



# ESTUDO DA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DE DERIVADOS BRASILEIROS DA *Nicotiana tabacum* L. PELA ANÁLISE POR ATIVAÇÃO COM NÊUTRONS INSTRUMENTAL

Aline S. G. R. de Oliveira<sup>1</sup> (M), Sandra R. Damatto<sup>1</sup>

1- Instituto de Pesquisa Energética e Nucleares –IPEN, São Paulo- SP, [aline.oliveira@ipen.br](mailto:aline.oliveira@ipen.br)

## Resumo

Neste trabalho foram determinados as concentrações dos elementos As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Fe, K, La, Na, Rb, Sc, Sm, Th e Zn presentes em produtos derivados de tabaco produzidos e comercializados no Brasil. Foram analisadas 48 amostras de cigarros não aromatizados, cigarros aromatizados, cigarros de palha e fumos de corda pela técnica analítica de Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental (INAA). A partir dos resultados obtidos observou-se que as concentrações dos elementos Ba, Br, Ce, K, La, Sm e Zn são menores nos derivados processados, como os cigarros aromatizados, do que nos menos processados, como os fumos de corda. Observou-se também a presença de elementos tóxicos como As que apresentou concentrações superiores aos limites máximos de tolerância em alimentos. Entretanto a maioria dos elementos estudados apresentaram concentrações da mesma ordem de grandeza de estudos realizados em cigarros e plantas de tabaco da literatura.

**Palavras-chave:** *Nicotiana tabacum* L., INAA, cigarros, tabaco

## *Study of the elemental composition of products derived from *Nicotiana tabacum* L. by Instrumental Neutron Activation Analysis*

## Abstract

This paper studied the elemental composition of Brazilians products derived from *Nicotiana tabacum* L. by Instrumental Neutron Activation analysis.

**Keywords:** *Nicotiana tabacum* L., INAA, cigarettes, tobacco

## Introdução

O Governo Brasileiro estima 15% de toda a população faz uso de algum produto derivado do tabaco, fumado ou não fumado, de uso diária ou ocasional, sendo a forma mais consumida o cigarro industrializado (IBGE, 2013).

Essa elevada quantidade de fumantes, tanto no Brasil como no cenário mundial, deve-se principalmente as ações da indústria do tabaco que investem quantias significativas em promoção e propagandas de cigarro sendo seus principais alvos jovens e adolescentes (INCA, 2003)

O uso do tabaco é uma das principais causas de doenças e mortes prematuras no mundo (HARRIS e ANTONELLI, 2005). O tabaco está diretamente associado à diversos tipos de câncer entre eles o câncer de pulmão, da cavidade oral, esôfago e laringe, além de outras doenças respiratórias e cardiovasculares (INCA, 2014). Recentemente foram incluídas mais 14 doenças que até então não eram relacionadas com o tabagismo, aumentando em 17% a responsabilidade do tabaco nos índices de mortalidade (SILVA et al, 2016).

Existe na fumaça do cigarro aproximadamente 60 compostos carcinogênicos e na planta de tabaco existem metais tóxicos ao organismo humano, provenientes do solo, fertilizantes e pesticidas e no processo de industrialização do cigarro esses elementos podem ter suas concentrações alteradas (TALIO et al, 2011).

Sabe-se que os efeitos nocivos do tabaco ultrapassam as gerações, aumentando os riscos de doenças respiratórias nas gerações futuras em até três vezes, mesmo que gerações intermediárias não tenham sido tabagistas (SILVA et al, 2016).

O tabagismo provoca além das consequências nocivas à saúde um elevado custo social, econômico e ambiental – de 6% a 15% do gasto total com saúde; ações de prevenção e combate ao tabagismo (INCA, 2003).

O Brasil se destaca como sendo um dos maiores produtor e exportador de tabaco no cenário mundial pois o produto nacional é considerado de alta qualidade (SINDITABACO, 2016).

Através da análise elementar é possível verificar a composição química e a existência de elementos que dependendo dos teores podem ser tóxicos ao ser humano.

O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração química elementar de produtos nacionais derivados da *Nicotiana tabacum* L. pela técnica de INAA, determinando os elementos As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Fe, K, La, Na, Rb, Sm, Sc, Th e Zn.

## Experimental

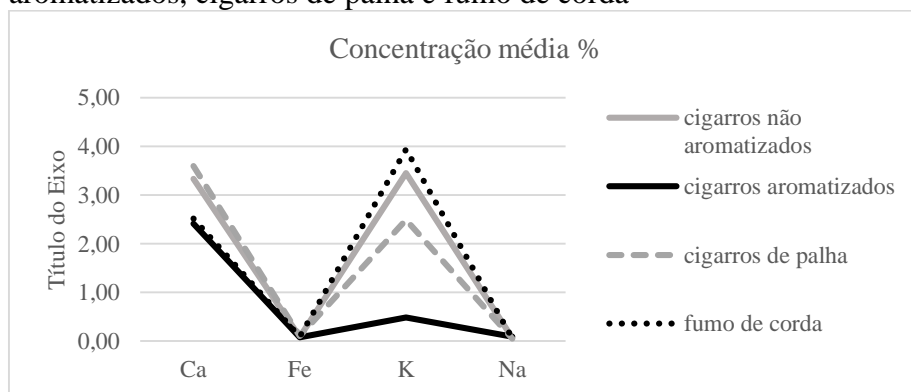
Foram analisadas pela INAA 48 amostras de derivados do tabaco produzidos e comercializados no Brasil, adquiridos em estabelecimentos comerciais públicos, sendo a amostragem composta por cigarros aromatizados, cigarros não aromatizados, cigarros de palha e fumos de corda desfiados e em rolo. Nestas amostras determinou-se os elementos: As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Fe, K, La, Na, Rb, Sm, Sc, Th e Zn. Juntamente com as amostras foram irradiados materiais de referência certificados: Soil 1 da Agencia Internacional de Energia Atômica – IAEA, Montanna II Soil e Tomato Leaves ambos do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia - NIST.

Pesou-se aproximadamente 250mg de amostra de tabaco seco e macerado, os demais constituintes, papel, filtro, palha e embalagens, não foram analisados.

As amostras foram irradiadas por um período de 6hs, sob um fluxo de nêutrons térmicos de  $10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  no Reator de Pesquisa IEA-R1 do Instituto de Pesquisas energéticas e Nucleares (IPEN) (DAMATTO, 2010).

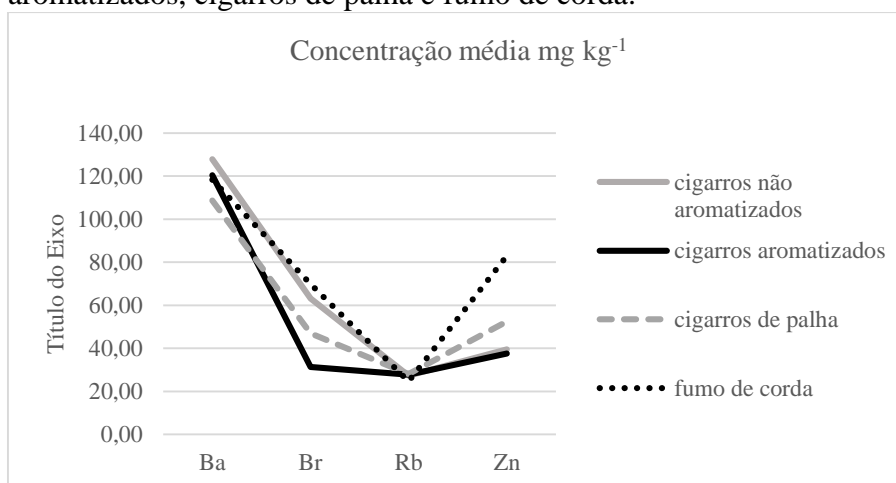
## Resultados e Discussão

Na Fig.1 são apresentados os resultados das concentrações médias, em %, dos elementos Ca, Fe, K e Na para as amostras de cigarros não aromatizados, cigarros aromatizados, cigarros de palha e fumo de corda



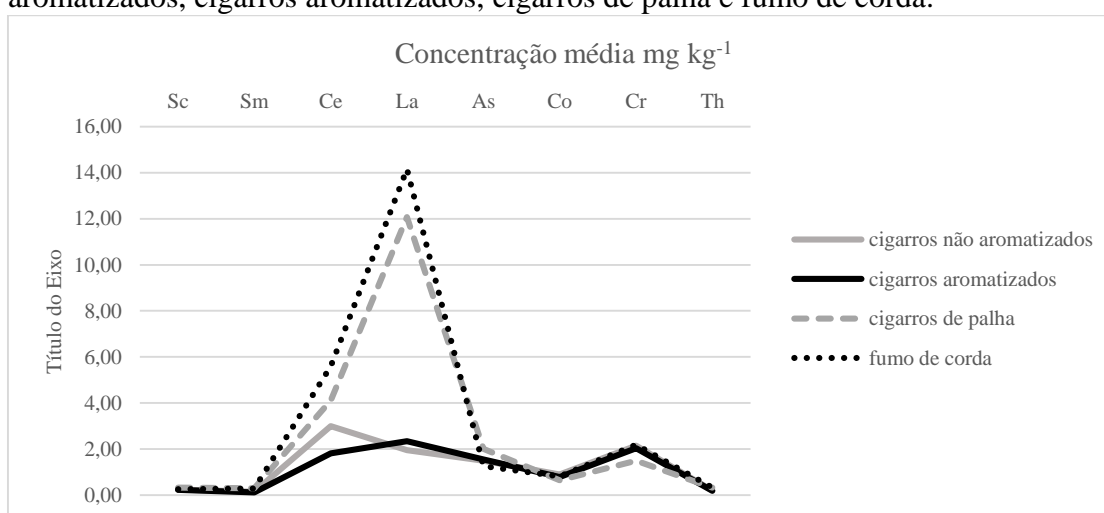
**Figura 1:** Concentração média em % dos elementos Ca, Fe, K e Na.

Na Fig. 2 são apresentados os resultados das concentrações médias, em  $\text{mg kg}^{-1}$ , dos elementos Ba, Br, Rb e Zn para as amostras de cigarros não aromatizados, cigarros aromatizados, cigarros de palha e fumo de corda.



**Figura 2:** Concentração média em  $\text{mg kg}^{-1}$  dos elementos Ba, Br, Rb e Zn.

Na Fig. 3 são apresentados os resultados das concentrações médias, em  $\text{mg kg}^{-1}$ , dos elementos As, Ce, Co, Cr, La, Sc, Sm e Th para as amostras de cigarros não aromatizados, cigarros aromatizados, cigarros de palha e fumo de corda.



**Figura 3:** Concentração média em  $\text{mg kg}^{-1}$  dos elementos As, Ce, Co, Cr, La, Sc, Sm e Th

Na Fig 1 observa-se uma redução da concentração de K nos cigarros aromatizados, comportamento semelhante também observado para as concentrações dos elementos Br (Fig 2) e Ce (Fig 3).

Para os elementos La, Sm e Zn verifica-se que os mesmos apresentam maiores concentrações nos cigarros de palha e fumos de corda. Estes resultados mostram que ocorre perda da concentração desses elementos durante o processo de industrialização dos derivados de tabaco. Comportamento oposto apresentou o elemento Ba que teve maior concentração nos cigarros aromatizados e não aromatizados.

Entretanto não foram observadas variações de concentração dos elementos As, Co, Cr, Fe, Na, Rb e Sc nos derivados de tabaco menos industrializados como o fumo de corda e os mais industrializados como os cigarros aromatizados.

Um estudo realizado por Leffingwell (1999) que determinou a concentração de Ca, %, em folhas de tabaco e os valores encontrados no presente trabalho para o elemento Ca (Fig 1) estão dentro da variação apresentada pelo autor referido de 1,59% a 5,7% (cigarro não aromatizado 3,3%, no cigarro aromatizado 2,4%, no cigarro de palha 3,6% e no fumo de corda 2,5%).

O autor também quantificou a concentração do elemento K, %, nas folhas de tabaco, cuja variação foi de 1,65% a 3,7% (Leffingwell, 1999), valores similares aos encontrados nos derivados aqui do presente trabalho com exceção dos cigarros aromatizados com a concentração média de 0,48%: cigarro não aromatizados de 3,5%, cigarros de palha 2,5% e fumo de corda 3,9%, Fig 1.

Um estudo em cigarros mexicanos encontrou as seguintes concentrações: Ca 3-4%, Ba 59-105 mg kg<sup>-1</sup>, Fe 413-5641 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 38-48 mg kg<sup>-1</sup>, Br 3-24 mg kg<sup>-1</sup> e Rb 15-22 mg kg<sup>-1</sup> (Martinez et al, 2008), valores também similares aos encontrados neste estudo.

Os valores de concentração determinados para o elemento As do presente trabalho variaram de 1,26 mg kg<sup>-1</sup> a 2,01 mg kg<sup>-1</sup>, valores superiores aos determinados por Francisconi et al, 2011, que analisou diversas marcas de cigarros brasileiros pela mesma técnica, Tabela 1.

No Brasil não há uma legislação que estabelece os limites de segurança de arsênio nos derivados de tabaco, mas a resolução RDC nº 42 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece limites máximos de tolerância do elemento em alguns alimentos sendo que a maiores concentrações são de 1,0 mg kg<sup>-1</sup> em alimentos como peixes, moluscos, crustáceos e miúdos comestíveis (BRASIL, 2013), sendo assim os valores encontrados neste presente trabalho, 1,26 mg kg<sup>-1</sup> a 2,01 mg kg<sup>-1</sup>, estão acima dos valores recomendados pela ANVISA.

Na Tabela 1 é apresentada a comparação dos resultados do presente trabalho e os valores encontrados em outros estudos: cigarros brasileiros (Francisconi, 2011); cigarros mexicanos (Martinez, 2008) e folhas de tabaco (Leffingwell, 1999).

**Tabela 1** Intervalo de concentração elementar no presente trabalho e de outras referências.

	Presente estudo (mg kg <sup>-1</sup> )	Francisconi, 2011 (mg kg <sup>-1</sup> )	Martinez, 2008 (mg kg <sup>-1</sup> )	Leffingwell, 1999 folhas de tabaco
<b>As</b>	1-2	0,6	-	-
<b>Ba</b>	109-128	-	59-105	-
<b>Br</b>	31-70	14	3-24	-
<b>Ca</b>	2,4 - 3,6 *	-	3-4*	1,6-5,7*
<b>Ce</b>	1,8-5,6	1,02	-	-
<b>Co</b>	0,7-0,9	0,25	-	-
<b>Cr</b>	1,5-2,2	1,77	-	-
<b>Fe</b>	0,07 - 0,1*	0,042*	413-5641	-
<b>K</b>	0,48 - 3,9*	-	-	1,7-3,7*
<b>La</b>	1,5-14,1	0,62	-	-
<b>Na</b>	0,05-0,09*	-	-	-
<b>Rb</b>	25-28	1,75	15-22	-
<b>Sc</b>	0,23-0,32	0,17	-	-
<b>Sm</b>	0,11-0,29	0,11	-	-
<b>Th</b>	0,2-0,3	0,14	-	-
<b>Zn</b>	38-83	25	38-48	-

- não determinado; \* valor de concentração em %

## Conclusões

O método de análise por ativação utilizado neste estudo demonstrou-se eficaz para determinação das concentrações dos elementos As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Fe, K, La, Na,

Rb, Sm, Sc, Th e Zn nas amostras de derivados de tabaco e através desses resultados foi possível verificar as diferenças encontradas nas variedades de derivados estudados devido ao seu processo de industrialização. Verificou-se também a presença do elemento Arsênio com concentração maior do que o estabelecido pela ANVISA para alimentos.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da bolsa de mestrado para realização deste estudo.

### **Referências Bibliográficas**

ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária). 2013. “Resolução RDC N°42”. Acessado em março de 2017. [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html)

Carabantes A. L. G. 2003. “Contaminação do ambiente com arsênio e seus efeitos na saúde humana: uma revisão”. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo (USP).

Damatto, S. R. 2010. “Radionuclídeos naturais das séries do  $^{238}\text{U}$  e  $^{232}\text{Th}$ , elementos traço e maiores determinados em perfis de sedimento da Baixada Santista para avaliação de áreas impactadas”. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

Francisconi, L.S.; Damatto, S. R.; Silva, P. S. C. 2011. “Determination of As, Se and Sb in different trades and blends of tobacco by neutron activation analysis”. *International Nuclear Atlantic Conference – INAC*, Belo Horizonte, MG, Brazil.

Harris. D. S.; Anthenelli. R. M. 2005. *Current Psychiatry Reports*. 7(5): 344-351.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2013 – Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Acessado em fevereiro de 2017. <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91110.pdf>

INCA (Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva). 2003. “Inquérito Domiciliar sobre Comportamentos de Risco e Morbidade Referida de Doenças e Agravos não Transmissíveis. Brasil, 15 capitais e Distrito Federal 2002–2003”. Acessado em novembro de 2016 <http://www.inca.gov.br/inquerito/docs/completa.pdf>

INCA (Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva). 2014. “Estimativa 2014 – Incidência de Câncer no Brasil”. Acessado em outubro de 2016 [http://www.inca.gov.br/rbc/n\\_60/v01/pdf/11-resenha-estimativa-2014-incidencia-de-cancer-no-brasil.pdf](http://www.inca.gov.br/rbc/n_60/v01/pdf/11-resenha-estimativa-2014-incidencia-de-cancer-no-brasil.pdf)

Leffingwell, J.C. *Chemistry BA Basic Chemical Constituents of Tobacco Leaf and Differences among Tobacco Types*. Acessado em setembro de 2016 <http://www.leffingwell.com/download/Leffingwell%20Tobacco%20production%20chemistry%20and%20technology.pdf>

Martinez, T. Lartigue, J. Zarazua, G. Avila-Perez, P. Navarrete, M. Tejada, S. 2008. “Application of the Total Reflection X-ray Fluorescence technique to trace elements determination in tobacco” *Spectrochimica Acta Part B* 63: 1469–1472

SINDITABACO (Sindicato Interestadual da Indústria do Tabaco). 2016. Acessado em abril de 2016. <http://www.sinditabaco.com.br>

Silva L. C. C.; de Araujo, A. J.; de Queiroz, A. M. D.; Sales, M. P. U; Castellano, M.V.C.O. 2016. “Controle do tabagismo: desafios e conquistas”. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 42.

Talio, M, C.; Luconi, M, O.; Fernandez. 2011. “Determination of nickel in cigarettes smoke by molecular fluorescence”. *Microchem, J.*, 99: 486–491.