



## **MINERAIS ESSENCIAIS EM AÇÚCAR NÃO CENTRIFUGADO (RAPADURA)**

**Fernanda P. Pizano; Michel R. Baqueta, Eduardo A. Orlando, Juliana A. L. Pallone**

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

### **RESUMO**

O açúcar não centrifugado (ANC) é um produto artesanal obtido diretamente do caldo de cana-de-açúcar concentrado. Suas características composicionais são pouco conhecidas e faltam estudos para investigar seu potencial nutricional dependendo de sua origem. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi determinar o perfil de minerais essenciais de amostras de ANC adquiridas no Brasil, Colômbia, Equador e Peru. Para tanto, foi realizada uma triagem por meio da espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) e os principais minerais essenciais foram estimados após uma etapa de validação de método analítico. Os resultados mostram que as amostras de ANC de diferentes países possuem um perfil mineral único e específico, com prevalência no teor de cálcio, magnésio e ferro, em ordem decrescente de quantidade. Isto indica que o ANC possui valor nutricional e significativo. A análise de componentes principais (PCA) mostrou tendências na distinção das amostras de acordo com sua origem. Altos níveis de cálcio e magnésio foram relacionados às amostras da Colômbia, Peru e Brasil, enquanto menores níveis destes minerais são observados para amostras do Equador. É possível sugerir, portanto, que o perfil mineral e conseqüentemente o valor nutricional do ANC está diretamente relacionado a origem da cana-de-açúcar usada no preparo do produto. Investigações futuras sobre o efeito da digestão *in vitro* na bioacessibilidade dos minerais essenciais, presentes em ANC, serão pertinentes para avaliar sua contribuição para o aporte de nutrientes para saúde humana.

**Palavras-chave:** ANC; Cana-de-açúcar; Nutrição; Perfil de minerais; Saúde pública mundial.

### **1. Introdução**

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o açúcar não centrifugado (ANC) trata-se de um açúcar artesanal derivado do caldo de cana-de-açúcar concentrado e solidificado em blocos por resfriamento. Em razão de não sofrer refinamento, como os açúcares brancos, o ANC apresenta todos os constituintes minerais originalmente presentes no caldo. A terminologia do ANC varia de acordo com cada país e pode ser conhecido por seus consumidores como “panela”,

“*piloncillo*”, “*papelón*”, “*chancaca*”, “*empanizao*” ou “*tapa de Dulce*” (JAFFÉ, 2015; JOSEPH, 2017). No Brasil, em particular, o ANC é popularmente chamado de “rapadura”.

Segundo o levantamento da Organização Internacional do Açúcar (International Sugar Organization, 2013), a produção mundial de ANC ultrapassou 8,2 milhões de toneladas em 2011. Só no Brasil, terceiro maior produtor mundial de ANC, houve um crescimento de 190 mil toneladas de 2005 a 2011. A Colômbia é o segundo maior produtor, atrás apenas da Índia, e possui o maior consumo anual per capita, com média de 10 Kg por pessoa ao ano.

O processo de produção artesanal de ANC dá-se com o corte da cana e posterior moagem, obtendo-se o caldo de cana-de-açúcar. Este caldo é peneirado para a retirada de impurezas e pode ser adicionado de produtos químicos, como cal, que promove clarificação e correção da acidez. O caldo tratado é posteriormente aquecido em tachos, promovendo a evaporação de água e concentração do produto. O batimento, etapa seguinte, consiste na agitação da massa com pás de madeira em uma bacia, do mesmo material, para que a aeração proporcione formação de cristais de açúcar, além da aquisição de porosidade, responsável por amaciar a textura do produto. A seguir, procede-se a moldagem em formas de diversos materiais, incluindo papel, plástico ou madeira. O produto é mantido sob ventilação para resfriamento até que seja desenhado e embalado para comercialização (JOSEPH, 2017).

Na Colômbia, particularmente, o consumo de ANC tem destaque entre as populações mais carentes, pois trata-se de uma fonte de carboidratos de baixo custo. Por exemplo, Gamboa-Delgado e colaboradores (2007) estimaram que o ANC é consumido frequentemente por 90,7% das crianças refugiadas na cidade de Piedecuesta, localizada na Colômbia. A infusão de ANC em água, popularmente conhecida como “água de panela” na Colômbia, está presente na alimentação matinal de 61,8% da população infantil e ainda é consumida por 44,7% das crianças durante o jantar, sendo um comum substituinte de fórmulas infantis mesmo que sem evidência comprovada. Além disso, o consumo de “água de panela” também foi apontado como forma de restabelecer a temperatura corporal para mulheres colombianas em condição pós-parto, enquanto durante o puerpério tem a finalidade de estimular a secreção de leite (CASTRO et al., 2006). Apesar destes relatos alarmantes, ambos estudos evidenciaram que muitas crianças e adultos dependem e consomem regularmente ANC para suprir suas necessidades nutricionais, contudo, faltam evidências científicas sobre seu real potencial nutricional.

## **2. Materiais e Métodos**

O preparo de amostra foi baseado no método descrito por Boen e Pallone (2009). Inicialmente, as amostras de rapadura foram homogeneizadas com auxílio de almofariz. Pesou-se aproximadamente 0,5 g de cada amostra em tubos de vidro, ao qual foi adicionado 4 mL de ácido nítrico e mantido durante 2h a temperatura de 110°C em um bloco de mineralização. Após a primeira etapa de mineralização, adicionou-se mais 2 mL de ácido nítrico e 2 mL de peróxido às amostras e manteve-se a mineralização durante mais 2h a 130°C. As soluções resultantes foram então transferidas e diluídas com água ultrapura em balões volumétricos de 25 mL.

A avaliação do teor de minerais prosseguiu por meio da técnica de FAAS, sendo o espectrômetro equipado com lâmpadas de catodo oco de acordo com seus respectivos comprimentos de onda: cálcio (Ca) – 422,67 nm, ferro (Fe) – 248,33 nm, magnésio (Mg) – 285,21 nm. Para a formação da chama foi utilizada uma mistura de ar-acetileno.

O *software* MATLAB versão 2019a com o pacote computacional PLS-Toolbox 8.6 foi utilizado para realização da Análise de Componentes Principais (PCA).

### 3. Resultados e discussão

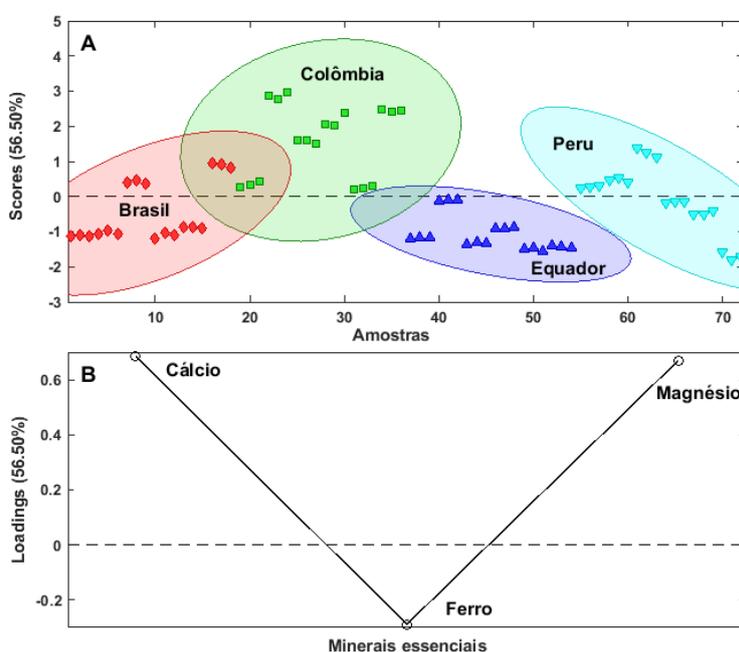
Os teores médios de cada mineral (cálcio, magnésio e ferro) determinado nas 24 amostras de ANC provenientes do Brasil, Colômbia, Equador e Peru) são mostrados na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Teores de cálcio, ferro e magnésio nas amostras de ANC produzidas na América do Sul.

Origem	Amostra	Cálcio	Ferro	Magnésio	Soma (mg/kg)
		Média ± erro padrão (mg/kg)	Média ± erro padrão (mg/kg)	Média ± erro padrão (mg/kg)	
Brasil	A	254,53 ± 7,70	18,23 ± 1,18	212,29 ± 0,78	485,05
	B	321,85 ± 31,83	16,30 ± 0,46	207,13 ± 9,16	545,28
	C	988,34 ± 28,21	28,88 ± 2,09	525,28 ± 11,02	1542,50
	D	374,54 ± 18,78	45,99 ± 6,62	321,38 ± 1,01	741,91
	E	394,89 ± 8,25	14,86 ± 0,69	224,02 ± 1,33	633,77
	F	1014,02 ± 64,42	29,63 ± 0,75	687,19 ± 24,49	1730,84
	Média país	558,03 ± 346,78	25,65 ± 11,82	362,88 ± 199,74	946,56 ± 544,79
Colômbia	G	767,78 ± 28,37	< LQ	498,82 ± 21,31	1266,59
	H	2845,03 ± 91,20	24,95 ± 0,44	658,17 ± 3,36	3528,16
	I	1093,08 ± 51,91	< LQ	800,94 ± 19,82	1894,02
	J	2099,89 ± 34,53	< LQ	625,78 ± 54,55	2725,67
	K	792,95 ± 21,12	< LQ	414,90 ± 8,54	1207,86
	L	1567,71 ± 19,93	< LQ	924,95 ± 11,69	2492,65
	Média país	1527,74 ± 821,05	-	653,93 ± 188,18	2185,82 ± 902,66
Equador	M	293,84 ± 12,46	23,35 ± 2,41	208,20 ± 5,95	525,39
	N	865,45 ± 21,42	< LQ	313,28 ± 1,29	1178,73
	O	274,12 ± 6,60	24,48 ± 0,60	168,14 ± 7,66	466,74
	P	337,79 ± 16,92	< LQ	231,79 ± 7,29	569,57
	Q	285,10 ± 13,85	38,65 ± 3,84	180,83 ± 4,81	504,57
	R	304,03 ± 0,95	31,30 ± 1,69	166,21 ± 2,33	501,55
	Média país	393,39 ± 232,28	29,45 ± 7,07	211,41 ± 55,95	624,43 ± 273,64
Peru	S	298,85 ± 10,69	20,14 ± 0,57	644,18 ± 11,44	963,17
	T	526,42 ± 15,16	30,68 ± 1,23	722,72 ± 13,99	1279,82
	U	1213,54 ± 18,71	28,36	724,97 ± 34,82	1966,88
	V	796,95 ± 13,96	< LQ	312,63 ± 5,47	1109,58
	W	389,97 ± 36,60	33,95 ± 2,28	465,83 ± 4,50	889,75
	X	452,47 ± 54,02	97,24 ± 3,98	369,93 ± 17,85	919,65
	Média país	613,04 ± 339,47	42,07 ± 31,26	540,05 ± 181,43	1188,14 ± 408,10

Assim como para outros produtos de origem vegetal, a composição nutricional da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, de seus derivados, apresenta oscilações influenciadas pelas condições edafoclimáticas, variedade e estágio de maturação da planta (KLEIN, 2010), fatores estes que, ao se considerar os distintos países e regiões de origem das amostras, explicam a variação entre os resultados obtidos.

A **Figura 1** mostra os resultados da PCA com base na seleção do PC1, que forneceu o melhor resultado. Pode-se observar na **Figura 2A** que o modelo de reconhecimento de padrões não-supervisionado foi capaz de distinguir as amostras dos quatro países, apresentando grupos bem definidos e aparentes, englobando geralmente as amostras de ANC do Brasil, amostras de ANC da Colômbia, amostras de ANC do Equador e amostras de ANC do Peru, todas dentro da região da elipse de confiança, com base na concentração dos minerais ferro, magnésio e cálcio nas amostras (*loadings*)



**Figura 1.** Resultados da análise de componentes principais: (A) scores e (B) loadings.

As amostras configuradas na parte superior do gráfico apresentaram teores mais elevados de cálcio e magnésio em comparação com as demais, indicando que as amostras da Colômbia, assim como algumas do Peru e do Brasil, possuem teores significativos destes minerais capazes de diferenciá-las. Por outro lado, as amostras que estão na parte inferior do gráfico são discriminadas majoritariamente por seu teor de ferro. É possível identificar tendências na distinção das amostras de acordo com sua origem e ainda é possível sugerir, portanto, que o perfil mineral e conseqüentemente o valor nutricional do ANC está diretamente relacionado a origem da cana-de-açúcar usada no preparo do produto.

#### 4. Conclusão

O método desenvolvido foi validado e demonstrou resultados satisfatórios para aplicação em novas amostras. Os resultados mostram que as amostras de ANC de diferentes países possuem um perfil mineral único e específico, com prevalência no teor de cálcio, magnésio e ferro, em ordem decrescente de quantidade. Isto indica que o ANC possui valor nutricional e significativo. A análise exploratória dos dados com o método de quimiometria PCA mostrou tendências na distinção das amostras de acordo com sua origem. Altos níveis de cálcio e magnésio foram relacionados às amostras da Colômbia, Peru e Brasil, enquanto baixos níveis destes minerais são observados para amostras do Equador. É possível sugerir, portanto, que o perfil mineral e consequentemente o valor nutricional do ANC está diretamente relacionado a origem da cana-de-açúcar usada no preparo do produto. O modelo desenvolvido pode ser usado como uma ferramenta para traçar a origem das amostras baseado no perfil mineral.

Em virtude da suspensão de atividades presenciais, este estudo não foi capaz de avaliar o efeito da digestão *in vitro* na bioacessibilidade de cálcio presente nas amostras de ANC de diferentes origens. Entretanto, os resultados obtidos são promissores e permitem idealizar a continuação deste estudo em uma nova oportunidade.

#### 5. Referências

- BOEN, T. R.; PALLONE, J. A. L. Folic acid, iron and zinc contents in chosen food products prepared with fortified flours. **Cereal Chemistry**, v.86, n. 6, p. 695-700, 2009.
- CASTRO, E.; MUNÓZ, S. F.; PLAZA, G. P.; RODRÍGUEZ, M.; SEPÚLVEDA, L. J. Prácticas y creencias tradicionales em torno al puerpeio, municipio de Popayán, 2005. **Revista Infancia, Adolescencia y Familia**, Bogotá, v. 1, n. 1, p. 141-152, 2006.
- GAMBOA-DELGADO, E. M.; LÓPEZ-BARBOSA, N.; VERA-CALA, L. M.; PRADA-GÓMEZ, G. E. Padrón Alimentario y Estado Nutricional en Niños Desplazados en Piedecuesta, Colombia. **Revista de Salud Pública**, Bogotá, v. 9, n. 1, p. 129-139, 2007.
- INTERNATIONAL SUGAR ORGANIZATION. **Quarterly Market Outlook**, 2013. Disponível em: < <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/special-focus-non-centrifugal-sugar-a-survey.pdf> > Acesso em: 31/08/2020.
- JAFFÉ, W. R. Nutritional and functional components of non centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literatura. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 43, p. 194- 202, 2015.
- JOSEPH, D. **Agregação de valor nutricional e sensorial em rapaduras artesanais**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2017.
- KLEIN, V. **Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.