Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

O TRATAMENTO DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR E OS DIFERENTES TIPOS DE AÇÚCAR NO MERCADO NACIONAL

SUGARCANE JUICE TREATMENT AND THE DIFFERENT TYPES OF SUGAR IN THE NATIONAL MARKET

Carla Regina Cardozo de Oliveira [I]
Profa. Me. Rita de Cassia Vieira [II]

RESUMO

O Brasil ocupa posição de destaque mundial na produção e exportação de açúcar, em razão da organização produtiva e dos avanços tecnológicos do setor sucroenergético. A qualidade dos diferentes produtos depende do tratamento do caldo de cana-de-açúcar, responsável pela remoção de impurezas, pelo controle de parâmetros físico-químicos e pela preparação da matéria-prima para concentração, cristalização e centrifugação. Por meio de revisão bibliográfica narrativa, qualitativa e descritiva, este trabalho teve como objetivo analisar as principais etapas desse tratamento e suas relações com cor, pureza e polarização, considerando também a granulometria e a aplicação comercial dos açúcares. A revisão indica que a eficiência do processo contribui para a qualidade tecnológica, o valor comercial e o rendimento industrial, com repercussões na competitividade da cadeia sucroenergética brasileira.

Palavras-chave: tratamento do caldo; açúcar; qualidade; tecnologia; setor sucroenergético.

ABSTRACT

Brazil holds a prominent position in global sugar production and exports because of the productive organization and technological advances of the sugarcane bioenergy sector. The quality of different sugar products depends on sugarcane juice treatment, which removes impurities, controls physicochemical parameters, and prepares the raw material for concentration, crystallization, and centrifugation. Through a qualitative and descriptive narrative literature review, this study analyzed the main treatment stages and their relationships with color, purity, and polarization, also considering sugar particle size and commercial applications. The review indicates that process efficiency contributes to technological quality, commercial value, and industrial yield, with implications for the competitiveness of the Brazilian sugarcane bioenergy chain.

Keywords: juice treatment; sugar; quality; technology; sugarcane bioenergy sector.

Data de submissão do artigo: 18/06/2026.
Data de aprovação do artigo: 29/10/2026.
DOI: https://doi.org/10.52138/citec.v8i1.602

[I] Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis. E-mail: carlacardozojab@hotmail.com
[II] Profa. Me. da Fatec Nilo De Stéfani. E-mail: pro.ritacvm@gmail.com

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

1 INTRODUÇÃO

A União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (UNICA) informa que o setor sucroenergético brasileiro possui relevância econômica, tecnológica e estratégica, pois integra a produção de açúcar, etanol, bioeletricidade e coprodutos derivados da cana-de-açúcar. Os materiais técnicos disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) indicam que a qualidade do açúcar obtido industrialmente depende da composição da matéria-prima e da eficiência do tratamento do caldo, etapa que visa remover impurezas minerais, vegetais e coloidais, além de contribuir para o controle microbiológico antes das fases de evaporação, cozimento, cristalização e centrifugação (Alcarde; Silva; Baptista, 2025; Unica, 2025).

Diante desse contexto, o problema de pesquisa que orienta o estudo é: de que forma as etapas de tratamento do caldo de cana-de-açúcar influenciam as características tecnológicas e comerciais dos diferentes tipos de açúcar produzidos e comercializados no Brasil?

O estudo tem como objetivo analisar as principais etapas do tratamento do caldo de cana-de-açúcar e relacioná-las às características tecnológicas e comerciais dos diferentes tipos de açúcar disponíveis no mercado nacional, destacando como a remoção de impurezas, o controle de parâmetros físico-químicos e o grau de refino interferem na qualidade final do produto.

A pesquisa justifica-se pela importância do controle tecnológico na padronização da cor, da granulometria e da polarização do açúcar, parâmetros que influenciam a classificação comercial e o rendimento industrial. A cor e a polarização relacionam-se às condições de tratamento e às operações posteriores, enquanto a granulometria depende também da cristalização e do processamento subsequente. Ao relacionar essas variáveis ao processo de fabricação, o estudo contribui para compreender como decisões operacionais descritas na literatura repercutem na qualidade final e no valor mercadológico do produto.

Apesar da ampla disponibilidade de informações técnicas sobre o processamento da cana-de-açúcar, ainda é necessário apresentar, de forma integrada, como as etapas de tratamento do caldo se relacionam com as características comerciais dos diferentes tipos de açúcar. Assim, o recorte deste artigo concentra-se na relação entre operações industriais, qualidade tecnológica e classificação mercadológica dos açúcares produzidos a partir da cana-de-açúcar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão organiza a literatura em três eixos. O primeiro descreve a extração e o tratamento do caldo, com ênfase na remoção de impurezas e no controle do potencial hidrogeniônico (pH) e da temperatura. O segundo relaciona clarificação, filtração e concentração aos atributos tecnológicos do açúcar. O terceiro compara tipos e especificações comerciais para demonstrar como o produto pretendido condiciona as operações industriais.

2.1 Extração do caldo

A extração do caldo de cana-de-açúcar é a etapa inicial do processamento industrial, antecedendo o tratamento propriamente dito. Seu objetivo é separar o caldo da fibra, originando o bagaço, e disponibilizar a matéria-prima líquida para as etapas posteriores de clarificação, concentração e cristalização. Esse processo pode ocorrer por moagem, com aplicação de pressão mecânica em rolos, ou por difusão, na qual a sacarose é removida por lavagem da matéria-prima preparada; em ambos os casos, o preparo prévio da cana por picadores e

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

desfibradores contribui para aumentar a eficiência da extração (Cruz; Sarti, 2011; Alcarde; Silva; Baptista, 2025).

A eficiência da extração depende da qualidade da cana recebida, da limpeza da matéria-prima, do preparo mecânico e da regulagem dos equipamentos. A presença de palha, terra e areia pode aumentar o desgaste industrial, elevar a carga de impurezas no caldo e dificultar etapas posteriores de clarificação. Por isso, a extração não deve ser compreendida apenas como uma separação física, mas como uma fase integrada ao controle de qualidade do processo produtivo (Alcarde; Silva; Baptista, 2025; Santos *et al.*, 2018).

2.2 Importância do tratamento do caldo

O tratamento do caldo é essencial para garantir a qualidade e a eficiência da produção de açúcar, pois promove a clarificação e a remoção de impurezas, como terra, bagacilho, compostos coloidais e substâncias corantes que interferem diretamente na cor e na pureza do produto. A literatura destaca que operações como sulfitação e calagem são amplamente empregadas para obter caldo adequado à fabricação de açúcar cristal branco, reduzindo impurezas e favorecendo a padronização tecnológica do processo (Aguiar; Macri, 2022; Santos *et al.*, 2018).

Além de melhorar o aspecto visual do caldo, o tratamento adequado contribui para preservar a sacarose e reduzir perdas durante a fabricação. O controle do pH, da temperatura e do tempo de retenção contribui para limitar reações indesejadas, como inversão da sacarose e formação excessiva de cor, fatores que podem comprometer o rendimento industrial e a classificação comercial do açúcar (Aguiar; Macri, 2022; Cozar; Ferreira; Schmidt, 2010).

Figura 1 - Caldo de cana-de-açúcar



Fonte: captura de tela de canal de televisão da União Nacional da Bioenergia (TV UDOP) (2016, 00 min 14 s)

2.3 Etapas do tratamento do caldo

O tratamento do caldo de cana compreende, de modo geral, peneiramento, sulfitação, calagem, aquecimento, decantação e filtração, seguidos pela concentração do caldo clarificado. O peneiramento retém partículas maiores, como bagacilho; a calagem, realizada com leite de

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

cal, ajusta o pH e favorece a floculação e a decantação das impurezas; e a sulfitação, com dióxido de enxofre, é utilizada principalmente para clarificar o caldo destinado ao açúcar branco, reduzindo compostos responsáveis pela coloração (Santos *et al.*, 2018; Cozar; Ferreira; Schmidt, 2010; Morilla; Alves; Aguiar, 2016).

Na decantação, a separação de impurezas ocorre por sedimentação, frequentemente auxiliada por polímeros que favorecem a formação de flocos. Em seguida, a filtração permite recuperar parte do açúcar presente no lodo e separar a torta de filtro, subproduto com potencial de reaproveitamento agrícola. A concentração posterior remove água do caldo clarificado, formando o xarope que seguirá para cozimento, cristalização e centrifugação (Alcarde; Silva; Baptista, 2025; Cruz; Sarti, 2011; Silva; Alcarde; Sakai, 2025).

O aquecimento do caldo reduz a viscosidade, favorece reações de coagulação e contribui para melhorar a eficiência da clarificação antes da decantação. A combinação entre temperatura, sulfitação e calagem influencia diretamente a remoção de impurezas e a qualidade do caldo clarificado, razão pela qual esses parâmetros precisam ser controlados de forma integrada durante o processamento industrial (Cozar; Ferreira; Schmidt, 2010; Aguiar; Macri, 2022).

A clarificação também possui importância ambiental e operacional, pois influencia a geração e o reaproveitamento de subprodutos, como a torta de filtro. Quando conduzida de maneira eficiente, a etapa contribui para reduzir a carga de impurezas nos evaporadores e cozedores, podendo minimizar problemas operacionais associados à sua presença (Alcarde; Silva; Baptista, 2025; Santos *et al.*, 2018).

A intensidade da clarificação deve ser definida conforme o produto pretendido. Na fabricação de açúcares brutos, o tratamento pode concentrar-se na calagem, enquanto a obtenção de açúcares brancos requer operações adicionais para reduzir impurezas e cor. Depois de clarificado, o caldo é concentrado por evaporação, submetido ao cozimento e à cristalização e, por fim, centrifugado para separar os cristais do melaço (Cruz; Sarti, 2011; Raízen, 2022).

Figura 2 - Concentração do caldo na produção de açúcar mascavo



Fonte: Carvalho (2015 *apud* Fávaro; Vilela, 2021, p. 258)

3 TIPOS DE AÇÚCAR, PRODUTOS AÇUCARADOS E COPRODUTOS

Os açúcares derivados da cana-de-açúcar diferem quanto ao grau de refino, à cor, à polarização, à granulometria e à finalidade de uso. Entre os produtos abordados neste estudo estão o açúcar branco de baixa cor, o cristal, o demerara, o orgânico, o mascavo, o açúcar de polarização muito alta, do inglês Very High Polarization (VHP), e o açúcar de polarização extremamente alta, do inglês *Very Very High Polarization* (VVHP). Os dois últimos são açúcares brutos destinados principalmente ao refino. O VHP conserva maior quantidade de mel

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

residual, enquanto o VVHP apresenta polarização mais elevada. Já produtos menos refinados, como mascavo e demerara, mantêm parte dos compostos da cana, embora continuem compostos predominantemente por sacarose. O melaço, apresentado ao final da seção, é tratado como coproduto do processamento, e não como açúcar cristalizado (Unica, 2025; Cruz; Sarti, 2011; Paquete, 2011).

A classificação dos açúcares está relacionada à finalidade de uso e ao nível de processamento. Açúcares destinados ao consumo direto geralmente exigem melhor aparência, maior uniformidade e menor presença de impurezas visíveis, enquanto açúcares brutos, como VHP e VVHP, atendem principalmente ao mercado industrial e às refinarias. Essa diferenciação permite que a mesma cadeia produtiva forneça produtos para segmentos variados, desde o uso doméstico até aplicações em alimentos, bebidas e formulações farmacêuticas (Unica, 2025; Cruz; Sarti, 2011).

Essa diversidade agrega valor à cadeia sucroenergética, pois permite atender a diferentes mercados, como o consumo doméstico, as indústrias de alimentos e bebidas, o setor farmacêutico, a exportação e o refino. No ciclo 2024/25, o Brasil produziu cerca de 44 milhões de toneladas de açúcar e destinou aproximadamente 35,1 milhões de toneladas à exportação, consolidando sua relevância no comércio mundial do produto (Unica, 2025).

Quadro 1 - Tipos de açúcar, produtos açucarados e coprodutos

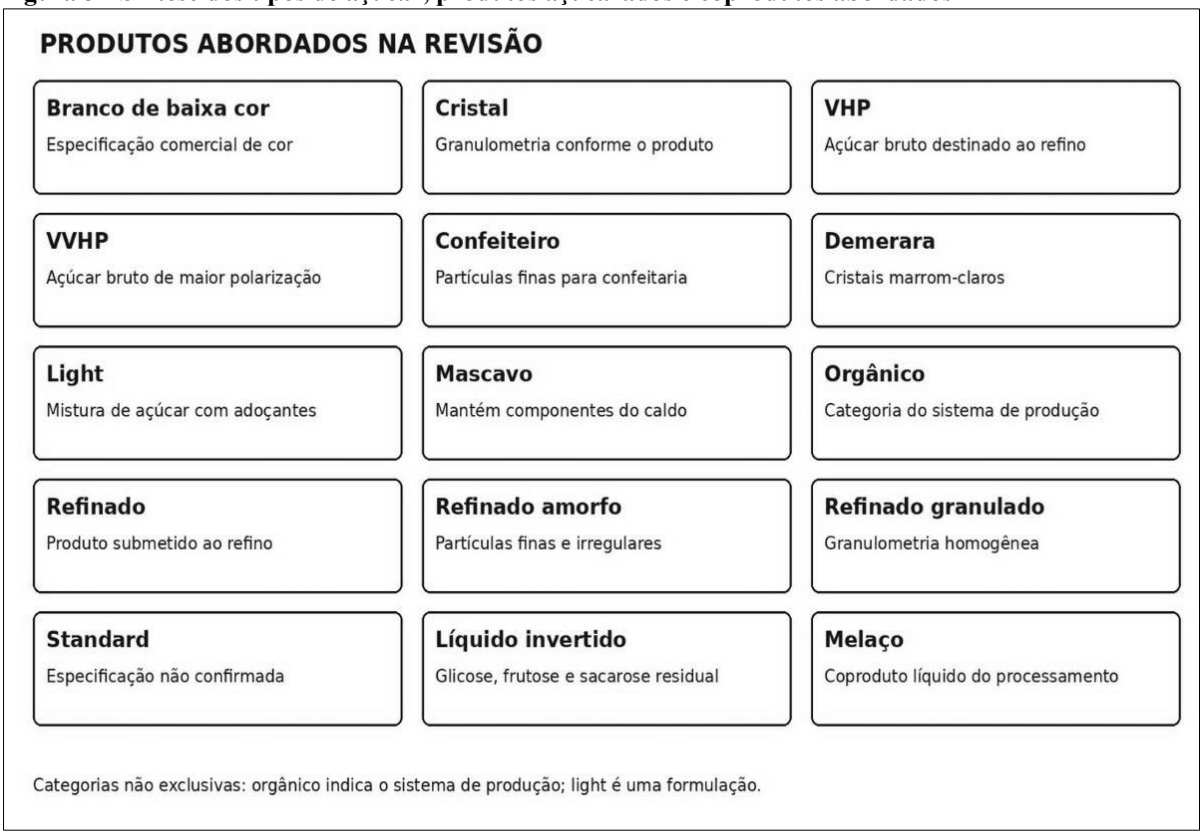
Produto	Caracterização tecnológica e comercial
Branco de baixa cor	Açúcar branco; especificação comercial de baixa cor.
Cristal	Açúcar cristalizado; granulometria e solubilidade variam conforme a especificação.
VHP	Açúcar bruto destinado principalmente ao refino; conserva mel residual.
VVHP	Açúcar bruto para refino; polarização superior à do VHP.
Confeiteiro	Granulometria muito fina; empregado em coberturas e confeitaria.
Demerara	Cristais marrom-claros; menor processamento que o açúcar refinado.
Light	Mistura de açúcar com adoçantes; composição e dosagem dependem da formulação.
Mascavo	Produto de processamento mais simples; mantém componentes do caldo.
Orgânico	Categoria vinculada ao sistema de produção; não define uma cor única.
Refinado	Produto submetido ao refino para aumentar pureza e padronizar características.
Refinado amorfo	Partículas finas e irregulares; favorece rápida dissolução.
Refinado granulado	Cristais com granulometria homogênea; aplicações industriais.
Standard	Denominação comercial cuja especificação precisa ser confirmada.
Líquido invertido	Xarope com glicose, frutose e sacarose residual, conforme o grau de hidrólise.
Melaço	Coproduto líquido; contém açúcares não cristalizados e outros solutos.

Fonte: síntese de Cruz e Sarti (2011), Paquete (2011), Brasil (2003) e UNICA (2025), Schiochet (2017) e Fávaro e Vilela (2021)

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

Figura 3 - Síntese dos tipos de açúcar, produtos açucarados e coprodutos abordados



Fonte: síntese esquemática a partir das informações e fontes do Quadro 1

Figura 4 - Diferentes apresentações de açúcar



Fonte: Schiochet (2017), fotografia de Letícia Akemi/Gazeta do Povo

3.1 Açúcar branco tipo exportação

O açúcar branco de alta pureza destinado à exportação pode ser comercializado segundo especificações de cor determinadas pelos métodos da Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise do Açúcar, do inglês *International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis* (ICUMSA). A UNICA apresenta o ICUMSA 45 como designação comercial de açúcar branco refinado e o associa a açúcar branco refinado, de fácil dissolução. A cor e a

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

pureza são atributos distintos; a designação comercial não substitui a identificação do método analítico nem das demais especificações do produto (Unica, 2025).

3.2 Açúcar cristal

Na classificação apresentada pela UNICA, o açúcar cristal possui grãos transparentes e relativamente grandes, sendo empregado em preparações culinárias; sua dissolução é menos rápida que a de produtos de granulometria mais fina (Unica, 2025). Como exemplo de especificação comercial, a Agrovale informa teor mínimo de 99,3% de sacarose para o açúcar cristal que produz; esse valor deve ser entendido como característica declarada pelo fabricante, e não como parâmetro universal para todos os produtos disponíveis no mercado (Agrovale, 2026).

A descrição geral do açúcar cristal não deve ser confundida com uma especificação única de granulometria ou solubilidade, pois essas características também dependem do produto comercial considerado (Unica, 2025).

3.3 Açúcar cristal VHP

A permanência de mel residual nos cristais explica a coloração do VHP, classificado como açúcar bruto. Sua aplicação principal é o processamento industrial, especialmente o refino, e a UNICA o identifica como o tipo predominante nas exportações brasileiras. A destinação do VHP ao refino diferencia sua função comercial daquela dos açúcares vendidos diretamente ao consumidor (Unica, 2025).

3.4 Açúcar VVHP

O VVHP atende ao mercado de refino, assim como o VHP. A UNICA informa polarização de 99,6 °Z para o VVHP, superior à do VHP, e não o recomenda para consumo direto (Unica, 2025).

A polarização constitui, portanto, um parâmetro para comparar esses açúcares brutos, embora sua avaliação comercial não se limite a esse indicador (Unica, 2025).

3.5 Açúcar de confeiteiro

O açúcar de confeiteiro, também chamado de açúcar em pó, apresenta granulometria extremamente fina, o que favorece sua aplicação em glacês, coberturas e preparações delicadas. Algumas formulações recebem agentes antiaglomerantes. Schiochet (2017) distingue o açúcar de confeiteiro do açúcar impalpável, ao qual são adicionados esses agentes; a denominação deve ser conferida na especificação comercial (Paquete, 2011; Schiochet, 2017).

Na indústria de confeitaria, a baixa granulometria do açúcar de confeiteiro facilita a incorporação em massas, recheios e coberturas, além de proporcionar acabamento visual mais homogêneo. A presença de agentes antiaglomerantes em algumas formulações está associada à necessidade de evitar compactação durante o armazenamento e o transporte (Paquete, 2011; Cruz; Sarti, 2011).

3.6 Açúcar demerara

O açúcar demerara passa por refinamento leve e apresenta grãos marrom-claros. Açúcares menos refinados podem reter maior quantidade de alguns minerais; entretanto, o

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

demerara permanece composto predominantemente por sacarose, sem que essa pequena diferença permita afirmar vantagem nutricional relevante. Assim, a comparação deve ser interpretada apenas como descrição composicional (Unica, 2025; Paquete, 2011; Pinheiro, 2018).

3.7 Açúcar *light*

O açúcar *light* combina açúcar refinado com adoçantes artificiais, como aspartame, ciclamato e sacarina, aumentando o poder adoçante e permitindo empregar menor quantidade do produto, conforme a formulação comercial (Paquete, 2011).

3.8 Açúcar mascavo

O açúcar mascavo é obtido com menor processamento e mantém maior presença de melaço, o que explica sua coloração escura, umidade característica e sabor mais intenso, próximo ao da cana. Em comparação ao açúcar refinado, tende a preservar maior quantidade de minerais, mas permanece um produto composto predominantemente por açúcares (Paquete, 2011).

3.9 Açúcar orgânico

O açúcar orgânico é produzido em sistema que adota técnicas específicas e restringe o emprego de materiais sintéticos nas etapas de cultivo e industrialização. A Lei nº 10.831/2003 regulamenta o sistema orgânico de produção, mas não define uma cor ou granulometria única para o produto (Brasil, 2003; Paquete, 2011).

3.10 Açúcar refinado

O açúcar refinado, também conhecido como açúcar branco de mesa, passa por processos industriais de purificação e refino, que resultam em cristais claros, sabor neutro e alta solubilidade. Esse processamento melhora a aparência e a padronização do produto, mas reduz a presença de minerais originalmente existentes na matéria-prima (Cruz; Sarti, 2011; Paquete, 2011).

3.11 Açúcar refinado amorfo

O açúcar refinado amorfo apresenta partículas muito finas e irregulares, com facilidade de dissolução, características que favorecem sua aplicação em misturas secas, confeitos, bebidas e produtos que exigem dissolução rápida e textura uniforme. Sua elevada pureza resulta do refino e da padronização industrial da sacarose (Cruz; Sarti, 2011).

3.12 Açúcar refinado granulado

O açúcar refinado granulado também resulta de processos de purificação e recristalização, apresentando cristais de granulometria homogênea e coloração clara. Por sua granulometria regular, é empregado em confeitaria, bebidas e formulações industriais que exigem doçura padronizada e boa fluidez (Cruz; Sarti, 2011).

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

3.13 Açúcar *standard*

A denominação comercial standard é apresentada neste levantamento, mas não foi possível identificar, nas fontes adotadas, uma especificação técnica única que permita caracterizá-la de forma independente. Por isso, o termo não é utilizado nesta revisão como indicador de pureza, granulometria ou finalidade industrial.

3.14 Açúcar líquido invertido

O açúcar líquido invertido é um xarope obtido pela hidrólise parcial da sacarose, formando uma mistura de glicose, frutose e sacarose residual. A maior solubilidade e a praticidade de dosagem do produto explicam o uso na indústria alimentícia, especialmente em bebidas, sorvetes, doces e produtos de panificação (Cruz; Sarti, 2011).

A hidrólise da sacarose que origina o açúcar invertido modifica o comportamento tecnológico do produto, pois a mistura de glicose e frutose apresenta maior poder de retenção de umidade e menor tendência à cristalização. Essas características explicam sua ampla utilização em produtos nos quais se deseja textura macia, brilho, estabilidade e maior vida útil, como doces, recheios, sorvetes e bebidas (Cruz; Sarti, 2011).

3.15 Melaço

O melaço é um coproduto líquido, escuro e viscoso, obtido após o cozimento e a separação dos cristais, no qual permanecem açúcares não cristalizados e outros compostos solúveis. Por não constituir açúcar cristalizado, deve ser classificado separadamente dos produtos apresentados nas subseções anteriores (Cruz; Sarti, 2011).

4 IMPORTÂNCIA DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR NO BRASIL

A cana-de-açúcar tem papel estratégico na agroindústria brasileira, articulando a produção de açúcar, etanol, bioeletricidade e coprodutos. Segundo a UNICA, o Brasil produziu cerca de 44 milhões de toneladas de açúcar no ciclo 2024/25, com concentração predominante na região Centro-Sul. Para a safra 2025/26, no primeiro levantamento, divulgado em abril de 2025, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estimou produção nacional de cana de 663,4 milhões de toneladas (Unica, 2025; Conab, 2025).

Além do consumo direto, o açúcar brasileiro abastece cadeias produtivas de alimentos, bebidas e fármacos, atendendo tanto ao mercado interno quanto ao externo. A elevada participação brasileira no comércio internacional reforça a necessidade de padronização da qualidade, rastreabilidade e adequação aos requisitos de cada comprador (Unica, 2025).

Nesse contexto, o controle tecnológico do tratamento do caldo contribui para reduzir perdas industriais, melhorar cor e pureza, ampliar o valor comercial do açúcar e fortalecer a competitividade do setor sucroenergético brasileiro (Aguiar; Macri, 2022; Santos *et al.*, 2018).

A predominância brasileira no mercado internacional impõe às usinas a necessidade de conciliar produtividade, qualidade e regularidade de fornecimento. Como o país responde por parcela expressiva do comércio mundial de açúcar, a competitividade depende não apenas do volume produzido, mas também da capacidade de entregar produtos com especificações compatíveis com diferentes compradores e aplicações industriais (Unica, 2025; Conab, 2025).

A relevância da cadeia também ultrapassa a produção de açúcar, uma vez que o processamento integrado permite aproveitar o bagaço na cogeração de energia e direcionar

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

outros coprodutos a diferentes usos industriais e agrícolas. Essa integração amplia o valor obtido da matéria-prima, favorece a circularidade produtiva e reforça a participação dos derivados da cana na matriz energética renovável brasileira (Brasil, 2024; Copersucar, 2024).

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, com o objetivo de analisar as etapas de tratamento do caldo de cana-de-açúcar e sua relação com as características tecnológicas e comerciais dos diferentes tipos de açúcar disponíveis no mercado nacional.

O estudo fundamenta-se na análise de artigos científicos, trabalhos acadêmicos, documentos técnicos, relatórios institucionais e conteúdos disponibilizados em páginas eletrônicas relacionados ao processamento da cana-de-açúcar e à produção de açúcar. O conjunto documental contempla publicações sobre as etapas de tratamento e clarificação do caldo, as operações de processamento industrial, as características dos diferentes tipos de açúcar e as especificações de qualidade aplicáveis aos produtos. Também foram consideradas informações institucionais de órgãos públicos, instituições de pesquisa e organizações vinculadas ao setor sucroenergético, incluindo a EMBRAPA, a CONAB, o Ministério de Minas e Energia (MME) e a UNICA.

A análise foi orientada pelos seguintes eixos temáticos: tratamento do caldo de cana-de-açúcar; clarificação e remoção de impurezas; influência das condições de processamento sobre a qualidade do caldo; produção e características dos diferentes tipos de açúcar; e relação entre as especificações tecnológicas e a finalidade comercial dos produtos. Esses eixos permitiram organizar a discussão em torno das operações industriais e de sua relação com parâmetros como cor, pureza, polarização e teor de sacarose.

A seleção das fontes considerou sua pertinência em relação ao objetivo da pesquisa e sua contribuição para a compreensão dos processos industriais e das características dos açúcares comercializados no Brasil. Foram consideradas informações provenientes de publicações científicas, documentos técnicos e materiais institucionais relacionados diretamente ao tema. Entretanto, como os registros das buscas não foram documentados de forma sistemática, não é possível especificar retrospectivamente todas as bases consultadas, as combinações de descritores empregadas, o período exato do levantamento ou critérios formais de inclusão e exclusão. Dessa forma, o estudo não é caracterizado como uma revisão sistemática da literatura.

Após a seleção das fontes, as informações foram examinadas qualitativamente e organizadas de acordo com os temas investigados. A análise buscou identificar as funções das principais etapas de tratamento do caldo, relacioná-las às operações subsequentes de fabricação e discutir sua influência sobre as características tecnológicas e comerciais dos diferentes tipos de açúcar. As informações foram comparadas considerando o conteúdo e a natureza das fontes, para estabelecer uma discussão integrada entre processamento industrial, qualidade do produto e finalidade de utilização.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura revisada indica que a qualidade tecnológica e comercial do açúcar está relacionada à integração das operações de tratamento do caldo de cana-de-açúcar. O peneiramento contribui para a remoção de partículas em suspensão, enquanto a calagem e a sulfitação auxiliam no condicionamento do caldo e no controle de sua acidez e coloração, conforme a tecnologia empregada. O aquecimento, por sua vez, favorece as condições

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

necessárias à clarificação, e as etapas subsequentes de decantação e filtração contribuem para a separação das impurezas. A eficiência dessas operações depende do controle das condições de processamento, uma vez que condições inadequadas podem comprometer a qualidade do caldo e as etapas posteriores de concentração e cristalização. Essas relações ajudam a compreender a necessidade de maior controle sobre a clarificação e a cor na produção de açúcares brancos, enquanto os açúcares VHP e VVHP são destinados principalmente ao refino e apresentam especificações relacionadas, entre outros parâmetros, à polarização. A comparação entre estudos técnicos e especificações comerciais evidencia, portanto, a importância de adequar o tratamento às características e à finalidade do produto pretendido (Santos *et al.*, 2018; Cozar; Ferreira; Schmidt, 2010; Unica, 2025).

Os resultados da revisão respondem ao problema de pesquisa ao evidenciar que a relação entre o tratamento do caldo e as características dos diferentes tipos de açúcar pode ser compreendida a partir de três aspectos principais: remoção de impurezas, controle da cor e manutenção das condições adequadas às etapas posteriores de fabricação. Esses aspectos estão interligados, pois a eficiência da clarificação influencia a qualidade do caldo que seguirá para concentração e cristalização, enquanto as especificações do produto orientam o nível de controle necessário ao longo do processo. Assim, a produção de açúcares brancos requer atenção especial à clarificação, à coloração e à padronização, ao passo que, no caso dos açúcares VHP e VVHP, a polarização e a adequação ao processamento posterior assumem importância comercial. Essas diferenças demonstram que os tipos de açúcar não se distinguem apenas pela aparência, mas também pelas especificações de qualidade e pelas finalidades de utilização. Nesse contexto, o planejamento das operações industriais deve considerar os requisitos do produto, em consonância com as informações técnicas e comerciais identificadas na literatura (Aguiar; Macri, 2022; Unica, 2025).

A análise também evidencia que o tratamento do caldo não deve ser compreendido como um conjunto de operações isoladas, mas como uma sequência de etapas interdependentes. Alterações nas condições de uma etapa podem repercutir nas etapas seguintes e, consequentemente, no desempenho global do processo. Entretanto, a intensidade desses efeitos depende das condições operacionais, da tecnologia adotada e das características da matéria-prima. Por se tratar de uma revisão bibliográfica fundamentada em literatura e dados secundários, este estudo não permite quantificar diretamente a contribuição de cada operação para os indicadores de qualidade nem estabelecer relações experimentais de causa e efeito. Essa limitação reforça a necessidade de estudos comparativos em unidades industriais e de ensaios experimentais que avaliem diferentes condições de tratamento e seus efeitos sobre parâmetros como cor, polarização, pureza, teor de sacarose e formação de açúcares redutores. Tais investigações poderão ampliar a compreensão das relações entre processamento, qualidade e finalidade comercial dos diferentes tipos de açúcar.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento do caldo de cana-de-açúcar constitui uma etapa fundamental para assegurar a qualidade tecnológica e o valor comercial do açúcar. A extração antecede o tratamento, enquanto a concentração o sucede. A sequência e a utilização das operações variam conforme a tecnologia e o produto pretendido. As operações de peneiramento, calagem, sulfitação, aquecimento, decantação e filtração desempenham funções complementares na remoção de impurezas, no controle da cor, na preservação da sacarose e na preparação do caldo para as etapas subsequentes de fabricação. A eficiência dessas operações depende das condições de processamento e do controle dos parâmetros operacionais, que devem ser ajustados de

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

acordo com as características do produto desejado e as especificações de qualidade exigidas pelo mercado. Dessa forma, o tratamento do caldo contribui para a pureza e a coloração do produto; a granulometria depende também das operações posteriores de cristalização e processamento.

As diferenças entre os tipos de açúcar disponíveis no mercado nacional estão relacionadas, principalmente, ao grau de processamento e refino, à presença de componentes do melaço, à granulometria, à polarização e à finalidade de utilização. Nesse contexto, a integração entre as etapas de tratamento do caldo e as características do produto permite compreender como as condições de processamento contribuem para a diferenciação dos produtos e para o atendimento às exigências de qualidade e às necessidades dos consumidores e dos setores industriais. A principal contribuição desta revisão bibliográfica consiste em reunir e relacionar informações da literatura sobre o tratamento do caldo de cana-de-açúcar e os diferentes tipos de açúcar comercializados no Brasil, destacando a importância de adequar as operações industriais ao produto pretendido.

Entretanto, por se tratar de um estudo fundamentado em literatura e dados secundários, os resultados apresentados estão condicionados às informações disponíveis nas fontes consultadas, não permitindo estabelecer, por si só, relações experimentais de causa e efeito entre parâmetros operacionais e indicadores de qualidade. Assim, recomenda-se que pesquisas futuras realizem estudos experimentais e comparativos em unidades industriais, avaliando diferentes tecnologias de tratamento, condições operacionais e indicadores físico-químicos e tecnológicos, como cor, teor de sacarose, pureza e formação de açúcares redutores. Esses estudos poderão ampliar a compreensão dos efeitos das etapas de processamento sobre a qualidade dos diferentes tipos de açúcar e contribuir para o aprimoramento da eficiência industrial e da padronização dos produtos.

REFERÊNCIAS

AGROVALE. **Açúcar cristal**. Juazeiro, BA: Agrovale, 2026. Disponível em: https://agrovale.com/service/acucar-cristal/. Acesso em: 30 set. 2026.

AGUIAR, Wilian Silva; MACRI, Rita de Cássia Vieira. A importância do tratamento do caldo eficiênte para a produção de açúcar. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, SP, v. 14, n. 1, p. 104-113, 2022. DOI: 10.52138/citec.v14i1.255. Disponível em: https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/citec/article/download/255/208/1684. Acesso em: 30 set. 2026.

ALCARDE, André Ricardo; SILVA, Fabio Cesar da; BAPTISTA, Antônio Sampaio. **Tratamento do caldo**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 29 abr. 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/web/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar/tratamento-do-caldo. Acesso em: 30 set. 2026.

BRASIL. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Principal fonte primária de energia renovável, cana-de-açúcar supera sozinha média mundial de renovabilidade na matriz**

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

energética. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia (MME), 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/principal-fonte-primaria-de-energia-renovavel-cana-de-acucar-supera-sozinha-media-mundial-de-renovabilidade-na-matriz-energetica. Acesso em: 30 set. 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**: safra 2025/26, primeiro levantamento. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), v. 13, n. 1, abr. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cana-de-acucar/arquivos-boletins/1o-levantamento-safra-2025-26/boletim-cana-de-acucar-4o-levantamento-2025-26/@@download/file. Acesso em: 31 ago. 2026.

COPERSUCAR. **Relatório de sustentabilidade 2022-2024**. São Paulo: Copersucar, 2024. Disponível em: https://relatorios.copersucar.com.br/2024/wp-content/uploads/2024/08/Copersucar_RS22-24_v15.pdf. Acesso em: 22 mar. 2026.

COZAR, C. A.; FERREIRA, R. E.; SCHMIDT, F. L. **Avaliação da influência da temperatura, da sulfitação e da caleagem na clarificação do caldo de cana para a produção de açúcar cristal**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2010. Disponível em: https://sistemas-prp.unicamp.br/pibic/congressos/xviiicongresso/paineis/083350.pdf. Acesso em: 31 ago. 2026.

CRUZ, Sandra Helena da; SARTI, Danilo Augusto. **A química do açúcar**. São Paulo: Conselho Regional de Química do Estado de São Paulo (CRQ-SP), 7 dez. 2011. Disponível em: https://crqsp.org.br/a-quimica-do-acucar/. Acesso em: 30 set. 2026.

FÁVARO, Jacqueline Costa; VILELA, Gabriel Brom. Produção do açúcar mascavo. In: PAULA, Eric Mateus Nascimento de; VILELA, Gabriel Brom; CARVALHO, Lidiane Antunes Assis (org.). **Agronegócio e produção sucroalcooleira**: discussões multidisciplinares no âmbito do Sudoeste Goiano. Campina Grande: Editora Amplla, 2021. p. 247-264. DOI: 10.51859/amplla.aps405.1121-15. Disponível em: https://ampllaeditora.com.br/books/2021/06/AgronegocioSucroalcooleira.pdf. Acesso em: 13 out. 2026.

MORILLA, Cecília H. G.; ALVES, Lucilio R. A.; AGUIAR, Claudio L. Processo de clarificação de caldo de cana-de-açúcar por sulfitação: barreiras comerciais e impactos econômicos. **A Economia em Revista**, Maringá, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2016. DOI: 10.4025/aere.v24i1.24595. Disponível em: https://doi.org/10.4025/aere.v24i1.24595. Acesso em: 31 ago. 2026.

PAQUETE, Suzana. Quais as diferenças entre açúcar cristal, refinado, demerara e mascavo? **Superinteressante**, 18 abr. 2011. Atualizado em: 2 jul. 2026. Disponível em: https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quais-as-diferencas-entre-acucar-cristal-refinado-demerara-e-mascavo/. Acesso em: 31 ago. 2026.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB

ISSN: 2178-9436

PINHEIRO, Marília. **Açúcar demerara**: o que é, para que serve e como consumir. Tua Saúde, 2018. Atualizado em: 15 jul. 2026. Disponível em: https://www.tuasaude.com/acucar-demerara/. Acesso em: 30 set. 2026.

RAÍZEN. **Produção de açúcar**: conheça as etapas e processos. São Paulo: Raízen, 30 dez. 2022. Disponível em: https://www.raizen.com.br/blog/producao-acucar. Acesso em: 8 maio 2026.

SANTOS, Cleber Silva *et al.* Etapas iniciais do tratamento de caldo na fabricação de açúcar e álcool. In: SEMANA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA (SECITEC), 2018, Itumbiara. **Anais [...]**. Itumbiara: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), 2018. p. 1-3. Disponível em: https://eventos.ifg.edu.br/secitecitumbiara/wp-content/uploads/sites/9/2019/05/RE-11-ETAPAS-INICIAIS-DO-TRATAMENTO-DE-CALDO-NA-FABRICA%C3%87%C3%83O-DE-A%C3%87%C3%9ACAR-E-%C3%81LCOOL..pdf. Acesso em: 30 set. 2026.

SCHIOCHET, Flávia. Conheça seis tipos de açúcar de cana e como usá-los. **Bom Gourmet**, 9 abr. 2017. Fotografia de Letícia Akemi/Gazeta do Povo. Disponível em: https://bomgourmet.com/bomgourmet/produtos-ingredientes/aprenda-diferenca-entre-os-tipos-de-acucar/. Acesso em: 31 ago. 2026.

SILVA, Fábio Cesar da; ALCARDE, André Ricardo; SAKAI, Rogério Haruo. **Fabricação do açúcar**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 5 jun. 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/web/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar/tratamento-do-caldo/fabricacao-do-acucar. Acesso em: 30 set. 2026.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIOENERGIA (UNICA). **Açúcar**. São Paulo: União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (UNICA), 2025. Disponível em: https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/acucar/. Acesso em: 30 set. 2026.

UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA (UDOP). **Inovações em extração de caldo são soluções para reduzir perdas nas unidades**. *canal de televisão da União Nacional da Bioenergia (TV UDOP),* 2016. 1 vídeo. Publicado no YouTube. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=pAIc9mljo4Y. Acesso em: 4 set. 2026.