

A IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) COMO PARÂMETRO DE QUALIDADE NA AGROINDÚSTRIA DE CALDO DE CANA

Ricardo Benites Bertasso¹, Alice Borges Landim², Brunna Martins Freitas Muniz²,

Tatianne Ferreira de Oliveira¹, Fernando Pereira de Sá¹, Marco Antônio Pereira da Silva²

¹Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ²Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em

Tecnologia de Alimentos

Contato/e-mail: ricardo.bertasso16@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18482771>



Este artigo aborda a importância dos sólidos solúveis totais na padronização agroindustrial, descrevendo a refratometria e sua aplicação no controle da maturação e da qualidade do caldo de cana.

INTRODUÇÃO

A quantificação de sólidos solúveis totais (SST), expressa em graus Brix (°Brix), é uma das análises físicas mais difundidas e cruciais na indústria de alimentos e bebidas. Este parâmetro representa a porcentagem de massa de sólidos solúveis contida em uma solução aquosa, composta majoritariamente por açúcares (sacarose, glicose e frutose), além de ácidos orgânicos e sais minerais. A técnica utilizada para esta medição é a refratometria, que se baseia no princípio da refração da luz: quanto maior a densidade de sólidos dissolvidos na amostra, maior o desvio da luz ao atravessar o líquido.

No contexto agroindustrial, a determinação dos SST não serve apenas para medir a doçura, mas atua como um indicador vital do estágio de maturação da matéria-prima e da qualidade final do produto processado. O uso de refratômetros, sejam portáteis ou digitais de bancada, permite leituras rápidas e precisas, facilitando a tomada de decisão no campo e na fábrica.

A precisão desta técnica é fundamental para a viabilidade econômica de culturas como a cana-de-açúcar. A leitura correta dos sólidos solúveis define o momento ideal de colheita, garantindo o

máximo rendimento industrial. Além disso, em processos de conservação e envase, o monitoramento contínuo dos SST assegura a padronização sensorial, essencial para a aceitação do consumidor. Este artigo explora a aplicação prática desta técnica, utilizando como base estudos de caso sobre o caldo de cana em diferentes regiões e métodos de processamento.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

A medição de sólidos solúveis é realizada através da deposição de uma alíquota da amostra no prisma do refratômetro. Para garantir a confiabilidade dos dados, é imprescindível a correção da temperatura, geralmente padronizada a 20 °C, visto que a temperatura influencia o índice de refração. Em estudos realizados no Rio Grande do Sul, a determinação por refratometria digital demonstrou que o caldo de cana é composto por aproximadamente 20 % de sólidos solúveis totais (m/m), evidenciando a predominância de açúcares como sacarose e glicose na composição físico-química (OLIVEIRA et al., 2023).

A aplicação primária desta técnica ocorre na definição do ponto de colheita. O teor de sólidos solúveis tende a aumentar conforme o estádio de maturação da planta, sendo um indicativo direto do acúmulo de sacarose. Pesquisas indicam que valores de SST entre 15 °Brix e 18 °Brix no início da safra são considerados mínimos aceitáveis para o processamento industrial e consumo *in natura*. Variedades como a RB855156 destacam-se por atingir médias superiores a 19 °Brix, correlacionando-se positivamente com a preferência sensorial dos consumidores, que associam maior teor de sólidos à melhor qualidade do produto (PARAZZI et al., 2018).

Além da etapa agrícola, o teor de SST é vital no processamento. Na industrialização do caldo de cana, a técnica é utilizada para a padronização do produto final. Em processos de envase asséptico e enchimento a quente, é comum a correção dos sólidos solúveis (por exemplo, para 18 °Brix) mediante a adição de sacarose, visando uniformizar o sabor e a estabilidade do produto ao longo da vida de prateleira. A manutenção desse parâmetro estável durante a estocagem é um indicador de ausência de fermentação indesejada ou degradação microbiológica (SILVA; FARIA, 2006). A Tabela 1 abaixo ilustra a variação dos SST encontrada em diferentes variedades e processos, demonstrando a versatilidade do parâmetro.

Tabela 1. Variação média de sólidos solúveis totais em diferentes contextos agroindustriais.

Contexto / Variedade	SST (°Brix)	Aplicação
Variedade RB855156 (SP)	19,0	Consumo <i>in natura</i> e alta aceitação
Variedade SP81-3250 (SP)	14,8	Límite inferior de maturação
Caldo Padronizado (Processado)	18,0	Envase a quente e asséptico
Variedade RB925345 (RS)	25,84	Alto teor de açúcares no Sul do RS

Fonte: Adaptado de Silva e Faria, (2006), Parazzi et al., (2018) e Oliveira et al., (2023).

Inovação: Sensores em Linha (Indústria 4.0)

A evolução tecnológica na agroindústria tem impulsionado a transição da refratometria manual para o monitoramento contínuo através de sensores digitais em linha, a implementação de refratômetros de processo integrados a sistemas de automação (CLP) permite o ajuste instantâneo de variáveis, reduzindo a variabilidade causada pelo erro humano e pela frequência de amostragem, e que devem ser constantemente comparadas com refratômetros de bancada. Essa automatização de processos, alinhada aos conceitos de Indústria 4.0, possibilita um controle preditivo, onde desvios no °Brix são corrigidos antes mesmo de comprometerem o lote de produção.

Aplicações do controle de °Brix em derivados da cana-de-açúcar

No fluxo agroindustrial, o monitoramento do °Brix transcende a análise do caldo *in natura*, sendo o principal parâmetro de eficiência em diversos derivados. O controle rigoroso do °Brix na etapa de evaporação é, também, um fator determinante para a sustentabilidade energética da planta. Conforme aponta Rein (2013), a manutenção do xarope em faixas estreitas de concentração (60-70 °Brix) otimiza o consumo de vapor residual e evita o reprocessamento de caldos diluídos. Essa eficiência não apenas reduz o custo operacional por tonelada de açúcar produzida, mas também diminui a pegada de carbono da unidade industrial ao maximizar o aproveitamento da energia térmica gerada pelo bagaço. Para a indústria de etanol, o ajuste do °Brix no mosto (geralmente entre 14 e 16 °Brix) é vital para a saúde da levedura e a eficiência fermentativa; concentrações muito elevadas podem causar estresse osmótico nos microrganismos. Já na produção de melaço, subproduto rico em açúcares não cristalizáveis, o °Brix atinge níveis superiores a 80%, sendo um indicador de esgotamento da massa cozida. Assim, a precisão da refratometria permite intervenções rápidas em pontos críticos de controle (PCC), reduzindo perdas de matéria-prima e otimizando o rendimento industrial.

A Tabela 2 detalha as variações esperadas para os principais derivados e contextos, demonstrando como a refratometria é aplicada de forma parâmetro estratégico em cada elo da cadeia.

Tabela 2. Variação de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) em diferentes produtos e contextos da cana-de-açúcar.

Contexto / Produto	SST ($^{\circ}$ Brix) Esperado	Aplicação Técnica / Justificativa
Caldo in natura (Campo)	18,0 – 25,0	Definição do momento ideal de colheita (Maturação).
Caldo Clarificado	13,0 – 16,0	Início do processo de evaporação e tratamento químico.
Xarope (Evaporação)	60,0 – 70,0	Concentração ideal para alimentação dos vácuos de cozimento.
Mosto para Fermentação	14,0 – 16,0	Controle da pressão osmótica e eficiência das leveduras. Define-se a concentração adequada de acordo com o processo de fermentação
Melaço Industrial	> 80,0	Indicador de esgotamento da massa e subproduto.
Caldo Padronizado (Bebida)	>15,0	Estabilidade sensorial e conformidade para envase.

Fonte: Adaptado de Hugot (1977); Silva e Faria (2006); Oliveira et al. (2023); Ribeiro (1999);

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a medição de sólidos solúveis totais via refratometria transcende a simples análise laboratorial, consolidando-se como o parâmetro importante da gestão de qualidade e eficiência na cadeia sucroenergética. A transição para métodos de leitura em tempo real e a integração desses dados ao fluxo industrial representam o salto tecnológico necessário para a competitividade da agroindústria moderna. Além de garantir a padronização sensorial exigida pelo mercado, o controle preciso do $^{\circ}$ Brix reflete diretamente na viabilidade econômica — através da economia de energia — e na segurança alimentar, garantindo que o setor atenda aos mais rigorosos padrões nacionais e internacionais de produção sustentável.

REFERÊNCIAS

HUGOT, Emile. **Manual da engenharia açucareira.** Tradução de Irmtrud Miocque. Supervisão técnica e adaptação de Helio Morganti. São Paulo: Mestre Jou, 1977. v. 2.

- OLIVEIRA, M. G. de. et al. Composição físico-química e centesimal do caldo de cana-de-açúcar de cultivares do Sul do Rio Grande do Sul. **XXV ENPÓS**, Universidade Federal de Pelotas, 2023.
- PARAZZI, C. et al. Estudo da qualidade físico-química, tecnológica e sensorial de caldos de cana-de-açúcar para consumo. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 3-10, 2018.
- RIBEIRO, C. A. F.; BLUMER, S. A. G.; HORII, J. **Fundamentos de tecnologia sucroalcooleira**: 1^a parte: tecnologia do açúcar. Piracicaba: USP/ESALQ/Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, 1999. 67 p.
- SILVA, K. S. da; FARIA, J. de A. F. Avaliação da qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 754-758, 2006.