto Nacional do Câncer**: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-de-saude/observatorio-da-politica-nacional-de-controle-do-tabaco/dados-e-numeros-do-tabagismo/prevalencia-do-tabagismo#:~:text=Pesquisa%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde%20\(PNS%202013%20e%202019\),%2C6%25%20em%202019\).](https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-de-saude/observatorio-da-politica-nacional-de-controle-do-tabaco/dados-e-numeros-do-tabagismo/prevalencia-do-tabagismo#:~:text=Pesquisa%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde%20(PNS%202013%20e%202019),%2C6%25%20em%202019).) Acesso em 12 ago. 2024.

PRODIET MEDICAL NUTRITION. **OMS divulga novas orientações para consumo diário de sal e potássio.** Disponível em: <https://prodietnutrition.com/blog/oms-divulga-novas-orientacoes-para-consumo-diario-de-sal-e-potassio/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

QUISSINI, Giulia *et al.* **Avaliação da toxicidade do cigarro de palha artesanal e cigarro industrial sobre músculo diafragma de camundongos swiss.** Edição Especial. Uruguai: Perspectiva, 2018. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/1005_661.pdf . Acesso em: 25 fev. 2025.

RODRIGUEZ, Lucas Soares. **Análise Multielementar como Ferramenta para a Diferenciação entre Marcas de Cigarros Comercializadas no Brasil**. Orientador: Prof. José Marcus Godoy. 2022. p. 189. Dissertação de Mestrado - Química, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/60689/60689.PDF>. Acesso em: 19 mar. 2025.

SALA, Oswaldo. Uma introdução à espectroscopia atômica. II - O espectro do sódio. **Química Nova**, São Paulo, v. 30 n. 8, p. 2057 - 2061, nov. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ZjdCbcRy6jMBvvGcxMv8BSL/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 02 dez. 2024.

SALES, Claudino Carneiro. **A Regulação do tabagismo no Brasil sob a ótica da teoria processual administrativa da regulação**. Orientador: Prof. Dr. Márcio Nunes Iorio Aranha Oliveira. 2018. 293 f. Tese (Doutorado) - Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/32498/1/2018_ClaudinoCarneiroSales.pdf . Acesso em: 04 dez. 2024.

SILVA, André Luiz O; MOREIRA, Josino. Um diálogo com Janus: reflexões sobre a regulação dos produtos de tabaco no Brasil. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 31, p. 1-5, jun. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/physis/2021.v31n4/e310402/pt> . Acesso em: 04 dez. 2024.

SILVA, Andre *et al.* Um referencial teórico acerca do íon sódio e seu sal de principal ocorrência cotidiana – o cloreto de sódio – potencialmente contributivo ao ensino de química. **Dialogus**, Cruz Alta, v. 9, n. 2, p. 41-56, maio/agos. 2020. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/lx6jrzzqnbuhbyrh77rh22kli/access/wayback/https://revistaetronica.unicruz.edu.br/index.php/dialogus/article/download/52/204> . Acesso em: 02 dez. 2024.

SILVA, C. P.; VOIGT, C. L.; CAMPOS, S. X. Determinação de Íons Metálicos em Cigarros Contrabandeados no Brasil. **Revista Virtual de Química**, Ponta Grossa, v. 6, n. 5, p. 1249-1259, ago. 2014. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/642>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SILVA, Cleber. *et al.* Determinação de metais, umidade, cinzas e pH do tabaco de cigarros consumidos no Brasil. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 23-32, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/23024>. Acesso em 26. mar. 2025.

SILVA, Ovandir Alves. **Determinação de metais no tabaco de cigarros comercializados na região de São paulo e em amostras de urina de fumantes**. 1985. Tese (Doutorado) – Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. Disponível em: https://dedalus.usp.br/F/PKFFKY3XC3R9XBYMTKQMXQETQSN7HLFDK1FU79S8U93Y4NVA81-66426?func=direct&doc%5Fnumber=000717635&pds_handle=GUEST . Acesso em: 26 mar. 2025.

SILVA, Paulo; FRANCISCONI, Lucilaine; MAIHARA, Vera. Concentração de Elementos Tóxicos Cd, Pb e Hg em Diferentes Marcas e Misturas de Cigarros. **Repositório IPEN**, São Paulo. Disponível em: <https://repositorio-api.ipen.br/server/api/core/bitstreams/ae83dd45-0499-44fb-b906-ab16f7e068c2/content>. Acesso em: 26 mar. 2025.

SKOOG, Douglas *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**. 2. ed. Cengage Learning, 2014. Disponível em:
https://www.inesul.edu.br/site/documentos/QUIMICA_ANALITICA_SKOOG.pdf. Acesso em 28 mar. 2025.

SOUZA, Eduardo Jose dos Santos. **Determinação de cd e pb em material particulado retido em filtros de ar condicionado do tipo split presentes nos laboratórios do departamento de química da UFSC por GF AAS**. Orientadora: Profa. Dra. Tatiane de Andrade Maranhão. 2017. p. 56. Trabalho de Conclusão de Curso - Química, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182228>. Acesso em: 27 mar. 2025.

SPLABOR. **Conheça o guia completo sobre fotômetro de chama**. Disponível em:
<https://www.splabor.com.br/blog/equipamentos-para-laboratorio/o-que-e-um-fotometro-de-chama-e-qual-sua-funcao-no-laboratorio/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

TIGLEA, Paulo. *et al.* A implantação do Programa Interlaboratorial para Determinação de Cádmio em Sangue. **Boletim Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, p. - 37-39, 2013.

TODO, Felipe Takayanagi. **Especiação de Cádmio (Cd) em citosol utilizando Saccharomyces cerevisiae e espectrometria de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS)**. Orientador: Prof. Dr. Amauri Antonio Menegário. 2015. p. 21. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharel em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015. Disponível em:
<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/4f685d57-25a8-45fb-a7dd-3b022c9c60d1>. Acesso em: 26 mar. 2025.

VERYWELLhealt. **Teste de sódio no sangue: níveis baixos, normais e altos**. Disponível em: <https://www.verywellhealth.com/sodium-blood-test-results-8674591>. Acesso em: 10 abr. 2025.

VIEIRA, Luciana. Tabagismo - História do Cigarro. **Câmara dos Deputados**. 2005. Disponível em:
<https://www.camara.leg.br/radio/programas/257253-tabagismo-historia-do-cigarro-08-49/#:~:text=Apesar%20de%20relatos%20e%20publica%C3%A7%C3%B5es,muito%20negativo%20para%20a%20ind%C3%BAstria>. Acesso em: 22 nov. 2024.

VOGEL, ARTHUR I.; MENDHAM; DENNEY, R. C.; BARNES, J.D.; THOMAS, M. J. K. **Análise Química Quantitativa**. 6 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2002.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus S.; TIGLEA, Paulo. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em:
https://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf?attach=true. Acesso em: 09 abr. 2025.

ZOMO. **Zomo paper**. O melhor papel do mundo. Disponível em:
<https://www.zomoofficial.com/pt/zomo-paper/>. Acesso em: 13 abr. 2025.