



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA – IQB
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL



DAVE DI EVERTON RUFINO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO PERFIL DE ADULTERAÇÃO DE AMOSTRAS DE COCAÍNA
APREENDIDAS EM ALAGOAS**

Maceió – AL

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA – IQB
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL



DAVE DI EVERTON RUFINO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO PERFIL DE ADULTERAÇÃO DE AMOSTRAS DE COCAÍNA
APREENDIDAS EM ALAGOAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de bacharel em Química Tecnológica e Industrial.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Daniela Santos Anunciação.

Maceió – AL

2024

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale – CRB4 –661

- S237a Santos, Dave Di Everton Rufino dos.
Avaliação do perfil de adulteração de amostras de cocaína apreendidas em Alagoas /
Dave Di Everton Rufino dos Santos. - 2024.
96 f : il.
- Orientadora: Daniela Santos Anunciação.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química Tecnológica e Industrial)
– Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia. Maceió,
2024.
- Bibliografia: f. 71-80.
Anexos: f. 81-96.
1. Cocaína – Perfil químico. 2. Química forense. 3. Quimiometria. 4. Segurança
Pública. I. Título.

CDU: 54.08

Folha de Aprovação

DAVE DI EVERTON RUFINO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO PERFIL DE ADULTERAÇÃO DE AMOSTRAS DE COCAÍNA APREENDIDAS EM ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à banca examinadora do
Instituto de Química e
Biotecnologia da Universidade
Federal de Alagoas e aprovada em
28 de março de 2024.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Daniela Santos Anunciação, UFAL

Banca examinadora:

Examinador Externo – Prof^º. Dr^º. Wallace Duarte Fragoso, UFPB

Examinador Externo – Perito Thalmanny Fernandes Goulart, POLCAL

Examinadora Interna - Prof^º. Dr^º. Janaína Heberle Bortoluzzi, UFAL

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por cada oportunidade que me foi dada e pela força para prosseguir a cada dia me permitindo chegar até o fim dessa etapa na minha vida. Agradeço a mim mesmo, por aguentar até aqui.

À minha família que sempre me deu apoio emocional e financeiro para a conquista deste sonho: à minha tia Gerleide Oliveira; João Pedro, meu primo; meu pai, Edson Rufino; à minha madrasta, Alessandra Teixeira; à minha irmã, Luana Beatriz; ao meu tio, Gerdson Oliveira e família. Em especial à minha mãe Gerlane Muriel, que aguenta toda a luta bem de perto comigo e retira forças de onde pode para me manter de pé.

À minha Patrícia Kayonara, que é um alicerce nessa minha caminhada: amiga, parceira, confidente, amante, sócia. Obrigado.

Aos meus amigos, Maik Paranhos, Larissa Costa, Nathália Barros, Amanda Ferreira, Kevin Viegas, Lucas Montelares, Rhuan Neves, Heloise Maciel, Gabriela Carvalho, Tiago Antônio, Lavínia Cecília, Pedro Vieira, Marília Matias, José Arnaldo, Kezia Lira, André Xavier, Ariane Kelly, Jardiel Gustavo, Suzana Vieira, e todos os outros que eu possa ter esquecido de mencionar, mas que fizeram parte dessa caminhada e foram importantes para meu desenvolvimento nesse processo.

Ao CNPq, FAPEAL pela oportunidade da bolsa de iniciação científica ao longo da graduação e à POLCAL pela oportunidade da bolsa e estágio.

Aos meus colegas de estágio, que agregaram uma enorme bagagem à minha carreira profissional: os peritos oficiais Ken Ichi Namba, Horácio Brasileiro, Jorge Ferreira, Carmélia Miranda, Bárbara Leão, Marina Mazanek, Marek Henryque. À Verinha, Neide, Amanda e Flávia. Meus agradecimentos especiais aos meus amigos perito Gerard Deokaran, que sempre me enxergou como alguém em quem ele podia confiar suas experiências de vida e bons conselhos; à perita Rosana Coutinho, que é uma referência em Alagoas e no Brasil e continua sendo uma pessoa bastante humilde e acessível; ao perito Thalmanny Goulart, que além de um verdadeiro referencial de gestor, se tornou um amigo.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Daniela Anunciação, que além de tudo é uma verdadeira amiga e que me orienta com respeito e dignidade.

Agradeço a todos os professores que me ajudaram a construir meu conhecimento.

Ao Laboratório de Eletroquímica e Estresse Oxidativo, à Dr.^a Andresa Katherinny e o mestre Nicholas Deymisson, com os quais passei 3 anos e aprendi bastante.

Apressa-te em viver bem e pensa
que cada dia é, por si só, uma vida.

- Sêneca

RESUMO

O tráfico e consumo de drogas, em especial a cocaína, são preocupações globais devido aos efeitos deletérios à sociedade. Visando aumentar o lucro e os efeitos psicotrópicos, a cocaína é frequentemente adulterada e discriminá-la fornece informações para iniciativas de aplicação da lei. O objetivo do presente trabalho foi estabelecer um perfil químico da cocaína apreendida em Alagoas (2020-2021) para auxiliar a polícia científica, setor de inteligência e órgãos de combate ao tráfico do Estado. Realizou-se a identificação definitiva da droga através de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), seguida de tratamento estatístico por quimiometria. Foram analisadas 283 amostras de cocaína apreendidas em Maceió e cidades do interior de Alagoas. Os principais adulterantes encontrados nas amostras foram tetracaína, benzocaína, lidocaína, tetramisol, fenacetina e cafeína, sendo este o adulterante em maior ocorrência, chegando a 83% em comparação aos outros do presente estudo. A partir de ferramentas estatísticas de quimiometria, a saber: Análise de Componentes Principais (PCA) associada à Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA) com base na integração das áreas dos picos cromatográficos das amostras, obteve-se uma distribuição sem formação de grupos de adulteração revelando a alta variabilidade no preparo da droga comercializada e a inexistência de um padrão de composição para a droga apreendida.

Palavras-Chave: Perfil químico; Cocaína; Química Forense; Quimiometria; Segurança Pública.

ABSTRACT

The trafficking and consumption of drugs, especially cocaine, are global concerns due to their deleterious effects on society. In order to increase profit and psychotropic effects, cocaine is often adulterated, and discriminating it provides information for law enforcement initiatives. The objective of the present study was to establish a chemical profile of seized cocaine in Alagoas (2020-2021) to assist the scientific police, intelligence sector, and anti-trafficking agencies of the State. The definitive identification of the drug was performed through gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), followed by statistical treatment by chemometrics. A total of 283 samples of seized cocaine from Maceió and inland cities of Alagoas were analyzed. The main adulterants found in the samples were tetracaine, benzocaine, lidocaine, tetramisole, phenacetin, and caffeine, with the latter being the most prevalent adulterant, reaching 83% compared to others in the present study. Using chemometric statistical tools, namely Principal Component Analysis (PCA) combined with Hierarchical Cluster Analysis (HCA) based on the integration of the chromatographic peak areas of the samples, a distribution without formation of adulteration groups was obtained, revealing the high variability in the preparation of the marketed drug and the absence of a composition pattern for the seized drug.

Keywords: Chemical profile; Cocaine; Caffeine, Forensic Chemistry; Chemometrics; Public Security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cultivo global de arbustos de coca e fabricação de cocaína, 1998-2021.	17
Figura 2 - Série histórica de apreensão de drogas por regiões do Brasil, de 1995 a 2022*....	20
Figura 3 - Série histórica de apreensões de cocaína entre 1995 e 2022 no Estado de Alagoas.	21
Figura 4 - Molécula de cocaína	25
Figura 5 – Reações de hidrólise da cocaína.....	26
Figura 6 - Esquema de conversão entre cocaína base livre e cloridrato de cocaína.....	27
Figura 7 - Extração e refino de cocaína.....	28
Figura 8 - Adulterantes mais comuns encontrados em apreensões de cocaína.	31
Figura 9 - Reação de Teste de <i>Scott</i>	36
Figura 10 - Diagrama de blocos de um cromatógrafo a gás.....	38
Figura 11 - Equipamento de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas...	39
Figura 12 - Fluxograma das análises de cocaína realizadas no laboratório de Química Forense (LQF/POLCAL).	43
Figura 13 - Registro fotográfico de diferentes formas de apresentação de uma mesma amostra apreendida (A67). A) Material: sólido; quantidade: 1 invólucro plástico; forma; pó branco; massa: 8 g. B) Material: sólido; quantidade: 1 eppendorf; forma; pó branco; massa: 2,5 g. C) Material: sólido; quantidade: 7 invólucros plásticos; forma; pó branco; massa: 1,5 g.	47
Figura 14 - Exame preliminar de constatação para cocaína da amostra A67 e A213: teste de <i>Scott</i> . A) Resultado positivo; B) Resultado negativo.....	47
Figura 15 - Cromatogramas dos três grupos de amostras analisadas: (A) Apenas cocaína, amostra A220; (B) Cocaína + adulterantes, amostra A33; (C) Apenas adulterantes, amostra A62.	49
Figura 16 - Distribuição das amostras analisadas. (A) Amostras analisadas com pico cromatográfico; (B) Amostras analisadas com a presença de cocaína e adulterantes.....	50
Figura 17 - Grau de pureza das amostras apreendidas.	51
Figura 18 - Percentual de ocorrência de adulterantes e cocaína. CC: cocaína; FC: fenacetina; BZ: benzocaína; TM: tetramisol; TC: tetracaína; LD: lidocaína; CF: cafeína.....	52
Figura 19 - Percentual médio dos adulterantes nas amostras de cocaína. A: cocaína; B: benzocaína; C: cafeína; D: lidocaína; E: tetramisol; F: tetracaína; G: fenacetina.....	53

Figura 20 - A) Gráfico de scores do PC1 e PC2 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. B) Gráfico de loading do PC1 e PC2 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. C) Gráfico de scores do PC1 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. D) Gráfico de loading do PC1 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. E) Gráfico de scores do PC2 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. F) Gráfico de loading do PC2 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas.	54
Figura 21 - Dendrograma obtido para as amostras de cocaína (método da ligação Ward) construído por agrupamento hierárquico.	57
Figura 22 - Grupos de adulteração das amostras apreendidas.	59
Figura 23 - Cromatogramas dos grupos de composições de adulterantes de cocaína mais representativos do estudo. A) Grupo 15: Cocaína e Cafeína; B) Grupo 16: Cocaína, Cafeína e Tetracaína; C) Grupo 07: Cocaína, cafeína e lidocaína; D) Grupo 08: Cocaína, cafeína, lidocaína e tetracaína; E) Grupo 21: Cocaína.	60
Figura 24 - Distribuição dos grupos de composições das amostras de cocaína apreendidas na Capital e Interior.	61
Figura 25 - Distribuição de amostras de acordo com o grau de pureza das amostras na capital.	64
Figura 26 – Quantidade de amostras de acordo com o grau de pureza no interior alagoano ..	64
Figura 27 - Distribuição geográfica dos grupos de composições de amostras de cocaína dentro da capital alagoana.	65
Figura 28 - Distribuição de amostras de acordo com o grau de pureza das amostras na capital.	66
Figura 29 – Quantidade de amostras de acordo com o grau de pureza na capital alagoana ...	67
Figura 30 - Distribuição geográfica dos grupos de composições de amostras de cocaína dentro da capital alagoana.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matérias que regem as questões acerca das drogas de abuso, no Brasil.	24
Tabela 2 - Propriedades físicas e químicas das variantes de apresentação da cocaína.....	25
Tabela 3 - Tempo de ação no sistema nervoso central em função da via de administração. ..	29
Tabela 4 - Adulterantes comuns encontrados na cocaína e seus efeitos no Sistema Nervoso Central.	31
Tabela 5 - Categorias das técnicas analíticas de acordo com a SWGDRUG.	34
Tabela 6 - Parâmetros cromatográficos das análises de amostras de cocaína por GC-MS.	45
Tabela 7 - Distribuição em grupos a partir da composição de adulterantes e cocaína.	58
Tabela 8 - Regiões Integradas de Segurança Pública	63
Tabela 9 - Zonas de apreensões em Maceió.	66

LISTA DE SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EI - Impacto de Elétrons (*Electron Ionization*)

GC - Cromatografia Gasosa (*Gas chromatography*)

GC-MS - Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (*Gas chromatography/mass spectrometry*)

HCA - Análise Hierárquica de Clusters (*Hierarchical Cluster Analysis*)

HPLC - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (*High Performance Liquid Chromatography*)

OMS - Organização Mundial de Saúde

PeQUI - Perfil Químico de Drogas

PCA – Análise de Componente Principal (*Principal Component Analysis*)

PF - Polícia Federal

PRF - Polícia Rodoviária Federal

RMN - Ressonância Magnética Nuclear

SEPLAG - Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas

SWGDRUG - Grupo de Trabalho Científico para Análise de Drogas apreendidas (*Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs*)

UNODC – Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (*United Nations Office on Drugs and Crime*)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Tráfico de drogas no mundo: cultivo, uso e apreensão.....	17
2.2. Tráfico da droga no Brasil	19
2.3. Tráfico de drogas em Alagoas	21
2.4. Políticas de Combate ao Narcotráfico no Brasil e no mundo.	22
2.5. Cocaína	24
2.6. Adulterantes de cocaína e seus efeitos ao organismo humano	30
2.7. Química Forense	32
2.7.1. Teste Preliminar: Teste de <i>Scott</i> Modificado	35
2.7.2. Técnicas Cromatográficas	36
2.7.2.1. Cromatografia Gasosa	37
2.7.2.2. Analisador de massas	38
2.8. Quimiometria	39
2.8.1. Análise de Componentes Principais.....	40
2.8.2. Análise Hierárquica de Clusters.....	41
3. OBJETIVOS.....	42
3.1. Objetivo geral	42
3.2. Objetivos específicos	42
4. EXPERIMENTAL	43
4.1. Recepção das amostras	43
4.2. Manipulação das amostras	44
4.2.1. Descrição das características físicas da amostra	44
4.2.2. Exame Preliminar – Teste de <i>Scott</i> Modificado	44

4.2.3. Exame definitivo – GC-MS	45
4.3. Quimiometria	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
5.1. Recebimento	46
5.2. Teste de <i>Scott</i> (colorimétrico).....	47
5.3. Teste definitivo (GC-MS).....	48
5.4. Análise qualitativa das amostras.....	50
5.5. Análise quimiométrica dos resultados	53
5.6. Distribuição geográfica.....	61
5.6.1. Distribuição no interior	62
5.6.2. Distribuição na capital.....	65
6. CONCLUSÕES.....	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
8. ANEXO.....	81

1. INTRODUÇÃO

O tráfico e o consumo de drogas de abuso é uma das maiores preocupações em todo o mundo. De acordo com o Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC do inglês: *United Nations Office on Drugs and Crime*), estima-se que o consumo de drogas matou meio milhão de pessoas em 2019, enquanto os transtornos pelo seu uso mataram 18 milhões de pessoas devido à dependência química e danos à saúde, além dos efeitos deletérios às estruturas sociais desde as relações familiares até os sistemas de segurança pública. (AHMED et al., 2022; UNODC, 2023).

A cocaína se destaca neste cenário como sendo uma das drogas mais consumidas mundialmente, devido ao elevado grau de dependência química causada ao usuário, à elevada movimentação financeira e fácil acesso relacionados ao tráfico. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), a cocaína apresentou um crescimento de 32% de usuários desde o ano de 2010 até 2020, e no ano de 2021 alcançou a marca de 21,6 milhões de consumidores (UNODC, 2023).

O início da pandemia de COVID-19, em março de 2020, afetou não só as atividades legítimas, mas também as ilícitas. Dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF) sugerem que, em 2019, o número de apreensões de cocaína nas rodovias aumentou acentuadamente e seguiu uma tendência relativamente estável até o segundo trimestre de 2020. Neste período, 22 das 27 unidades federativas brasileiras registraram um aumento nas apreensões de cocaína. A melhor atuação das forças policiais na fiscalização e consequente aumento do número de apreensões se deu em virtude da menor circulação de veículos nas ruas facilitando abordagens com êxito, atingindo mais de 40 toneladas apreendidas no último ano pela PRF (UNODC, 2021).

A despeito do grande volume apreendido e consumido no Brasil, o país não é um produtor expressivo da droga, se configurando como uma ampla rota de escoamento entre os principais produtores mundiais (Bolívia, Peru e Colômbia) e consumidores na América Central e do Norte, além de outros continentes. Além disso, o país também é responsável por refinar parcialmente a cocaína e realizar alterações no seu composto, adulterando o produto para os diversos consumidores finais (SANT'ANA et al., 2019; MALDANER et al., 2021; UNODC, 2022).

Em geral, a cocaína comercializada não está na forma pura, mas misturada com adulterantes e diluentes visando o aumento do lucro do tráfico e potencialização dos efeitos psicotrópicos da droga bem como reduzindo efeitos indesejados como a dor ao inalar a droga,

reduzir a sensação de dormência e formigamento na mucosa nasal. A identificação dessas substâncias na cocaína apreendida pode contribuir para a atribuição de um perfil químico que viabilize o estabelecimento de padrões de composição e sua correlação com as rotas de distribuição/apreensão dessa droga. Nesse sentido, as análises químicas e o tratamento estatístico dos dados por meio da quimiometria pode auxiliar a polícia científica junto ao setor de inteligência bem como órgãos de fiscalização e de combate ao tráfico de drogas e, por conseguinte, melhorar a qualidade de vida da população no sentido de contribuições ao setor de Segurança Pública.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Tráfico de drogas no mundo: cultivo, uso e apreensão

A cocaína é uma das drogas ilícitas mais consumidas no mundo e segundo o Relatório Mundial de Drogas 2023, elaborado e publicado pela UNODC, estima-se que a área global de cultivo da coca (*Erythroxylum coca*) aumentou 35% em 2021, pouco mais de 316.000 hectares, o equivalente a mais de 442.318 campos de futebol. Ainda de acordo com o documento, o potencial de fabricação da cocaína cresceu 16,36% em 2021, em comparação ao ano anterior, atingindo um novo recorde de 2.304 toneladas com 100% de pureza. A quantidade de consumidores foi de pouco mais de 21,6 milhões de usuários e as apreensões da droga chegaram à marca de cerca 2.900 toneladas com purezas variadas. (AHMED et al., 2022; UNODC, 2023)

Dados apontam que os países responsáveis pelo abastecimento mundial da droga são Colômbia, Peru e Bolívia. Esses países possuem clima tropical e altitudes que variam de 450 a 1.800 m do nível do mar, condições ideais para o cultivo da planta *Erythroxylum coca*, que dá origem à cocaína. Segundo a UNODC, a relação entre cultivo e manufatura de cocaína entre os anos de 1998 e 2020 nesses três países está expressa na Figura 1 (O'HAGAN e PARASKEVI, 2022).

Figura 1 - Cultivo global de arbustos de coca e fabricação de cocaína, 1998-2021.



Fonte: UNODC (2023).

O Relatório Mundial de Drogas de 2023 evidencia que em 2021 a produção de cocaína foi aproximadamente 2,5 vezes maior do que o ano de 2014, ano de menor produção global. Embora em 2020, a Colômbia tenha apresentado uma diminuição de 9% da área de cultivo em relação ao ano anterior, em 2021 continuou sendo o país com a maior parte do cultivo mundial de arbustos de coca: 204.300 hectares (70% da área de cultivo total). Neste mesmo ano, Peru e Bolívia que permanecem em um aumento de arbusto de coca desde 2015, atingiram, respectivamente, as marcas de 80.681 hectares (27% da área de cultivo total) e 30.500 hectares (10% da área de cultivo total) de cultivo de arbustos de coca. (BREWER-OSORIO, 2021; MALDANER et al., 2021; UNODC, 2023)

Apesar de erradicações de algumas áreas de cultivo da Colômbia, o potencial de fabricação da cocaína aumentou devido a maiores rendimentos e taxas de eficiência laboratorial. O rendimento médio de folha de coca fresca colhida por hectare cultivado aumentou 14%, de 5,6 toneladas, em 2019, para 6,4 toneladas, em 2020. Enquanto a quantidade total de cloridrato de cocaína obtida a partir de um hectare sob cultivo produtivo de coca aumentou 18%, de 6,7 kg, em 2019, para 7,9 kg, em 2020 (UNODC, 2023).

Mesmo com a pandemia de COVID-19, o tráfico da droga adquiriu novas rotas e continuou a aumentar e segundo dados da UNODC emitidos em 2023, ao final do ano de 2021, as quantidades globais de cocaína apreendida, independente do grau de pureza e forma de apresentação (cocaína pasta base, cloridrato de cocaína, merla, crack, entre outros), aumentou em 11,92% em relação ao ano anterior alcançando um novo recorde de 2.881 ton. (UNODC, 2023).

Ao analisar a Figura 1, observa-se que, em um período mais longo, os dados indicam que a quantidade de cocaína apreendida foi significativamente maior do que a quantidade fabricada. No entanto, é importante ressaltar que a comparação entre os dois conjuntos de dados é limitada devido às variações nos níveis de pureza dos produtos apreendidos ao longo do tempo. Entre 2010 e 2020, o potencial global de fabricação de cocaína, considerando uma pureza de 100%, aumentou em 75%, enquanto as apreensões globais, sem levar em conta a pureza, aumentaram em 125% (UNODC, 2022). Isto implica que, apesar dos dados sugerirem que as apreensões aumentaram, não foram suficientes para reduzir a disponibilidade de cocaína para consumo e tráfico.

A quantidade de apreensões de cocaína tem passado por mudanças ao longo dos anos. Anteriormente, as apreensões estavam mais relacionadas ao tráfico e consumo final. No entanto, houve uma necessidade de ajustar as políticas públicas para combater o tráfico

diretamente na fonte. Isso resultou em um aumento nas apreensões feitas na América do Sul, onde a maior parte da produção ocorre. Segundo dados do relatório Mundial de Drogas da UNODC (2022), atualmente, a quantidade total de apreensões nos países sul-americanos é cinco vezes maior do que na América do Norte, contrastando com o período de 1999-2001, quando a quantidade de cocaína apreendida era maior no Norte. Houve também uma mudança do Caribe para a América Central em termos de apreensões de cocaína nas últimas duas décadas, refletindo uma mudança geral no fluxo do tráfico de cocaína da Colômbia, ao longo da rota do Pacífico em direção à América Central e América do Norte, em vez de passar pelo Oceano Atlântico e pelo Caribe.

Os mercados consumidores de cocaína também têm apresentado variações nas apreensões. A América do Norte, que é o maior mercado consumidor do mundo, registrou fortes aumentos nas apreensões no período de 2015 a 2020, assim como a Europa, que era a segunda maior região consumidora, até 2019, antes de se estabilizar em 2020. As quantidades totais de cocaína apreendida na Ásia e na África atingiram o pico em 2019, enquanto as quantidades apreendidas na Oceania continuaram a aumentar em 2020 (UNODC, 2022).

2.2. Tráfico da droga no Brasil

O Brasil se destaca como o segundo maior mercado consumidor de cocaína no mundo e é considerado a principal rota de tráfico dos países andinos para a Europa e Ásia, utilizando o oceano Atlântico como via de transporte. Os portos brasileiros, especialmente Paranaguá, no Paraná, e Santos, em São Paulo, desempenham um papel fundamental nessa economia do tráfico, onde a logística de transporte passa pelas regiões de fronteira e se concentra no Norte e Centro-Oeste do país (UNODC, 2021).

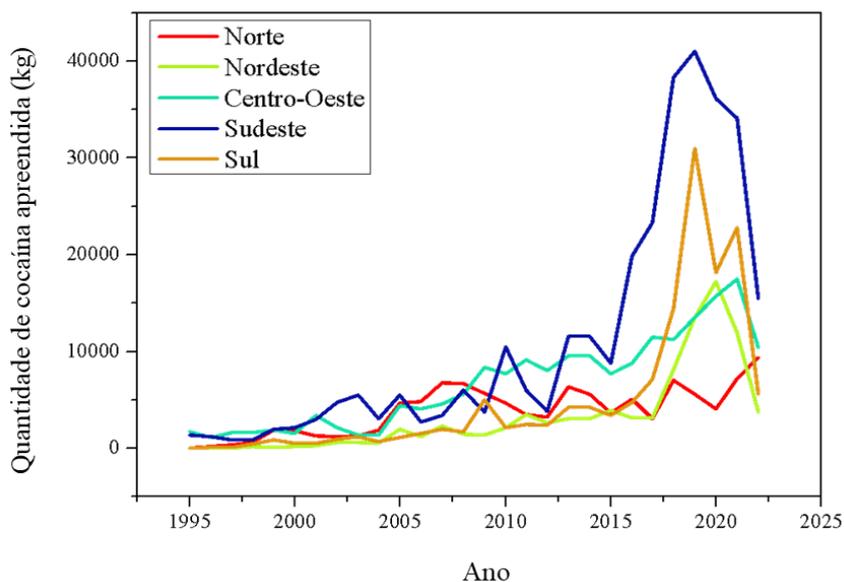
Para combater este cenário, a Polícia Federal brasileira, em colaboração com a ONU, implementou desde 2006 o Projeto PeQui, um programa de análise do perfil químico das drogas apreendidas no Brasil. Esse projeto tem contribuído para identificar as características e a origem das drogas, bem como analisar as correlações entre as amostras apreendidas, fornecendo valiosas informações para compreender o mercado ilícito no país (SANT'ANA et al., 2019; MALDANER et al., 2021).

No âmbito do Projeto PeQui, destaca-se a análise de amostras de cocaína apreendidas em casos de tráfico, que geralmente envolvem grandes quantidades e alta pureza. A determinação da origem geográfica dessas drogas é uma informação estratégica importante para

as agências de aplicação da lei. A Polícia Federal (PF) e a Receita Federal, a partir de investigações e análise de perfil químico da cocaína, relataram em 2019 que uma considerável quantidade da droga apreendida na Europa tem origem no Brasil, sendo o transporte em contêineres por navios a principal modalidade utilizada (DUARTE, 2022).

É importante ressaltar que a dinâmica do mercado de drogas sofreu alterações significativas desde o início da pandemia de COVID-19, demonstrado nas Figura 2. Embora as apreensões gerais de cocaína no Brasil tenham diminuído, isso pode ser atribuído a diversos fatores, como redução das atividades policiais e estratégias evasivas adotadas pelos criminosos. As apreensões nos portos marítimos têm sido um indicador importante, refletindo os fluxos de cocaína que deixam o Brasil em direção a destinos como Europa e África (PF, 2022; UNODC, 2022).

Figura 2 - Série histórica de apreensão de drogas por regiões do Brasil, de 1995 a 2022*.



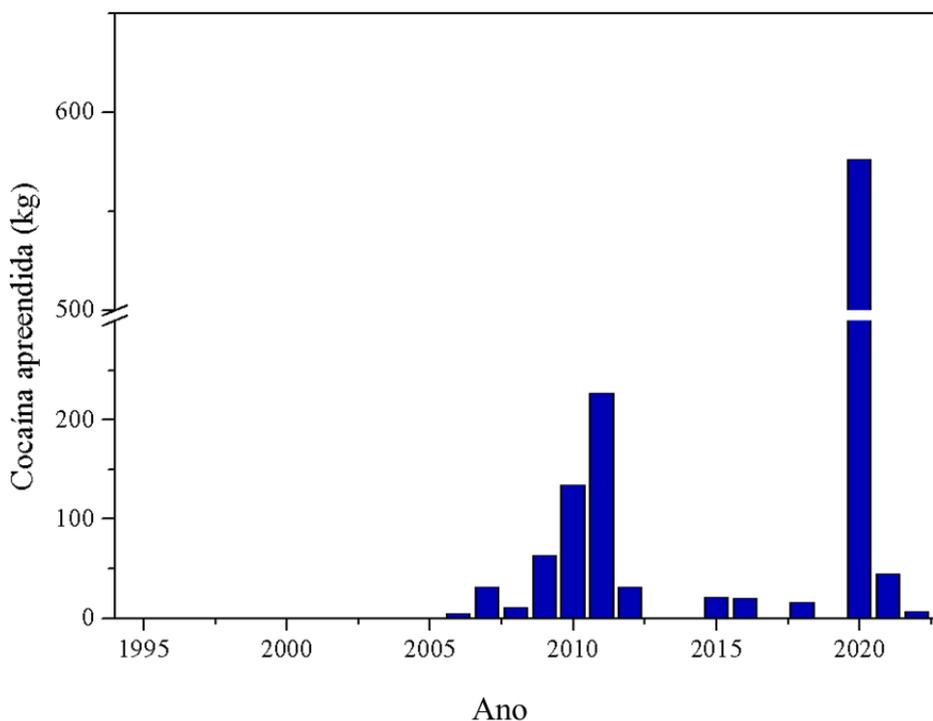
*Dados de 2022 são até Junho.

Fonte: PF (2022), adaptado.

2.3. Tráfico de drogas em Alagoas

Alagoas liderou o ranking dos estados brasileiros com altas taxas de homicídios, influenciado, principalmente, pelo tráfico de drogas. Inicialmente, o consumo e venda de drogas estavam ligados principalmente à maconha, mas ao longo dos anos, o tráfico expandiu suas atividades para incluir crack, cocaína, óxi (abreviação de “oxidado”, droga semelhante ao crack, porém mais potente) novas substâncias psicoativas (NSPs) e outras drogas sintéticas, abrangendo tanto áreas periféricas como estratos sociais privilegiados. Enfrentar a violência relacionada ao tráfico de drogas é um desafio constante, exigindo uma compreensão mais aprofundada de suas causas e consequências. Segundo a PF, o estado teve apreensões significativas desde 2006, atingindo o pico em 2020 com 576 kg de cocaína (Figura 3) (LIMA, 2016; PF, 2022).

Figura 3 - Série histórica de apreensões de cocaína entre 1995 e 2022 no Estado de Alagoas.



Fonte: PF (2022), adaptado.

2.4. Políticas de Combate ao Narcotráfico no Brasil e no mundo.

A despeito das consequências sociais enfrentadas pela comunidade mundial, convenções internacionais, que estruturaram a ideia de combate ao narcotráfico e que hoje são referências para diversas nações, têm como objetivo discutir as consequências que as drogas trazem para a sociedade, assim como discutir o controle delas, pois percebe-se o aumento do seu uso e da quantidade de usuários.

A Convenção Única sobre Entorpecentes de 1961, emendada em 1972, ocorrida em Nova York, estabeleceu duas formas de controle das drogas (UNODC, 1972). A primeira delas é limitar o uso, posse, distribuição, comércio, produção, importação ou exportação para fins médicos e científicos, enquanto a segunda regulamenta o combate ao tráfico de drogas através da cooperação internacional, buscando desestimular e impedir o tráfico. Essa convenção também definiu grupos para classificar as substâncias de acordo com seu grau de abuso, potencial de dependência e uso médico. Inserida na legislação brasileira em 1964, por meio do decreto Nº 54.216 (Brasil, 1964), a convenção reconhece tanto a importância das drogas no uso médico e científico quanto a necessidade de combater os danos causados por essas substâncias (SILVA et al., 2023).

A Convenção de Drogas Psicotrópicas de 1971 e a Convenção sobre Substâncias Psicotrópicas têm como objetivo principal debater e controlar a expansão do uso e diversificação das drogas psicotrópicas (UNODC, 1971). Ambas estabelecem um sistema de controle internacional para essas substâncias, que agem no sistema nervoso central, afetando o humor, comportamento e consciência do indivíduo. Além disso, essas convenções abordam o combate à diversificação e expansão das drogas sintéticas, considerando sua alta dependência e potencial terapêutico. No Brasil, essas convenções foram incorporadas à legislação em 1977, por meio do decreto Nº 79.388 (BRASIL, 1977), com o objetivo de combater e prevenir o uso inadequado dessas substâncias, ao mesmo tempo em que reconhecem sua importância para fins médicos e científicos, desde que utilizadas de forma responsável e restrita (SILVA et al., 2023).

A Convenção Contra o Tráfico Ilícito de Entorpecentes e Substâncias Psicotrópicas de 1988 (UNODC, 1988) estabeleceu medidas abrangentes para combater o aumento do tráfico de drogas nas décadas de 1970 e 1980, além de abordar ações contra a lavagem de dinheiro e o controle de precursores químicos utilizados na produção de narcóticos. Essa convenção também propõe a cooperação internacional por meio de acordos de extradição, transporte e transferência de traficantes, de acordo com a UNODC. No Brasil, a convenção foi incorporada à legislação

em 1991, reconhecendo a importância de erradicar o tráfico e a necessidade de cooperação internacional para alcançar esse objetivo. A partir dos anos 1980, a discussão sobre o combate ao narcotráfico ganhou destaque internacional, com países adotando políticas específicas e tratados para enfrentar essa questão, sendo os Estados Unidos um ator importante nesse cenário (SILVA et al., 2023).

As convenções internacionais mencionadas desempenharam um papel crucial no desenvolvimento de políticas e medidas de combate ao narcotráfico, inclusive no Brasil. Em parceria com a ONU, o país começou a adotar ações nesse sentido a partir de 2002 (BRASIL, 2002).

Essas convenções adotaram abordagens proibicionistas como uma das estratégias para enfrentar o problema das drogas. Em consonância com esse contexto, foi instituída a Política Nacional Antidrogas (PNAD) por meio do decreto presidencial nº 4.345, datado de 26 de agosto de 2002 (BRASIL, 2002). A PNAD estabeleceu diretrizes para a atuação do governo brasileiro, abrangendo medidas como prevenção ao uso de drogas, tratamento e reinserção social de usuários, repressão ao tráfico e à produção ilícita, bem como promoção da cooperação internacional nessa área.

Desde então, têm sido articuladas e implementadas diversas medidas antidrogas com base nas diretrizes descritas na Tabela 1, que trata das matérias que regem as questões relacionadas às drogas de abuso.

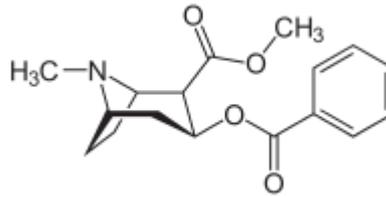
Tabela 1 - Matérias que regem as questões acerca das drogas de abuso, no Brasil.

Norma/Ato administrativo	Descrição
Portaria n° 344/98-ANVISA	Aprova o regulamento técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial (BRASIL, 1998).
Lei n° 10.357/01,	Estabelece normas de controle e fiscalização sobre produtos químicos que direta ou indiretamente possam ser destinados à elaboração ilícita de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica, e dá outras providências” (BRASIL, 2001).
Portaria n° 1274/03-MJ	“Sujeita a controle e fiscalização exclusiva da Polícia Federal 146 produtos químicos, incluindo suas misturas e diluições, respeitadas as particularidades previstas pela supracitada Portaria” (BRASIL, 2003).
Lei n° 11.343/06	Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas Sobre Drogas (SISNAD); prescreve medidas para prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas; estabelece normas para repressão à produção não autorizada e ao tráfico de drogas; define crimes e dá outras providências (BRASIL, 2006).

2.5. Cocaína

Os alcaloides tropanicos são uma classe de compostos químicos que são encontrados em várias plantas, principalmente nas famílias das Solanáceas e das *Erythroxylaceae*. Eles possuem uma estrutura química caracterizada pela presença do anel tropano, que consiste em uma estrutura heterocíclica de sete membros contendo átomos de nitrogênio. Um dos alcaloides tropanicos mais conhecidos e estudados é a cocaína (Figura 4), correspondendo a uma faixa de 0,1% a 0,9% da massa total das folhas de arbustos de coca. Suas propriedades físico-químicas estão descritas na Tabela 2 (FERREIRA et al., 2019; SANT’ANA et al, 2019).

Figura 4 - Molécula de cocaína



Fonte: SANT'ANA (2019), adaptado.

Tabela 2 - Propriedades físicas e químicas das variantes de apresentação da cocaína.

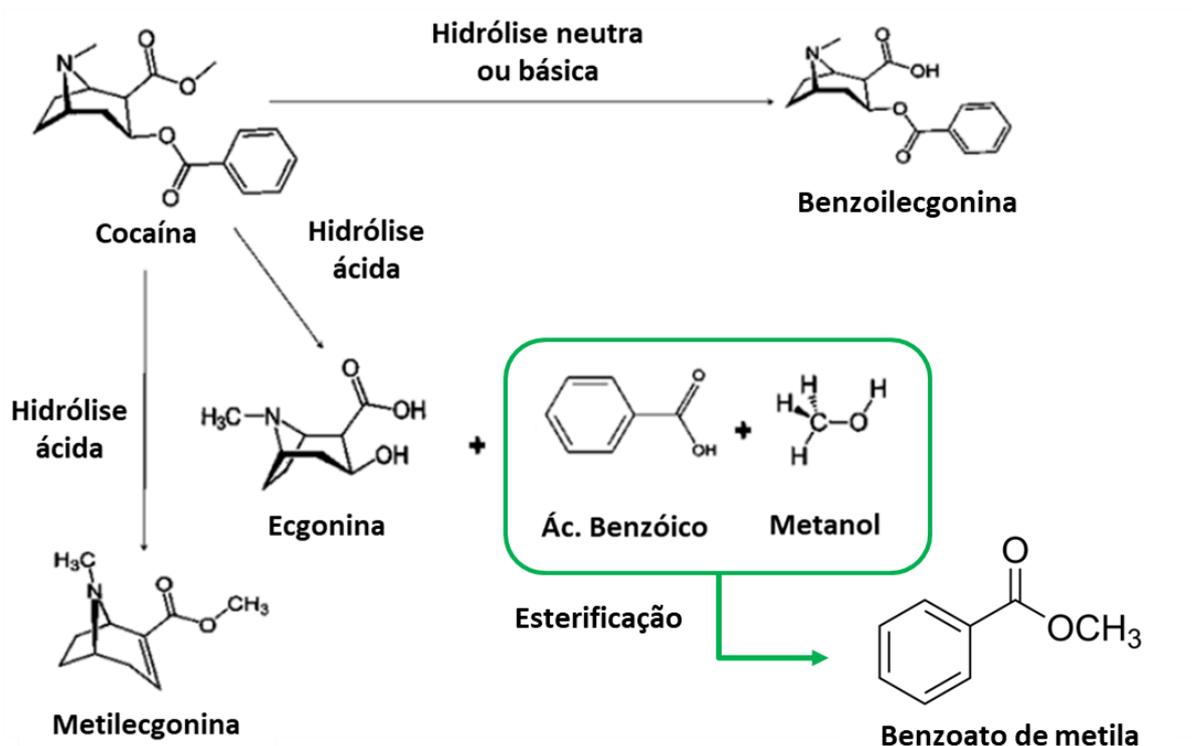
Parâmetro	Cocaína Base	Cloridrato de Cocaína
Fórmula Molecular	C ₁₇ H ₂₁ NO ₄	C ₁₇ H ₂₁ NO ₄ .HCl
Peso Molecular	303,4 g/mol	339,8 g/mol
Descrição Física	Sólida ou granulada de cor branca ou amarelada. Textura varia de pegajosa ou pastosa à sólida semelhante a uma pedra.	Sólido cristalino incolor a branco, pó branco ou amarelo
Ponto de Fusão	98°C	157°C
Solubilidade	Insolúvel em água, solúvel em metanol, éter etílico e clorofórmio.	Insolúvel em Éter Etílico e solúvel em água, metanol e clorofórmio.

Fonte: SUDO (2020), adaptado.

A cocaína (C₁₇H₂₁NO₄), benzoilmetilecgonina, éster do ácido benzóico, cujo nome IUPAC é metil-(1R,2R,3S,5S)-3-(benzoiloxi)-8-metil-8-azabicyclo[3.2.1]octano-2-carboxilato, possui ação dopaminérgica no sistema nervoso central (SNC) que provoca elevados padrões de dependência, além de inúmeros efeitos deletérios no corpo humano (SANT'ANA et al., 2019).

Os grupos funcionais éster presentes na cocaína podem ser hidrolisados em contato com água, substâncias ácidas ou alcalinas. Essa hidrólise resulta na formação de alcaloides como ecgonina, metilecgonina e benzoilecgonina, além de metanol, ácido benzoico e benzoato de metila (Figura 5). O cloridrato de cocaína, por sua vez, é mais estável e menos suscetível à hidrólise do que a forma livre da cocaína.

Figura 5 – Reações de hidrólise da cocaína.

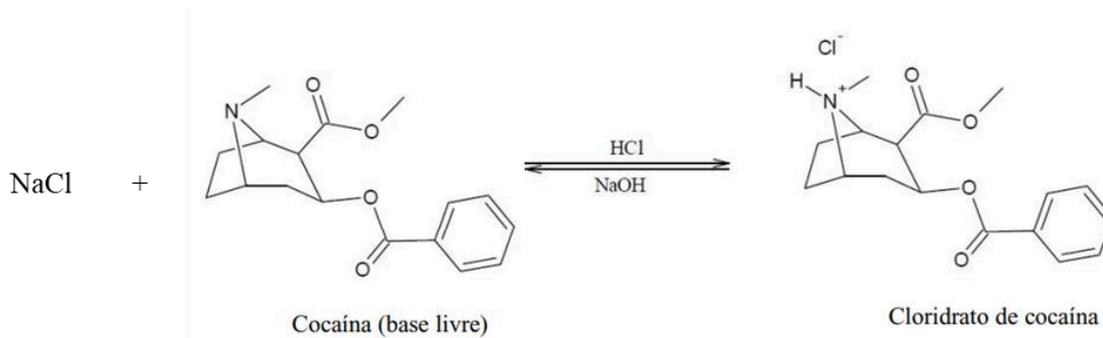


Fonte: SUDO (2020), adaptado.

A cocaína tem seu grupo amina facilmente protonado devido ao seu sítio básico que reage com soluções aquosas de ácidos, transformando-se na sua forma química de sal, reação comum dos alcalóides, que configura sua forma física mais comumente comercializada: em pó (cloridrato de cocaína). Porém, ao reagir com uma base, a reação inversa ocorre, transformando o sal de volta na forma de cocaína base livre, apesar de gerar a hidrólise da cocaína e subprodutos que são tratados como impurezas (SANT'ANA et al., 2019; BARRETO, 2020).

Sua coloração pode variar entre amarela e branca (devido a impurezas, processamento, adulteração e oxidação) e é consumida por aspiração intranasal. A Figura 6 exemplifica a reação que ocorre quando a cocaína, cujo $pK_a = 8,6$ encontra-se em meio ácido:

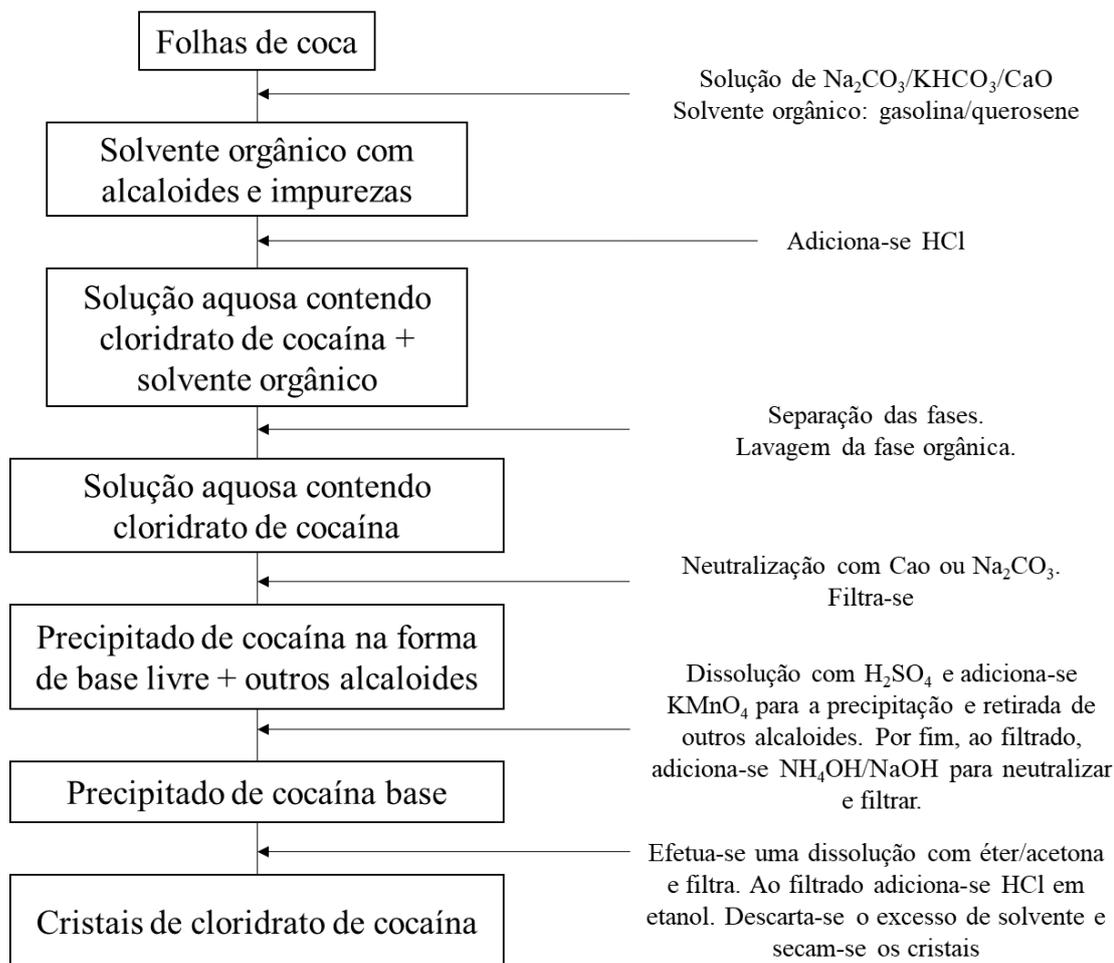
Figura 6 - Esquema de conversão entre cocaína base livre e cloridrato de cocaína.



Fonte: BARRETO, (2020), adaptado.

Apesar de ser possível obter sinteticamente a cocaína, a metodologia para obtenção natural desta droga ainda é economicamente mais viável para o tráfico e, embora haja diferentes maneiras, o princípio de extração é sempre o mesmo, com poucas variações entre os traficantes. A Figura 7 representa o esquema de extração e refino de coca (BARRETO, 2020). De acordo com o fluxograma, a purificação da cocaína inicia-se pela imersão das folhas de coca em soluções alcalinas ou ácidas, ou por maceração com solventes orgânicos. O refino se dá por oxidação, precipitação e diluições sucessivas para branqueamento e aumento da pureza. Muitos diluentes e adulterantes podem ser adicionados nessas etapas visando aumento do volume do produto e por conseguinte o lucro.

Figura 7 - Extração e refino de cocaína.



Fonte: BARRETO (2020), adaptado.

Existem diferentes formas de apresentação da cocaína, como grânulos, pó, pedra e pasta, cada uma com características químicas distintas e métodos de administração específicos. Nas ruas, a cocaína geralmente não é pura, sendo comumente encontrada na forma de pó branco, composta tanto pela forma de sal (cloridrato) quanto pela forma molecular (base) da cocaína (ALMEIDA, 2019; FERREIRA et al., 2019; BARRETO, 2020). O projeto PeQui reconhece quatro formas principais da droga: pasta base, crack e cloridrato de cocaína. A seguir, segundo Almeida (2019) e Barreto (2020) as principais formas apresentadas da cocaína:

- **Cloridrato de cocaína:** É um sal solúvel em forma de pó cristalino, de cor branca ou amarelada, sem odor e com sabor amargo. É instável ao calor e não pode ser fumado, sendo consumido por inalação nasal ou via intravenosa. É conhecido popularmente como "farinha", "neve", "pó" ou "branquinha";

- **Crack:** É a cocaína na forma de base livre, petrificada e com coloração amarelada. É obtido através do aquecimento da solução aquosa de cloridrato de cocaína com bicarbonato ou hidróxido de sódio. As "pedras" de crack podem ser fumadas, pois se vaporizam em temperaturas de aproximadamente 98°C;
- **Pasta base:** É a cocaína na forma de base livre, com coloração bege ou amarela escura, apresentando-se em pó ou grumos. Pode ser confundida com o crack, mas é diferenciada pelo teor de cinamoilcocaína, que é maior na cocaína base do que no crack. É obtida na primeira etapa do processo de extração das folhas de coca e é consumida, principalmente, por meio da inalação dos vapores ao fumar.

A cocaína refinada é comumente consumida de forma recreacional, seja na forma de base ou como cloridrato de cocaína. As principais vias de administração incluem inalação do pó, administração oral, fumo (crack) e, em menor frequência, injeção intravenosa. Cada via de administração apresenta diferentes parâmetros de toxicocinética (Tabela 3), como velocidade de absorção e pico de concentração plasmática (ALMEIDA, 2019; SUDO, 2020).

Tabela 3 - Tempo de ação no sistema nervoso central em função da via de administração.

VIA DE ADMINISTRAÇÃO	TEMPO DE AÇÃO NO SNC
Oral (mascar as folhas de coca)	20 a 30 minutos
Dissolvida em bebidas	15 a 30 minutos
Intranasal	3 a 5 minutos
Intravenosa	< 30 segundos
Fumada (crack)	5 a 8 segundos

Fonte: ALMEIDA, 2019.

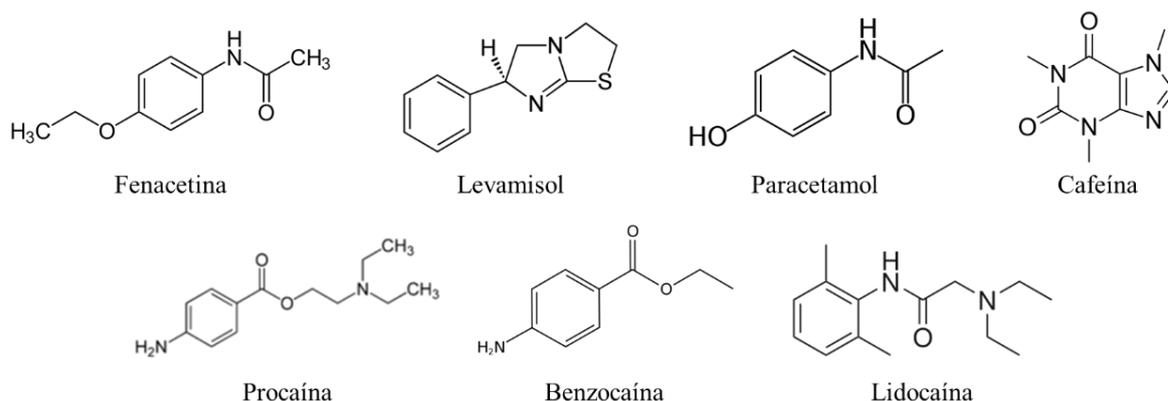
A absorção da cocaína via intranasal ocorre de forma lenta devido às propriedades vasoconstritoras da droga, com aproximadamente 20 a 30% da dose sendo absorvida. A concentração plasmática máxima é alcançada entre 30 e 60 minutos após o uso intranasal, e os efeitos da droga podem persistir por até 60 minutos (ALMEIDA, 2019).

Ao fumar crack, a cocaína é absorvida rapidamente devido à extensa superfície pulmonar altamente vascularizada. Isso resulta em um efeito imediato, atingindo sua intensidade máxima em cerca de 5 minutos. O pico plasmático é alcançado entre 5 e 10 minutos, e a biodisponibilidade, ou seja, a quantidade de droga disponível para produzir efeito farmacológico, é de aproximadamente 70%, seus efeitos podem durar até 30 minutos podendo variar de acordo com a quantidade e qualidade da droga. O efeito produzido é extremamente rápido e intenso, sendo comparável à administração intravenosa (ALMEIDA, 2019; SUDO, 2020).

2.6. Adulterantes de cocaína e seus efeitos ao organismo humano

A cocaína comercializada ilicitamente é comumente adulterada e cada organização criminosa, por mais que não siga à risca um roteiro experimental, tem seu padrão de adulteração. Essa adulteração envolve a adição de substâncias tanto diluentes, que são inertes e têm como único propósito aumentar o volume final da droga, como também substâncias psicoativas que mimetizam ou potencializam os efeitos da cocaína. Além disso, alguns adulterantes podem ser utilizados para reduzir efeitos indesejáveis ou impurezas resultantes do processo de refino da droga. Essas práticas visam não apenas expandir a quantidade de droga disponível, mas também melhorar a rentabilidade do comércio ilícito (ALMEIDA, 2019; SUDO, 2020). Alguns adulterantes comuns descritos na literatura são a fenacetina, paracetamol, cafeína, procaína, benzocaína, lidocaína e levamisol como mostrados na Figura 8. Estas substâncias fornecem informações relevantes para a investigação de rotas de tráfico e perfis químicos da droga (ABIN-CARRIQUIRY et al., 2018; SANT'ANA et al., 2019; AMEKU et al., 2021). A Tabela 4 contém informações acerca do principal uso dessas substâncias e seus respectivos efeitos no SNC.

Figura 8 - Adulterantes mais comuns encontrados em apreensões de cocaína.



Fonte: ABIN-CARRIQUIRY et al. (2018); SANT'ANA et al. (2019); AMEKU et al. (2021), adaptado.

Tabela 4 - Adulterantes comuns encontrados na cocaína e seus efeitos no Sistema Nervoso Central.

SUBSTÂNCIA	FUNÇÃO PRINCIPAL	EFEITOS NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL
FENACETINA	Analgésico	Tontura, confusão mental, convulsões.
PARACETAMOL	Analgésico	Confusão mental, danos ao fígado, náuseas
CAFEÍNA	Estimulante	Ansiedade, insônia, dependência, aumento da pressão arterial
PROCAÍNA	Anestésico local	Diminuição da sensação de dor, formigamento, alteração temporária de humor.
BENZOCAÍNA	Anestésico local	Irritação na pele, reações alérgicas
LIDOCAÍNA	Anestésico local	Depressão respiratória, coma.
LEVAMISOL	Anti-helmíntico	Tontura, vertigem, confusão mental.

Fonte: ABIN-CARRIQUIRY et al. (2018); SANT'ANA et al. (2019); AMEKU et al. (2021), adaptado.

O uso crônico de estimulantes por via intranasal está associado a vasculites, perfuração do septo nasal e deterioração mental. A cafeína, um estimulante que tem efeito sinérgico com a cocaína, intensifica seus efeitos estimulantes. A cafeína pode ser utilizada como adulterante tanto na cocaína em pó quanto no crack, pois se volatiliza quando fumada. Além disso, o uso de estimulantes pode causar enjoos, taquicardia, nervosismo, agitação, dificuldade para dormir, vômitos, náuseas e, em casos de superdosagem, dor abdominal, ansiedade, confusão, cefaleias,

taquicardia, irritabilidade e alucinações (FERREIRA et al., 2019; SANT'ANA, 2019). A intoxicação aguda por anestésicos locais resulta em tremores e convulsões. A benzocaína, um anestésico local, possui efeito sinérgico com a cocaína, aumentando sua toxicidade. Um estudo demonstrou que a administração simultânea de cocaína e lidocaína em ratos causou convulsões semelhantes às produzidas pela administração de cocaína pura (FERREIRA et al., 2019; SANT'ANA, 2019). O levamisol, um anti-helmíntico utilizado na adulteração da cocaína, é conhecido por causar vasculites, aumentar a incidência de agranulocitose e provocar problemas intestinais e ulcerações nas mucosas. Os usuários de cocaína que consomem essa droga adulterada podem experimentar pseudovasculite autoimune, infecções sépticas e até mesmo endocardite, devido às propriedades imunomoduladoras do levamisol (BARRETO, 2020).

A composição dos adulterantes e diluentes encontrados na cocaína está em constante mudança, tornando desafiadoras as investigações e imprevisíveis os riscos à saúde. Além disso, a presença dessas substâncias em drogas ilícitas de abuso pode representar um problema emergente de saúde pública, visto que poucos profissionais da área de saúde estão familiarizados com a sua presença (ALMEIDA, 2019). Sendo assim, é de extrema importância o desenvolvimento de metodologias que permitam a análise simultânea de cocaína e adulterantes no contexto das investigações policiais. A Química Forense desempenha um papel fundamental nesse processo, fornecendo métodos precisos de análise que permitem a identificação de adulterantes e diluentes, a determinação da pureza da cocaína, bem como contribuindo com a avaliação dos efeitos dos adulterantes na saúde pública, fornecendo informações importantes para os profissionais da área de saúde e autoridades regulatórias.

2.7. Química Forense

A Química Forense é um ramo da criminalística que surgiu na Roma Antiga, no século XVII, para lidar com casos de envenenamento entre figuras políticas importantes. Ela associa conhecimentos científicos da Química com outras disciplinas, como Direito e Biologia, para oferecer suporte às investigações criminais. Por meio de métodos de perícia e análise técnica, a Química Forense abrange diversas áreas, incluindo análises orgânicas e inorgânicas, toxicologia, investigações de incêndios criminosos e sorologia. Essa área é responsável pela análise de substâncias diversas em matrizes, como drogas ilícitas, venenos, resíduos de incêndio, explosivos, entre outros, com o objetivo de produzir provas materiais para a justiça. Embora seja um campo importante e de crescente interesse na sociedade científica, a aplicação

da Química Forense no campo da criminalística ainda é uma linha de pesquisa em desenvolvimento no Brasil (CAMARGOS, 2018; SILVA, 2022; SPONCHIADO et al., 2022).

Sendo uma das maiores demandas de um laboratório de Química Forense, a análise qualitativa e quantitativa das substâncias psicoativas é de extrema importância tanto para o trabalho policial quanto para fins sociais na luta contra o tráfico de drogas.

Inicialmente, a identificação química de uma droga é realizada por meio de um exame preliminar. Em conformidade com o artigo 50 da Lei nº 11.343/06, foi estabelecida a elaboração de um laudo de constatação, conhecido também como laudo preliminar, que desempenha um papel fundamental na comprovação e documentação dos resultados obtidos durante a análise forense (CAMARGOS, 2018; MARANHÃO, 2022). Em seguida, há um exame definitivo garantindo a determinação conclusiva da natureza da substância em questão.

O uso de testes preliminares em laboratórios forenses no mundo é justificável devido à praticidade e rapidez que oferecem, apesar de suas limitações. Esses testes são uma forma de triagem aplicada em materiais suspeitos, permitindo uma análise preliminar que pode subsidiar prisões em flagrante. Embora sejam baseados em reações de cor e turbidez, fáceis de realizar e de baixo custo, é importante ressaltar que esses testes preliminares não substituem o exame definitivo, sendo apenas um direcionamento para a análise completa (CAMARGOS, 2018; SILVA, 2022).

O teste definitivo para a identificação de drogas apreendidas é realizado por meio de técnicas avançadas, como Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (GC-MS) e Espectrometria de Ressonância Magnética Nuclear (RMN). Essas técnicas permitem a análise estrutural precisa das substâncias presentes nas amostras, fornecendo informações sobre a composição química das drogas, incluindo impurezas, diluentes e produtos de degradação (MARANHÃO, 2022; SILVA, 2022).

Em 1997, foi proposta uma padronização para os exames químicos realizados em amostras de drogas apreendidas, que pode ser encontrada na 4ª edição do Grupo de Trabalho Científico para Análise de Drogas Apreendidas (SWGDRUG do inglês: *Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs*). As técnicas recomendadas pelo SWGDRUG para a identificação de drogas ou produtos químicos podem ser incorporadas em um esquema analítico de classificação, exposto na Tabela 5, sendo agrupadas com base em seu maior potencial de seletividade (SWGDRUG, 1997; SASSO, 2020).

As técnicas da categoria A oferecem o mais alto grau de seletividade por meio de dados estruturais, as técnicas da categoria B proporcionam um elevado nível de seletividade com base

em propriedades físico-químicas e as técnicas da categoria C fornecem uma visão geral com um nível de seletividade mais baixo (SASSO, 2020). Na falta de alguma técnica A, recomenda-se o emprego de três técnicas de outras categorias, sendo que ao menos duas devem ser da categoria B (SWGDRUG, 1997; CAMARGOS, 2018).

Tabela 5 - Categorias das técnicas analíticas de acordo com a SWGDRUG.

CATEGORIAS DAS TÉCNICAS ANALÍTICAS		
A	B	C
Espectroscopia no infravermelho	Eletroforese capilar	Testes colorimétricos
Espectrometria de massas	Cromatografia Gasosa	Espectroscopia de Fluorescência molecular
Ressonância Magnética Nuclear	Espectrometria de mobilidade iônica	Imunoensaio
Espectroscopia Raman	Cromatografia Líquida	Ponto de Fusão
Difração de Raio-X	Cromatografia em Camada Delgada	Espectroscopia no ultravioleta
	Análise micro e macroscópica (apenas para <i>Canabis sativa</i>)	
	Microcristalização	

Fonte: SWGDRUG (*Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs*) (1997).

Existem diversos testes preliminares para cocaína e cabe ao perito criminal escolher um ou mais métodos de acordo com a necessidade e recursos disponíveis para a análise. Com o objetivo de fornecer respostas mais rápidas às autoridades judiciais, testes preliminares colorimétricos são empregados como uma triagem nos locais do crime para a elaboração de laudos preliminares das drogas. Esses métodos apresentam sensibilidade adequada, baixo custo e rapidez, mas devido à falta de seletividade, seus resultados devem ser confirmados em laboratório. Outros problemas relacionados aos testes colorimétricos incluem datas de validade curtas e resultados perecíveis devido à descoloração ao longo do tempo (SASSO, 2020).

Atualmente, o método mais comumente utilizado pela Perícia Criminal como teste preliminar é o teste de *Scott* modificado e para a análise definitiva da cocaína, a técnica mais

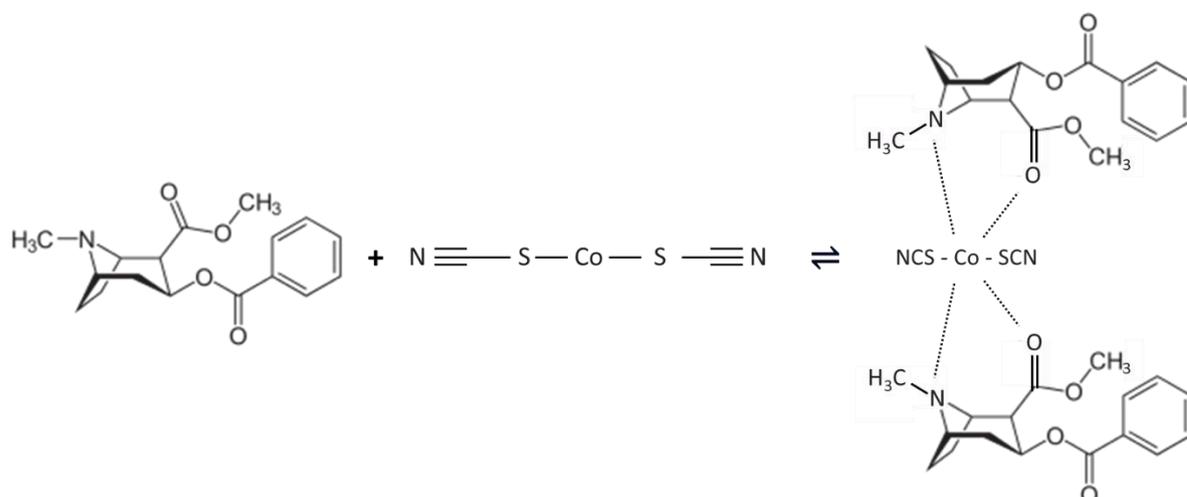
amplamente utilizada é a GC-MS, ela unifica o poder de separação e a sensibilidade de um GC com a especificidade do analito de uma técnica espectroscópica podendo fornecer dados espectrais altamente específicos sobre compostos individuais em uma mistura complexa sem isolamento prévio (FASANELLO & HIGGINS, 1986; MALDANER et al., 2021; MACRINO, 2022).

2.7.1. Teste Preliminar: Teste de *Scott* Modificado

Em 1973, L. J. Scott Jr. desenvolveu o teste que ficou conhecido pelo seu nome para detecção de cocaína, utilizando o composto tiocianato de cobalto (II) ($\text{Co}(\text{SCN})_2$). O teste foi aprimorado posteriormente por Fasanello e Higgins em 1986, que adicionaram ácido clorídrico para aumentar a sensibilidade e permitir a reação tanto com o cloridrato quanto com a forma base da cocaína (SCOTT, 1973; FASANELLO & HIGGINS, 1986).

O teste de *Scott* consiste na aplicação do reagente de coloração rosa na droga, resultando em uma mudança de cor para azul ao formar um complexo na superfície do sólido. O glicerol presente na solução estabiliza o complexo de cobalto formado. Para realizar o teste, adiciona-se uma pequena quantidade da amostra em uma placa de toque e, em seguida, duas gotas de solução de cloreto de cobalto e duas gotas de solução de tiocianato de amônio. A formação de um precipitado azul indica a presença de cocaína ou substâncias interferentes, como a lidocaína (COSTA e BRITO, 2020). A Figura 9 representa a reação do teste de *Scott* sugerido por OGURI et al. (1995).

Figura 9 - Reação de Teste de *Scott*.



Fonte: OGURI et. al (1995), adaptado.

Uma das preocupações referentes à baixa seletividade do teste de *Scott* é a capacidade do reagente responder a substâncias que possuem grupos amínicos terciários ou sais de amônio quaternário a exemplo dos adulterantes mais comuns como a lidocaína, heroína, efedrina e cloridrato de procaína. Isto ocorre devido à complexação de alcaloides com o cobalto formando um complexo organometálico bidentado que pode ser visualizado devido ao aparecimento de uma coloração azul turquesa promovendo falso-positivos. Dessa forma, o uso do teste de *Scott* como único método preliminar de identificação não é aconselhável (SANT'ANA, 2019; BARBOSA, 2021).

2.7.2. Técnicas Cromatográficas

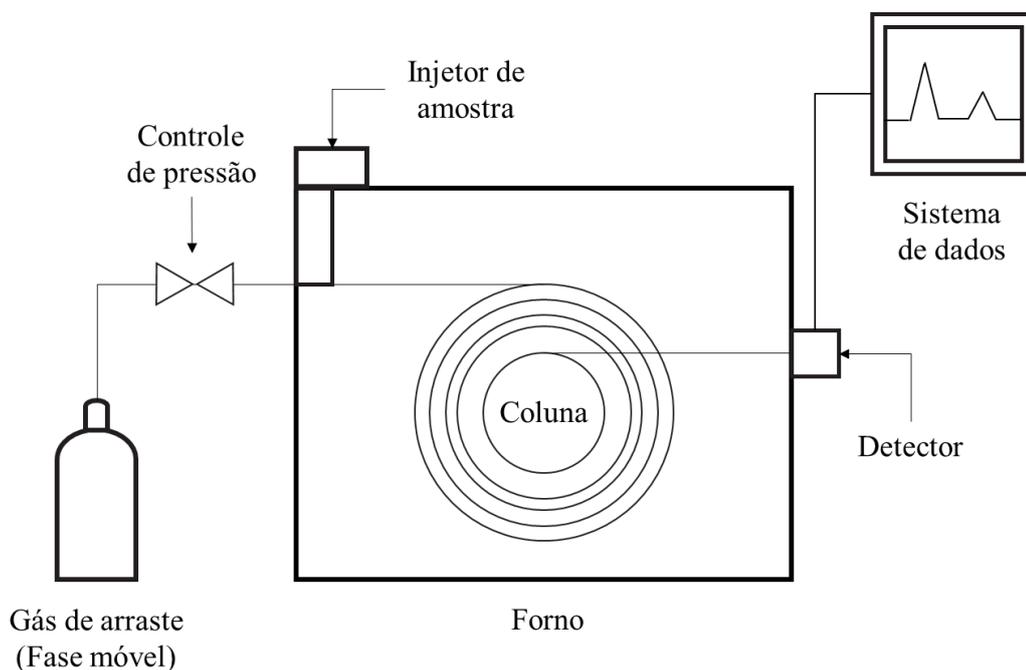
O termo "cromatografia" foi introduzido por Mikhail S. Tswett em 1906 e desde então as técnicas cromatográficas, como a cromatografia em fase gasosa (GC) e a cromatografia em fase líquida de alta eficiência (HPLC), tornaram-se as principais ferramentas de separação para caracterizar misturas complexas. A cromatografia é uma técnica de separação que utiliza uma fase estacionária e uma fase móvel para distribuir os componentes de uma mistura. A fase estacionária pode ser sólida ou líquida, e a fase móvel pode ser líquida, gasosa ou um fluido supercrítico. A separação dos compostos é baseada em suas interações com essas fases, onde

compostos com menor afinidade à fase estacionária se movem mais rapidamente, enquanto os de maior afinidade se movem mais lentamente (COLLINS et al., 2005; RODRIGUES, 2021).

2.7.2.1. Cromatografia Gasosa

A GC é uma técnica amplamente utilizada para separar componentes em amostras, especialmente quando se trata de analitos orgânicos voláteis ou que se volatilizam a temperaturas abaixo de 350°C sem se degradarem. Basicamente envolve o transporte da amostra através de uma coluna por um gás inerte (H₂, He ou N₂) permitindo a separação, identificação e quantificação de espécies químicas quando associado a um detector. Um sistema de GC é composto por gás de arraste, controle de pressão, injetor, forno, coluna cromatográfica, detector e um sistema de coleta e análise de dados (Figura 10). O gás de arraste é responsável por transportar a amostra através da coluna cromatográfica, e, portanto, deve ser inerte. Comumente, é usado hidrogênio, hélio ou nitrogênio. O controle de pressão é fundamental para manter condições estáveis dentro do sistema, especialmente na coluna cromatográfica e no injetor. Existem diferentes tipos de sistemas de injeção, como *split* e *splitless*, com e sem divisão de fluxo, respectivamente, que determinam a quantidade de amostra introduzida na coluna. O forno é responsável por controlar a temperatura da coluna cromatográfica. As colunas capilares, revestidas com polissiloxano, são amplamente utilizadas devido à sua alta eficiência e resolução. A coluna é mantida em um forno com temperatura programável, permitindo a operação em modo isotérmico ou com gradiente de temperatura. O detector é responsável pela emissão do sinal e há uma variedade de tipos disponíveis para atender diferentes necessidades de aplicação. O sistema de coleta e análise de dados registra os sinais do detector e os converte em informações úteis para análise. Ele é responsável por gerar os sinais e tratar esses dados obtidos durante a análise. (COLLINS et al., 2005; SUDO, 2020; RODRIGUES, 2021).

Figura 10 - Diagrama de blocos de um cromatógrafo a gás.



Fonte: COLLINS et al. (2005), adaptado.

2.7.2.2. Analisador de massas

O acoplamento do cromatógrafo gasoso ao espectrômetro de massas (GC-MS) combina as vantagens das duas técnicas, proporcionando alta seletividade e eficiência de separação da cromatografia, juntamente com a capacidade de identificação estrutural da espectrometria de massas. Esse acoplamento adiciona a dimensão m/z (razão massa/carga) ao sinal analítico, permitindo uma seletividade adicional por meio da seleção de íons a serem monitorados, especialmente quando se trata de um acoplamento MS-MS. O acoplamento do cromatógrafo ao espectrômetro de massas emprega a ionização por elétrons (EI) como fonte comum de íons, sendo o quadrupolo o analisador mais empregado. Além disso, outros analisadores, como o *ion trap*, são utilizados, e o detector mais comumente empregado é o multiplicador de elétrons (SUDO, 2020; RODRIGUES, 2021). A Figura 11 representa um GC-MS como o empregado no presente trabalho.

Figura 11 - Equipamento de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas.



Fonte: AGILENT TECHNOLOGIES (2009).

Os dados obtidos por meio dessa técnica de acoplamento, conhecidos como cromatogramas e espectros de massas, fornecem uma rica fonte de informações sobre os componentes presentes na amostra. Esses sinais químicos são fundamentais para a identificação e quantificação precisa de substâncias, especialmente em amostras complexas como as encontradas em investigações forenses de drogas. Para explorar completamente esses dados, são empregadas técnicas avançadas de análise estatística e matemática, a exemplo da Quimiometria.

2.8. Quimiometria

A Quimiometria, proposta por Bruce Kowalski e Svante Wold em 1972, é a aplicação de técnicas matemáticas, estatísticas e lógicas a dados químicos (KOWALSKI & BENDER, 1972). Essas ferramentas permitem o aproveitamento de grandes conjuntos de informações e dados analíticos. Na química forense, a Quimiometria é essencial para processar e interpretar dados analíticos de forma confiável, especialmente em casos de classificação e perfilagem. Essa

abordagem é crucial em investigações criminais complexas, além disso, o perfil químico das drogas pode ser usado para inferir origens comuns entre apreensões e identificar rotas de tráfico, oferecendo insights importantes sobre o mercado de drogas. (BOVENS et al., 2019; SUDO, 2020; RODRIGUES, 2021).

A quimiometria abrange uma ampla gama de métodos de análise multivariada, desde o planejamento experimental até o tratamento dos dados. Isso envolve otimização de metodologias analíticas, análise de fatores, calibração multivariada, entre outros. Seu progresso é impulsionado pela aplicação interdisciplinar, combinando modelos estatísticos, computação e química para obter o máximo de informações. A quimiometria se divide em análises supervisionadas (calibração ou previsão) e não supervisionadas (classificadoras ou exploratórias), incluindo o planejamento de experimentos. (BARRETO, 2020; SUDO, 2020).

Métodos não supervisionados de reconhecimento de padrões identificam grupos de amostras com características comuns sem exigir conhecimento prévio sobre a identificação das amostras. Duas técnicas comuns são a análise de componentes principais, que reduz a dimensionalidade dos dados mantendo informações essenciais, e a análise hierárquica de clusters, que identifica grupos de amostras com base em sua similaridade. Essas abordagens fornecem insights sobre a estrutura dos dados na quimiometria.

2.8.1. Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA, do inglês: *Principal Component Analysis*), é uma técnica poderosa desenvolvida inicialmente em 1930, que visa a redução da dimensionalidade de conjuntos de dados multivariados. Seu objetivo é preservar as relações entre as amostras enquanto reduz sua dimensão. Isso é alcançado ao destacar as informações mais relevantes nos dados e evidenciar amostras atípicas (outliers) e relações entre amostras e variáveis (BARRETO, 2020; SUDO, 2020).

No campo da química, a PCA desempenha um papel crucial na análise de dados espectroscópicos e cromatográficos, no controle de qualidade de fármacos e na identificação de drogas de abuso. Ao encontrar correlações significativas entre as variáveis de um conjunto de dados, a PCA facilita a descoberta de um número menor de novas variáveis, chamadas de componentes principais (PCs), que descrevem a mesma informação presente nos dados

originais. Esses PCs são autovetores não correlacionados e ortogonais entre si, com a PC1 representando a informação mais significativa (BARRETO, 2020; JOHN, 2020).

A implementação da PCA envolve a decomposição matemática da matriz de dados, resultando em um novo sistema de eixos constituído por componentes principais, fatores e variáveis latentes. Cada PC é uma combinação linear das variáveis originais, descrevendo a variação entre os pontos com o menor número possível de eixos. Os coeficientes de combinação linear são chamados de "*loadings*", indicando a contribuição de cada variável para o PC, enquanto as coordenadas relativas aos novos eixos são chamadas de *scores*. Qualquer informação não capturada pelos componentes principais é representada pela matriz de resíduos (JOHN, 2020; SUDO, 2020).

2.8.2. Análise Hierárquica de Clusters

A Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA) é uma técnica estatística não supervisionada utilizada para encontrar padrões naturais em conjuntos de dados, especialmente em dados químicos. Originada na biologia, a HCA busca agrupar amostras com base em sua similaridade, com o objetivo de revelar estruturas ou grupos intrínsecos nos dados. Esses agrupamentos são representados em uma árvore hierárquica chamada dendrograma (JOHN, 2020; SUDO, 2020).

A aplicação da HCA começa com a definição de uma métrica de distância entre as amostras, geralmente a distância euclidiana. Essa distância mede a proximidade entre as amostras no espaço multidimensional. A HCA então agrupa as amostras de forma iterativa com base em sua proximidade, utilizando diferentes métodos de ligação entre os grupos, como o vizinho mais próximo, o vizinho mais distante, a média, o centroide, o método de Ward (BARRETO, 2020; JOHN, 2020).

No método de Ward, os agrupamentos são formados de modo a minimizar a soma dos quadrados dos desvios em relação a cada centroide, resultando em agrupamentos que minimizam a variância entre os grupos. Isso torna o método de Ward eficaz na formação de grupos coesos e na identificação de padrões nos dados (BOVENS et al., 2019; SUDO, 2020; RODRIGUES, 2021).

A HCA é frequentemente usada em conjunto com outras técnicas, como Análise de Componentes Principais (PCA), para fornecer uma visão mais completa dos dados. As

informações obtidas através da HCA podem confirmar tendências observadas em outras análises, complementando assim a compreensão dos dados químicos. As ferramentas quimiométricas em conjunto com a determinação multielementar integrada à cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas podem ser eficazes na identificação de perfis químicos de amostras de cocaína.

Durante a pandemia de COVID-19, estima-se que houve um incremento de 11,90% no volume global de apreensões de drogas, o que suscitou uma atenção particular por parte do setor de inteligência da POLCAL, em colaboração com a UFAL, para traçar o perfil químico. Esse esforço visa elucidar uma possível rota do tráfico de cocaína no estado de Alagoas.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Estabelecer um perfil químico de adulteração da cocaína apreendida em Alagoas entre os anos 2020 e 2021.

3.2. Objetivos específicos

- Estabelecer um procedimento operacional padrão para o tratamento das amostras de cocaína apreendida na POLCAL para análise cromatográfica;
- Identificar os principais adulterantes nas amostras de cocaína apreendidas entre os anos 2020 e 2021, em Alagoas;
- Realizar uma avaliação quimiométrica dos resultados obtidos;
- Classificar as amostras de acordo com seus perfis de adulteração e regiões de apreensão;
- Fornecer dados para corroborar com o serviço de inteligência da Segurança Pública do Estado de Alagoas.

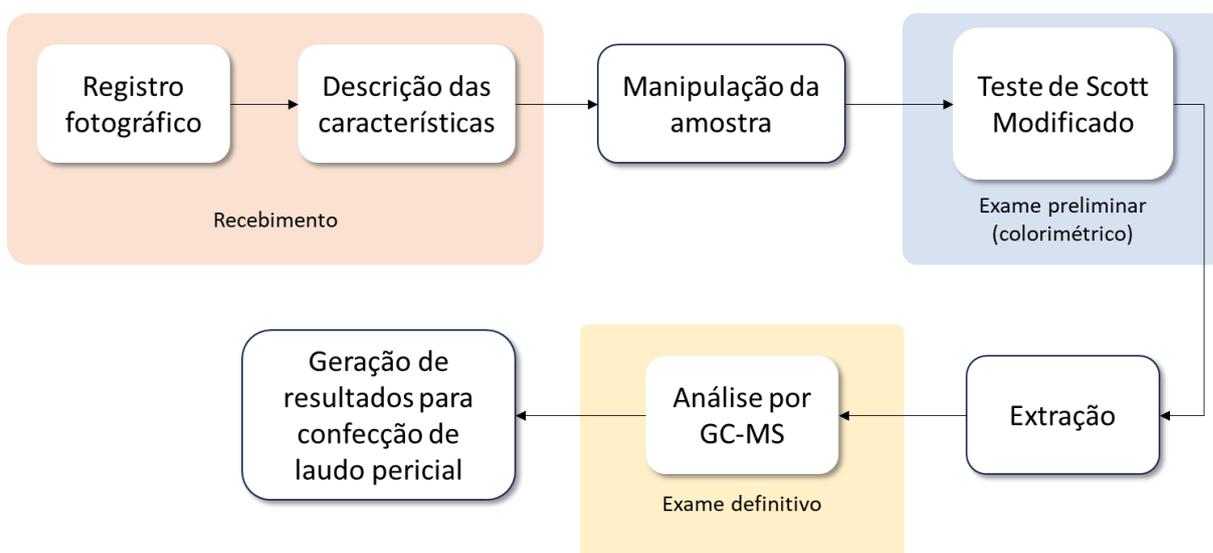
4. EXPERIMENTAL

4.1. Recepção das amostras

No presente trabalho foram analisadas duzentos e oitenta e três amostras apreendidas pelas forças policiais do Estado de Alagoas (Polícia Civil e Polícia Militar) entre os anos de 2020 e 2021. As amostras foram fornecidas para estudo pelo Instituto de Criminalística da Polícia Científica do Estado do Alagoas onde foi desenvolvido o trabalho integrado a um estágio curricular do autor deste trabalho.

As amostras eram enviadas ao laboratório lacradas juntamente com os seus ofícios contendo a descrição das drogas, de como e onde foram apreendidas, qual delegacia estava responsável e a solicitação de análise química das amostras. Os registros fotográficos eram realizados através de uma câmera Canon EOS SL1 (Oia, Japão) com o pacote lacrado, frente e verso ao lado do seu ofício. Em seguida, registrava-se o rompimento do lacre, bem como a sua numeração e todo o conteúdo presente no pacote com régua para marcação de tamanho. Em um formulário eram preenchidas todas as características físicas da droga, para posteriormente declará-las no laudo pericial. O fluxo das amostras desde a etapa de recebimento até a geração de laudo pericial está representado na Figura 12.

Figura 12 - Fluxograma das análises de cocaína realizadas no laboratório de Química Forense (LQF/POLCAL).



Fonte: Autor (2020).

4.2. Manipulação das amostras

4.2.1. Descrição das características físicas da amostra

As características físicas de cada amostra foram descritas conforme itens a seguir:

- I. Substância (sólida, líquida ou vegetal);
- II. Forma de apresentação (pó, cristalizada, prensada, fragmentada);
- III. Cor;
- IV. Massa ou volume;

Uma vez que a amostra foi identificada, parte dela foi armazenada para possíveis contraprovas. Com o auxílio de uma espátula, pesava-se em uma balança semi-analítica, Metler (Xangai, China), uma alíquota de cerca de 5 mg para colocar em um papel filtro e, conforme preconizado pela SWGDRUG, realizar análise colorimétrica (Técnica C) e outra alíquota de 5 mg era colocado em um *eppendorf* de 2 mL para análise definitiva por GC-MS (Técnicas B e A).

4.2.2. Exame Preliminar – Teste de *Scott* Modificado

A solução reagente de tiocianato de cobalto foi preparada a partir da dissolução de 1g de tiocianato de cobalto (fórmula molecular: $\text{Co}(\text{SCN})_2$, marca: Thermo Scientific Chemicals, Estados Unidos) em 50 mL de solução de ácido acético (fórmula molecular: CH_3OOH , marca: Neon, Estados Unidos), 10% v v⁻¹ e diluído em 450 mL de glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, marca: Neon, Estados Unidos) P.A.

As amostras foram analisadas de acordo com o manual da UNODC contendo os métodos recomendados para a identificação e análise de cocaína em materiais apreendidos com pequenas modificações (UNODC, 2012). Cerca de 5 mg de amostra foi adicionado placa de toque, seguido da adição de duas gotas do reagente de *Scott* modificado.

4.2.3. Exame definitivo – GC-MS

Foi estabelecida para análise a massa de 5 mg de amostra, a qual foi extraída com 1,0 mL de metanol. A mistura foi levada a um banho ultrassônico (SolidSteel) (Caxias do Sul, Brasil) por 40 min, a 25 °C, com frequência de trabalho de 40 kHz e removendo do banho para agitações em vórtex a cada 10 min e posteriormente retornando ao banho ultrassônico. Em seguida, o material foi centrifugado (Daiki) (Tóquio, Japão) a uma rotação de 15.000 rpm, por 5 min e uma alíquota do sobrenadante foi analisado num equipamento de GC-MS. A Tabela 6 apresenta as condições de operação das análises cromatográficas.

Tabela 6 - Parâmetros cromatográficos das análises de amostras de cocaína por GC-MS.

Parâmetro/Equipamento	Descrição
GC-MS	Modelo: 7890A
Ionização das moléculas	Sistema de Impacto de Elétrons (IE) a 70eV
Analisador de Massas (MS)	5975C
Amostrador Automático	CTC PAL
Faixa de Varredura de Massa (m/z)	Full scan em faixa 40 a 400 Da
Coluna Cromatográfica	Modelo: HP-5MS; Comprimento: 30m; Diâmetro Interno: 0,250 mm; Revestimento: 0,25 mm
Fase Estacionária da Coluna	(5%-fenil)-dimetilpolissiloxano
Fase móvel	Gás hélio (marca: WhiteMartins, pureza: >99%), vazão: 0,5 mL min ⁻¹ ; pressão: 5 psi
Rampa de Temperatura	150 °C por 5 min, aumentando a uma taxa de 33 °C min ⁻¹ até 315 °C, mantendo por 5 minutos. Totalizando: 15 minutos

Fonte: Autor (2020).

4.3. Quimiometria

As áreas correspondentes aos picos das diferentes substâncias químicas identificadas nas amostras foram determinadas por meio da integração dos picos cromatográficos, utilizando o software *MSD CHEMSTATION* versão E.02.02.1431. Após a integração automática realizada pelo software, os dados foram normalizados e avaliados pela Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Agrupamento hierárquico (HCA) utilizando o software Statistica 10.0. As áreas integradas dos compostos individuais (variáveis) foram autoescalonadas antes da HCA via procedimento de Ward's e distância Euclidiana.

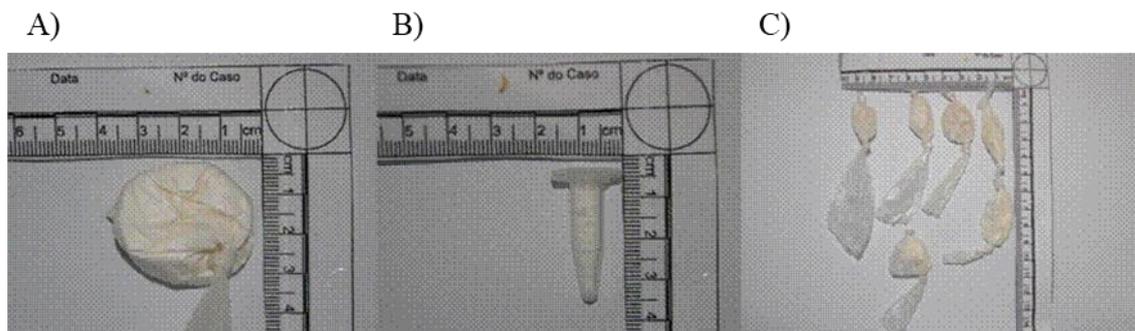
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de drogas de abuso é a atividade de maior demanda do laboratório de química forense (LQF). As 283 amostras selecionadas para este estudo foram submetidas ao fluxograma de processos do LQF, cujos resultados são apresentados e discutidos a seguir:

5.1. Recebimento

O registro fotográfico das amostras apreendidas está representado com o exemplo da amostra A67 na Figura 13. Na descrição é possível verificar diferentes embalagens apreendidas e os dados de uma das amostras analisadas.

Figura 13 - Registro fotográfico de diferentes formas de apresentação de uma mesma amostra apreendida (A67). A) Material: sólido; quantidade: 1 invólucro plástico; forma; pó branco; massa: 8 g. B) Material: sólido; quantidade: 1 *eppendorf*; forma; pó branco; massa: 2,5 g. C) Material: sólido; quantidade: 7 invólucros plásticos; forma; pó branco; massa: 1,5 g.

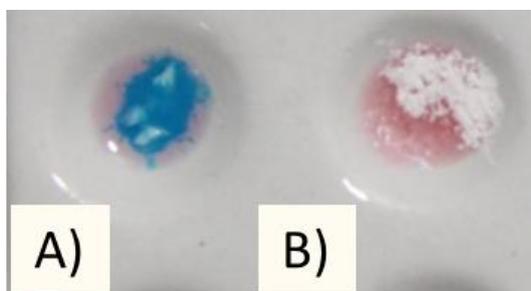


Fonte: Autor (2020).

5.2. Teste de *Scott* (colorimétrico)

As alíquotas das 283 amostras foram submetidas ao teste preliminar de *Scott*, conforme o manual “Métodos recomendados para a identificação e análise de cocaína em materiais apreendidos” e o resultado da amostra exemplo (A67 e A213) pode ser observado na Figura 14. As amostras que apresentaram coloração azul indicam a possível presença de cocaína (sal ou base livre) e as amostra que permaneceram com cor inalterada correspondem a teste negativo para cocaína.

Figura 14 - Exame preliminar de constatação para cocaína da amostra A67 e A213: teste de *Scott*. A) Resultado positivo; B) Resultado negativo.



Fonte: Autor (2020).

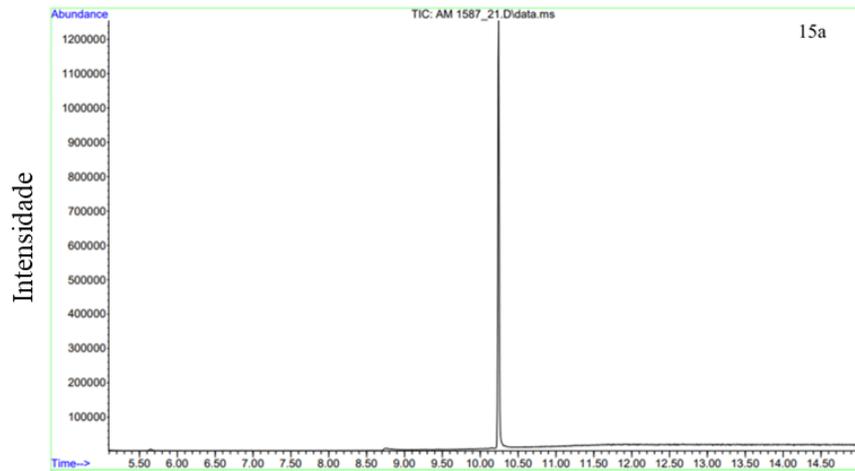
5.3. Teste definitivo (GC-MS)

A partir dos resultados obtidos nas análises cromatográficas, foram verificados picos referentes à cocaína e os principais adulterantes, a saber: lidocaína, tetracaína, tetramisol, fenacetina, benzocaína e cafeína. A Figura 15 representa os perfis cromatográficos dos três grandes grupos contendo os picos das substâncias determinadas no presente trabalho. A Figura 15a corresponde a uma amostra que apresentou apenas o pico cromatográfico referente a cocaína (amostra A220). A Figura 15b corresponde a uma amostra de cocaína com os adulterantes: cafeína, lidocaína e tetracaína (amostra A33) e as Figuras 15c corresponde a amostras contendo apenas os adulterantes: cafeína, lidocaína e tetramisol (amostra A62).

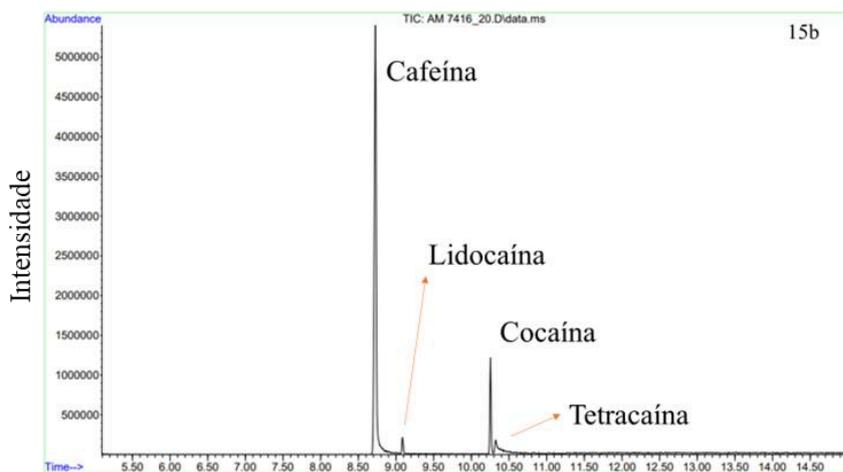
Após a confirmação do pico da cocaína de cada amostra por GC, foi obtido o espectro de massas que por sua vez foi comparado à biblioteca *NIST Mass Spectral Library* com a similaridade de no mínimo de 90% como aceitável.

De acordo com a legislação vigente – Lei nº 11.343/06 de 23/08/2006, Portaria nº 344/98 da SVS/MS de 12/05/1998 e suas atualizações, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a cocaína encontra-se relacionada na LISTA F-1 (“Substâncias entorpecentes de uso proscrito no Brasil”). Em face dos exames realizados as amostras A220 e A33 apresentadas contém a substância cocaína, que é proscrita no território brasileiro.

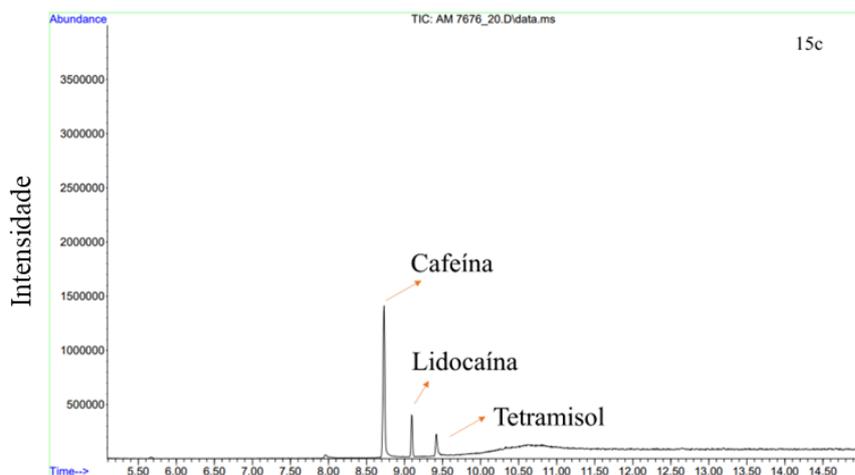
Figura 15 - Cromatogramas dos três grupos de amostras analisadas: (A) Apenas cocaína, amostra A220; (B) Cocaína + adulterantes, amostra A33; (C) Apenas adulterantes, amostra A62.



Tempo de retenção (min)



Tempo de retenção (min)



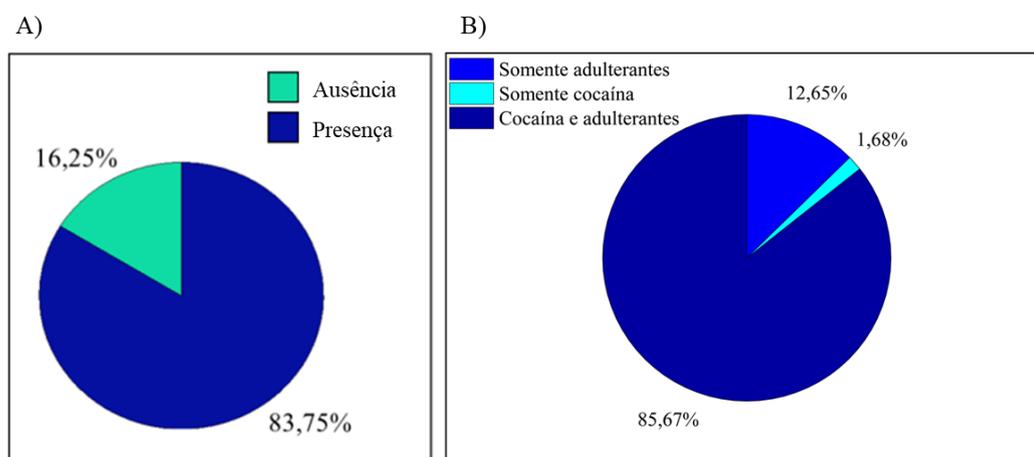
Tempo de retenção (min)

Fonte: Autor (2020).

5.4. Análise qualitativa das amostras

A partir das análises das 283 supostas amostras de cocaína, foram detectadas 237 amostras (83,75%) contendo cocaína e/ou adulterantes; 46 amostras (16,25%) apresentaram resultado negativo para o teste de *Scott* e não evidenciaram nenhum pico cromatográfico no intervalo de tempo analisado (15 min) (Figura 16A). Destas 237, 203 amostras (85,67%) continham cocaína e pelo menos um adulterante em sua composição; em 30 amostras (12,65%) não continham cocaína, mas apresentavam adulterantes e 4 amostras apresentaram apenas cocaína no GC-MS (Figura 16B).

Figura 16 - Distribuição das amostras analisadas. (A) Amostras analisadas com pico cromatográfico; (B) Amostras analisadas com a presença de cocaína e adulterantes.

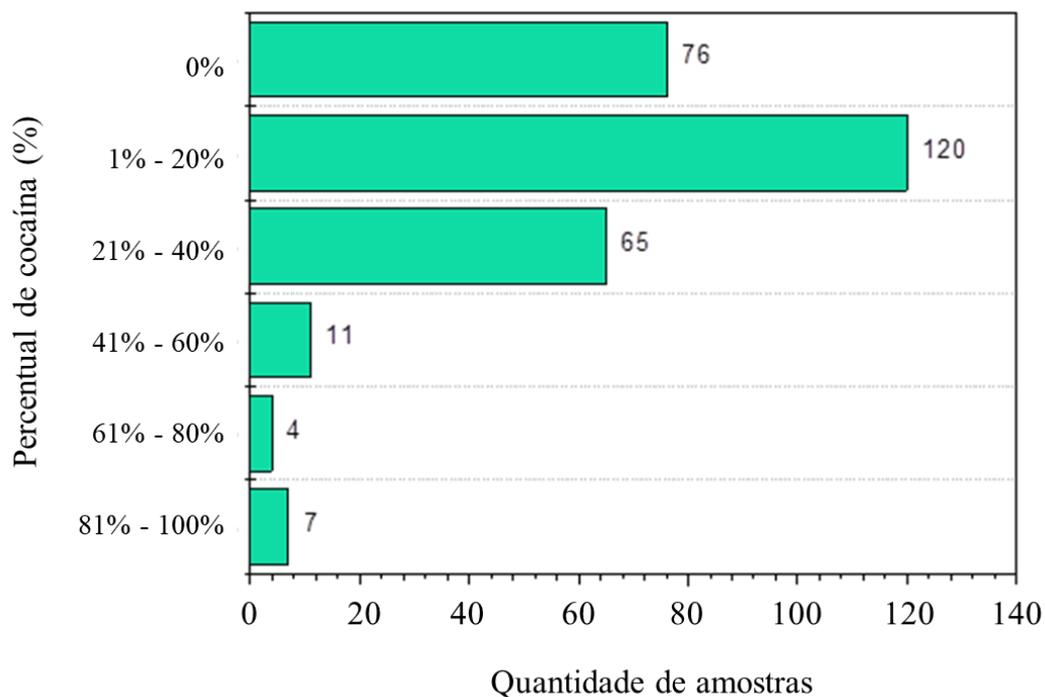


Fonte: Autor (2020).

A determinação do grau de pureza das amostras de cocaína desempenha um papel crucial tanto no monitoramento do mercado e combate ao tráfico de drogas, quanto na promoção da saúde pública e segurança do usuário. Ao analisar a pureza, é possível monitorar as tendências de consumo, identificar a origem das amostras, rastrear a qualidade das drogas ilícitas e avaliar os riscos associados ao consumo. No presente trabalho, o grau de pureza se refere ao percentual da área do pico cromatográfico de cocaína frente às áreas dos picos dos adulterantes em cada amostra. Essas informações são valiosas para agências de segurança, programas de redução de danos e políticas de saúde pública, com o objetivo de proteger os usuários e combater o tráfico de drogas. A Figura 17 representa o grau de pureza das amostras,

onde em 76 não foi possível detectar cocaína, cerca de 196 amostras contêm entre 1 a 60% de cocaína e apenas 11 amostras possuem mais que 61% de cocaína em sua composição.

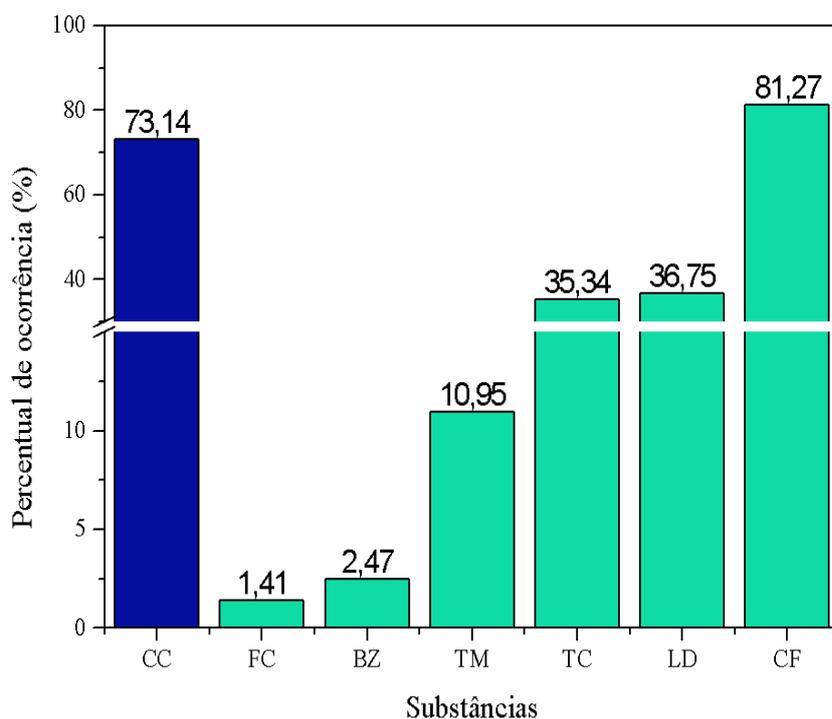
Figura 17 - Grau de pureza das amostras apreendidas.



Fonte: Autor (2020).

Das 237 amostras que analitos presentes em sua composição, foi possível determinar a frequência de cada adulterante na composição das amostras e constatou-se que a cafeína (81,27%) se apresentou como maior constituinte da mistura da droga comercializada em Alagoas, seguida da lidocaína (36,75%) e tetracaína (35,34%) (Figura 18).

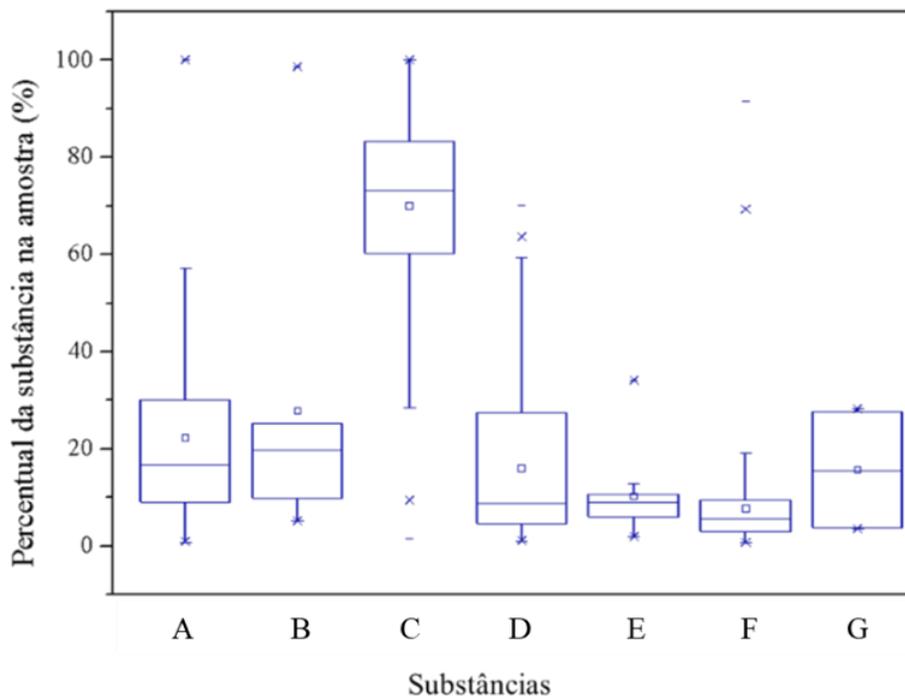
Figura 18 - Percentual de ocorrência de adulterantes e cocaína. CC: cocaína; FC: fenacetina; BZ: benzocaína; TM: tetramisol; TC: tetracaína; LD: lidocaína; CF: cafeína



Fonte: Autor (2020).

A análise do percentual médio dos adulterantes em amostras de cocaína (Figura 19) foi essencial para avaliar possíveis padrões de adulteração da droga apreendida em Alagoas e direcionar esforços no combate ao tráfico de drogas no Estado. Além disso, essas informações permitiriam o desenvolvimento de estratégias de redução de danos, promovendo a conscientização sobre os riscos do abuso da cocaína e dos adulterantes.

Figura 19 - Percentual médio dos adulterantes nas amostras de cocaína. A: cocaína; B: benzocaína; C: cafeína; D: lidocaína; E: tetramisol; F: tetracaína; G: fenacetina



Fonte: Autor (2020).

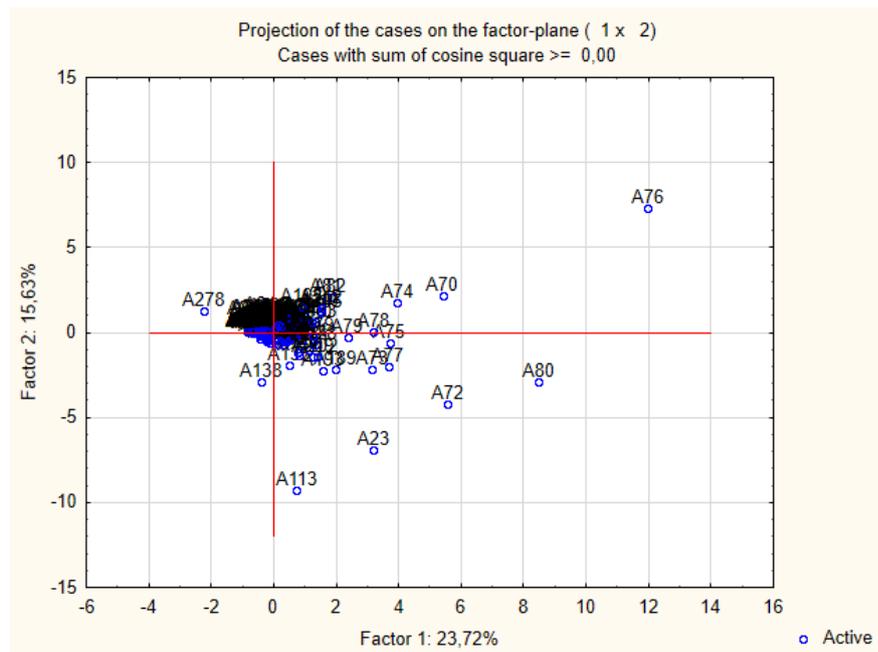
Os resultados obtidos indicaram que o percentual médio dos adulterantes nas amostras de cocaína foi encontrado em níveis considerados altos com elevados valores de desvio padrão. Esses achados sugerem uma alta variabilidade entre as amostras, indicando que a presença e a quantidade de adulterantes variaram consideravelmente. Essa variabilidade pode ter implicações importantes em relação à qualidade, segurança e potenciais riscos associados ao consumo dessas substâncias ilícitas.

5.5. Análise quimiométrica dos resultados

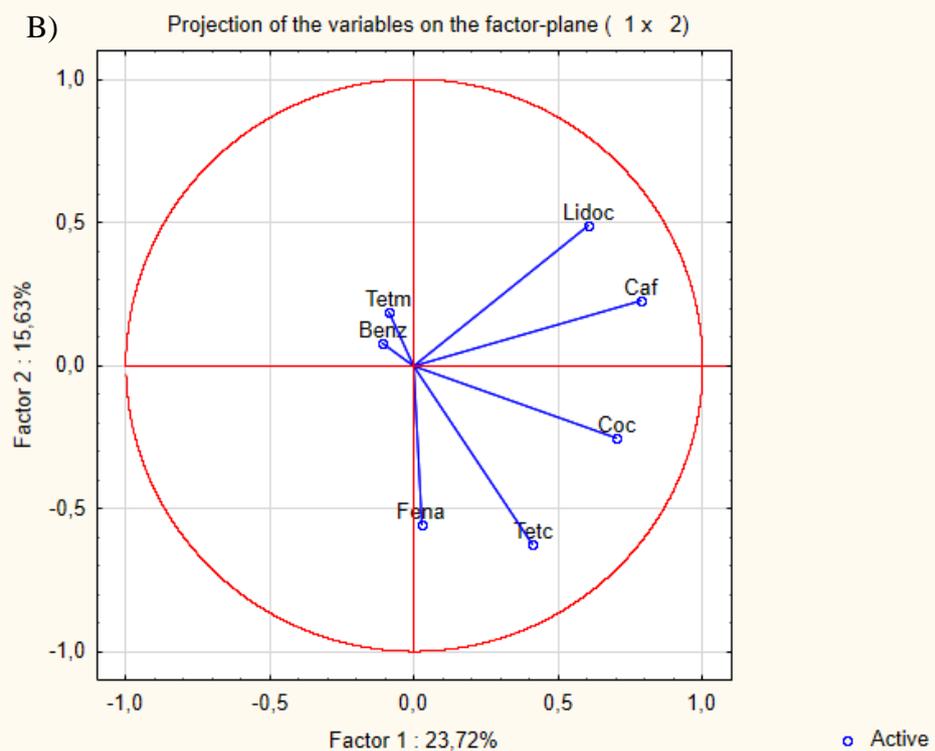
Após a obtenção das áreas, o percentual de cada pico em relação à área total foi calculado e, com esses dados, realizou-se a PCA e HCA para classificar as amostras de cocaína apreendidas, conforme apresentado nas Figuras 20 e 21.

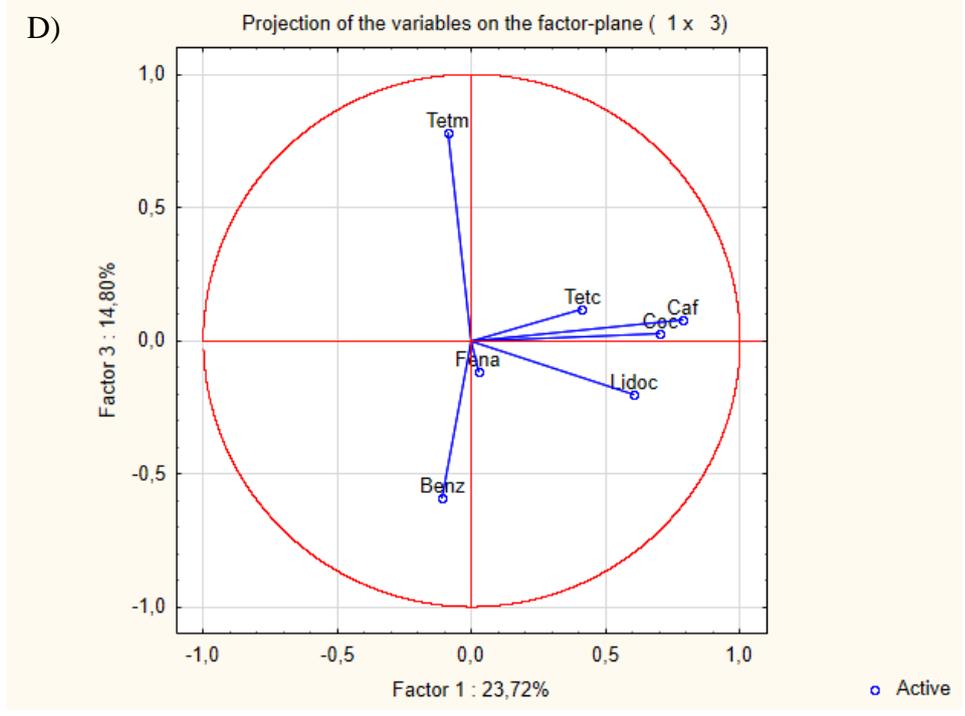
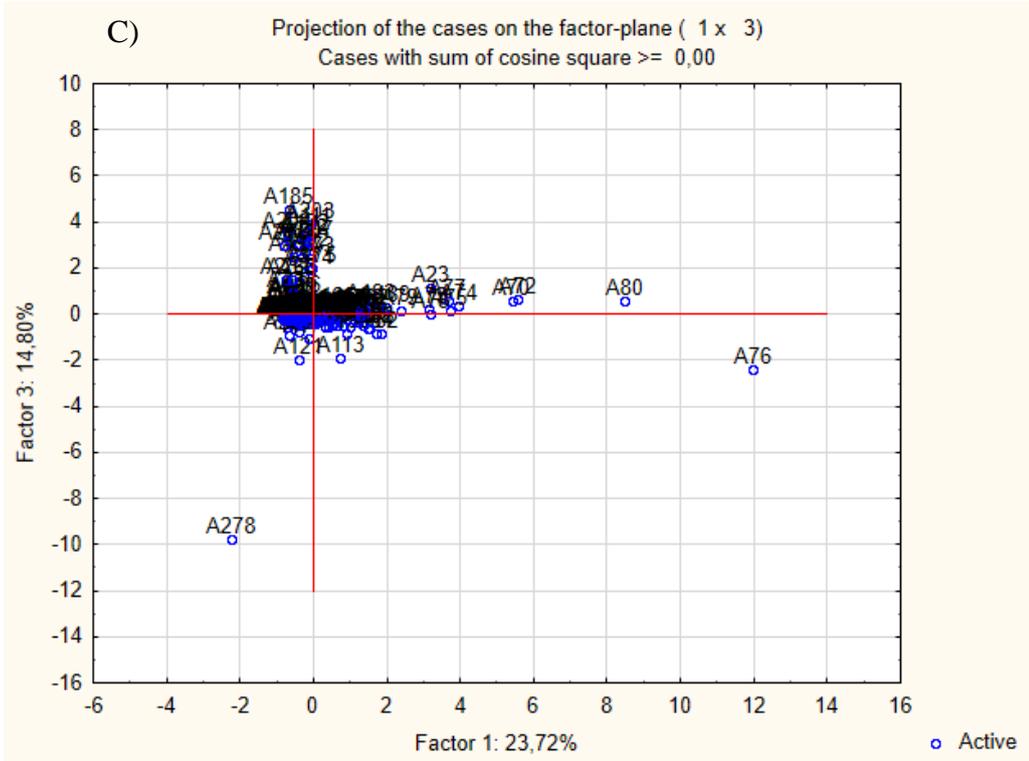
Figura 20 - A) Gráfico de scores do PC1 e PC2 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. B) Gráfico de *loading* do PC1 e PC2 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. C) Gráfico de scores do PC1 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. D) Gráfico de *loading* do PC1 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. E) Gráfico de scores do PC2 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas. F) Gráfico de *loading* do PC2 e PC3 a partir dos cromatogramas de amostras de cocaína analisadas.

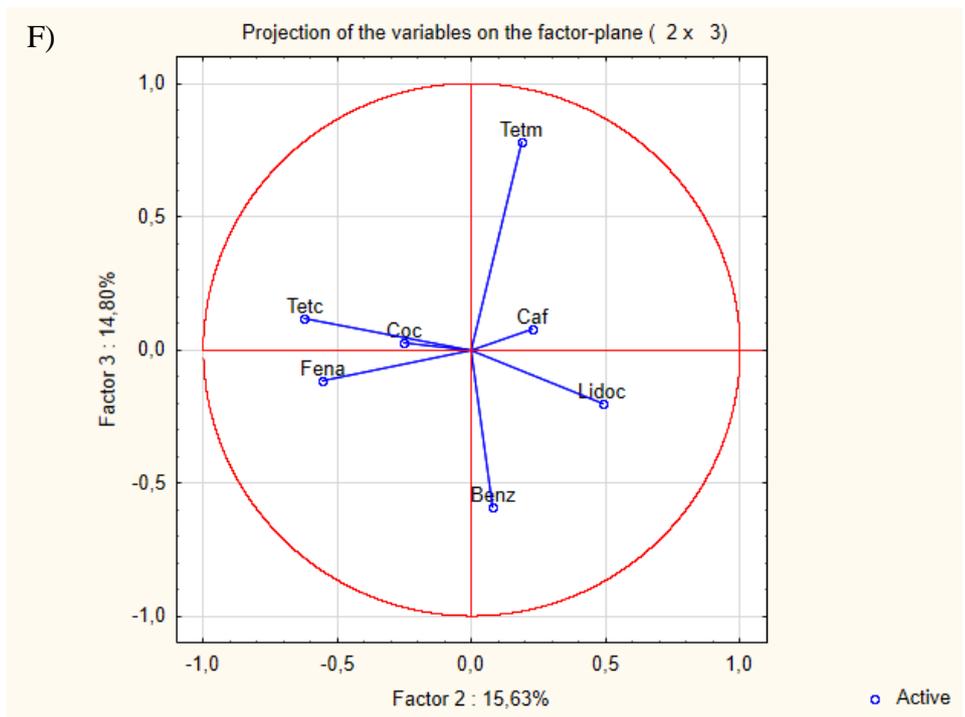
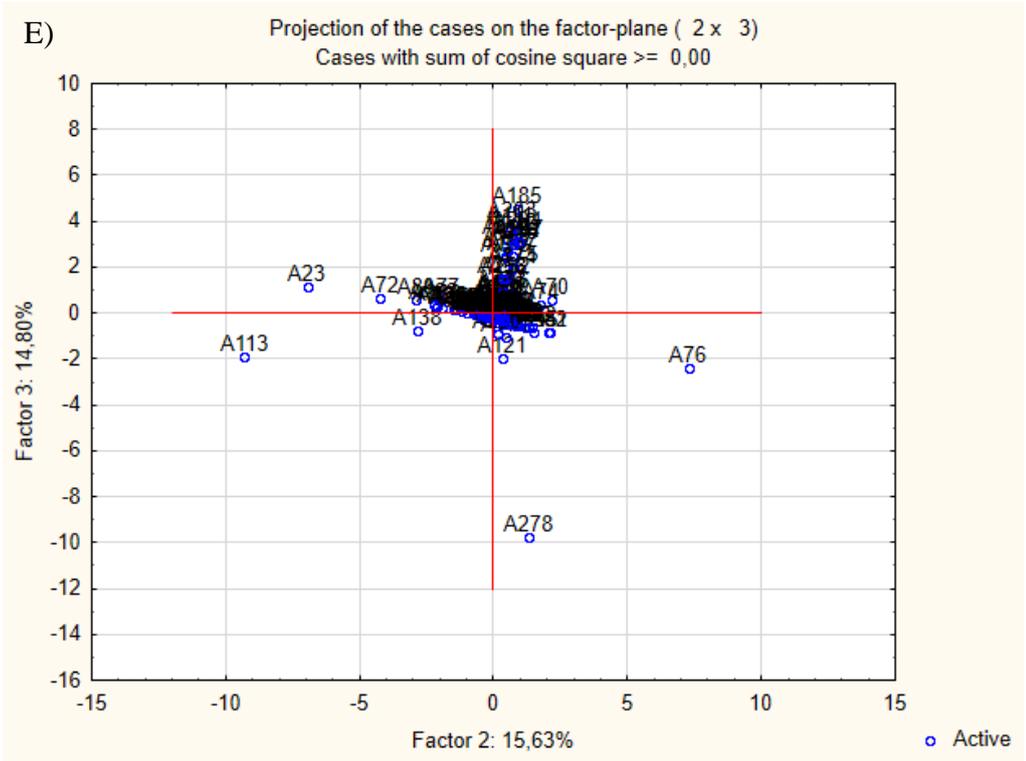
A)



B)

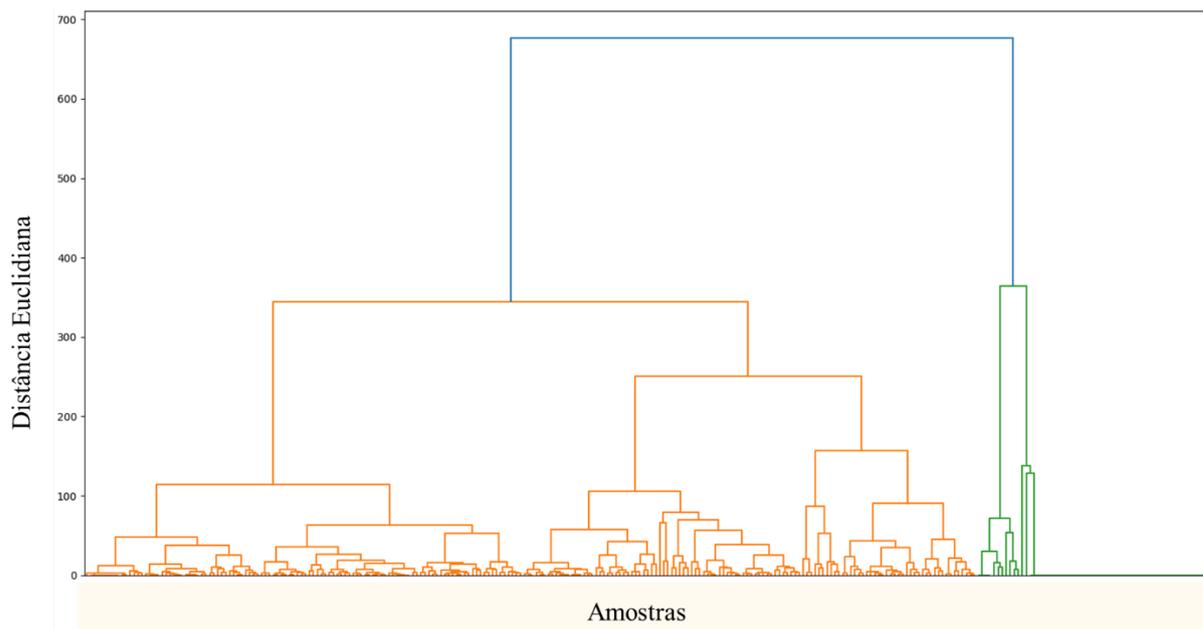






Fonte: Autor (2024).

Figura 21 - Dendrograma obtido para as amostras de cocaína (método da ligação Ward) construído por agrupamento hierárquico.



Fonte: Autor (2024).

Em PCA, quatro componentes principais explicaram 68,1% da variação total, mas não discriminaram amostras em grupos diferentes. PC1 e PC2 acumularam 23,72% e 15,63%, respectivamente, da variância total, e não classificou as amostras em grupos com perfis semelhantes. No PC2, os *loadings* lidocaína e cafeína estão localizados no eixo positivo e influenciaram a separação da amostra A76 (constituição: cocaína (9,62%), cafeína (63,78%) e lidocaína (26,60%)), enquanto para tetramisol, fenacetina e cocaína estão localizados no eixo negativo e influenciaram a discriminação das amostras A23, A72, A80 e A113. No PC3 a benzocaína está localizada no eixo negativo e, portanto, correlacionada à discriminação da amostra A278 (constituição: cocaína (23,16%) e cafeína (76,84%)). Em HCA, o dendrograma também não mostrou uma clara separação das amostras, com exceção de amostras representadas em cor verde mais à direita que são do grupo que não apresentou pico cromatográfico para o intervalo de tempo de análise por GC-MS (15 min) estabelecido no método usualmente empregado na rotina pericial. De modo geral, a PCA e HCA são ferramentas usadas para separar amostras de acordo com suas semelhanças, mas neste estudo não foi possível avaliar a caracterização de perfis de cocaína de distintas localidades, demonstrando que não há um padrão de adulteração nas amostras de cocaína do Estado.

Visando agrupar as amostras com constituição químicas semelhantes no âmbito qualitativo, dividiu-se em 24 grupos de composições das amostras de cocaína que estão

descritos na Tabela 7. Dentre eles, quatro grupos são representativos de adulteração e compõem juntos 58,66% (166) das amostras apreendidas (Figura 22).

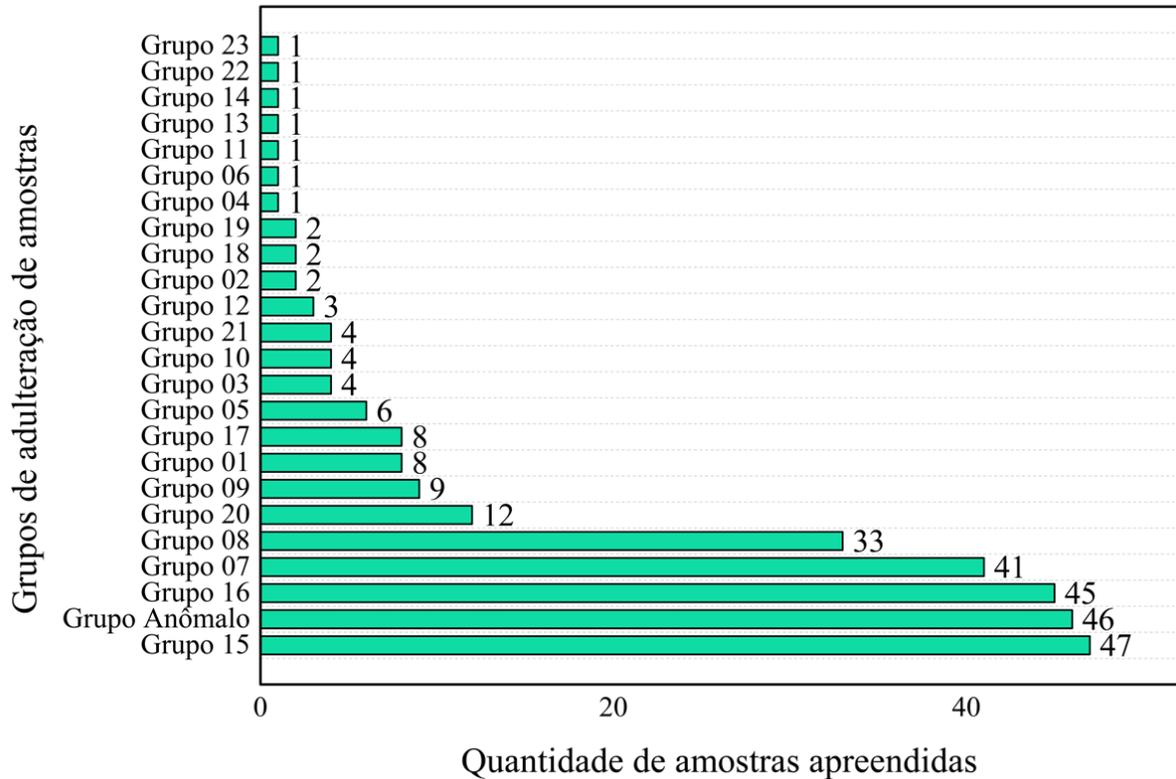
Tabela 7 - Distribuição em grupos a partir da composição de adulterantes e cocaína.

Descrição	Grupo	QTD
Cafeína e lidocaína	Grupo 01	8
Cafeína e tetracaína	Grupo 02	2
Cocaína, benzocaína, cafeína e lidocaína	Grupo 03	4
Lidocaína e tetracaína	Grupo 04	1
Cafeína, lidocaína e tetracaína	Grupo 05	6
Cocaína e lidocaína	Grupo 06	1
Cocaína, cafeína e lidocaína	Grupo 07	41
Cocaína, cafeína, lidocaína e tetracaína	Grupo 08	33
Cocaína, cafeína, tetramisol e tetracaína	Grupo 09	9
Cocaína, cafeína, lidocaína e tetramisol	Grupo 10	4
Cafeína, lidocaína, tetramisol e fenacetina	Grupo 11	1
Cafeína, lidocaína e tetramisol	Grupo 12	3
Cocaína, cafeína, lidocaína, tetracaína e fenacetina	Grupo 13	1
Cocaína, cafeína, lidocaína, tetramisol e tetracaína	Grupo 14	1
Cocaína e cafeína	Grupo 15	47
Cocaína, cafeína e tetracaína	Grupo 16	45
Cafeína	Grupo 17	8
Cocaína, cafeína, tetracaína e fenacetina	Grupo 18	2
Cocaína, benzocaína e cafeína	Grupo 19	2
Cocaína, cafeína e tetramisol	Grupo 20	12
Cocaína	Grupo 21	4
Cocaína e tetramisol	Grupo 22	1
Benzocaína e cafeína	Grupo 23	1
Sem substância*	Grupo Anômalo	46
	Total	283

*Sem substância detectável nas condições da análise cromatográfica realizada neste estudo.

Fonte: Autor (2020).

Figura 22 - Grupos de adulteração das amostras apreendidas.

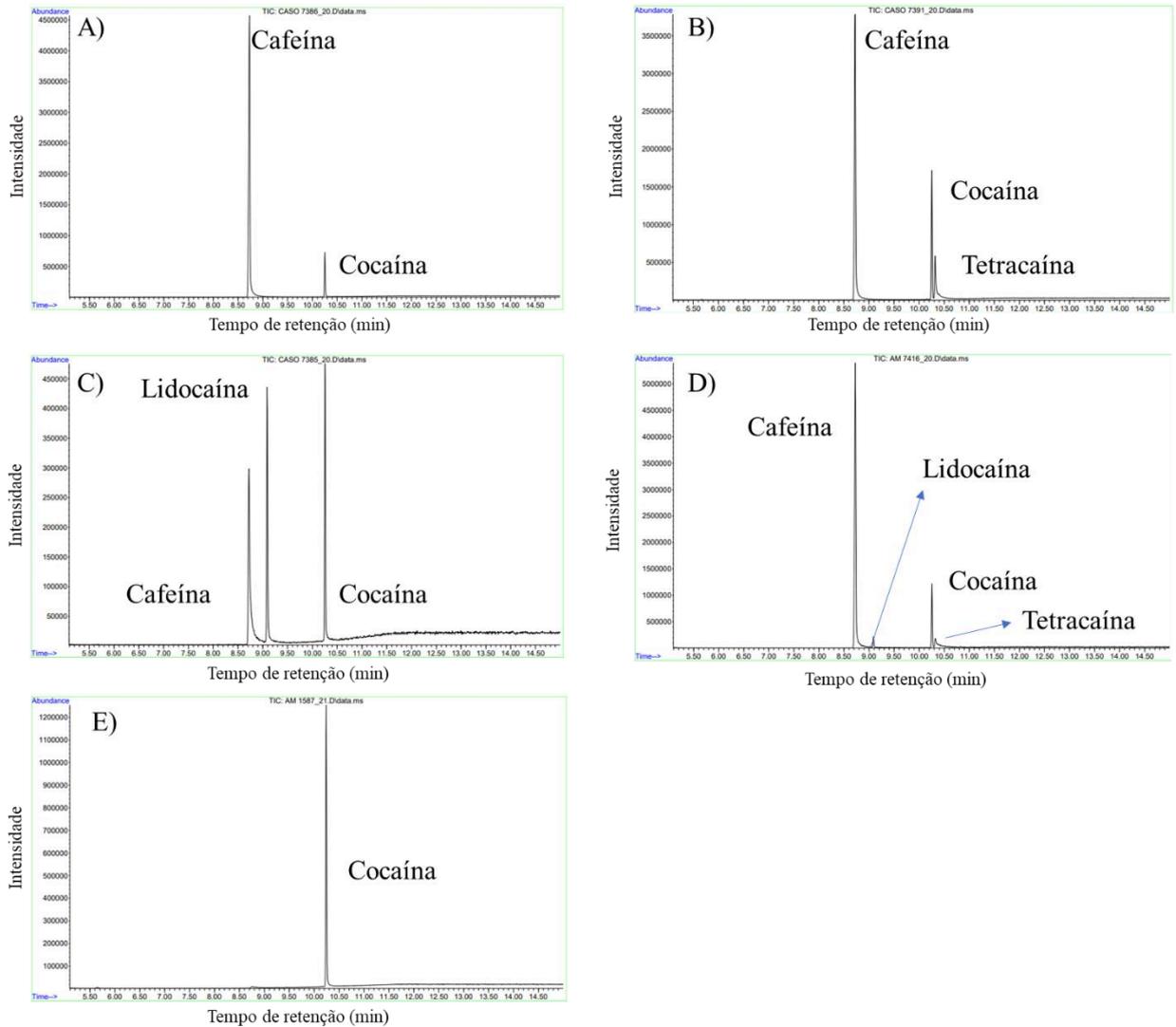


Fonte: Autor (2020).

Foi possível observar que o Grupo 15 de adulteração compreendido apenas pela cafeína representa 47 amostras (16,61%), 46 (16,25%) amostras representam o grupo anômalo (sem cocaína ou adulterantes), o Grupo 07, contendo cafeína e lidocaína, com 41 amostras (14,49%), o Grupo 08 com cafeína, lidocaína e tetracaína como adulterantes, contendo 31 amostras (10,95%), ao passo que as amostras contendo pico cromatográfico somente para cocaína, continhas apenas quatro (1,41%) amostras, conforme já mencionado.

Na Figura 23 é possível observar um exemplo dos cromatogramas padrões de cada grupo mencionado anteriormente.

Figura 23 - Cromatogramas dos grupos de composições de adulterantes de cocaína mais representativos do estudo. A) Grupo 15: Cocaína e Cafeína; B) Grupo 16: Cocaína, Cafeína e Tetracaína; C) Grupo 07: Cocaína, cafeína e lidocaína; D) Grupo 08: Cocaína, cafeína, lidocaína e tetracaína; E) Grupo 21: Cocaína.



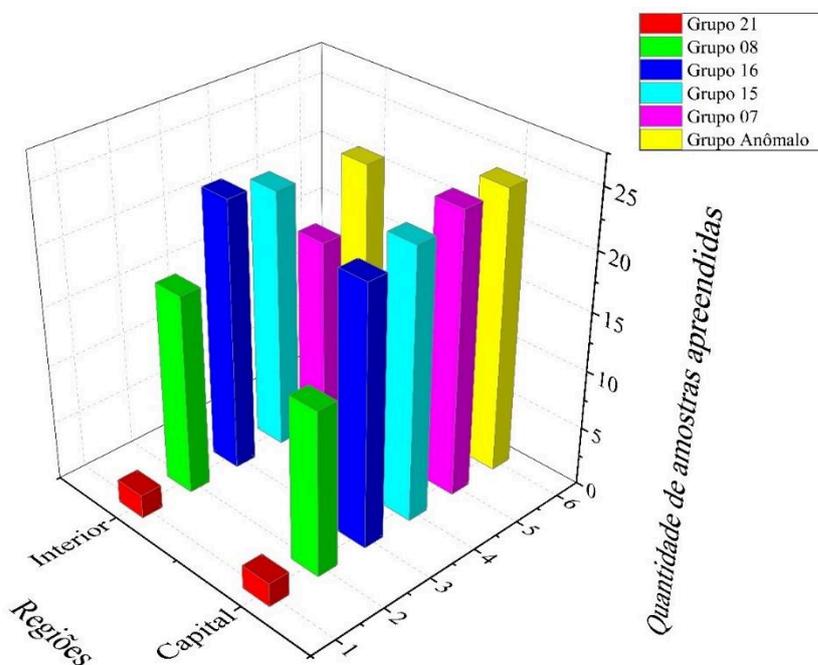
Fonte: Autor (2020).

5.6. Distribuição geográfica

Nesta seção, é apresentada uma análise detalhada dos grupos de composição de cocaína e sua ocorrência nas regiões da Capital e do Interior de Alagoas (Figura 24). Com base nos dados coletados a partir das 283 amostras, os grupos de composição mais representativos e o grupo da droga pura foram categorizados em cinco tipos distintos:

- Grupo 07 – Cocaína, cafeína e lidocaína;
- Grupo 08 – Cocaína, cafeína, lidocaína e tetracaína;
- Grupo 15 – Cocaína e cafeína;
- Grupo 16 – Cocaína, cafeína e tetracaína;
- Grupo 21 – Cocaína;
- Grupo Anômalo – Sem amostras detectadas na corrida cromatográfica.

Figura 24 - Distribuição dos grupos de composições das amostras de cocaína apreendidas na Capital e Interior.



Fonte: Autor (2020).

Na região da Capital, observa-se que o Grupo 7 apresentou a maior ocorrência composta por cocaína e adulterantes, com 24 amostras. Segue-se o Grupo Anômalo, com 24 amostras, o Grupo 15 com 23 amostras, o Grupo 16 com 22 amostras e o Grupo 8 com 14 amostras. Notavelmente, o Grupo Anômalo exibiu uma presença expressiva, sugerindo que amostras sem os analitos adicionais são encontradas com frequência na Capital.

No Interior, a dinâmica é ligeiramente diferente. O Grupo 8 demonstrou uma prevalência mais acentuada, contabilizando 17 amostras. Em seguida, o Grupo 7 foi identificado em 16 amostras. O Grupo 16 e o Grupo 15 tiveram ocorrências semelhantes, com 23 e 22 amostras, respectivamente. O Grupo Anômalo apresentou uma quantidade ligeiramente menor de 21 amostras.

Os resultados ressaltam discrepâncias na distribuição dos grupos de composição entre a Capital e o Interior. A proximidade das quantidades de amostras dos diferentes grupos de composição na capital indica uma falta de padronização no processo de adulteração das amostras. O mesmo foi observado no interior, pois não houve uma variação significativa para apontar a predominância de um grupo de composição.

É essencial enfatizar que a presença significativa do Grupo Anômalo em ambas as regiões requer uma análise mais aprofundada. A falta de cocaína e adulterantes poderiam indicar: a adulteração deliberada visando o aumento do lucro; a falsificação e fraude, a apresentação de substâncias diferentes da droga real; erros de identificação. Algumas substâncias apresentam falsos positivos para testes colorimétricos que pode estar associado a manipulação e degradação resultando em perda da substância ativa, entretanto é mais provável que tenha sido apenas fruto da fraude do tráfico pois, se a degradação da cocaína fosse o caso, os picos referentes aos produtos de degradação da droga seriam apresentados no cromatograma.

5.6.1. Distribuição no interior

Em Alagoas, a Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (SEPLAG), criada em 2015 com a missão de apoiar o processo de Planejamento e Gestão para o desenvolvimento do Estado de Alagoas criou em 2021 as Regiões Integradas de Segurança Pública (RISP), que divide Alagoas em quatro regiões objetivando a articulação territorial regional, no nível tático (Tabela 8).

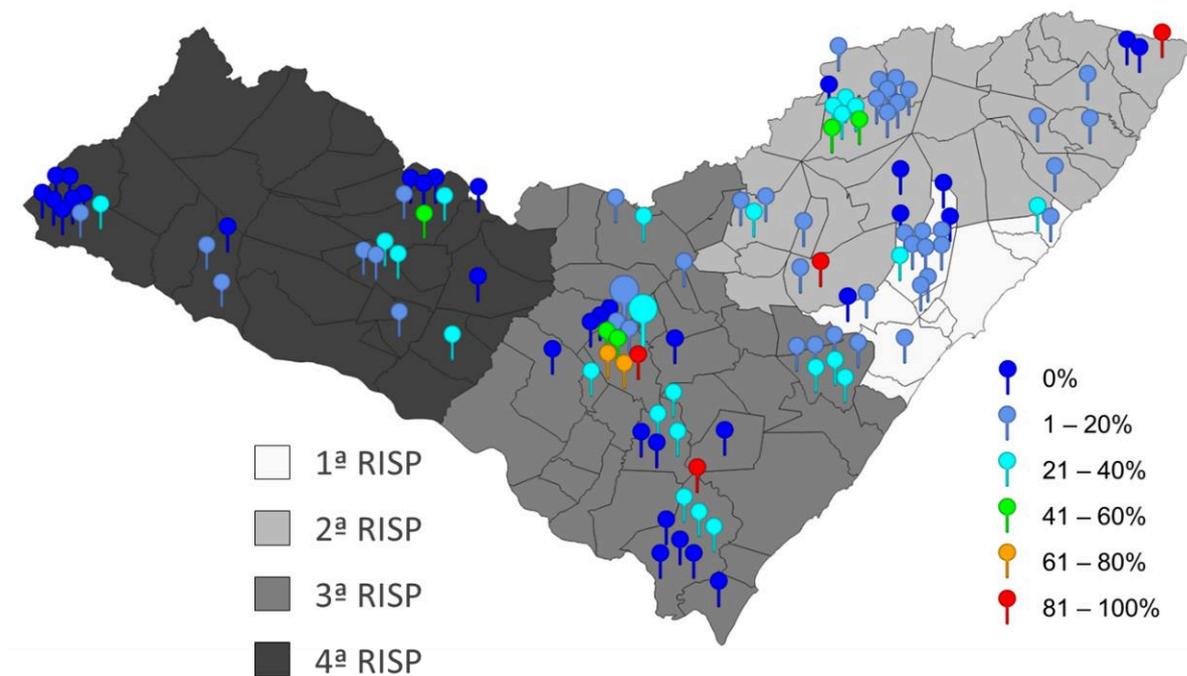
Tabela 8 - Regiões Integradas de Segurança Pública

RISP	Município
1ª RISP	Barra de Santo Antônio, Barra de São Miguel, Coqueiro Seco, Maceió, Marechal Deodoro, Messias, Paripueira, Pilar, Rio Largo, Santa Luzia do Norte, Satuba;
2ª RISP	Atalaia, Branquinha, Cajueiro, Campestre, Capela, Chã Preta, Colônia Leopoldina, Flexeiras, Ibateguara, Jacuípe, Japaratinga, Joaquim Gomes, Jundiá, Mar Vermelho, Maragogi, Maribondo, Matriz de Camaragibe, Murici, Novo Lino, Passo de Camaragibe, Pindoba, Porto Calvo, Porto de Pedras, Santana do Mundaú, São José da Laje, São Luís do Quitunde, São Miguel dos Milagres, União dos Palmares, Viçosa;
3ª RISP	Anadia, Arapiraca, Belém, Boca da Mata, Campo Alegre, Campo Grande, Coité do Nóia, Coruripe, Craíbas, Estrela de Alagoas, Feira Grande, Feliz Deserto, Girau do Ponciano, Igaci, Igreja Nova, Jequiá da Praia, Junqueiro, Lagoa da Canoa, Limoeiro de Anadia, Minador do Negrão, Olho D'água Grande, Palmeira dos Índios, Paulo Jacinto, Penedo, Piaçabuçu, Porto Real do Colégio, Quebrangulo, Roteiro, São Brás, São Miguel dos Campos, São Sebastião, Tanque d'Arca, Taquarana, Teotônio Vilela, Traipu;
4ª RISP	Água Branca, Batalha, Belo Monte, Cacimbinhas, Canapi, Carneiros, Delmiro Gouveia, Dois Riachos, Inhapi, Jacaré dos Homens, Jaramataia, Major Isidoro, Maravilha, Mata Grande, Monteirópolis, Olho D'água das Flores, Olho D'água do Casado, Olivença, Ouro Branco, Palestina, Pão de Açúcar, Pariconha, Piranhas, Poço das Trincheiras, Santana do Ipanema, São José da Tapera, Senador Rui Palmeira.

Fonte: Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio - Seplag/AL (2024), adaptado.

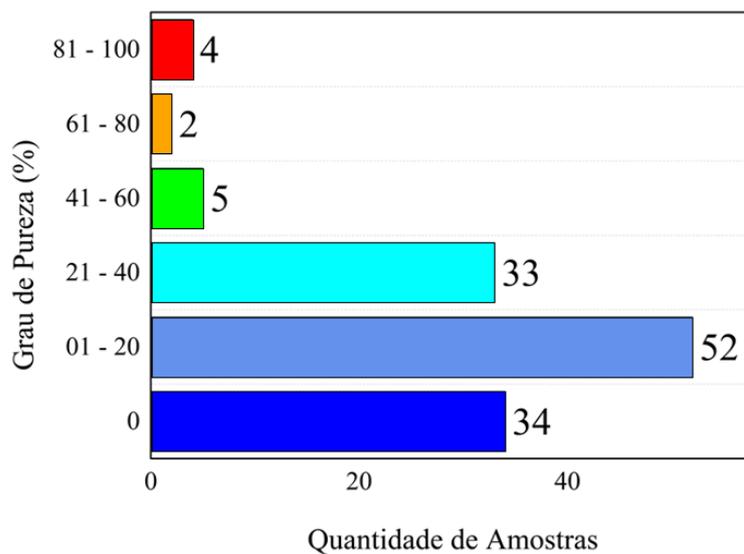
A partir dos locais de apreensão de drogas, foram desenvolvidos mapas segmentados com base no teor de pureza (Figura 25 e Figura 26) e nos grupos de adulteração (Figura 27), com o objetivo de analisar a distribuição espacial da cocaína no interior do Estado.

Figura 25 - Distribuição de amostras de acordo com o grau de pureza das amostras na capital.



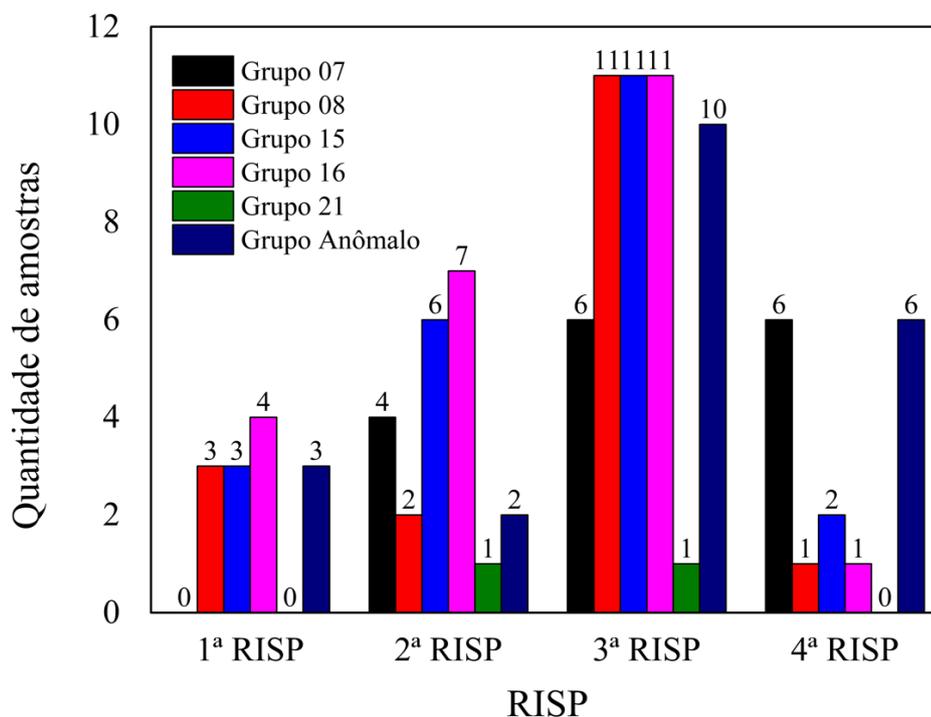
Fonte: Autor (2020).

Figura 26 – Quantidade de amostras de acordo com o grau de pureza no interior alagoano



Fonte: Autor (2020).

Figura 27 - Distribuição geográfica dos grupos de composições de amostras de cocaína dentro da capital alagoana



Fonte: Autor (2020).

Os resultados revelam que no interior do Estado não há diferenças significativas entre os grupos de adulteração, contudo, há uma incidência maior de apreensões na 3ª RISP, especialmente em Arapiraca, conhecida como a principal cidade do Agreste de Alagoas. Em relação ao teor de pureza das amostras, nota-se uma falta de amostras de cocaína com pureza acima de 40%, além de preocupantes 34 supostas amostras de cocaína sem a presença de analitos detectáveis na corrida cromatográfica.

5.6.2. Distribuição na capital

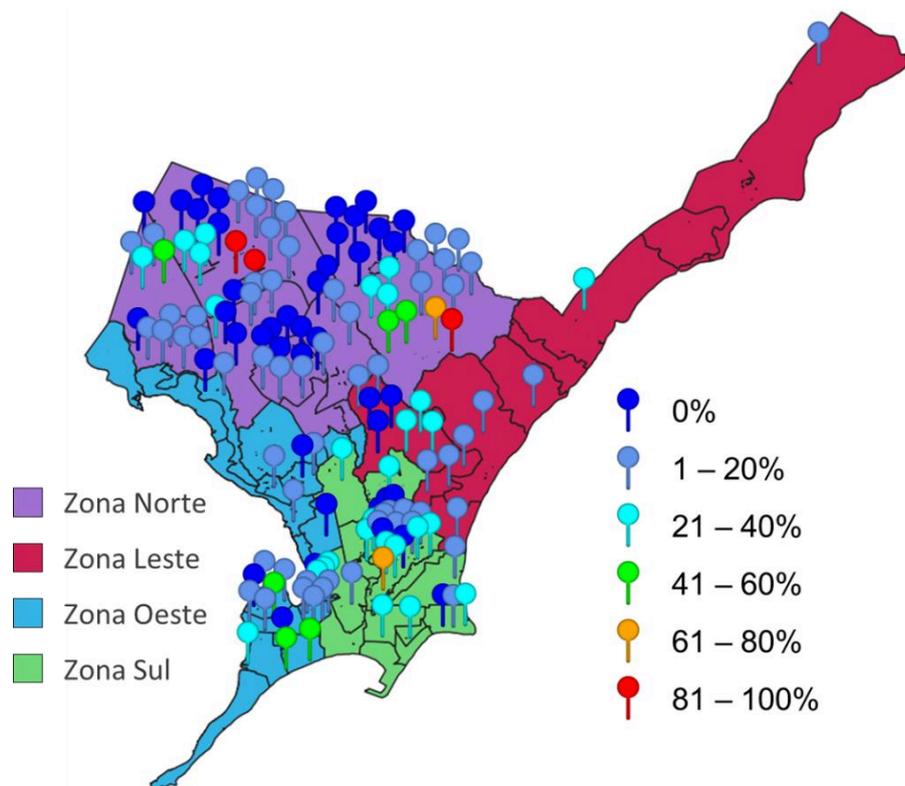
Nesta seção, é detalhada uma análise minuciosa dos dados dos diferentes o grau de pureza (Figura 28 e Figura 29) das amostras nas quatro zonas (Tabela 9), bem como grupos de composição (Figura 30), da capital de Maceió.

Tabela 9 - Zonas de apreensões em Maceió.

Zona	Bairro
Zona Norte	Cidade Universitária, Benedito Bentes, Antares, Jardim Petrópolis, Santa Lúcia, Tabuleiro dos Martins, Clima Bom, Santos Dumont;
Zona Sul	Barro Duro, Feitosa, Jacintinho, Gruta de Lourdes, Pitanguinha, Farol, Mangabeiras, Jatiúca, Ponta Verde, Poço, Ponta da Terra, Pajuçara, Jaraguá, Centro;
Zona Leste	Ipioca, Pescaria, Riacho Doce, Garça Torta, Guaxuma, Jacarecica, Serraria, São Jorge, Cruz das Almas;
Zona Oeste	Pinheiro, Pontal da Barra, Trapiche, Ponta Grossa, Vergel do Lago, Levada, Prado, Bom Parto, Mutange, Chã da Jaqueira, Chã de Bebedouro, Bebedouro, Petrópolis, Santa Amélia, Fernão Velho, Rio Novo.

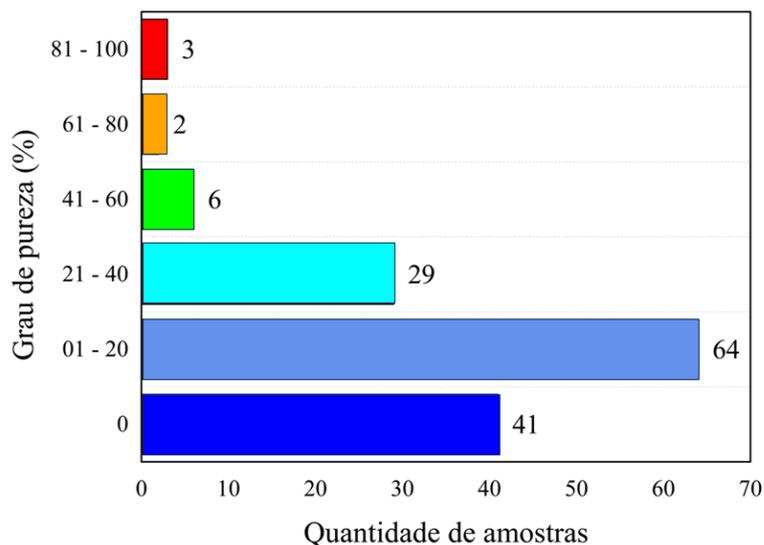
Fonte: Autor (2024).

Figura 28 - Distribuição de amostras de acordo com o grau de pureza das amostras na capital.



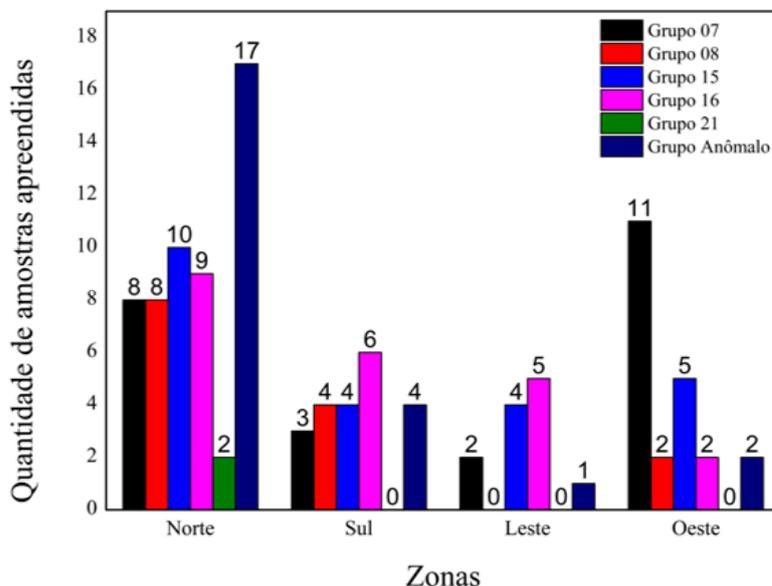
Fonte: Autor (2020).

Figura 29 – Quantidade de amostras de acordo com o grau de pureza na capital alagoana



Fonte: Autor (2020).

Figura 30 - Distribuição geográfica dos grupos de composições de amostras de cocaína dentro da capital alagoana



Fonte: Autor (2020).

Os resultados obtidos fornecem informações relevantes sobre a prevalência e distribuição dos grupos de adulteração, bem como suas implicações para a compreensão do cenário das substâncias na região. Os dados apontam que 41 supostas amostras de cocaína estão

mais concentradas ao Norte e que apenas 11 amostras apresentaram pureza acima de 40% em toda a capital, evidenciando a alta taxa de adulteração e fraude destas amostras.

- Zona Norte

Ao avaliar a Zona Norte da capital, observa-se que o Grupo 7 e o Grupo 8 apresentam quantidades similares de amostras, totalizando 8 amostras cada. O Grupo 15 exibiu uma maior ocorrência, com 10 amostras, enquanto o Grupo 16 apresentou 9 amostras. Notavelmente, o Grupo Anômalo foi o predominante nessa região, com 17 amostras sugerindo uma frequência significativa de amostras sem substâncias ativas, fruto de adulterações ou outras práticas ilícitas, associadas ao tráfico de drogas.

- Zona Sul

Na Zona Sul, o Grupo 7 foi encontrado em 3 amostras, enquanto o Grupo 8 apresentou 4 amostras. Os Grupos 15 e 16 exibiram uma ocorrência semelhante, com 4 e 6 amostras, respectivamente. O Grupo Anômalo também se manifestou com 4 amostras. Esses resultados indicam uma variação nas composições dos grupos em comparação com a Zona Norte, com uma possível concentração de determinados grupos.

- Zona Leste

Ao examinarmos a Zona Leste, constatou-se que o Grupo 7 foi encontrado em 2 amostras, enquanto o Grupo 8 não esteve presente. O Grupo 15 foi identificado em 4 amostras, e o Grupo 16 em 5 amostras. O Grupo Anômalo continha 1 amostra. É interessante observar que a Zona Leste apresentou uma composição diferenciada, com uma ausência de amostras do Grupo 8 e uma maior presença do Grupo 16.

- Zona Oeste

Na Zona Oeste, o Grupo 7 foi encontrado em 11 amostras, indicando uma alta prevalência. O Grupo 8 foi identificado em 2 amostras, enquanto o Grupo 15 apareceu em 5

amostras e o Grupo 16 em 2 amostras. O Grupo Anômalo foi observado em 2 amostras. Esses resultados sugerem uma distribuição diversificada dos grupos de composição na Zona Oeste.

- Implicações e Considerações

A análise dos dados sobre a distribuição dos grupos de composição de suposta cocaína nas diferentes zonas da capital de Maceió revelou aspectos de grande relevância. A variação nas ocorrências dos grupos sugere a presença de práticas de adulteração distintas em cada região, indicando uma complexidade nas abordagens utilizadas na preparação das substâncias.

Além disso, a predominância variável dos grupos em diferentes zonas pode oferecer insights valiosos sobre padrões de consumo diferenciados. Esses padrões podem ser influenciados por fatores sociais, econômicos e culturais específicos de cada localidade, evidenciando a necessidade de uma abordagem adaptada às peculiaridades regionais.

Quanto ao grau de pureza, nenhuma zona sobressaiu com graus de pureza elevados, a maior incidência é de amostra com teor menor que 40% da presença da cocaína. Além disso, presença significativa do Grupo Anômalo, principalmente na Zona Norte, destaca preocupações de saúde pública. Essa observação sugere que amostras sem substâncias ativas foram encontradas, aumentando os riscos para os usuários. Isso pode levar à exposição a substâncias desconhecidas e perigosas, dificultando intervenções médicas em casos de overdose ou intoxicação, especialmente quando o usuário não tem consciência do que consumiu.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo oferecem uma visão detalhada do tráfico e consumo de substâncias ilícitas em Maceió. A análise revela a falta de padronização na produção e adulteração da cocaína, junto com a presença de múltiplos grupos de adulteração. A baixa pureza das amostras sugere uma produção interna limitada em Alagoas, com a alta impureza indicando proximidade com centros de produção e destacando o estado como um local de trânsito e consumo de cocaína. Além disso, a identificação de amostras sem cocaína detectável levanta sérias preocupações para a segurança pública, destacando a necessidade de medidas mais eficazes de combate ao tráfico de drogas.

Essas descobertas ressaltam a importância de uma abordagem regionalizada e colaborativa entre as autoridades de segurança pública. É crucial adaptar as estratégias de combate ao tráfico e consumo de substâncias ilícitas às características específicas de cada zona, envolvendo profissionais da aplicação da lei, inteligência e fiscalização de fronteiras.

Em termos práticos, os resultados deste estudo têm implicações significativas para as políticas de segurança pública em Maceió. Destaca-se a necessidade de intensificar os esforços de aplicação da lei, implementando medidas de vigilância e intervenção mais robustas para reduzir o fluxo de drogas ilícitas na região. Essas conclusões também fornecem uma base sólida para futuras pesquisas, visando uma compreensão mais profunda das dinâmicas do tráfico de drogas e suas implicações na segurança pública.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIN-CARRIQUIRY, J. A; MARTÍNEZ-BUSI, M. M; GALVALISI, M; MINTEGUIAGA, M; PRIETO, J. P; SCORZA, M. C. Identification and Quantification of Cocaine and Active Adulterants in Coca-Paste Seized Samples: Useful Scientific Support to Health Care. **Neurotoxicity Research**, Londres, v. 34, n. 2, p. 295-304, Ago. 2018. DOI: 10.1007/s12640-018-9887-1. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12640-018-9887-1>. Acesso em: 4 set. 2021.
2. AGILENT TECHNOLOGIES. **Catálogo de Instrumentos e Acessórios Agilent: Biociências e Análises Químicas Edição 2009-2010**. 2009. Disponível em: <https://www.agilent.com/>. Acesso em: 3 mar. 2024.
3. AHMED, R; ALTAMIMI, M. J; HACHEM, M. State-of-the-Art Analytical Approaches for Illicit Drug Profiling in Forensic Investigations. **Molecules**, Basel, v. 27, n. 19, p. 6602, Out. 2022. doi: 10.3390/molecules27196602. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules27196602>. Acesso em: 2 set. 2021.
4. ALMEIDA, D. J. C. **Análise dos adulterantes encontrados em amostras de cocaína apreendidas no Rio Grande do Norte no período de janeiro a junho de 2019**. 2020. 41 f. Monografia (Bacharelado em Biomedicina) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/43216>. Acesso em: 2 fev. 2020.
5. AMEKU, W. A; GONÇALVES, J. M; ATAIDE, V. N; SANTOS, M. S. F; GUTZ, I. G. R; ARAKI, K; PAIXÃO, T. R. L. C. Combined Colorimetric and Electrochemical Measurement PaperBased Device for Chemometric Proof-of-Concept Analysis of Cocaine Samples. **ACS OMEGA**, Washington, v. 6, n. 1, p. 594-605. 2021. DOI: 10.1021/acsomega.0c05077. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1021/acsomega.0c05077>. Acesso em: 3 set. 2021.
6. BARBOSA, R. C. F; CORDEIRO, F. C. **Preparo e análise qualitativa de simulacros de drogas de abuso: adaptações de métodos analíticos de química forense para**

- experimentação em sala de aula – uma proposta didática.** *In:* VII Congresso Nacional de Educação, 2021, Paraíba. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/82519>. Acesso em: 29 ago. 2021.
7. BARRETO, D. N. **Desenvolvimento de um procedimento para a identificação de perfis químicos em amostras de cocaína por eletroforese capilar com detecção condutométrica sem contato (CE-C4D).** 2020. 111 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2020. DOI: 10.14393/ufu.te.2020.334. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29214>. Acesso em: 30 jan. 2021.
 8. BOVENS, M; AHRENS, B; ALBERINK, I; NORDGAARD, A; SALONEN, T; HUHTALA, S. Chemometrics in forensic chemistry — Part I: Implications to the forensic workflow. **Foresnic Science International**. Amsterdam, v. 301, p. 82-90, Ago. 2019. DOI: 10.1016/j.forsciint.2019.05.030. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.05.030>. Acesso em: 26 fev. 2020.
 9. BRASIL. Decreto N° 54.216, de 27 de agosto de 1964. Promulga a Convenção Única sobre Entorpecentes. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1964. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/atos/decretos/1964/d54216.html. Acesso em: 3 de jul. 2023.
 10. BRASIL. Decreto nº 79.388, de 14 de março de 1977. Promulga a Convenção sobre Substâncias Psicotrópicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1977. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-79388-14-marco-1977-428455-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 3 de jul. 2023.
 11. BRASIL. Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001. Estabelece normas de controle e fiscalização sobre produtos químicos que direta ou indiretamente possam ser destinados à elaboração ilícita de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10357.htm. Acesso em: 4 mar. 2021.

12. BRASIL. Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas – Sisnad. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11343.htm. Acesso em: 4 mar. 2021.
13. BRASIL. Portaria nº 1.274, de 25 de agosto de 2003. Sujeita a controle e fiscalização exclusiva da Polícia Federal 146 produtos químicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/produtos-quimicos/legislacao/PORTARIA1274.pdf/view>. Acesso em: 4 mar. 2021.
14. BRASIL. Portaria nº 344, de 12 de maio de 1998. Aprova o regulamento técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. **Diário Oficial da União**, Brasília 1998. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1998/prt0344_12_05_1998_rep.html. Acesso em: 4 mar. 2021.
15. BREWER-OSORIO, S. Turning Over a New Leaf: A Subnational Analysis of ‘Coca Yes, Cocaine No’ in Bolivia. *Journal of Latin American Studies*. **Journal of Latin American Studies**, Cambridge. v. 53, n. 3, p. 573-600, Ago. 2021. DOI: 10.1017/S0022216X21000456. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0022216X21000456>. Acesso em: 9 jul. 2023.
16. CAMARGOS, A. C. F. **Química Forense: análises de substâncias apreendidas. Departamento de Ciências Naturais**. 2018. 25 f. Monografia (Bacharelado em Química) - Universidade Federal de São João del-Rei. São João del-Rei. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/105518689-Quimica-forense-analises-de-substancias-apreendidas-antonielle-cristina-da-fonseca-camargos.html>. Acesso em: 04 mar. 2021.
17. COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Fundamentos de Cromatografia**. Campinas: Editora UNICAMP, 456 p. 2005.

18. COSTA, M. A. F; BRITO, N. M. Requisições de rotina e testes colorimétricos empregados em Química Forense: do preparo das soluções à descrição dos fenômenos químicos. **Revista Brasileira de Criminalística**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 105-112, Mai. 2020. DOI: 10.15260/rbc.v9i2.336. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v9i2.336>. Acesso em: 3 mar. 2023.
19. DUARTE, J. F. O novo açúcar: a rota da cocaína na perspectiva de gênero. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 13, 2022. DOI: 10.1590/1806-9584-2022v30n175162. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/75162>. Acesso em: 06 mar. 2021.
20. ELIAERTS, J; MEERT, N. DURME, F. V; DARDENNE, P; CHARLES, S; WAEL, K; SAMYN, N. Challenges for cocaine detection in smuggling samples. **Forensic Science International**, Amsterdam, v. 319, Fev. 2021. DOI: 10.1016/j.forsciint.2020.110534. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110534>. Acesso em: 10 mar. 2022.
21. FASANELLO J.; HIGGINS, P. Modified Scott Test for Cocaine Base or Cocaine Hydrochloride. **Microgram Journal**, Estados Unidos, v. 19, p. 137–138, 1986.
22. FERREIRA, N. G; MARTINIS, B. S; CASTRO, G. S.; SANTOS, F. S. Investigação de adulterantes em amostras de cocaína apreendidas na região de Araçatuba no período de 2014 e 2015. **Revista Brasileira de Criminalística**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 54-61, Mar. 2019. DOI: 10.15260/rbc.v8i1.298. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v8i1.298>. Acesso em: 25 fev. 2020.
23. GARCIA, L. S. L. A prevenção ao uso problemático de drogas. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**. Brasília, n. 18, Dez. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8884>. Acesso em 12 mar. 2022.
24. JOHN, D. K. **Potencialidades da espectrometria no infravermelho e quimiometria para caracterização de perfis de medicamentos apreendidos**. 2020. 90f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/218037>. Acesso em: 01 abr. 2024.

25. KOWALSKI B.; BENDER C. Pattern recognition. A powerful approach to interpreting chemical data. **Journal of the American Chemical Society**, Washington, v. 94, n. 16, p. 5632–5639, 1972. DOI: 10.1021/ja00771a016. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ja00771a016>. Acesso em: 01 mar. 2024.
26. LIMA, C. P. S. **As mulheres nas redes do tráfico de drogas em Alagoas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Instituto de Ciências Sociais, Programa de Pós Graduação em Sociologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/1569>. Acesso em: 12 mar. 2022.
27. MACRINO, C. J. **Desenvolvimento de Candidatos à Materiais de Referências com Aplicação em Química Forense**. 2022. 126f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2022. Disponível em: https://sappg.ufes.br/tese_drupal/tese_16378_Boneco%20Tese%20Clebson%20de%20Jesus%20Macrino.pdf. Acesso em: 6 mar. 2023.
28. MALDANER, A. O; ZACCA, J. J; BOTELHO, E. D; SILVA, D. R; OLIVEIRA, F. H. Development and Validation of a Gas Chromatographic Method for the Quantification of Minor Alkaloids in Cocaine. **Journal of the brazilian chemical society**, v. 32, n. 4, p. 823-832, Abr. 2021. DOI: Disponível em: 10.21577/0103-5053.20200233. <https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20200233>. Acesso em: 12 mar. 2022.
29. MARANHÃO, G. B. A. Desafio analítico na identificação, quantificação e caracterização das catinonas sintéticas no contexto forense. 2022. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47538>. Acesso em: 4 mar. 2023.
30. MCSWEENEY, K. Cocaine Trafficking and the Transformation of Central American Frontiers. **Journal of Latin American Geography**, Texas, v. 19, n 3, p. 159-166, Jul. 2020. DOI: 10.1353/lag.2020.0075. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/760935/pdf>. Acesso em: 13 jul. 2023.

31. OGURI, K.; WADA, S.; ETO, S.; YAMADA, H. Specificity and Mechanism of the Color Reaction of Cocaine with Cobaltous Thiocyanate. **Japanese Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 41, n. 4, p. 274-279, Jan. 1995. DOI: 10.1248/jhs1956.41.274. Disponível em: <https://doi.org/10.1248/jhs1956.41.274>. Acesso em: 05 mar. 2024.
32. O'HAGAN, A; PARASKEVI, C. Cocaine trafficking between South America and Greece and methods of concealment. **Forensic Research and Criminology International Journal**, v. 10, n. 2, p. 37-43, Set. 2022. DOI: 10.15406/frcij.2022.10.00355. Disponível em: <https://doi.org/10.15406/frcij.2022.10.00355>. Acesso em: 12 jul. 2023.
33. PERFEITO, N. A influência das convenções internacionais e do proibicionismo na política de drogas incorporada pela legislação penal brasileira. 2018. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187981>. Acesso em: 3 mar. 2022.
34. PF – POLÍCIA FEDERAL. **Drogas apreendidas por UF - Série histórica de 1995 a 2022 (até junho)**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/pf/pt-br/acao-a-informacao/estatisticas/diretoria-de-investigacao-e-combate-ao-crime-organizado-dicor/drogas_apreendidas_por_uf.pdf/view. Acesso em: 9 jul. 2023.
35. POPOVIC, A; MORELATO, M; ROUX, C; BEAVIS, A. Review of the most common chemometric techniques in illicit drug profiling. **Forensic Science International**. Amsterdam, v. 302, Set. 2019. DOI: 10.1016/j.forsciint.2019.109911. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109911>. Acesso em: 4 mar. 2020.
36. RODRIGUES, B. M. **Análise de substâncias de abuso utilizando novas configurações de microextração em fase sólida e cromatografia gasosa-espetrometria de massa: estudo de prova de conceito**. 2021. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Laboratoriais em Ciências Forenses) - Instituto Universitário

- Egas Moniz. Almada. 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/39335>. Acesso em: 26 jan. 2022.
37. SANT'ANA, L. D; SOUSA, V. C; SANTOS, F. R; SABINO, B. D; CARDOSO, A; LIMA, M. E. F; CASTRO, R. N. Evaluation of cocaine samples seized in the streets of the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Química Nova**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 379-386, Mar. 2019. DOI: 10.21577/0100-4042.20170346. Acesso em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170346>. Acesso em: 15 mar. 2022.
38. SANT'ANA, L. O. **Comparação de métodos de análises para avaliação do perfil químico de amostras de cocaína apreendidas no Estado do Rio de Janeiro**. 2019. 165 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7761421. Acesso em: 18 mar. 2022.
39. SASSO, J. M. T. K. Desenvolvimento de métodos eletroanalíticos para detecção de drogas de abuso em química forense. 2020. 114 f. Tese (Doutorado em Química) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. DOI: 10.11606/T.59.2020.tde-29062020-142505. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.59.2020.tde-29062020-142505>. Acesso em: 4 mar. 2023.
40. SCOTT, L. J. Specific Field Test For Cocaine. *Microgram*, Estados Unidos, v. 6, p. 179-181, 1973.
41. SEPLAG/AL - Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. **Regiões Integradas de Segurança Pública**. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/es/dataset/regioes-integradas-de-seguranca-publica>. Acesso em: 2 abr. 2024.
42. SILVA, E. M. **Química Forense: Revisão Bibliográfica das técnicas e sua aplicabilidade no município de Picos-PI**. 2022. 40 f. Monografia (Licenciatura em

- Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Piauí, 2022. Disponível em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1185>. Acesso em: 4 mar. 2023.
43. SILVA, J. M. L; LUIZ, L. B. A. **Guerra às Drogas: como o modelo global de combate ao narcotráfico influenciou a guerra às drogas no Rio de Janeiro**. 2023. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Relações Internacionais) - Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/34279>. Acesso em: 26 nov. 2023.
44. SPONCHIADO, D. V; NATALLI, E; BUENO, M. S. C; GOMES, Y. N; GARCIA, D. S; GOIS, P. H. Química Forense: Evidências Criminais. *In*: Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica (MoEduCiTec). 2022. Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/view/22702/21164>. Acesso em> 6 mar. 2023.
45. SUDO, J. T. C. **Determinação de cocaína e seus adulterantes empregando Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (GC-MS)**. 2020. 99 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. DOI 10.14393/ufu.di.2020.3051. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30760>. Acesso em: 16 jul. 2023.
46. SWGDRUG - Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs. **SWGDRUG Recommendations**. Viena. 1997. Disponível em: https://www.swgdrug.org/Documents/SWGDRUG%20Recommendations%20Version%208_FINAL_ForPosting_092919.pdf. Acesso em: 4 mar. 2020.
47. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **Convention on psychotropic substances**. Viena. 1971. Disponível em: https://www.unodc.org/pdf/convention_1971_en.pdf. Acesso em: 3 mar. 2024.

48. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **Single Convention on Narcotic Drugs, 1961: As amended by the 1972 Protocol amending the Single Convention on Narcotic Drugs, 1961.** Nova York. 1972. Disponível em: https://www.unodc.org/pdf/convention_1961_en.pdf. Acesso em: 3 mar. 2024.
49. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **Convención de las naciones unidas contra el tráfico ilícito de estupefacientes y sustancias sicotrópicas, 1988.** Viena. 1988. Disponível em: https://www.unodc.org/pdf/convention_1988_es.pdf. Acesso em: 3 de mar. 2024.
50. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **Manual for use by national drug analysis laboratories: Recommended methods for the Identification and Analysis of Cocaine in Seized Materials.** New York, 2012. Disponível em: <https://www.unodc.org/unodc/en/scientists/recommended-methods-for-the-identification-and-analysis-of-cocaine-in-seized-materials.html>. Acesso em: 3 mar. 2024.
51. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime; EUROPOL – European Union Agency for Law Enforcement Cooperation. **Cocaine Insights 1: The illicit trade of cocaine from Latin America to Europe – from oligopolies to free-for-all?.** Viena. 2021. Disponível em: <https://www.europol.europa.eu/publications-events/publications/cocaine-insights-1#downloads>. Acesso em: 9 jul. 2023.
52. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **Cocaine Insights 4.** Viena. 2022. Disponível em: <https://www.unodc.org/unodc/en/frontpage/2022/July/cocaine-insights-4-launched-with-spotlight-on-covid-19-impacts-on-regional-and-transatlantic-cocaine-routes-through-brazil.html>. Acesso em: 9 jul. 2023.
53. UNODC – United Nations Office on Drugs and Crime. **World drug report 2023: Developments and emerging trends in selected drug markets.** Viena. 2023. Disponível em: <https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/world-drug-report-2023.html>. Acesso em: 9 jul. 2023.

54. VAZ, V. P. M. **Exame preliminar de drogas de abuso apreendidas em uma delegacia no estado de minas gerais no período de agosto a novembro de 2022.** 2022. 26 f. Artigo (Graduação em Biomedicina) - Faculdade Uma Itabira-MG. Minas Gerais. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/32410>. Acesso em: 6 mar. 2023.

8. ANEXO

Tabela A1 - Percentual relativo de cada adulterante presente na amostra apreendida a partir da normalização das áreas dos picos cromatográficos da substância mais abundante.

Amostr a	Localização	Data	Área	CC (%)	BZ (%)	CF (%)	LD (%)	TM (%)	TC (%)	PC (%)	FC (%)
A1	Bom Parto	30/07/2020	Capital								
A2	São Sebastião	25/08/2020	Interior								
A3	Lagoa Da Canoa	12/08/2020	Interior	29,58828		42,8848	27,52692				
A4	Santa Lúcia	16/08/2020	Capital	8,880628		91,11937					
A5	Benedito Bentes	16/08/2020	Capital								
A6	Benedito Bentes	16/08/2020	Capital			94,55097	5,449026				
A7	Piranhas	01/08/2020	Interior			96,92953			3,070474		
A8	Cidade Universitária	31/07/2020	Capital								
A9	Cidade Universitária	15/08/2020	Capital	19,7102		67,90529			12,38451		
A10	Arapiraca	19/08/2020	Interior	19,79598		80,20402					
A11	Jacintinho	19/08/2020	Capital								
A12	Riacho Doce	22/07/2020	Capital	30,4682		63,82699			5,704809		
A13	Rio Largo	04/08/2020	Interior	29,22729		63,80093			6,971777		

A14	Ponta Grossa	18/08/2020	Capital	12,01366		60,59219	27,39414				
A15	Palmeira Dos Índios	18/08/2020	Interior	30,33522		69,66478					
A16	Benedito Bentes	21/07/2020	Capital	42,39263		23,62897	33,9784				
A17	Benedito Bentes	04/08/2020	Capital	9,422016		87,62328			2,9547		
A18	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior	16,63257		83,36743					
A19	Viçosa	21/08/2020	Interior	6,530748		93,46925					
A20	Santana Do Ipanema	24/08/2020	Interior								
A21	Cidade Universitária	14/07/2020	Capital	17,06142	19,64392	57,97172	5,322945				
A22	Arapiraca	10/07/2020	Interior	22,36845		74,55203			3,079516		
A23	Serraria	21/09/2020	Capital				8,443813		91,55619		
A24	Serraria	21/09/2020	Capital	21,09351		77,46894			1,437545		
A25	Serraria	21/09/2020	Capital	16,48195		77,46055			6,057494		
A26	Serraria	21/09/2020	Capital			84,03353	4,733608		11,23286		
A27	Serraria	21/09/2020	Capital	29,21624		69,17814			1,605629		
A28	Serraria	21/09/2020	Capital								
A29	Serraria	21/09/2020	Capital	23,59415		76,40585					
A30	Porto De Pedras	13/07/2020	Interior	11,28683		83,29251			5,420669		
A31	Benedito Bentes	24/02/2020	Capital	85,87079			14,12921				
A32	Rio Largo	05/08/2020	Interior	14,12668		85,87332					
A33	Rio Largo	14/08/2020	Interior	11,25927		83,22613	2,120294		3,394302		
A34	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior	38,865		61,135					

A35	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior	9,168252		88,91668	1,915069				
A36	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior	13,04617		79,96574		4,198614	2,789483		
A37	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior	39,69997		60,30003					
A38	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior			92,98404	7,015964				
A39	Tabuleiro Dos Martins	20/08/2020	Capital			87,81875	5,817972		6,363281		
A40	São Sebastião	20/08/2020	Interior								
A41	Feitosa	28/07/2020	Capital	2,526403		95,33974			2,133853		
A42	Jacintinho	16/08/2020	Capital	21,96881		76,39341			1,637773		
A43	Eustáquio Gomes	12/08/2020	Capital	14,12412		85,87588					
A44	Penedo	11/08/2020	Interior	38,94891		47,79015	10,60716		2,653786		
A45	Penedo	13/05/2020	Interior	25,07524		67,894	7,030756				
A46	Piranhas	21/08/2020	Interior	2,885816		68,88306	20,9865	7,24462			
A47	São Sebastião	20/08/2020	Interior	29,05838		64,38776	6,553858				
A48	Cidade Universitária	20/06/2020	Capital								
A49	Cidade Universitária	-	Capital	18,48596		75,1381			6,375947		
A50	Jacintinho	15/08/2020	Capital	19,51708		68,10528	6,882299		5,495343		
A51	Jacintinho	24/08/2020	Capital	35,41544		60,82781	3,756752				
A52	Delmiro Gouveia	20/08/2020	Interior			69,19736	30,80264				
A53	Delmiro Gouveia	20/08/2020	Interior	4,443469		65,30212	24,23283	6,021579			
A54	Batalha	20/08/2020	Interior	28,48091		44,78021	26,73888				

A55	Vergel Do Lago	27/08/2020	Capital	8,640726		91,35927					
A56	Cruz Das Almas	31/08/2020	Capital	9,752058		77,35963	4,814448	8,07386			
A57	São Miguel Dos Campos	08/06/2020	Interior	21,09566		78,90434					
A58	Olho D'Água Das Flores	21/09/2020	Interior	22,8801		59,55101	17,56889				
A59	Olho D'Água Das Flores	09/12/2020	Interior	10,28043		89,71957					
A60	Delmiro Gouveia	20/08/2020	Interior			71,16333	14,21385	10,96369			3,659135
A61	Delmiro Gouveia	20/08/2020	Interior			79,73732	11,52527	8,737402			
A62	Delmiro Gouveia	20/08/2020	Interior			74,33202	15,31515	10,35283			
A63	Jacintinho	31/08/2020	Capital	26,58782		71,22587			2,18631		
A64	São Miguel Dos Campos	08/06/2020	Interior	2,686438		87,85146			9,4621		
A65	Arapiraca	25/08/2020	Interior	16,76103		57,4398	12,5245		9,307447		3,967224
A66	Pilar	09/08/2020	Interior	3,055305		87,54251			9,402189		
A67	Belém	09/10/2020	Interior	4,693628		76,26293	3,896203	3,645955	11,50129		
A68	São Miguel Dos Campos	09/08/2020	Interior	7,532251	9,891248	72,87981	9,696691				
A69	Não Identificado	08/09/2020	Não Identificado	33,76628		57,24254	2,99667		5,994514		

A70	Arapiraca	04/11/2020	Interior	0,775656		99,22434					
A71	Arapiraca	20/11/2019	Interior	57,16729		42,83271					
A72	Arapiraca	02/01/2020	Interior	36,62565		46,45333	3,627124		13,2939		
A73	Arapiraca	08/06/2020	Interior	41,35084		42,69309	5,32887		10,62721		
A74	Cidade Universitária	31/08/2020	Capital			100					
A75	Bom Parto	09/04/2020	Capital	36,89306		63,10694					
A76	Vergel Do Lago	09/07/2020	Capital	9,627075		63,7829	26,59003				
A77	Rio Largo	30/08/2020	Interior	11,25939		80,83146			7,909152		
A78	Arapiraca	09/07/2020	Interior	13,81767		76,86933	6,307439		3,005556		
A79	Antares	26/08/2020	Capital	9,311277		84,59156	2,224489		3,872676		
A80	Benedito Bentes	01/09/2020	Capital	47,47324		50,75231			1,774451		
A81	Santa Lúcia	-	Capital			61,58052	38,41948				
A82	Santa Lúcia	-	Capital			67,97256	32,02744				
A83	Santa Lúcia	-	Capital								
A84	Cidade Universitária	03/09/2020	Capital	7,134819		74,50587	5,723794	12,63552			
A85	Jacintinho	01/10/2020	Capital	34,77433		58,04296			7,182705		
A86	Feitosa	03/10/2020	Capital	33,84147		66,15853					
A87	Arapiraca	03/09/2020	Interior	2,580681		86,68036	7,403722		3,335241		
A88	São José Da Lage	-	Interior	0,924209	5,225908	89,14225	4,707634				
A89	Santana Do Ipanema	-	Interior			71,97592	26,02524	1,998841			
A90	Arapiraca	28/08/2020	Interior								

A91	Santana Do Ipanema	-	Interior	23,64459		55,93585	20,41956				
A92	Santana Do Ipanema	-	Interior	46,00874		48,23306	5,758209				
A93	Jacintinho	28/09/2020	Capital	16,4434		75,54371			8,012891		
A94	Benedito Bentes	-	Capital			88,24508	4,358919		7,396006		
A95	Bom Parto	17/09/2020	Capital	33,4661		62,69171	2,594094		1,248094		
A96	Santa Lúcia	14/04/2020	Capital	6,458806		92,65412			0,887072		
A97	Santa Lúcia	15/09/2020	Capital	8,999449		76,78193		10,03065	4,18797		
A98	São Jorge	11/09/2020	Capital	14,79169		83,03832			2,16999		
A99	Ponta Da Terra	16/09/2020	Capital	39,49082		58,38853	0,893098		1,227549		
A100	Santos Dumont	18/09/2020	Capital	2,578324		97,42168					
A101	Santos Dumont	18/09/2020	Capital								
A102	Matriz De Camaragibe	20/09/2020	Interior	7,906989		79,61089		9,046938	3,435182		
A103	Maragogi	23/09/2020	Interior	91,28119		8,718811					
A104	Arapiraca	09/09/2020	Interior	35,75149		60,0783	2,74127		1,428936		
A105	Arapiraca	19/09/2020	Interior	23,98833		63,53099	8,98717		3,493504		
A106	Arapiraca	29/11/2019	Interior	75,08484		18,72251			6,19265		
A107	Não Identificado	22/08/2020	Não Identificado	37,69835		62,30165					
A108	Não Identificado	22/08/2020	Não Identificado	38,15887		60,01033	1,100662		0,730146		

A109	Cidade Universitária	-	Capital	13,17114		58,92922	27,89963				
A110	Levada	08/10/2020	Capital	13,16743		57,97832	28,85426				
A111	Jacintinho	29/10/2020	Capital	5,86568		79,1186		10,23208	4,783639		
A112	Farol	16/10/2020	Capital	6,580244		77,44148		10,64284	5,335437		
A113	Feitosa	11/10/2020	Capital	30,9918		33,25026			7,434378		28,32356
A114	União Dos Palmares	23/09/2020	Interior	9,743533		88,91288			1,343589		
A115	União Dos Palmares	-	Interior	14,07966		79,78802			6,132327		
A116	União Dos Palmares	19/08/2020	Interior	41,0265		57,64327			1,330229		
A117	União Dos Palmares	21/08/2020	Interior	8,4841		90,75407			0,761826		
A118	Arapiraca	-	Interior	2,430247		93,19135			4,378399		
A119	Ipioca	-	Capital	17,32155		82,67845					
A120	Arapiraca	-	Interior			69,59329	30,40671				
A121	Rio Largo	-	Interior	12,21709	25,09964	62,68326					
A122	Satuba	-	Interior	7,597415		78,42457		10,55517	3,422847		
A123	Santos Dumont	05/10/2020	Capital	34,32635		61,95977	2,691608		1,02228		
A124	Santos Dumont	05/10/2020	Capital	13,53414		83,69175			2,774105		
A125	Levada	13/10/2020	Capital	16,87321		53,21209	29,9147				
A126	Santa Lúcia	09/10/2020	Capital								
A127	Santa Lúcia	09/10/2020	Capital								
A128	Não Identificado	-	Não Identificado								

A129	Bebedouro	25/10/2020	Capital	13,26912		80,08732		6,643557			
A130	Gruta De Lourdes	26/10/2020	Capital	21,40698		70,30602	6,21533		2,071672		
A131	Bom Parto	13/10/2020	Capital	36,67779		59,63637	2,908901		0,776946		
A132	Jacintinho	25/09/2020	Capital	16,03177		82,45897			1,509262		
A133	Prado	23/09/2020	Capital	40,70045		50,12586	9,173693				
A134	Prado	23/09/2020	Capital	43,23416		46,77823	9,987611				
A135	Rio Largo	17/10/2020	Interior			49,89188	3,186357		46,92176		
A136	Feitosa	24/05/2020	Capital								
A137	Santa Lúcia	30/05/2020	Capital								
A138	Feitosa	11/10/2020	Capital	21,32005		47,39891			4,335124		26,94592
A139	Rio Largo	29/09/2020	Interior								
A140	Levada	25/11/2020	Capital	9,025113		86,53941	4,435481				
A141	Arapiraca	28/09/2020	Interior			62,76059	37,23941				
A142	Benedito Bentes	04/10/2020	Capital			100					
A143	Benedito Bentes	15/10/2020	Capital								
A144	Tabuleiro Dos Martins	26/09/2020	Capital								
A145	Levada	30/11/2020	Capital	13,60039		61,14333	25,25628				
A146	Cidade Universitária	20/11/2020	Capital	24,57293		61,64926			13,77781		
A147	Pinheiro	10/12/2020	Capital			87,84267			12,15733		
A148	Penedo	31/07/2020	Interior								

A149	Delmiro Gouveia	31/10/2020	Interior								
A150	Major Isidoro	03/10/2020	Interior								
A151	Maragogi	04/11/2020	Interior								
A152	Cidade Universitária	10/11/2020	Capital								
A153	Piaçabuçu	19/11/2020	Interior								
A154	Penedo	19/05/2020	Interior								
A155	Penedo	19/05/2020	Interior								
A156	Maragogi	04/11/2020	Interior								
A157	Clima Bom	27/12/2020	Capital	7,570018		75,63603			16,79395		
A158	Ponta Verde	01/12/2020	Capital								
A159	Ponta Verde	01/01/2021	Capital	23,29205		62,15411	14,55383				
A160	Penedo	-	Interior			100					
A161	Feitosa	-	Capital			100					
A162	Clima Bom	-	Capital			100					
A163	Clima Bom	-	Capital	11,80417		57,82219	26,29296		4,080679		
A164	Atalaia	-	Interior	100							
A165	Delmiro Gouveia	-	Interior								
A166	Benedito Bentes	-	Capital								
A167	Antares	-	Capital								
A168	Santa Lúcia	-	Capital								
A169	Limoeiro De Anadia	06/07/2020	Interior								

A170	Arapiraca	-	Interior	83,7092		9,435576	6,855221				
A171	Barra De Santo Antonio	-	Interior	10,00399	13,07218	64,75928	12,16454				
A172	Clima Bom	-	Capital	30,02902		58,76771	4,574466		6,628811		
A173	Jatiúca	-	Capital	7,399916		81,8038		7,300818	3,495466		
A174	Tabuleiro Dos Martins	-	Capital	5,349572		89,27817		5,372261			
A175	Benedito Bentes	22/11/2020	Capital	6,132611		88,59155		5,275836			
A176	São Sebastião	18/11/2020	Interior	39,47227		60,52773					
A177	Arapiraca	-	Interior	28,14478		71,85522					
A178	Arapiraca	-	Interior	66,1236		33,8764					
A179	Não Identificado	29/10/2020	Não Identificado	8,93877		91,06123					
A180	Girau Do Ponciano	-	Interior								
A181	Benedito Bentes	29/10/2020	Capital	9,348136		79,92608		10,72578			
A182	Benedito Bentes	19/10/2020	Capital								
A183	Benedito Bentes	19/10/2020	Capital	16,06501		55,89571	28,03928				
A184	Jacintinho	30/10/2020	Capital			100					
A185	Jacintinho	06/11/2020	Capital	65,8987				34,1013			
A186	Benedito Bentes	05/11/2020	Capital	29,76657		63,21322			7,020206		
A187	Santos Dumont	04/11/2020	Capital	44,93004		10,86702	44,20294				

A188	São Sebastião	-	Interior	37,33695		62,66305					
A189	Arapiraca	04/11/2020	Interior	37,81963		48,12646			14,0539		
A190	Arapiraca	31/10/2020	Interior	6,08965		45,71327	48,19708				
A191	Benedito Bentes	13/11/2020	Capital	71,57913		28,42087					
A192	Murici	26/12/2020	Interior			100					
A193	Arapiraca	04/01/2021	Interior	5,324979		75,46708			19,20794		
A194	Prado	-	Capital			98,41029	1,589708				
A195	Piranhas	23/12/2020	Interior	8,476826		21,36953	70,15364				
A196	Cleto	-	Capital								
A197	Atalaia	06/01/2021	Interior	12,80175		74,33713		12,86113			
A198	Santa Amélia	31/12/2020	Capital								
A199	Santa Amélia	31/12/2020	Capital	17,66851		73,16637	9,16512				
A200	Clima Bom	-	Capital	6,492661		52,55352	40,95382				
A201	Arapiraca	22/12/2020	Interior	32,42173		52,77356	4,654944		10,14976		
A202	Arapiraca	-	Interior	25,86643		62,57942			11,55414		
A203	Não Identificado	-	Não Identificado	6,784057		79,10536		10,00555	4,10503		
A204	Não Identificado	-	Não Identificado	18,20189		60,78636		21,01175			
A205	Não Identificado	-	Não Identificado	15,44015		57,18187	27,37798				

A206	Santana Do Ipanema	27/10/2020	Interior								
A207	Benedito Bentes	24/11/2020	Capital	8,080718		83,89234		8,026946			
A208	Trapiche	21/01/2021	Capital	34,75259		65,24741					
A209	União Dos Palmares	11/01/2021	Interior	26,13185		61,85329			12,01486		
A210	Vergel Do Lago	15/12/2020	Capital			74,96315	20,33465		4,702199		
A211	Ponta Grossa	08/12/2020	Capital	17,87426		82,12574					
A212	Levada	07/12/2020	Capital	9,828792		61,5912	28,58001				
A213	Antares	22/12/2020	Capital			87,79587	3,155349		9,048781		
A214	Santana Do Ipanema	25/12/2020	Interior	9,052226		38,14742	43,52185		9,278508		
A215	Benedito Bentes	05/02/2020	Capital	23,0565		51,94899		24,99451			
A216	Viçosa	04/09/2020	Interior	21,58394		78,41606					
A217	Arapiraca	20/11/2020	Interior	31,03458		56,60065	3,768038		8,596732		
A218	São Miguel Dos Campos	19/10/2020	Interior	11,64112		60,32129	28,03759				
A219	Eustáquio Gomes	21/11/2020	Capital	7,952959		79,76392	3,667463		8,615658		
A220	Cidade Universitária	13/12/2020	Capital	100							
A221	Clima Bom	-	Capital	18,64842		81,35158					
A222	Clima Bom	22/12/2020	Capital	19,82316		44,01382	36,16302				
A223	Jacarecica	09/01/2021	Capital	8,441351		83,29326	8,265392				
A224	Antares	06/02/2021	Capital	14,91156		85,08844					
A225	Satuba	11/02/2021	Interior	5,643154		80,98721	6,174862		7,194774		

A226	Benedito Bentes	01/01/2021	Capital	5,155716		43,35267	51,49161				
A227	Vergel Do Lago	04/01/2021	Capital	44,30045		24,17096	31,52859				
A228	Arapiraca	06/02/2021	Interior	29,12751		70,87249					
A229	José Tenório	10/12/2020	Capital	14,23823		85,76177					
A230	Chã Da Jaqueira	08/01/2021	Capital	27,23647		66,34524			6,418295		
A231	Jacintinho	03/01/2021	Capital	6,328223		88,92524		4,746539			
A232	Guaxuma	14/01/2021	Capital	13,99945		67,41578		18,58478			
A233	Jacaré Dos Homens	03/12/2020	Interior	7,903293		85,05346		7,043242			
A234	São Miguel Dos Campos	15/10/2020	Interior	31,53965		64,5321	2,011289		1,916959		
A235	Tabuleiro Dos Martins	19/12/2020	Capital	7,118296		25,53419	63,56584		3,781672		
A236	São Miguel Dos Campos	15/12/2020	Interior	22,41307		59,58829			17,99864		
A237	Feitosa	06/12/2020	Capital	10,33216		89,66784					
A238	São Miguel Dos Campos	27/11/2020	Interior	6,360323		80,35818		10,21107	3,070425		
A239	Feitosa	03/03/2021	Capital								
A240	Benedito Bentes	03/03/2021	Capital								
A241	Pilar	-	Interior								
A242	Teotonio Vilela	-	Interior								

A243	Cidade Universitária	15/03/2021	Capital	100							
A244	União Dos Palmares	18/03/2021	Interior	49,90519		38,55414			11,54066		
A245	União Dos Palmares	-	Interior	4,328065		78,03478	15,25297		2,384186		
A246	Chã De Bebedouro	-	Capital	10,84402		74,34495			14,81103		
A247	Cidade Universitária	12/03/2021	Capital	22,49156		65,9581	5,483497		6,066845		
A248	Cajueiro	15/03/2021	Interior	3,52099		88,00551	8,473499				
A249	Rio Largo	24/03/2021	Interior	5,138743		85,7606			9,100654		
A250	Tabuleiro Dos Martins	23/03/2021	Capital	3,094931		77,75262	17,34473		1,807715		
A251	Jacintinho	23/03/2021	Capital	18,99777		81,00223					
A252	Passo De Camaragibe	-	Interior	14,7758		49,83669	35,38751				
A253	Rio Largo	12/03/2021	Interior	4,348522		76,19884	1,837437		17,6152		
A254	Viçosa	19/03/2021	Interior	6,744028	22,92287	70,3331					
A255	Penedo	10/03/2021	Interior	100							
A256	Porto Calvo	13/03/2021	Interior	9,899094		73,26525	3,152173		13,68349		
A257	Delmiro Gouveia	11/02/2021	Interior	31,25949		68,74051					
A258	Arapiraca	10/02/2021	Interior	6,386393		89,36315		4,250453			
A259	Clima Bom	12/02/2021	Capital	17,20443		23,42897	59,3666				
A260	Palmeira Dos Índios	14/02/2021	Interior	8,113469		79,65864			12,22789		
A261	Benedito Bentes	01/03/2021	Capital	20,43379		79,56621					
A262	São Jorge	27/02/2021	Capital	12,26032		85,23874	2,500931				

A263	São Jorge	Aguardando dados	Capital	13,81698		86,18302					
A264	Barro Duro	02/03/2021	Capital	33,48861		52,27229	2,788014		11,45108		
A265	Poço	09/02/2021	Capital	27,12517		72,87483					
A266	Dois Riachos	03/03/2021	Interior			100					
A267	Arapiraca	-	Interior	5,212614		78,87531			15,91207		
A268	Penedo	13/05/2020	Interior	26,16151		73,83849					
A269	Marechal Deodoro	17/01/2021	Interior	10,09403		89,90597					
A270	Olho D'Água Das Flores	-	Interior	25,21953		63,9669			10,81356		
A271	Olho D'Água Das Flores	-	Interior	12,28698		79,43294	8,280077				
A272	União Dos Palmares	24/03/2021	Interior	23,90973		70,82412	5,266145				
A273	Santa Lúcia	22/11/2020	Capital	16,81219		83,18781					
A274	Arapiraca	08/02/2021	Interior	12,85886		82,69576			4,445375		
A275	Chã Da Jaqueira	-	Capital	12,85536		87,14464					
A276	Ponta Verde	08/11/2020	Capital	18,71134		51,10266	30,18599				
A277	Arapiraca	-	Interior	15,36381		75,89279	5,385889		3,357509		
A278	Barra De Santo Antonio	12/11/2020	Interior	23,1604		76,8396					
A279	Delmiro Gouveia	09/02/2021	Interior								

A280	Benedito Bentes	07/02/2021	Capital	0,951532		99,04847					
A281	Messias	25/02/2021	Interior								
A282	Cidade Universitária	05/03/2021	Capital		98,54142	1,45858					
A283	Cidade Universitária	08/03/2021	Capital	34,83885		65,16115					