

Abordagens metodológicas que auxiliam na identificação química da cocaína apreendida no Brasil

I.S. Freitas, C.N.M. Silva, A.P. Barbosa *

^a ABEU Centro Universitário, Rio de Janeiro (RJ), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: antonybarbosa@hotmail.com. Tel.: +55-21-99901331.

Recebido em 08/12/2016; Revisado em 19/07/2017; Aceito em 23/07/2017

Resumo

O tráfico de drogas proscritas no Brasil tem aumentado consideravelmente. Um dos reflexos desse crescimento se dá pelo quantitativo apreendido pelos órgãos de segurança pública de drogas sintéticas, canabinóides e, em sua maioria, por cocaína. O Brasil encontra-se geograficamente localizado em uma área onde o cultivo de espécies da família *Erythroxylaceae* é beneficiado, além disso, faz fronteiras com os principais países produtores de cocaína no mundo, o que dificulta, sobremaneira, o combate ao seu tráfico. As polícias federal e civil têm identificado, constantemente, novos fornecedores e novos locais de refino de cocaína, logo, a identificação das rotas de tráfico, origem geográfica e dos seus distribuidores torna-se cada vez mais complexa exigindo dos órgãos de segurança pública e da comunidade forense em geral um melhor aprimoramento de suas metodologias de identificação e quantificação, de forma a fornecerem informações conclusivas para o combate ao seu tráfico. Assim, nesse trabalho, foram avaliadas as principais abordagens metodológicas que contribuem para a elucidação da identificação das amostras de cocaína apreendida no país.

Palavras-Chave: *Erythroxylum coca*; Cocaína; Perfil químico.

Abstract

The trafficking of banned drugs in Brazil has increased considerably. One of the consequences of this growth is the quantitative seized by public security organs of synthetic drugs, cannabinoids and, mostly cocaine. The Brazil is geographically located in an area where the cultivation of *Erythroxylaceae* family species is benefited, moreover, it borders with major cocaine-producing countries in the world, making it difficult, exceedingly, combating their trafficking. The federal and civil polices have identified, constantly, new suppliers and new cocaine refining sites, so the identification of trafficking routes, geographical origin and its distributors becomes increasingly complex requiring law enforcement agencies and forensic community in general a better improvement of its identification and quantification methodologies in order to provide conclusive information to combat its trafficking. Thus, this study is intended to assess the main methodological approaches that contribute to the elucidation of the identification of cocaine samples seized in the country.

Keywords: *Erythroxylum coca* ; Cocaine; Chemical profile.

1. INTRODUÇÃO

Durante milhares de anos o cultivo das folhas de coca foi utilizado para inibir a fome, diminuir o cansaço e em rituais religiosos e sociais. No Peru as folhas de coca eram utilizadas pelos Incas em sua rotina, as quais misturavam na boca com cal ou cinzas com o intuito de facilitar a absorção da mesma pelo sistema digestivo, gerando uma mistura de horas na boca [1].

Em 1906 o Food and Drug Administration (FDA) estabeleceu a obrigatoriedade de classificação e

regulamentação de drogas potencialmente nocivas e aditivas em medicamentos, o que acarretou no enquadramento da cocaína na categoria de prejudicial à saúde. Na primeira Convenção Internacional sobre drogas em 1909, foi regulamentada a produção e a comercialização da cocaína, juntamente com a Comissão do Ópio, cujo objetivo girava em torno da redução das remessas de entorpecentes que não eram utilizados para fins medicinais. Tal acordo foi firmado a fim de estabelecer controle internacional.

Posteriormente, outras três principais convenções ocorreram, e tinham como ponto central o controle da ecgonina e seus derivados utilizados como precursores na síntese de cocaína, que foram submetidas a controle. Deste modo, a redução do comércio legal se deu ao progresso das práticas internacionais de controle [2].

O Brasil é um país com dimensões continentais e se interliga com várias rotas de escoamento de cocaína e entorpecentes, seja como rotas ou por uso de um grande mercado consumidor, o que torna necessário implantar métodos e soluções mais eficazes que controlem a entrada de entorpecentes, ou mesmo substâncias que sejam utilizadas para uso direto ou indiretamente à elaboração de substâncias entorpecentes.

A família *Erythroxylaceae* é composta por quatro gêneros, dos quais somente as espécies *Erythroxylum coca* var. *coca* (ECVC), *Erythroxylum coca* var. *ipadu* (ECVI), *Erythroxylum novogranatense* var. *novogranatense* (ENVN) e *Erythroxylum novogranatense* var. *truxillense* (ENVT) apresentam os maiores teores de cocaína, representando 97% da produção mundial [3].

A espécie ECVC, uma das principais variedades cultivadas na América do Sul, é também conhecida como “huánaco coca” ou coca boliviana. Acredita-se que a ECVC seja a única de ocorrência natural e selvagem, sendo a partir dela, por intervenção humana, derivadas as outras três variedades de *Erythroxylum* [4].

Independentemente da espécie que lhes deu origem, podem ser obtidos teores que variam de 0,5 a 1,5% em alcaloides totais (cerca de 20 substâncias químicas diferentes), dos quais aproximadamente 75% são correspondentes à cocaína [5].

Em virtude do seu uso como droga de abuso, a cocaína (Fig. 1) é a mais conhecida entre todos os alcaloides. Os alcaloides tropanícos são produzidos por um grande número de plantas da família *Erythroxylaceae*, uma estrutura bicíclica, formada pela fusão da pirrolidina e da N-metil piperidina [6].

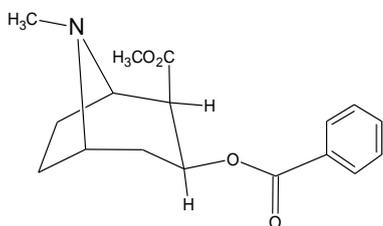


Figura 1. Estrutura Química da Cocaína.

Os alcaloides típicos das folhas de coca possuem um núcleo de ecgonina e um ácido tropanol-carboxílico; os alcaloides naturais são todos ésteres metílicos, pela carboxila da ecgonina. Em particular, a estrutura possui um poder anestésico, em casos em que a carboxila e a hidroxila são simultaneamente esterificadas por um

ácido específico, cuja natureza determina suas propriedades fisiológicas [7].

Os alcaloides encontrados apenas em folhas de coca podem ser classificados em três tipos: derivados da ecgonina, derivados da tropina e derivados da higrina (Fig. 2). Uma das formas de estabelecer a correlação entre a cocaína e o país de origem se dá pelos teores de alguns desses alcaloides em folhas de coca [7].

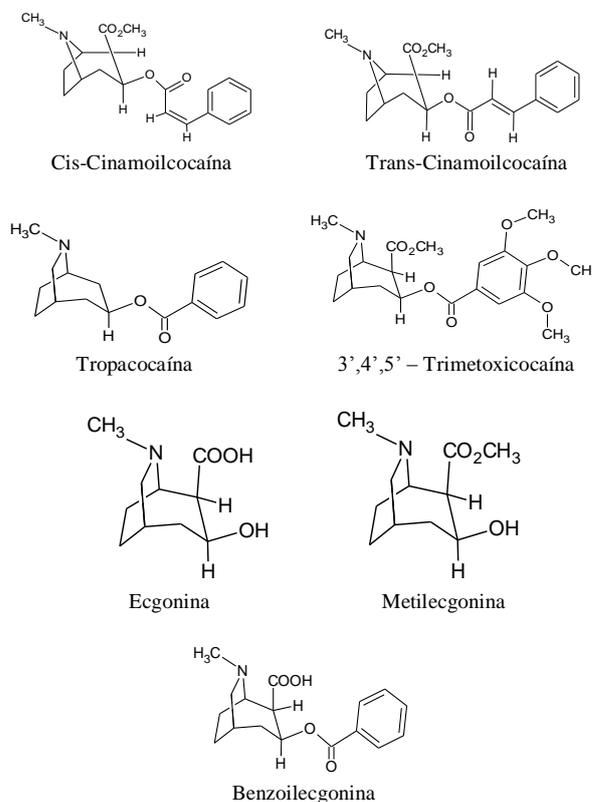


Figura 2. Principais alcaloides com núcleo tropaníco presentes nas folhas de coca. Fonte: [6].

2. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo teórico obtido a partir de um levantamento bibliográfico, onde foram considerados artigos científicos, monografias, dissertações e teses, assim como anais de congressos e livros da área de Criminalística, Toxicologia, Química Forense e Química Analítica. Além disso, foram realizadas pesquisas em bibliotecas virtuais, como Google Acadêmico, Periódico Capes, SCIELO, Science Direct e Web of Science no período de setembro de 2014 a Julho 2015. As palavras-chaves utilizadas nas buscas foram “cocaína”, “truxilina”, “perfil químico de cocaína” e “adulterantes em cocaína”.

3. RESULTADOS & DISCUSSÃO

3.1. Perfil químico da cocaína

Os programas institucionais de perfil químico de drogas de abuso podem determinar ou indicar a origem

geográfica de grande parte das apreensões e das possíveis rotas de tráfico que, somadas às informações tradicionais de investigação policial, direcionam em quais regiões os órgãos de segurança pública têm que efetivamente concentrar seu combate ao narcotráfico.

A determinação do perfil analítico (ou perfil químico) de drogas permitem diversos tipos de inferências, não se limitando a apenas comparações de amostras apreendidas, objetivando o estabelecimento de conexões entre diferentes apreensões, mas também acerca da origem geográfica da substância e, a depender do tipo de droga, racionalizações sobre os métodos e precursores químicos utilizados em sua preparação [8].

Dentre os diversos tipos de fontes que podem ser utilizadas para fins de inteligência forense, o perfil químico de drogas é um dos mais amplamente estudados pelas divisões de pesquisa científica das unidades policiais europeias e estadunidenses [8].

A identificação de substâncias que sejam exclusivas, ou de ocorrência abundante em uma dada espécie (ou variedade) e em menor quantidade nas demais, é um indicativo quimiotaconômico. Nesse sentido, diversas pesquisas têm sido realizadas ao longo dos anos e alguns resultados tem se mostrado bastante promissores. Por meio de comparações entre as impurezas naturais detectadas em uma determinada análise de cocaína refinada, combinado com relatórios analíticos discriminando as constituições químicas de diferentes tipos de folhas de coca, tenta-se inferir o tipo de vegetal utilizado no processamento da droga [8].

Desde que Moore et al. [9], descreveram a identificação da cis e trans-cinamoilcocaína na matriz de alcaloides minoritários, inúmeros artigos têm sido

publicados sobre a descoberta de novos alcaloides de coca: naturais ou subprodutos do refino, ou com enfoque para determinação de perfil químico de amostras de cocaína, baseado nos teores destes alcaloides. Sendo os principais alcaloides utilizados na determinação em perfil químico de cocaína a ecgonina, metilecgonina, benzoilecgonina, cis e trans-cinamoilcocaína.

Em geral, as técnicas analíticas mais utilizadas para a identificação do perfil químico corresponde às técnicas hífenadas de Cromatografia em fase gasosa utilizando como detectores a Espectrometria de Massas (CG-EM), o Detector de Ionização de Chamas (CG/DIC), a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência utilizando como detectores o Ultravioleta (CLAE-UV) e a Espectrometria de Massas (CLAE-EM). Além dessas, tem-se utilizado, recentemente, a técnica de Ressonância Magnética Nuclear para fins qualitativos (RMN) e a técnica de Ressonância Magnética Nuclear de Próton Quantitativa (RMNq) para fins quantitativos. Ambas as técnicas caracterizam-se por ser um método rápido, preciso e que utiliza pouca quantidade de amostra (Tab. 1). Todas as técnicas analíticas descritas acima também são empregadas para a identificação e quantificação de adulterantes e diluentes. Técnicas simples de identificação direta (alteração de cor, precipitação, índice de turvação), utilizando reagentes específicos associados à Cromatografia em Camada Delgada (CCD) são importantes para triar os experimentos [10].

Tabela 1. Resumo das principais publicações científicas sobre perfil químico baseado nos alcaloides de cocaína.

| Ano / Autor | Técnica Analítica | Condições da Análise | Analitos |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 2007- Casale <i>et al.</i> [11] | CG-DIC CG-EM CLAE-EM RMN | DB-1701 - MSTFA DB-1 C18 | Novos subprodutos, gerados pela oxidação incompleta das cinamoilcocaínas. |
| 2007 - Lociciro <i>et al.</i> [12] | CG-DIC | DB-1: derivatização MSTFA | Benzoilecgonina, cis e transcinamoilcocaína, ecgonina, metilecgonina, tropacocaína, norcocaína, 3,4,5-trimetoxicocaína. Comparação de amostras apreendidas em diferentes localidades. |
| 2011 - Esseiva <i>et al.</i> [13] | CG-EM | HP-5MS: derivatização MSTFA | Benzoilecgonina, cis e transcinamoilcocaína, ecgonina, metilecgonina, tropacocaína, norcocaína, 3,4,5-trimetoxicocaína. Comparação de amostras apreendidas em diferentes localidades. |
| 2011 - Botelho [7] | CLAE-EM | (ESI), Derivatização HBFA | Truxilinas, benzoilecgonina, ecgonina, metilecgonina, trimetoxicocaína, tropacocaína, cis e trans-cinamoilcocaína |
| 2011 - Richeval [14] | CLUAE-EM | BEH C18 | Ecgonina metilester, benzoilecgonina e cocaetileno. |
| 2012 - Floriani [15] | CLAE-DAD | C18 | Benzoilecgonina, lidocaína, ácido benzoico, benzocaína. |
| 2013 - Pagano <i>et al.</i> [16] | RMNq | - | Norcocaina, tropacocaina, cis e trans-cinamoilcocaína, ecgonina e ecgonidina metil ester. |
| 2014 - Casale <i>et al.</i> [17] | CG-FID CG-ECD CG-EM | Derivatização MSFTA | Tropacocaina, 1-hydroxytropacocaina, cis e trans-cinamoilcocaína, trimetoxicocaina Truxilina. |

3.2. Principais adulterantes e diluentes

Os adulterantes e os diluentes são utilizados por traficantes e manipuladores da folha da coca, até chegar ao consumidor ou usuário. Esses aditivos aumentam ainda mais o risco à saúde dos mesmos, são importantes dentro do processo de transformação e contribuem em trabalhos de investigação podendo apontar o local que a droga fora elaborada [18].

O adulterante é utilizado no processo para diminuir o teor de droga pura utilizado para venda ao usuário, ou ao consumidor, aumentando assim o lucro do traficante. São substâncias não só com o aspecto, mas com alguma atividade farmacológica similar à da droga, tais como lidocaína, benzocaína, cafeína, fenacetina, hidroxizina, levamisol, diltiazem, procaína e anfetaminas [19]. Os diluentes são substâncias sem quaisquer atividades farmacológicas. Trata-se de compostos com características visuais próximas às da cocaína, tais como sulfato de magnésio, bicarbonato de sódio, amido, açúcares, entre outros, utilizados com a finalidade exclusiva de aumentar o volume [19].

A partir da composição das amostras de cocaína apreendidas no Brasil foi possível detectar que o principal adulterante encontrado em amostras oriundas do estado de Minas Gerais é a lidocaína, no Amazonas é a fenacetina, porém em amostras oriundas do Rio Grande do Sul a cocaína apresenta lidocaína e cafeína [20]; nesse mesmo estudo, os diluentes não são encontrados em grande parte das amostras oriundas do Amazonas, destacando assim as amostras do Rio Grande do Sul que apresentou amostras diluídas em açúcares e derivados [21].

3.3. Identificação das Truxilinas

Durante o processo de refino são extraídas as truxilinas que correspondem a um grupo de 11 estereoisômeros, juntamente com a cocaína e outros alcaloides. As truxilinas mais abundantes são a alfa e a beta truxilinas (Fig. 3).

As truxilinas são sintetizadas naturalmente nas folhas de coca por meio de uma foto dimerização 2+2 das cis e/ou trans-cinamoilcocaína. Essa ciclização é favorecida pela radiação solar ultravioleta (UV) a que a planta está exposta. A produção de cocaína envolvendo as espécies de *Erythroxylum* evoluiu e cresceu em ambientes de alta incidência de radiação UV [22].

Em folhas de *Erythroxylum novogranatense* var. *novogranatense* teores de truxilina/cinamoilcocaína podem sofrer alteração com elevado índice de radiação, assim como a diminuição nos níveis de trans-cinamoilcocaína e de cis-cinamoilcocaína se dá como resposta à exposição da radiação em comparação as não expostas. Esta situação pode ser divergente quanto ao comportamento da truxilina que aumentaram com

exposição à radiação UV que é envolvida na formação das truxilinas a partir das cinamoilcocaínas. Este fato destaca a importância do teor de truxilina ser um fator de grande importância para determinar a origem das folhas de coca [23].

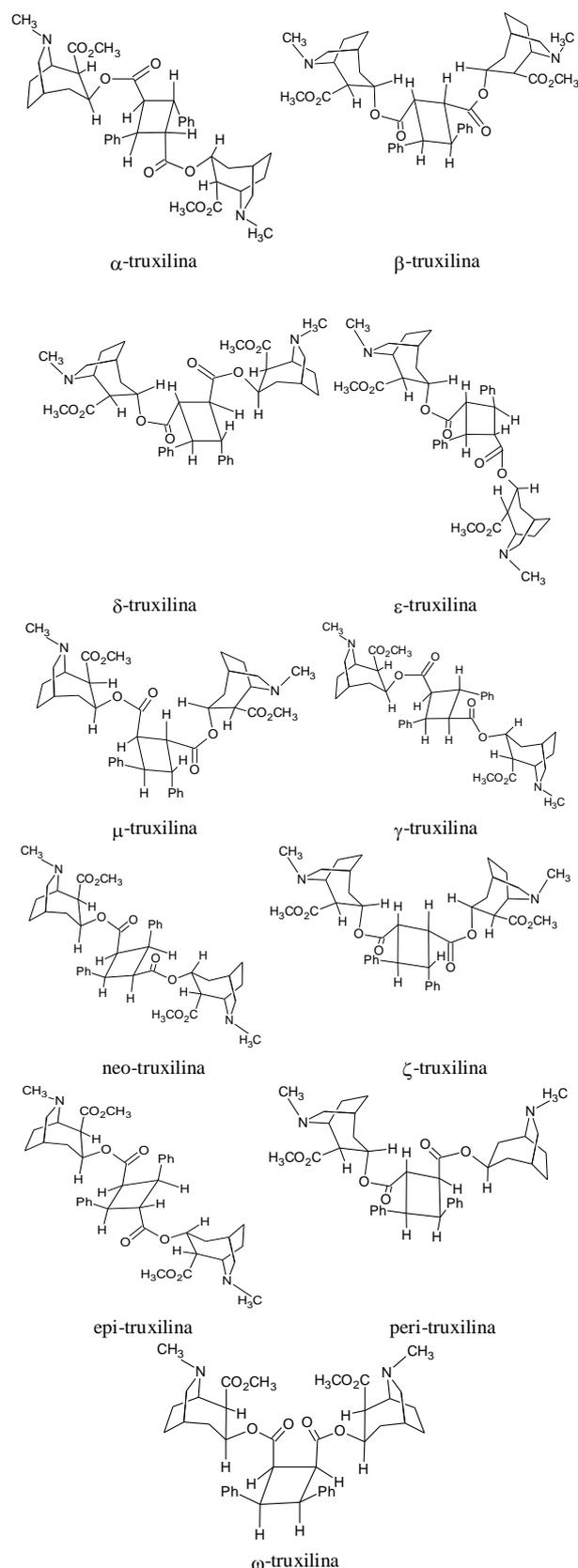


Figura 3. Estruturas dos 11 isômeros de Truxilinas. Fonte: [7].

A identificação geográfica da cocaína se dá pela informação obtida através da Cromatografia em fase Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM), ou outra análise que obtenha os valores expressos reais dos isômeros da truxilina, não se levando em conta o isômero Mu, pois os seus teores em amostras ilícitas são considerados insignificantes [24]. De acordo com a Tab. 2 podemos verificar que os teores mais significantes são dos isômeros: Alfa, Beta e Delta, os quais justificam a identificação da cocaína pela quantificação dos mesmos, localizando a sua origem [22].

Tabela 2. Teor de truxilinas em folhas de coca cultivadas na América do Sul, expressos em % (m/m) relativo à cocaína. Fonte: [22].

| Truxilina | Bolívia | Peru | Colômbia |
|-----------------|---------|------|----------|
| Total | 2,53 | 2,99 | 61,2 |
| Alfa- | 0,74 | 0,87 | 20,4 |
| Beta- | 0,62 | 0,74 | 14,5 |
| Delta- | 0,46 | 0,5 | 9,2 |
| Epsilon- | 0,3 | 0,35 | 6,2 |
| Omega- | 0,11 | 0,15 | 2,8 |
| Gama- | 0,11 | 0,15 | 2,5 |
| Neo- | 0,09 | 0,11 | 2,4 |
| Peri- | 0,05 | 0,05 | 1,4 |
| Zeta- | 0,03 | 0,05 | 1,2 |
| Epi- | 0,02 | 0,02 | 0,64 |

Tomando por base o trabalho de Moore et al. [22] e a Tab. 2, sugere-se a origem geográfica das amostras de cocaína de acordo com o teor total de truxilinas. Amostras com teor total médio de 61,2% são classificadas como de origem Colombiana, as amostras com teor total de 2,99 % são classificadas como de origem Peruana e já as amostras com teor total menor que 2,53 % são classificadas como de origem Boliviana. Visualiza-se que os valores das truxilinas comparadas entre os países produtores de coca têm o seu índice mais elevado de acordo com o seu clima e relevo. Observa-se que a Colômbia por estar mais próxima à linha do equador e devido às características do clima, apresenta uma produção significativamente maior se comparada com os outros países produtores de coca, pois a biossíntese da truxilina alfa está mais relacionada com a quantidade de luz recebida no processo de fotodimerização.

Quando se compara a quantificação de truxilinas relacionando somente estes três países, observa-se que a Colômbia apresenta uma porcentagem muito superior, em torno de 92%, enquanto outros países apresentam cerca de 4% para cada (Fig. 4).

Ao fazer comparação das truxilinas em amostra de cocaína peruana, as α -truxilinas e β -truxilinas correspondem em média de 55,58% de todas as truxilinas presentes na amostra de cocaína, e fazendo comparação das truxilinas em amostra de cocaína

boliviana, as α -truxilinas e β -truxilinas correspondem em média de 50,52% de todas as truxilinas presentes na amostra de cocaína, já a comparação das truxilinas em amostra de cocaína colombiana, as α -truxilinas e β -truxilinas correspondem em média de 52,37% de todas as truxilinas presentes na amostra de cocaína. Sendo assim, é mais prático utilizar as truxilinas α , β e totais para esta comparação (Fig. 5).

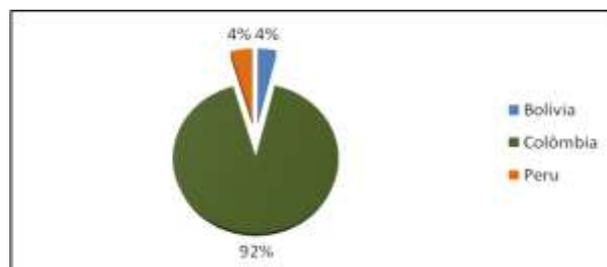


Figura 4. Comparativo de quantificação de truxilinas entre países produtores de coca. Fonte: [22].

Deve-se ressaltar que devido os valores muito próximos das truxilinas na cocaína da Bolívia e do Peru, torna-se importante utilizar outros marcadores ou ferramentas estatísticas/quimiométricas para essa diferenciação.

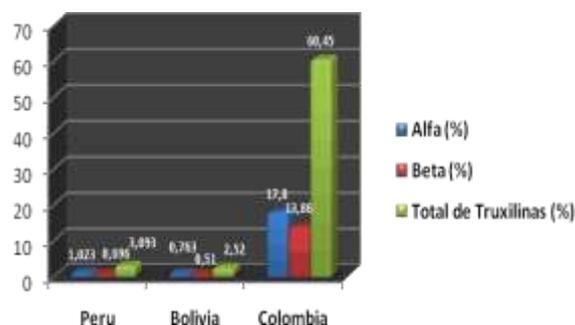


Figura 5. Comparativo de α -truxilinas, β -truxilinas e total de truxilinas em amostra de cocaína. Fonte: [7].

Outros alcaloides que poderiam ajudar na identificação da origem geográfica da cocaína seriam a higrinina e a cuscohigrinina; entretanto, estes compostos estão presentes somente nas folhas de coca, não sendo encontrado nas cocaínas refinadas, o que torna inviável sua identificação. Portanto, o método pela análise do teor de truxilinas torna-se mais recomendável.

Contudo, mesmo que não seja possível estabelecer precisamente a variedade ou espécie de folhas de coca que originou determinada quantidade de cocaína, qualquer indicador que sugira sua origem pode se tornar bastante útil, principalmente quando aliado a outras informações. Inferências técnicas quanto a probabilidade de origem, juntamente com outros dados investigativos, pode gerar resultados conclusivos [25].

Por outro lado, tem-se que a proporção relativa entre os isômeros cis/trans tende a se manter constante desde as folhas de coca e passando pelos diversos produtos de purificação ou de conversão das formas de apresentação da droga. Embora fatores externos, como radiação ultravioleta (incidência de luz solar) possam alterar essas razões, tal constatação justifica a necessidade de se investir em diferentes abordagens analíticas que permitem uma melhor quantificação das truxilinas.

4. CONCLUSÃO

Através da identificação dos principais adulterantes e diluentes, da avaliação do perfil químico e da quantificação das truxilinas presentes nas amostras de cocaína apreendida é possível estabelecer ligações específicas entre diferentes fornecedores e identificar redes e rotas de distribuição de cocaína. As informações fornecidas por cada uma dessas metodologias quando somadas são fundamentais para a comunidade forense como um todo, todavia a polícia científica precisa estar em constante aprimoramento de suas metodologias e buscando novas formas analíticas que possibilitem melhores formas de identificação e quantificação dos seus metabólitos, derivados e impurezas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. Plowman. *In Cultural Survival - Coca and Cocaine: Effects on People and Policy in Latin America*; Latin American Studies Program (LASP), and Cultural Survival, Inc.: Cornell University, 23, 1985.
- [2] UNODC - United Nations Office on Drugs and Crime. *World Drug Report 2015*. Viena: United Nations Publications Sales, 41, 2015.
- [3] T. Plowman, N. Hensold. Names, types, and distribution of neotropical species of erythroxyllum (erythroxyllaceae). *Brittonia* **56(1)**, 1-53, 2004.
- [4] M.C. Acock, J. Lydon, E. Johnson, R. Collins. Effects of Temperature and Light Levels on Leaf Yield and Cocaine Content in Two Erythroxyllum Species. *Annals of Botany* **78(1)**, 49-53, 1996.
- [5] T. Plowman, L. Rivier. Cocaine and Cinnamoylcocaine Content of Erythroxyllum Species. *Annals of Botany* **51(5)**, 641-659, 1983.
- [6] E.M. Bacchi. *Farmacognosia: da Planta ao Medicamento*, Editora da UFRGS/Editora da UFSC: Porto Alegre/Florianópolis, 2004.
- [7] E.D. Botelho. *Desenvolvimento de uma nova metodologia analítica para identificação e quantificação de truxilinas em amostras de cocaína baseada em cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (CLAE-EM)*. Programa de Pós-Graduação, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- [8] R.M. Vargas. *A Criminalística do Século XXI e Análise de Drogas e Inteligência, Cadernos ANP, MJ*. Departamento de Polícia Federal, Diretoria de Gestão de Pessoal, Academia Nacional de Polícia, 10, Brasília, 2012.
- [9] J.M. Moore. Identification of cis- and trans-cinnamoylcocaine in illicit cocaine seizures. *J. Assoc. Off Anal Chem.* **56(5)**, 1199-1205, 1973.
- [10] RENDLE, D. F. Advances in chemistry applied to forensic science. *Chemical Society Review*, (34) 1021-1030, 2005.
- [11] J.F. Casale, P.A. Hays, S.G. Toske, A.L. Berrier. Four New Illicit Cocaine Impurities from the Oxidation of Crude Cocaine Base: Formation and Characterization of the Diastereomeric 2,3-Dihydroxy-3-Phenylpropionylecgonine Methyl Esters from cis- and trans-Cinnamoylcocaine, *J. Forensic Sci.* **52(4)**, 860-866, 2007.
- [12] S. Lociciro, P. Hayoz, P. Esseiva, L. Dujourdy, F. Besacier, P. Margot. Cocaine profiling for strategic intelligence purposes, a cross-border project between France and Switzerland. Part I. Optimisation and harmonisation of the profiling method, *Forensic Sci. Int.* **167(2-3)**, 220-228, 2007.
- [13] P. Esseiva, L. Gaste, D. Alvarez, F. Anglada. Illicit drug profiling, reflection on statistical comparisons, *Forensic Sci. Int.* **207(1-3)**, 27-34, 2011.
- [14] C. Richeval, J.F. Wiart, L. Humbert, A.M. Orkil, O. Legeleux, M. Lhermitte. Dosage des opiacés, de la cocaïne, des dérivésamphétaminiques et de leursmétabolitesdans le sang total par SPE-UPLC/MS/MS. *Ann. Toxicol Anal.* **23(4)**, 175-182, 2011.
- [15] G. Floriani. *Desenvolvimento e validação de método por CLAE para análise de cocaína, seus produtos de degradação e adulterantes*, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- [16] B. Pagano, I. Lauri, S. de Tito, G. Persico, M.G. Chini, A. Malmendal, E. Novellino, A. Randazzo. Use of NMR in profiling of cocaine seizures, *Forensic Sci. Int.* **231(1-3)**, 120-124, 2013.
- [17] J.F. Casale, J.R. Mallette, L.M. Jones. Chemosystematic identification of fifteen new cocaine-bearing Erythroxyllum cultigens grown in Colombia for illicit cocaine production, *Forensic Sci. Int.* **237**, 30-39, 2014.
- [18] D.G. Carvalho, A.F. Midio. Quality of cocaine seized in 1997 in the street-drug market of São Paulo city, Brazil. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, **39(1)**, 71-75, 2003.
- [19] M. Passagli. *Toxicologia Forense: Teoria e Prática*, 4º Ed. Campinas, São Paulo. Millennium, 2013.
- [20] E.J. Magalhães, C.C. Nascentes, L.S. Pereira, M.L. Guedes, R.A. Lordeiro, L.M. Auler, R. Augusti, M.E. de Queiroz. Evaluation of the composition of street

- cocaine seized in two regions of Brazil. *Sci. Justice*, **53(4)**, 425-432, 2013.
- [21] F.L.A. Almeida. *Análise Comparativa de Amostras de Cocaína Apreendidas em Diferentes Estados Brasileiros*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química - Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2003.
- [22] J.M. Moore, J.F. Casale, R.F. Klein, D.A. Cooper, J. Lydon. Determination and in-depth chromatographic analyses of alkaloids in South American and greenhouse-cultivated coca leaves. *J. Chromatogr. A*, **659(1)**, 163-175, 1994.
- [23] J. Lydon, J.F. Casale, H. Kong, J.H. Sullivan, C.S. Daughtry, B. Bailey. The effects of ambient solar UV radiation on alkaloid production by *Erythroxylum novogranatense* var. *novogranatense*, *Photochem. Photobio.* **85(5)**, 1156-1161, 2009.
- [24] J.M. Moore, J.F. Casale, D.A. Cooper. Comparative determination of total isomeric truxillines in illicit, refined, South American cocaine hydrochloride using capillary gas chromatography-electron capture detection, *J. Chromatogr. A*, **756(1-2)**, 193-201, 1996.
- [25] R.M. Vargas. Determinação do DNA da Cocaína. *Perícia Federal*, **8**, 16-21, 2007.