



## Área: Ciência de Alimentos

# CARACTERIZAÇÃO DE AÇÚCARES POR DIFERENTES MÉTODOS EM PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR DA REGIÃO SUL DO BRASIL

**Maicon da Silva Lacerda\*, Brenda Paz Domingues, Tailise Beatriz Roll Zimmer, Thauana Heberle, Roberta Bascke Santos, Maicon Renato Ferreira Sampaio, Rui Carlos Zambiasi, Márcia Arocha Gularte\***

\*Laboratório de Análise Sensorial, Curso de Química de alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

\*E-mail: maicon.lcrd@gmail.com

**RESUMO** A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é muito utilizada para a produção de açúcar e álcool, diante disso o Brasil é considerado o maior produtor mundial. Dentre os açúcares, os mais utilizados são o açúcar refinado, cristal, demerara, mascavo, dentre outros. Objetivou-se caracterizar açúcares por diferentes métodos de avaliação pela determinação de sólidos solúveis totais (°Brix) por refratometria, açúcares totais e redutores por titulação, e por último, açúcares individuais (glicose, frutose e sacarose) por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência em produtos da cana-de-açúcar. No processamento dos açúcares a medida dos redutores é importante, pois quanto maior a porcentagem de redutores maior é a tendência de defeitos. Pode-se observar variação nos teores de açúcares totais, redutores e ao avaliar individualmente o teor de glicose, frutose e sacarose, pois os resultados dependem do método utilizado. Por refratometria obteve-se a medida de todos os sólidos solúveis totais, incluindo açúcares e não açúcares, não sendo um método específico, no entanto para amostras mais puras é uma medida mais próxima do teor de sacarose. Por titulação não foi possível quantificar os açúcares redutores nas amostras de refinado, cristal e demerara, devido a maior pureza em termos de sacarose não redutor. Por HPLC foi possível avaliar os açúcares individuais, sendo um método mais específico, em geral os teores de sacarose foram concordantes com a literatura e a legislação.

**Palavras-chave:** Refratometria; Titulação; Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é industrialmente utilizada para a produção de açúcar e álcool, sendo o Brasil o maior produtor mundial (EMBRAPA, 2016). Comercialmente são disponíveis diversos tipos de açúcares, como o refinado, cristal, demerara, mascavo e, outros. Na Região Sul, destaca-se o estado do Paraná como quinto maior produtor nacional de cana-de-açúcar e de açúcar, e no estado do Rio Grande do Sul, muitas cidades tem na produção de derivados artesanais como melado, rapadura e açúcar mascavo, grande importância econômica e social (EMBRAPA, 2016).

No Brasil, o Regulamento Técnico do açúcar do MAPA apresenta valores referências para os parâmetros dos açúcares produzidos em nível industrial, destinados à alimentação, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade (MAPA, 2018). No entanto, no referido documento, não são inclusos os produtos artesanais como melado, rapadura e o açúcar mascavo. Valores de referência para alguns parâmetros físico-químicos para os produtos artesanais e açúcares comerciais são apresentados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), os quais constituem médias das principais marcas comercializadas no país.

O açúcar refinado, também citado como açúcar de mesa ou branco, é o produto extraído da cana-de-açúcar e concentrado até 99,9% de sacarose (SEGUÍ et al., 2015). O açúcar refinado pode ser obtido por um processo de refino do açúcar cristal dissolvido, através de cristalização controlada. Este, passa por um processo de refinamento, onde o caldo passa pelo processo de sulfitação, o qual promove a redução da cor do caldo através do contato com o anidrido sulfuroso, resultante da queima de enxofre (CRUZ & SARTI, 2011).

O açúcar cristal é apresentado na forma de cristais grandes e transparentes, para dissolvê-los em água é mais difícil que os demais. O açúcar cristal passa por leve processo de refinamento, onde na etapa de clarificação do caldo são usados produtos químicos como cal e enxofre, e posteriormente ao final passa pela centrifugação que consiste na remoção da camada de mel (melaço), o que o diferencia do açúcar demerara. No açúcar cristal, segundo autores mais de 90% das vitaminas e minerais são perdidos. Sendo mais apropriado para o uso culinário (MACHADO 2012; PORTAL DRAUZIO VARELLA, s.d).

Açúcar demerara, um produto de cor escura, que não passa pela etapa de centrifugação ou turbinagem, onde os cristais contêm melaço e mel residual da própria cana-de-açúcar. Portanto, pode deixar gosto residual no alimento e com textura firme, não se dissolve facilmente (MACHADO, 2012).



De acordo com a Resolução 271 da ANVISA de 2005, melado é o produto obtido pela concentração do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou a partir da rapadura derretida (ANVISA, 2005). Para a produção do melado, o caldo de cana inicialmente com 16° Brix é concentrado até 55-65° Brix, produzindo um xarope. O ponto do melado é atingido com um teor de sólidos entre 65-72° Brix e temperatura entre 103-105 °C, onde o caldo é separado de impurezas que floculam pelo efeito do calor. A adição de ácido cítrico promove inversão da sacarose durante a fase de concentração do caldo. A inversão consiste na hidrólise da sacarose, que resulta em glicose e frutose. A taxa de inversão é influenciada pela temperatura da massa, pela sua acidez e pela concentração de sacarose. O melado produzido desta forma terá um teor de açúcares redutores de 20% e pH de 4,0 (SILVA et al., 2003).

A rapadura é definida como produto sólido obtido pela concentração a quente do caldo de cana (*Saccharum officinarum* L.) podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto (ANVISA, 2005). Na rapadura, o caldo é concentrado até atingir o ponto de rapadura (temperatura em torno de 110 °C e concentração entre 82 e 85° Brix) (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). A rapadura é designada simplesmente "rapadura", quando adicionada de outras substâncias alimentares, terá sua designação acrescida do nome das mesmas (CENIPA, 1978).

O açúcar mascavo é o açúcar bruto do caldo de cana. É composto por sacarose (principalmente), glicose, frutose e demais componentes do caldo. Obtido na temperatura de 120 a 125 °C, atingindo a concentração de 90° a 95° Brix. De forma geral quando a cana atinge um teor de sacarose em torno de 16%, que é atingido quando o seu teor de sólidos solúveis for superior a 18° Brix, ela estará pronta para produzir açúcar mascavo (VERRUMA-BERNARDI et al., 2007).

O objetivo do estudo foi avaliar açúcares por diferentes métodos: pela determinação de sólidos solúveis totais (° Brix) por refratometria, açúcares totais e redutores por titulação, e por último, açúcares individuais (glicose, frutose e sacarose) por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência em produtos da cana-de-açúcar provenientes da região Sul do Brasil (Paraná e Rio Grande do Sul).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas neste trabalho foram adquiridas em um estabelecimento comercial situado na cidade de Pelotas/RS. Estas amostras são oriundas do Paraná e do Rio Grande do Sul. As amostras foram: açúcar refinado (AR), açúcar cristal (AC) e açúcar demerara (AD), de mesma marca e oriundas do Paraná, e melado (ME), rapadura (RA) e açúcar mascavo, ambas marca A (AMA) e oriundas do Rio Grande do Sul.

Todas as amostras foram armazenadas em local seco e ventilado, com desumidificador de ar, em temperatura ambiente e em frascos de polipropileno (PP) previamente limpos e descontaminados até o momento das análises.

A medida dos sólidos solúveis totais (° Brix) foi realizada através de refratômetro digital e os açúcares redutores e totais foram avaliados pelo Método Lane-Eynon através da titulação das amostras na presença de soluções de Fehling (ZAMBIAZI, 2010).

A determinação da composição de açúcares (sacarose, glicose e frutose) foi avaliada através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) acoplada ao detector de índice de refração (RID). Para o preparo das amostras utilizou-se a seguinte metodologia com pequenas modificações, onde utilizou-se 0,3 g de amostra dissolvidas em 20 mL de água desionizada, após a solução foi centrifugada a 5000 rpm por 5 minutos (ASIKIN et al., 2014). Posteriormente as amostras e os padrões dos respectivos açúcares foram injetados no sistema de HPLC-Shimadzu, equipado com uma bomba quaternária, detector de índice de refração (RID) e coluna Luna NH<sub>2</sub> modelo 100A - 250mm x 4, mm, 5 μm - Phenomenex - USA. Para a determinação dos açúcares, utilizou-se como fase móvel acetonitrila / água (70:30) a um fluxo de 0,8 mL.min<sup>-1</sup> e tempo de corrida de 20 minutos. Foram preparadas curvas padrão para cada tipo de açúcar e o conteúdo dos açúcares foi expresso em g 100 g<sup>-1</sup>. As determinações físico-químicas foram realizadas em triplicata (exceto sólidos solúveis totais, açúcares redutores e totais em duplicata) e expressas pela média ± desvio padrão (n=3) e os resultados foram avaliados por meio de análise estatística descritiva dos dados utilizando a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey (p < 0,05).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Parâmetros físico-químicos avaliados para os produtos

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de sólidos solúveis totais e açúcares totais e redutores avaliados para os diferentes tipos de produtos.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos dos produtos da cana de açúcar

Parâmetros	Amostras					
	AR	AC	AD	AMA	RA	ME



SST (° Brix)*	91 <sup>b</sup> ± 0,21	92 <sup>a</sup> ± 0,42	91 <sup>b</sup> ± 0,07	91 <sup>b</sup> ± 0,14	85 <sup>c</sup> ± 0,21	72 <sup>d</sup> ± 0,07
Açúcares totais*	79,70 <sup>b</sup> ± 1,35	78,40 <sup>b</sup> ± 0,90	84,20 <sup>a</sup> ± 1,22	71,00 <sup>c</sup> ± 1,49	65,14 <sup>d</sup> ± 0,26	50,51 <sup>e</sup> ± 0,58
Açúcares Redutores*	-	-	-	1,65 <sup>c</sup> ± 0,02	11,97 <sup>b</sup> ± 1,37	25,61 <sup>a</sup> ± 2,12

(Média ± Desvio padrão%); n=3; \* n=2; SST (sólidos solúveis totais).

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente.

A Tabela 1 apresenta também os dados referentes aos açúcares totais, redutores e teor de sólidos solúveis totais, o teor de sólidos solúveis totais variou de 72-92° Brix, não sendo específico mais é uma medida aproximada de sacarose para açúcares em geral. Os açúcares totais (50,51% para o melado a 84,20 para o açúcar demerara) e açúcares redutores (1,65 a 25,61%). No processamento dos açúcares a medida dos redutores é importante, pois quanto maior a porcentagem de redutores maior é a tendência do açúcar apresentar defeitos como: em melar, empedrar e não cristalizar. Os teores de açúcares redutores foram encontrados para os produtos não refinados, enquanto que não foi possível quantificar os teores nos demais açúcares industriais (AR, AC e AD) por titulação.

Ao avaliar a concentração dos açúcares individuais, os teores variaram de 0,14-20,14% (frutose), 1,36-29,84% (glicose) e 29,47-98,85% (sacarose) conforme Tabela 2, onde os açúcares refinado, cristal e demerara apresentaram maiores teores de sacarose (92,97; 98,85 e 94,50 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). Em geral o teor de sacarose foi superior a 90 g 100 g<sup>-1</sup>, enquanto que o açúcar mascavo apresentou menores valores. Os teores de sacarose não redutor no melado e na rapadura foram de 29,47 e 54,03 g 100 g<sup>-1</sup>. Com relação ao teor de açúcares redutores (glicose e frutose), observou-se baixos teores nos açúcares refinado, cristal e demerara e maiores concentrações no melado e rapadura.

**Tabela 2.** Resultados dos açúcares individuais nos produtos da cana

Amostras	Individuais (g 100 g <sup>-1</sup> )		
	Frutose	Glicose	Sacarose
AR	0,28 <sup>d</sup> ± 0,03	0,00 <sup>e</sup> ± 0	92,87 <sup>c</sup> ± 0,43
AC	0,14 <sup>de</sup> ± 0,01	0,00 <sup>e</sup> ± 0	98,85 <sup>a</sup> ± 0,84
AD	0,00 <sup>e</sup> ± 0	0,08 <sup>d</sup> ± 0,01	94,50 <sup>b</sup> ± 0,89
AM	1,86 <sup>c</sup> ± 0,02	1,36 <sup>c</sup> ± 0,1	89,44 <sup>d</sup> ± 0,16
RA	9,01 <sup>b</sup> ± 0,18	18,12 <sup>b</sup> ± 0,54	54,03 <sup>e</sup> ± 0,53
ME	20,14 <sup>a</sup> ± 0,17	29,84 <sup>a</sup> ± 0,23	29,47 <sup>f</sup> ± 0,06

As médias (n=3) foram comparadas usando o teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente.

Resultados são concordantes com LEE e colaboradores (2018) ao avaliar açúcares comerciais refinados e não refinados na Coréia do Sul, observaram que os produtos não refinados tinham significativamente maiores conteúdos de açúcares redutores (3,30 g glicose 100 g<sup>-1</sup> e 2,56 g frutose 100 g<sup>-1</sup>) e menor conteúdo de sacarose (88,46 g 100 g<sup>-1</sup>). Para a rapadura e o melado observou-se maiores concentrações de frutose e glicose (>9,01 e > 18,12 g 100 g<sup>-1</sup>). No entanto para açúcares em geral a maior concentração de açúcares redutores causa higroscopicidade, o que afeta a textura e a estabilidade dos açúcares durante a estocagem (LEE et al., 2018).

## 4 CONCLUSÃO

Pode-se observar variação nos teores de açúcares totais, redutores e ao avaliar individualmente o teor de glicose, frutose e sacarose, pois os resultados dependem do método utilizado. Por refratometria obteve-se a medida de todos os sólidos solúveis totais, incluindo açúcares e não açúcares, não sendo um método específico, no entanto para amostras mais puras é uma medida mais próxima do teor de sacarose. Por titulação não foi possível quantificar os açúcares redutores nas amostras de refinado, cristal e demerara, devido a maior pureza em termos de sacarose não redutor. Por HPLC foi possível avaliar os açúcares individuais, sendo um método mais específico, em geral os teores de sacarose foram concordantes com a literatura e a legislação.

## 5 AGRADECIMENTOS



Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos Universidade Federal de Pelotas - UFPel e ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa durante o período de desenvolvimento deste projeto.

## 6 REFERÊNCIAS

ANVISA (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA). Resolução RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005 ementa não oficial: Aprova o "**REGULAMENTO TÉCNICO PARA AÇÚCARES E PRODUTOS PARA ADOÇAR**".

ASIKIN, Y.; KAMIYA, A.; MIZU, M.; TAKARA, K.; TAMAKI, H.; WADA, K. Changes in the physicochemical characteristics, including flavour components and Maillard reaction products, of non-centrifugal cane brown sugar during storage, **Food Chemistry**, v.149, 1706177, 2014.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H. M. C. de; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J. C.; BURNQUIST, W. L.; CRESTE, S.; CIERO, L. di; FERRO, J. A.; FIGUEIRA, A. V. de O.; FIULGUEIRAS, T. de S.; SA, M. F. G. de; GUZZO, E. C.; HOFFMANN, H. P.; LANDELL, M. G. de A.; MACEDO, N.; 94 MATSUOKA, S.; REINACH, F. de C.; PINTO, E. R. de C.; SILVA, W. J. da; SILVA FILHO, M. de C.; ULIAN, E. C. **Sugarcane (Saccharum X officinarum): a referencetudy for theregulationofgeneticallymodifiedcultivars in Brazil.**, Brazil. Tropical Plant Biology, v.4, p.62-89, 2011.

CNNPA - **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. DECRETO Nº 12.486, DE 20 DE OUTUBRO DE 1978. Aprova Normas Técnicas Especiais relativas a Alimentos e Bebidas, Disponível em . Acesso em: 01 fev. 2021.

CRUZ, S. H. & SARTI, D. **A química do açúcar, texto do CRQ IV Região**. Disponível em: <[https://www.crq4.org.br/quimicaviva\\_acucar](https://www.crq4.org.br/quimicaviva_acucar)>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2021.

EMBRAPA **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Sistema de Produção da Cana-de-açúcar para o Rio Grande do Sul** / Sérgio Delmar dos Anjos e Silva... [et al.] ó Pelotas : EmbrapaClimaTemperado, 2016. 247 p.

LEE, J. S. ; Ramalingam, S.; jo, i. G.; Kwon, y.s.; Bahuguna, a.; Oh, y. S. ; Kwon, o.; Kim, m.; comparative study of the physicochemical, nutritional and antioxidant properties of some comercial refined and non-centrifugal sugars. **Food ResearchInternational**, v.109, p.614-625, 2018.

MACHADO, S. S. **Tecnologia da fabricação do açúcar**. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2012. Rede E-tec Brasil.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Regulamento Técnico do açúcar**, INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 47, DE 30 DE AGOSTO DE 2018. Disponível em <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39939558/do1-2018-09-06-instrucao-normativa-n-47-de-30-de-agosto-de-2018-3993944](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39939558/do1-2018-09-06-instrucao-normativa-n-47-de-30-de-agosto-de-2018-3993944)>. Acesso em: 08 dez. 2020.

PORTAL DRAUZIO VARELLA s. d., Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/alimentacao/conheca-as-diferencas-entre-os-tipos-de-acucar/> . Acesso em: 31 de janeiro de 2021.

SEGUÍ, L. Q.; CALABUIG-JIMÉNEZ, L.; BETORET, N.; FITO, P. **Physicochemicalandantioxidantpropertiesof non-refinedsugarcanealternativestowhite sugar**.InternationalJournalof Food Science and Technology, v.50, p.2579-2588, 2015.

SILVA, F., CESAR, M. A. A. SILVA, C. A. B. **Pequenas Indústrias Rurais de Cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo**, EMBRAPA, v. 1, p. 155, 2003.

TACO, **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA ó UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

VERRUMA-BERNARDI, M. R.; BORGES, M. T. M. R.; LOPES, C. H.; DELLAMODESTA, R. C.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Microbiological, physicalchemicalandsensoryevaluationsofbrownsugarscommercialised in thecityof São Carlos, **Brazil. BrazilianJournalof Food Technology**, v. 10, n. 3, p. 2056 211, 2007.



**11° SIAL**

Simpósio de Alimentos 2021

ISSN 2236-0409  
v. 11 (2021)

*Produção de alimentos, saudabilidade  
e sustentabilidade ambiental*

**24, 25 e 26**  
de março de 2021



ZAMBIAZI, R. C. **Análise físico-química de alimentos**, Pelotas: Editora Universitária/ UFPel, 2010. 202p.



FEAR - Faculdade de  
Engenharia e Arquitetura  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS