

## Artigo

**Contaminação de Cocaína em Cédulas de Dinheiro em Belo Horizonte-MG****Rodrigues, N. M.; Guedes, M.; Augusti, R.; Marinho, P. A.\****Rev. Virtual Quim.*, 2013, 5 (2), 125-136. Data de publicação na Web: 27 de março de 2013<http://www.uff.br/rvq>**Cocaine Contamination in Belo Horizonte-MG Paper Currency**

**Abstract:** Cocaine is one of the most problematic illicit drugs in Brazil, because of its social impact and toxicological data for users and society in general. One form of this drug is used intranasal, when it is in the form of cocaine hydrochloride and can be sniffed using paper money as an artifact. Thus, our study aimed to examine banknotes of R\$ 2.00 (two reais) from Belo Horizonte-MG, in order to determine the percentage of notes with cocaine residues and for knowing the quantitative profile of them. The notes (n = 50) were collected from outlets in downtown of Belo Horizonte and stored in envelopes for the analysis. New notes obtained from the Central Bank were used as blank sample. The notes was extracted with solvents in ultrasound bath. The two extracts were mixed, centrifuged at 13,000 rpm for 3 minutes and analyzed by high performance liquid chromatography with ultraviolet detector (235 nm). The method was validated, and revealed a linearity between 0.5 and 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  (10 to 200  $\mu\text{g}/\text{bill}$ ), mean intra and inter precision test of 5.3 % and 7.6 % respectively and average recovery of 98 %. Contaminants commonly present in cocaine street drug like lidocaine, benzocaine, caffeine, acetaminophen and propranolol do not show any peaks at the same retention time of cocaine. After analysis, the banknotes were dried and returned to service without any damage and loss of security features. Of 50 notes analyzed, 43 had cocaine residues. The average concentration of cocaine found in the notes was  $(148.56 \pm 230.06) \mu\text{g} / \text{bill}$  (RSD = 155 %), and 36 % had levels between 10 and 50  $\mu\text{g}/\text{bill}$ . Thus, we conclude that the banknotes of R\$ 2 reais in the central region of Belo Horizonte, have a high percentage of contamination by cocaine, which may come from direct contamination of the drug in notes or indirectly between notes contaminated and contaminated surfaces.

**Keywords:** Cocaine; banknotes; high performance liquid chromatography; forensic chemistry.

## Resumo

A cocaína é uma das drogas ilícitas mais problemáticas no Brasil, devido seu impacto social e toxicológico para os usuários e sociedade em geral. Uma das formas de utilização desta droga é pela via intranasal, quando a mesma se encontra na forma de cloridrato de cocaína, podendo ser aspirada utilizando cédulas de dinheiro como artefato. Deste modo, o presente trabalho objetivou analisar cédulas de R\$ 2,00 (dois reais) que circulam no comércio de Belo Horizonte - MG, a fim de verificar a porcentagem de notas com resíduos de cocaína e traçar um perfil quantitativo da substância nestas. As notas (n = 50) foram coletadas em estabelecimentos comerciais no centro de Belo Horizonte e armazenadas em envelopes pardos até o momento da análise. Notas novas obtidas junto ao Banco Central foram utilizadas como branco da amostra. As notas foram extraídas com solventes em banho de ultrassom. Os dois extratos foram misturados, centrifugados a 13.000 rpm por 3 minutos e analisados por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de ultravioleta (235 nm). O método foi validado, constatando-se uma linearidade entre 0,5 a 10 µg/mL (10 a 200 µg/nota), precisão média intra e inter ensaio de 5,3 % e 7,6 %; e recuperação média de 98 %. Os adulterantes comumente encontrados na cocaína, como a lidocaína, benzocaína, cafeína, paracetamol e propranolol não apresentaram picos no mesmo tempo de retenção da cocaína. Após as análises, as notas foram secas e devolvidas à circulação sem nenhum dano físico aparente e perda dos elementos de segurança. Das 50 notas analisadas, 43 apresentaram resíduos de cocaína. A concentração média de cocaína encontrada nas notas foi de (148,56 ± 230,06) µg/nota (CV = 155 %), sendo que 36 % apresentaram teores entre 10 a 50 µg/nota. Deste modo, conclui-se que as cédulas de R\$ 2 reais na região central de Belo Horizonte, têm alta porcentagem de contaminação por cocaína, podendo esta ser proveniente de contaminação direta da droga na nota ou indireta entre notas contaminadas e superfícies contaminadas.

**Palavras-chave:** Cocaína; cédulas de dinheiro; cromatografia líquida de alta eficiência; química forense.

\* Instituto de Criminalística de Minas Gerais, Seção Técnica de Física e Química Legal, Rua Juiz de Fora, 400, Barro Preto, CEP 30180-060, Belo Horizonte-MG, Brasil.

✉ [pabloalvesmarinho@yahoo.com.br](mailto:pabloalvesmarinho@yahoo.com.br)

DOI: [10.5935/1984-6835.20130016](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20130016)

## Contaminação de Cocaína em Cédulas de Dinheiro em Belo Horizonte-MG

Nathalia Maria Rodrigues,<sup>a</sup> Mario Guedes,<sup>a</sup> Rodinei Augusti,<sup>b</sup> Pablo A. Marinho,<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Criminalística de Minas Gerais, Laboratório de Química Legal, Rua Juiz de Fora, 400, Belo Horizonte-MG, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Química, Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte-MG, Brasil.

\* [pabloalvesmarinho@yahoo.com.br](mailto:pabloalvesmarinho@yahoo.com.br)

*Recebido em 30 de julho de 2012. Aceito para publicação em 29 de outubro de 2012*

### 1. Introdução

### 2. Materiais e Métodos

- 2.1. Equipamento, acessórios, reagentes
- 2.2. Soluções padrão
- 2.3. Amostragem
- 2.4. Preparo das amostras
- 2.5. Condições cromatográficas
- 2.6. Parâmetros de validação

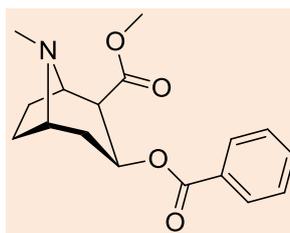
### 3. Resultados e Discussão

### 4. Conclusão

## 1. Introdução

O uso da cocaína é um dos principais problemas de saúde pública em todo o mundo devido ao seu impacto social e toxicológico para os usuários e a sociedade em geral. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), apesar do cultivo da *Erythroxylum coca* ter diminuído nos últimos anos devido às ações de erradicação agrícola, as apreensões da droga não acompanharam esta tendência, aumentando significativamente no Brasil.<sup>1</sup> Uma das formas

de utilização da droga é através de seu sal (cloridrato de cocaína) pela via intranasal, podendo ser aspirada, utilizando cédulas de dinheiro como artefato.<sup>2</sup>



**Figura 1.** Estrutura química da cocaína

Na América do Sul as folhas da *Erythroxylum coca* são processadas principalmente na Colômbia, Peru e Bolívia. O produto intermediário (pasta base) é transportado para os países vizinhos, incluindo o Brasil, onde são utilizados reagentes químicos de uso controlado para a purificação da droga em cloridrato de cocaína ou crack.<sup>3</sup>

No Brasil, a cocaína, seus sais e preparações estão enquadrados na Portaria 344 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da saúde de 12/05/1998. O vegetal *Erythroxylum coca* está elencado na lista E (plantas que podem originar substâncias entorpecentes e/ou psicotrópicas) e a benzoilmetilecgonina (cocaína) na lista Lista F (substâncias de uso proscrito no Brasil).<sup>3</sup>

Até o ano de 1994, poucos estudos foram conduzidos com o intuito de determinar cocaína em cédulas de dinheiro, porém estes trabalhos vêm crescendo significativamente, com uma taxa de aumento de 1,8 artigos/ano entre 1994 a 2003 e 4,5 artigos/ano entre 2005 a 2007. O interesse crescente neste tipo de análise provavelmente deve-se às melhorias nas técnicas analíticas utilizadas, juntamente com a disseminação do uso da droga em todo o mundo.<sup>4</sup>

Uma das técnicas analíticas mais utilizadas para a determinação de drogas em notas é a cromatografia gasosa, porém outras técnicas como cromatografia líquida de alta eficiência e a eletroforese capilar podem ser utilizadas com a mesma finalidade.<sup>5,6</sup> Também são citados na literatura técnicas que analisam de forma direta as notas como espectrometria de massas com dessorção térmica e espectrometria de mobilidade iônica.<sup>4,7</sup> As técnicas analíticas acopladas à espectrometria de massas permitem desenvolver métodos com maior sensibilidade e seletividade, alcançando limites de detecção e quantificação mais baixos. Porém, uma das desvantagens destes métodos é a análise destrutiva do analito, não sendo possível uma nova análise da amostra.

Recentemente, foram desenvolvidas técnicas de ionização à pressão atmosférica que permitem a análise direta da amostra, quase que imediata, sem a necessidade de preparo da mesma. Estas técnicas podem contribuir para este tipo de ensaio, como é o caso das técnicas *easy ambientsonic-spray ionization mass spectrometry* (EASI-MS) e *desorption electrospray ionization mass spectrometry* (DESI-MS), que já estão sendo empregadas em análises forenses.<sup>8-12</sup>

De acordo com o único estudo realizado no Brasil onde 46 notas coletadas de 6 estados diferentes (SP, RJ, MG, GO, PR, DF) foram analisadas por CG-EM, foi constatada a presença de cocaína em 43 notas (93 %), com teores entre 2,38 a 275,1 µg/nota e média de 51,15 µg/nota.<sup>13</sup>

Em estudo realizado na Inglaterra, papéis semelhantes às libras esterlinas isentos de cocaína foram misturados com o dinheiro real e posteriormente submetidos à contagem manual e por máquina eletrônica. Estes papéis foram, então, coletados e analisados por espectrometria de massas com dessorção térmica e ionização química à pressão ambiente. Das notas analisadas, 60% apresentaram resíduos de cocaína, comprovando a contaminação indireta das notas pela cocaína presente em outras notas ou nas máquinas contadoras.<sup>14</sup>

A América do Norte, Europa Central e Ocidental estão entre as principais regiões de consumo de cocaína no mundo. Os valores relatados pelo Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime mostram uma relação inequívoca entre o uso da cocaína em um determinado país e o nível da droga em cédulas de dinheiro contaminadas. Um dos países com a mais alta taxa de contaminação das notas com cocaína são os Estados Unidos, onde de acordo com as pesquisas, foram encontrados níveis médios de 2,86 a 28,75 µg cocaína/nota.<sup>4</sup>

Análises realizadas em 50 notas de US\$ 1,00 constataram uma positividade de 92 % de cédulas contaminadas com cocaína, com média de 28,75 µg/nota. Ainda neste estudo, foram encontradas a presença de outras

drogas nas notas como heroína, metanfetamina, anfetamina, 6-acetilmorfina e fenciclidina.<sup>15</sup>

Entre os mecanismos que podem explicar a retenção das drogas nas notas, especula-se a possibilidade das tintas utilizadas nos papéis moedas não secarem totalmente, podendo grudar em várias partículas ambientais, incluindo as drogas que tenha contato. Outra possibilidade seria devido à manipulação repetida das cédulas, ocasionando um desalinhamento das fibras das notas com formação de microporos que permitiriam a inserção das drogas nestes espaços. Existe também a possibilidade de polímeros constituintes do papel da nota interagirem quimicamente com as drogas e retê-las.<sup>14,16</sup>

Fatores como o tamanho médio dos cristais de cloridrato de cocaína (1,4  $\mu\text{m}$ ) e o aspecto de pó em que a droga se apresenta facilitam sua retenção pelas fibras das notas, sendo este aprisionamento mais eficiente que outras formas de apresentação como comprimidos e resinas.<sup>14</sup>

Conforme mostrado na literatura, outra fonte possível de contaminação das cédulas são as máquinas de contagem de dinheiro nos terminais eletrônicos que podem contribuir para a contaminação cruzada de cocaína entre as notas; porém a magnitude dos níveis da droga repassados a outras notas é limitada.<sup>14</sup>

Neste sentido, a análise de resíduos de cocaína presentes em diferentes amostras, como cédulas de dinheiro ou amostras ambientais, pode contribuir para traçar um perfil da quantidade de droga comercializada em uma localidade, muitas vezes até mais fidedigno que levantamentos estatísticos de quantidade de drogas apreendidas ou epidemiológicos sobre número de atendimentos na rede de saúde para usuários de drogas e mortalidade relacionadas com o seu uso abusivo.<sup>17,18</sup> Além disso, pode oferecer aos investigadores a possibilidade de diferenciar dinheiro envolvido em casos de uso ou manipulação da droga do dinheiro

em circulação geral.<sup>19</sup> De acordo com estudos de Hudson, notas envolvidas em eventos criminais associados à droga, indicaram quantidades de cocaína 50 a 1000 vezes maiores que as cédulas em circulação normal.<sup>19</sup>

Deste modo, o presente trabalho objetivou analisar cédulas de dois reais coletadas em Belo Horizonte-MG por CLAE-UV, a fim de verificar a porcentagem de notas com resíduos de cocaína e traçar um perfil quantitativo da droga nestas amostras.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Equipamento, acessórios, reagentes

Foi utilizado um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência, modelo LC-10 AD<sub>VP</sub> (Shimadzu Corporation®, Kyoto, Japão); sistema de controle modelo SCL-10 A<sub>VP</sub>; injetor manual; detector UV-Visível modelo SPD-10AV<sub>VP</sub>; software Workstation Class-VP.

A coluna cromatográfica selecionada foi de fase de sílica monolítica modificada (Merck®), modelo ChromolithPerformance RP-18e (100 x 4,6 mm D.I., macroporo 2  $\mu\text{m}$  e mesoporo 13 nm). Os reagentes empregados foram metanol (JT Baker®) e acetonitrila (JT Baker®), ambos grau HPLC, ácido fórmico PA (Merck®), hidróxido de amônio PA (Merck®); trietilamina PA (Vetec®).

Os padrões de cafeína (Synth), benzocaína (Sigma-Aldrich) e lidocaína (Sigma-Aldrich) utilizados apresentavam pureza acima de 98%. Os fármacos propranolol (10 mg/comprimido) e paracetamol (750 mg/comprimido) foram obtidos de medicamentos industrializados (Medley Indústria farmacêutica Ltda.), uma vez que é comum o uso destas substâncias como adulterantes da droga de rua.

## 2.2. Soluções padrão

As soluções padrão de cocaína foram preparadas a partir de uma amostra de cocaína apreendida no estado de Minas Gerais e purificada no laboratório de Química Legal do Instituto de Criminalística de Minas Gerais, sendo utilizada uma solução estoque de 100 µg/mL em metanol. A purificação da cocaína se deu através de várias etapas de recristalização, utilizando como solventes hexano e acetona. Extratos de cédulas novas de dois reais cedidas pelo Banco Central de Belo Horizonte (n=15) e que se encontravam fora de circulação foram empregados como amostras-branco.

## 2.3. Amostragem

As cédulas de dois reais foram coletadas em estabelecimentos comerciais do centro de Belo Horizonte (n = 50) e armazenadas separadamente em envelopes de papel pardo até o momento da análise.

## 2.4. Preparo das amostras

As cédulas foram colocadas em tubo de ensaio e extraídas primeiramente com 10 mL de metanol por 10 minutos em banho de ultrassom, sendo o extrato vertido para um balão volumétrico de 20 mL. A cédula em questão foi novamente extraída com 10 mL de fase móvel (item 2.5) por 10 minutos em banho de ultrassom e o extrato vertido para o mesmo balão volumétrico citado anteriormente. O volume final foi aferido em 20 mL com fase móvel, sendo filtrado em filtro de 0,45 µm de PTFE (Millipore®) e posteriormente injetado no cromatógrafo. Após as análises as notas foram devolvidas à circulação sem danos físicos aparentes e sem perda de seus elementos de segurança que foram avaliados após as análises.

## 2.5. Condições cromatográficas

A fase móvel foi constituída pela solução A (água, acetonitrila, metanol, ácido fórmico, hidróxido de amônio, trietilamina 700:100:200:1,5:0,3:0,5) e solução B (água, acetonitrila, metanol, ácido fórmico, trietilamina 900:50:50:1:0,5) em uma proporção de (8A:2B, pH 4,0), operando em modo isocrático. A coluna cromatográfica foi operada em temperatura ambiente e a vazão da fase móvel foi de 1,0 mL/min, sendo o volume de injeção de 20 µL. O comprimento de onda selecionado para detecção foi de 235 nm e o tempo total de corrida estabelecido em 15 minutos. A resposta do detector foi registrada utilizando-se a área do pico de interesse.

## 2.6. Parâmetros de validação

Foram estudados alguns parâmetros de mérito para o método em questão, a fim de estabelecer sua confiabilidade e desempenho analítico: seletividade, linearidade, limite de detecção, limite de quantificação, precisão e recuperação. Para avaliar a seletividade do método frente a possíveis substâncias misturadas à cocaína, foram analisadas amostras de benzocaína, lidocaína, cafeína, paracetamol e propranolol (20 mg) submetidas à extração com 2 mL de metanol em banho de ultrassom por 5 minutos e posterior filtração em filtro de 0,45 µm e injeção no cromatógrafo.

A linearidade do método foi estudada preparando soluções padrão de cocaína, nas concentrações de 0,50 a 10 µg/mL em triplicata a partir da solução estoque de 100 µg/mL. Foram verificados possíveis valores de *outliers*, sendo empregado o teste de resíduos padronizados *Jackknife*<sup>20</sup>, além do estudo das premissas da regressão linear (normalidade,<sup>21</sup> independência,<sup>22</sup> homoscedasticidade<sup>23</sup> e desvio da linearidade pela ANOVA).

O limite de detecção (LD) foi determinado, no presente trabalho, como a concentração

que produziria três vezes o desvio padrão da média de 15 replicatas da amostra-branco. Calculado o LD, foram preparadas em triplicata soluções padrão de cocaína nesta concentração. O limite de quantificação (LQ) foi considerado como a menor concentração da curva de calibração que apresentou o maior coeficiente de variação estabelecido para o método (15%), sendo preparada em quintuplicata.

A precisão do método foi avaliada por meio dos coeficientes de variação (CV) intra-ensaio, em condições de repetibilidade e interensaio (precisão intermediária). O CV intra-ensaio foi determinado, preparando-se 3 concentrações diferentes da solução de cocaína (0,5, 4,0 e 10,0  $\mu\text{g/mL}$ ) em quintuplicata e analisados no mesmo dia. O coeficiente de variação inter-ensaio (CV inter-ensaio) foi determinado utilizando as mesmas concentrações de cocaína, sendo preparadas em triplicata e analisadas em três dias diferentes.

A recuperação foi estimada enriquecendo em triplicata cédulas isentas de cocaína nas concentrações de (0,5; 6,0 e 10)  $\mu\text{g/mL}$ . Os valores obtidos foram comparados com os resultados analisados de extratos de cédulas-branco, enriquecidos com cocaína nas mesmas concentrações, sendo estas respostas consideradas como 100 %.

A curva de calibração foi preparada sobre a matriz, em 6 níveis de concentração diferentes, em triplicata, dentro da faixa de resposta linear encontrada. A equação da curva foi calculada através do método dos mínimos quadrados ordinários (regressão linear simples), com posterior avaliação do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e das premissas da regressão linear.

### 3. Resultados e Discussão

O método mostrou-se linear na faixa de concentração compreendida entre 0,5 a 10  $\mu\text{g/mL}$  (10 a 200  $\mu\text{g}$  /nota). Neste estudo, apenas um resultado foi constatado como

*outlier* pelo teste dos resíduos padronizados de Jackknife e foi retirado para avaliação das premissas da regressão linear simples.<sup>20</sup>

Como foram empregados vários testes estatísticos para estudo da linearidade, torna-se salutar o estudo das premissas de cada teste, para que os resultados fossem sustentados. Deste modo, os testes para verificação de normalidade, independência, homoscedasticidade dos resíduos e desvio de linearidade apresentaram-se adequados na faixa estudada (Tabela 1). Isto implica que os resíduos da regressão calculados seguiram a distribuição normal, foram homoscedásticos (a variância dos desvios não foram diferentes), independentes (não houve autocorrelação entre os resíduos) e a regressão foi significativa, não havendo desvio da linearidade (Tabela 1).<sup>20-23</sup>

**Tabela 1.** Parâmetros de estatística para avaliação de regressão linear

Estatística	Valores
<i>n</i>	17
<i>Normalidade</i>	
<i>R</i>	0,9848
<i>p</i>	$p > 0,10$
<i>Homoscedasticidade</i>	
<i>t<sub>L</sub></i>	0,19
<i>p</i>	0,85
<i>Independência</i>	
<i>D</i>	2,65
<i>p</i>	$p > 0,05$
<i>Desvio da Linearidade</i>	
<i>F</i>	0,297
<i>p</i>	0,874

*n*: número de dados; *R*: coeficiente de correlação de Ryan-Joiner; *t<sub>L</sub>*: estatística t de Levene; *p*: significância; *D*: estatística de Durbin-Watson; *F*: razão entre variâncias.

A equação da reta, obtida por meio de regressão linear simples, foi  $y = 4524,9x - 307,23$  e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) igual a 0,999. Apesar do  $R^2$  obtido ter sido adequado, este, isoladamente, não garante a linearidade do método, devendo, o analista sempre avaliar as premissas da regressão linear simples para verificar o modelo matemático adequado ao seu experimento, conforme mostrado acima.<sup>20</sup>

O limite de detecção encontrado no método foi de 0,2  $\mu\text{g/mL}$  (4  $\mu\text{g/nota}$ ) e o limite de quantificação foi de 0,5  $\mu\text{g/mL}$  (10  $\mu\text{g/nota}$ ). Considerando que, de acordo com a literatura, o teor médio de cocaína em notas é de 50  $\mu\text{g}$ , o LD encontrado é adequado para analisar a cocaína nas notas contaminadas.<sup>13</sup>

O estudo da precisão analítica foi realizado por meio da determinação dos coeficientes de variação intra-ensaio e inter-ensaio para as soluções padrão nas concentrações de (0,5; 4,0 e 10)  $\mu\text{g/mL}$ , sendo as médias encontradas de 5,3 % (intra-ensaio) e 7,6 % (inter-ensaio) (Tabela 2).<sup>3</sup>

**Tabela 2.** Precisão intra e inter-ensaio obtidos no método CLAE-UV

Concentração ( $\mu\text{g/mL}$ )	CV (%)	
	Intra-ensaio (n=5)	Inter-ensaio (n=3)
0,5	10	15
4,0	1,8	3,2
10	3,7	4,7
<b>Média</b>	<b>5,3</b>	<b>7,6</b>

Observou-se uma média de recuperação nas três concentrações estudadas de 98 %, considerada, assim, satisfatória, inferindo que o procedimento de extração foi eficiente para extrair os resíduos de cocaína das cédulas enriquecidas com o analito (Tabela 3).

**Tabela 3.** Porcentagem de recuperação do método de extração utilizado em CLAE-UV para a determinação de diferentes concentrações de cocaína, em cédulas

Concentração ( $\mu\text{g/mL}$ )	Recuperação (%)	CV (%) (n=3)
0,5	96	6,0
6,0	86	8,6
10,0	113	3,4
<b>Média</b>	<b>98</b>	<b>6,0</b>

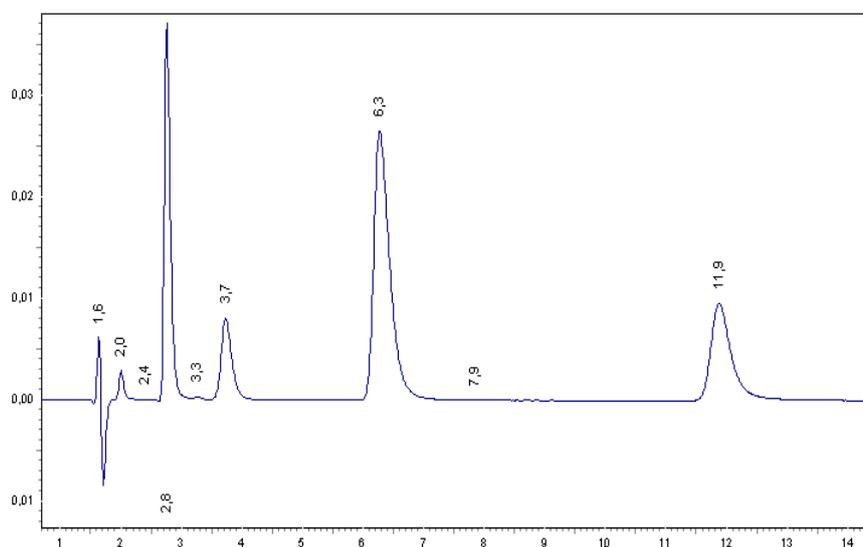
Considerando que a cocaína, como droga de rua, apresenta-se na maioria das vezes adulterada ou diluída torna-se mandatório o desenvolvimento de métodos analíticos para determinação de cocaína com seletividade adequada em relação aos adulterantes.<sup>24</sup> Os principais adulterantes presentes no cloridrato de cocaína comercializado em Belo Horizonte são lidocaína, benzocaína e cafeína, porém algumas amostras também apresentam em sua constituição paracetamol e propranolol. Após o estudo da seletividade para estes compostos nenhum dos adulterantes estudados apresentou picos cromatográficos interferentes com o da cocaína, excluindo, assim, possíveis falso-positivos com cédulas impregnadas com estas substâncias (Tabela 4).

A Figura 3 mostra um cromatograma obtido no presente trabalho pela técnica CLAE-UV após análise de uma amostra de uma solução contendo cafeína ( $t_R$  2,8 min.), lidocaína ( $t_R$  3,7 min.), cocaína ( $t_R$  6,3 min.) e benzocaína ( $t_R$  11,9 min.), verificando uma boa resolução dos picos.

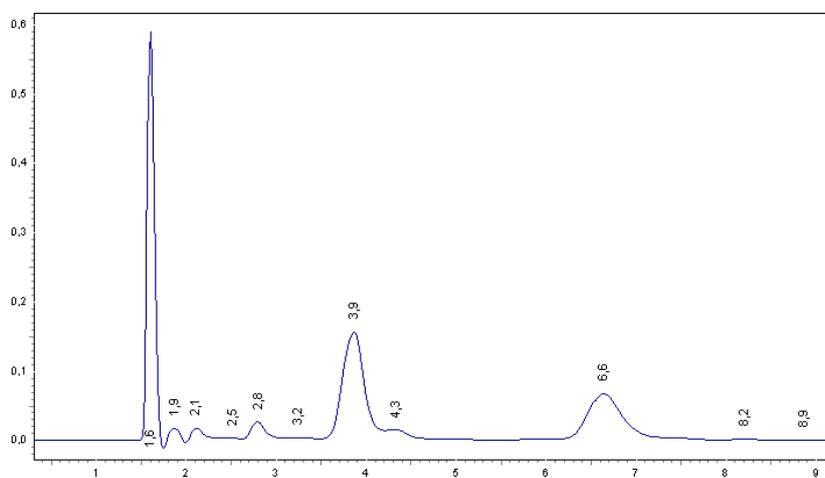
A Figura 4 mostra um cromatograma obtido após análise de uma das notas coletada no comércio de Belo Horizonte.

**Tabela 4.** Tempo de retenção das substâncias analisadas no estudo da seletividade pela técnica CLAE-UV, cujas condições cromatográficas estão descritas no item 2.5

Analito	Tempo de retenção (minutos)
Cafeína	2,8
Cocaína	6,3
Benzocaína	11,9
Lidocaína	3,7
Paracetamol	2,1
Propranolol	30,6



**Figura 3.** Cromatograma obtido pela técnica CLAE-UV após injeção de solução a 10 µg/mL em fase móvel contendo cafeína (tr 2,8 min.), lidocaína (tr 3,7 min.), cocaína (tr 6,3 min.), e benzocaína (tr 11,9 min.) nas condições otimizadas



**Figura 4.** Cromatograma obtido pela técnica CLAE-UV após injeção do extrato de uma das notas contendo cocaína (tr 6,6 min.)

Das 50 notas analisadas, foi detectada a presença de cocaína em 86 % (43 notas) delas. O teor médio de cocaína encontrado foi  $(148,56 \pm 230,06)$   $\mu\text{g}/\text{nota}$ , sendo o valor mínimo quantificado de 10,68  $\mu\text{g}$  e o máximo de 1110,8  $\mu\text{g}$ , como mostra a Tabela 5. Ressalta-se que as amostras analisadas que

obtiveram concentração superior a 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , correspondendo a 200  $\mu\text{g}/\text{nota}$  (limite superior da linearidade estudada), foram devidamente diluídas com fase móvel para que sua concentração se encontrasse dentro da faixa linear do método e fosse quantificada de forma adequada.

**Tabela 5.** Teor de cocaína determinado nas cédulas analisadas (n=50)

Nota	Massa ( $\mu\text{g}/\text{nota}$ )	Nota	Massa ( $\mu\text{g}/\text{nota}$ )
1	Abaixo do LQ	26	15,42
2	169,48	27	19,82
3	ND	28	Abaixo do LQ
4	149,56	29	26,93
5	30,11	30	73,26
6	ND	31	10,68
7	124,28	32	22,69
8	15,72	33	24,47
9	12,67	34	172,27
10	Abaixo do LQ	35	27,65
11	67,81	36	ND
12	207,41	37	ND
13	20,38	38	35,78
14	170,36	39	Abaixo do LQ
15	515,05	40	Abaixo do LQ
16	173,59	41	80,71
17	ND	42	ND
18	Abaixo do LQ	43	ND
19	14,60	44	138,59
20	183,18	45	144,76
21	31,77	46	182,33
22	198,62	47	1110,78
23	66,49	48	Abaixo do LQ
24	Abaixo do LQ	49	Abaixo do LQ
25	23,79	50	790,04

LQ: limite de quantificação; ND: não detectado

As cédulas analisadas apresentaram índice de positividade para cocaína compatível com os dados da literatura.<sup>4,13,25,26</sup> Como o Brasil é um dos maiores países consumidores de cocaína no mundo, níveis elevados de cocaína nas cédulas corroboram esta estatística, confirmando esta análise ser um possível indicador sobre o uso da droga em uma determinada localidade. O maior teor de cocaína determinado foi de 1110,8 µg/nota, valor próximo ao encontrado em outros

estudos, os quais constataram um teor de cocaína de 1327 µg<sup>25</sup> e de 922 µg<sup>15</sup> após análise de cédulas nos EUA.

A Figura 5 mostra a distribuição das cédulas analisadas conforme o teor de cocaína encontrado. Verifica-se que a maioria das notas apresentou teores de cocaína entre 10 a 50 µg/nota, corroborando o único estudo realizado aqui no Brasil onde 65 % das notas possuíam níveis de cocaína nesta faixa de concentração.<sup>13</sup>

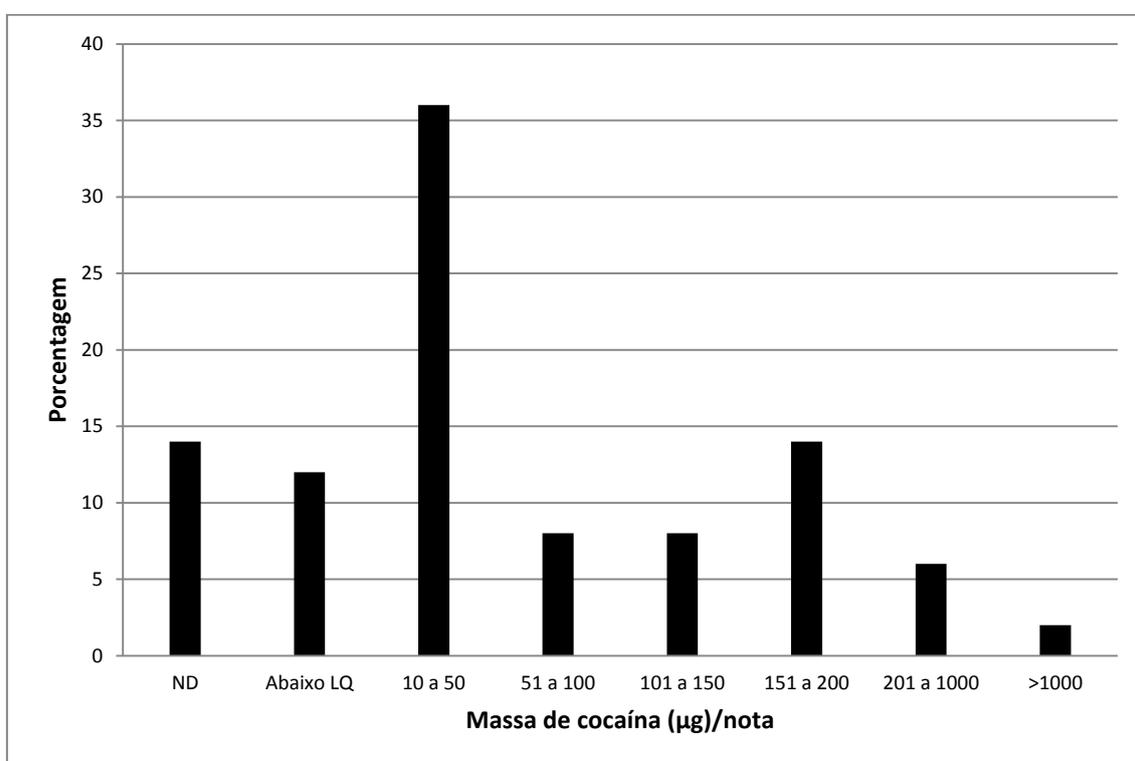


Figura 5. Distribuição dos teores de cocaína encontrados nas cédulas analisadas

Estes resultados não são surpreendentes uma vez que a cocaína, entre outras drogas, é negociada com dinheiro, sendo manipulado pelas mesmas mãos que tocam a droga. Além disso, muitos usuários utilizam notas como artefato para aspirar esta substância, contribuindo para a contaminação direta das notas.

#### 4. Conclusão

No presente estudo foi validado um método para determinação de cocaína em cédulas de dois reais utilizando a técnica de CLAE-UV. Os parâmetros analíticos estudados na validação apresentaram resultados satisfatórios para a determinação e quantificação de cocaína nas cédulas analisadas. Ressalta-se, ainda, que o método

mostrou-se rápido, simples, de fácil execução e preparação de amostras.

Deste modo, o trabalho contribui para o conhecimento do teor de cocaína nas notas de circulação na região central de Belo Horizonte, podendo os dados obtidos ser utilizado para diferenciar teores de cocaína em dinheiro envolvido na comercialização e uso de drogas. Estudos semelhantes deverão ser encorajados em outros estados para traçar um perfil nacional de cédulas de dinheiro contaminadas com cocaína, possibilitando inferir indiretamente sobre o uso da droga nestas localidades.

### Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Sítio da United Nations of Drug and Crime - UNODC. World DrugReport 2012. Disponível em: <<http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/WDR-2012.html>>. Acesso em: 2 julho 2012.
- <sup>2</sup> Chasin, A. A. M., Silva, E. S., Carvalho, V. M. Em *Fundamentos de Toxicologia*; Oga, S.; Camargo, M. M. A.; Batistuzzo, J. A. O., eds.; Atheneu: São Paulo, 2008, Cap 4.
- <sup>3</sup> Passagli, M. *Toxicologia Forense – Teoria e Prática*, 3a. ed., Millennium: Campinas, 2011.
- <sup>4</sup> Armenta, S.; Guardia, M. *Trends Anal. Chem.* **2008**, *27*, 344. [[CrossRef](#)]
- <sup>5</sup> Wimmer, K.; Schneider, S. *Forensic Sci. Int.* **2011**, *206*, 172. [[CrossRef](#)]
- <sup>6</sup> Meng, L.; Wang, B.; Luo, F.; Shen, G.; Wang, Z.; Guo, M. *Forensic Sci. Int.* **2011**, *209*, 42. [[CrossRef](#)]
- <sup>7</sup> Dixon, S. J.; Brereton, R. G.; Carter, J. F.; Sleeman, R. *Anal. Chim. Acta* **2006**, *559*, 54. [[CrossRef](#)]
- <sup>8</sup> Ifa, D. R.; Jackson, A. U.; Paglia, G.; Cooks, R. G. *Anal. Bioanal. Chem.* **2009**, *394*, 1995. [[CrossRef](#)]
- <sup>9</sup> Lalli, P. M.; Sanvido, G. B.; Garcia, J. S.; Haddad, R.; Cosso, R. G.; Maia, D. R. J.; Zacca, J. J.; Maldaner, A. O.; Eberlin, M. N. *Analyst* **2010**, *135*, 745. [[CrossRef](#)]
- <sup>10</sup> Haddad, R.; Neto, R. C. S. N.; Cosso, R. G.; Maia, D. R. J.; Maldaner, A. O.; Sanvido, G. B.; Eberlin, L. S.; Eberlin, M. N. *Analyst* **2010**, *135*, 2533. [[CrossRef](#)]
- <sup>11</sup> Takáts, Z.; Wiseman, J. M.; Cooks, R. G. *J. Mass Spectrom.* **2005**, *40*, 1261. [[CrossRef](#)]
- <sup>12</sup> Romão, W.; Schwab, N. V.; Bueno, M. I. M. S.; Sparrapan, R.; Eberlin, M. N.; Martiny, A.; Sabino, B. D.; Maldaner, A. O. *Quim. Nova* **2011**. [[CrossRef](#)]
- <sup>13</sup> Donato, E.; Martin, C. C. S.; Martinis, B. S. *Quim. Nova* **2007**, *30*, 1996. [[CrossRef](#)]
- <sup>14</sup> Carter, J. F.; Sleeman, R.; Parry, J. *Forensic Sci. Int.* **2003**, *132*, 106. [[CrossRef](#)]
- <sup>15</sup> Jenkins, A. J. *Forensic Sci. Int.* **2001**, *121*, 189. [[CrossRef](#)]
- <sup>16</sup> Sleeman, R.; Burton, F.; Carter, J., Roberts, D.; Hulmston, P. *Anal. Chem.* **2000**, *71*, 397A. [[CrossRef](#)]
- <sup>17</sup> Bohannon, J. *Science* **2007**, *316*, 42. [[Link](#)]
- <sup>18</sup> Grangeiro, W. *Revista Perícia Federal* **2011**, *28*, 17. [[Link](#)]
- <sup>19</sup> Hudson, J. C. J. *Can. Soc. Forensic Sci.* **1989**, *22*, 203. [[Link](#)]
- <sup>20</sup> Belsley, D. A.; Kuh, E.; Welsch, R. E. *Regression Diagnostics: identifying influential data sources of collinearity*, Wiley: New York, 1980.
- <sup>21</sup> Ryan, T. A.; Joiner, B. L. *Normal probability plots and tests for normality*, The State College: Pennsylvania State University, 1976.
- <sup>22</sup> Brown, M. B.; Forsythe, A. B. *J. Am. Stat. Assoc.* **1974**, *69*, 364. [[CrossRef](#)]
- <sup>23</sup> Durbin, J.; Watson, G. S. *Biometrika* **1951**, *38*, 159. [[CrossRef](#)]
- <sup>24</sup> Costa, A.; Guedes, M. Resumo do 16º Congresso Brasileiro de Toxicologia, Belo Horizonte, Brasil, 2009.
- <sup>25</sup> Oyler, J.; Darwin, W. D.; Cone, E. J. *J. Anal. Toxicol.* **1996**, *20*, 213. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- <sup>26</sup> Zuo, Y.; Zhang, K.; Wu, J.; Rego, C.; Fritz, J. *J. Sep. Sci.* **2008**, *31*, 2444. [[CrossRef](#)]