

**CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: EVOLUÇÃO HISTÓRICA,
POTENCIAL ECONÔMICO, VALOR NUTRICIONAL E DESAFIOS
DE SUSTENTABILIDADE**

Carla Gravel da Costa Osta^{1*}, Alessandra Pereira Sant'Anna Salimena², Letícia Scafutto de Faria³, Déborah Demarque Martins da Silva⁴, Ana Carolina de Oliveira Tavares⁵, Thais Sales Antunes⁶, Denise Sobral⁷, Junio Cesar Jacinto de Paula⁸, Renata Golin Bueno Costa⁹, Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹⁰

¹ Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Departamento de Farmácia Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9531-5712>, E-mail: carla-gravel@hotmail.com

² Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7594-8546>, E-mail: alessandrasalimena@yahoo.com.br

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1321-3180>, E-mail: lescafutto@gmail.com

⁴ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5298-3115>, E-mail: deborah.demarque@gmail.com

⁵ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2016-2570>, E-mail: a.caroltavares@yahoo.com.br

⁶ Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Departamento de Farmácia Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5144-9879>, E-mail: thais.antunesmg@gmail.com

⁷ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1636-1727>, E-mail: denisesobral@epamig.br

⁸ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7170-4844>, E-mail: junio@epamig.br

⁹ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes EPAMIG/ILCT, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6235-6155>, E-mail: renata.costa@epamig.br

¹⁰ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Medicina Veterinária, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5952-2327>, E-mail: vanessa.teodoro@ufjf.br

RESUMO

A cana-de-açúcar, originária do Sudeste Asiático e introduzida no Brasil durante o período colonial, representa um pilar fundamental na formação socioeconômica brasileira desde o século XVI. Esta cultura transformou profundamente a paisagem agrícola nacional, consolidando o Brasil como líder mundial na produção, com projeção de 677,6 milhões de toneladas na safra 2023/24, concentradas principalmente no Sudeste. Botanicamente, resulta da hibridização de diversas espécies do gênero *Saccharum*, classificada na família *Poaceae*, destacando-se a *Saccharum officinarum* por sua capacidade de acumular sacarose no colmo. Nutricionalmente, apresenta elevado teor de açúcar (40% a 50% na matéria seca) e é rica em minerais como potássio, cálcio, ferro, magnésio e fósforo, além de vitaminas do complexo B e C, o que permite múltiplas aplicações alimentícias e industriais, desde o açúcar e etanol tradicionais até produtos como cachaça, rapadura, melado e o emergente suco concentrado, alternativa natural aos açúcares refinados. Paralelamente, o setor tem enfrentado desafios ambientais, implementando iniciativas como o Protocolo Agroambiental, que eliminou gradualmente as queimadas, adotando certificações internacionais como a Bonsucro, que garante práticas sustentáveis, e utilizando ferramentas como o Zoneamento Agroecológico da Cana, que orienta a expansão controlada da cultura. Adicionalmente, tecnologias como monitoramento por satélite e agricultura de precisão têm otimizado o uso de insumos, enquanto o aproveitamento de subprodutos como vinhaça e torta de filtro em sistemas de fertirrigação e compostagem demonstra o compromisso com a economia circular, reduzindo impactos ambientais e agregando valor à produção brasileira no mercado internacional, cada vez mais exigente quanto a critérios de sustentabilidade ambiental e responsabilidade social na cadeia produtiva.

Palavras-chave: Aspectos Nutricionais; Biodiversidade; Bioenergia; Economia Circular; Tecnologia Agrícola.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), originária do Sudeste Asiático, possui uma trajetória histórica que transformou economias e sociedades em diversas regiões do mundo, especialmente no Brasil. Introduzida nas Américas durante o período colonial, esta planta desempenhou papel central na formação socioeconômica brasileira desde o século XVI, quando os portugueses expandiram sua produção nas férteis terras tropicais, estabelecendo-a como pilar econômico fundamental (Silva *et al.*, 2021; Rodrigues; Ross, 2020).

A exploração intensiva da cana-de-açúcar trouxe transformações significativas tanto sociais quanto econômicas. A demanda crescente por mão de obra, evidenciada pela ampla utilização do trabalho escravo, deixou um legado profundo e negativo na história do Brasil. Os produtores brasileiros foram pioneiros na adoção de processos mecanizados, desenvolvendo novas técnicas para aumentar o rendimento das colheitas (Machado, 2023). Com o tempo, o Brasil se consolidou como um dos maiores produtores e exportadores mundiais de açúcar, destacando-se não apenas pela quantidade cultivada, mas também pela eficiência dos métodos de produção (Embrapa, 2023; Rodrigues; Ross, 2020).

Atualmente, o Brasil ocupa a primeira posição mundial na produção de cana-de-açúcar (Embrapa, 2023). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira deve atingir 677,6 milhões de toneladas na safra 2023/24, representando um crescimento de 10,9% em relação ao ciclo anterior e estabelecendo um novo recorde histórico. O Sudeste brasileiro, responsável por 63,1% da produção nacional, destaca-se com São Paulo como principal estado produtor (CONAB, 2023).

A cana-de-açúcar cultivada comercialmente resulta da hibridização de diversas espécies do gênero *Saccharum*, incluindo *Saccharum officinarum*, *Saccharum barberi*, *Saccharum robustum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis* e *Saccharum edule* (Rodrigues; Ross, 2020). No melhoramento genético brasileiro, destaca-se a *Saccharum officinarum* por sua capacidade de acumular elevados níveis de sacarose no colmo (Marin, 2014). Até 1980, sua classificação taxonômica era registrada na família das gramíneas, sendo posteriormente reconhecida como pertencente à família Poaceae por Cronquist (1981) (Marin, 2014).

Esta cultura semiperene apresenta um sistema radicular desenvolvido e colmos onde a sacarose é predominantemente armazenada (Brasil, 2020). Seu valor nutricional está relacionado ao elevado teor de açúcar, que varia entre 40% e 50% na matéria seca, dependendo da época do ano e da variedade cultivada. Além disso, a cana-de-açúcar é rica em minerais

como potássio, cálcio, fósforo, magnésio e ferro, e em vitaminas do complexo B e C, apresentando um pH que varia de 4 a 5 (Embrapa, 2002).

A versatilidade da cana-de-açúcar permite múltiplas aplicações, desde a produção tradicional de açúcar, álcool e aguardente até produtos como cachaça, rapadura, melado e o consumo *in natura* do caldo (Santos *et al.*, 2021). Mais recentemente, o suco concentrado de cana tem ganhado espaço na indústria alimentícia como alternativa natural aos açúcares refinados e adoçantes, destacando-se pela ausência de conservantes e aditivos químicos em muitas versões comerciais (Gold Alimentos, 2023).

Paralelamente ao desenvolvimento produtivo, o setor canavieiro tem enfrentado o desafio da sustentabilidade ambiental. Iniciativas como o Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético têm promovido a eliminação gradual das queimadas e estabelecido parâmetros para conservação do solo e recursos hídricos (Gomes; Martinelli, 2019). Certificações internacionais como a Bonsucro vêm sendo adotadas por unidades produtoras brasileiras, garantindo práticas que consideram aspectos ambientais, sociais e econômicos (Moraes *et al.*, 2020). Adicionalmente, o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana) tem orientado a expansão sustentável da cultura, excluindo biomas sensíveis e áreas com alta biodiversidade (Manzatto *et al.*, 2022).

Portanto, a cana-de-açúcar representa não apenas um capítulo fundamental da história econômica brasileira, mas também um setor em constante evolução e adaptação às demandas contemporâneas. A análise de sua trajetória histórica, características botânicas, perfil nutricional e múltiplas aplicações revela uma cultura de importância estratégica que transcende seu papel tradicional de *commodity* agrícola. Sua capacidade de reinvenção e as crescentes pesquisas sobre seus benefícios nutricionais e aplicações industriais diferenciadas apontam para horizontes promissores, reafirmando a relevância da cana-de-açúcar como elemento estruturante de sistemas agroindustriais sustentáveis e inovadores no século XXI. A diversificação dos produtos derivados contribui para maior estabilidade econômica do setor, enquanto os avanços nos processos produtivos buscam equilibrar a produtividade com responsabilidade ambiental e social, consolidando a cana-de-açúcar como pilar essencial no cenário brasileiro e mundial (Santos *et al.*, 2022).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a evolução histórica da cana-de-açúcar no Brasil, destacando seu potencial econômico, valor nutricional e os principais desafios de sustentabilidade enfrentados pela cadeia produtiva.

ASPECTOS HISTÓRICOS E ECONÔMICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

A trajetória da cana-de-açúcar revela uma série de eventos que moldaram a economia e a sociedade em diversas regiões, com destaque para o Brasil. Originária do Sudeste Asiático, a cana-de-açúcar foi introduzida nas Américas e desempenhou um papel central desde a colonização. No século XVI, os portugueses expandiram sua produção nas férteis terras tropicais, consolidando a cana como um pilar econômico vital (Silva *et al.*, 2021; Rodrigues & Ross, 2020).

A exploração intensiva da cana-de-açúcar trouxe transformações significativas tanto sociais quanto econômicas. A crescente demanda por mão de obra, evidenciada pela ampla utilização do trabalho escravo, deixou um legado profundo e negativo na história do Brasil. Os produtores brasileiros foram pioneiros na adoção de processos mecanizados, o que levou ao aprimoramento de arados e ao desenvolvimento de novas técnicas para aumentar o rendimento das colheitas (Machado, 2023). A expansão das plantações não apenas influenciou a configuração das cidades, mas também contribuiu para a formação de uma estrutura econômica externa voltada à exportação de açúcar (Silva *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a cana-de-açúcar consolidou-se como um importante vetor econômico, notadamente por sua elevada capacidade de acumular sacarose, o que a torna fundamental para três setores estratégicos da agroindústria: a produção de açúcar, a fabricação de etanol e a destilação de aguardente. Essa versatilidade produtiva contribuiu de forma expressiva para o comércio global, refletindo sua relevância histórica e atual no cenário agrícola (Embrapa, 2023; Rodrigues e Ross, 2020). A seguir, apresenta-se uma sistematização cronológica dos principais marcos históricos e econômicos da cana-de-açúcar no Brasil, destacando momentos-chave que evidenciam sua trajetória e influência no desenvolvimento do país:

- **1532** – Implantação do primeiro engenho de açúcar no Brasil, em São Vicente (SP), por Martim Afonso de Souza, marcando o início da economia açucareira no território brasileiro (Furtado, 2007).
- **Século XVII** – Apogeu da economia açucareira no Nordeste, com destaque para Pernambuco como principal produtor mundial de açúcar (Barickman, 2003).
- **Século XIX** – Introdução de novas variedades de cana e adoção de técnicas agrícolas mais eficientes, além do início da mecanização dos processos de moagem (FAO, 2019).

- **1933** – Criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), responsável por regulamentar a produção e os preços, consolidando o papel estratégico da cultura na economia nacional (Moraes *et al.*, 2020).
- **1975** – Lançamento do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), em resposta à crise do petróleo, impulsionando a produção de etanol como alternativa energética (Goldemberg *et al.*, 2008).
- **Anos 2000** – Expansão do setor sucroenergético com foco na produção de bioetanol e na incorporação de tecnologias limpas, impulsionado pela crescente demanda por fontes renováveis de energia (Souza *et al.*, 2017).
- **Atualidade** – O Brasil se mantém como líder mundial na produção de cana-de-açúcar, destacando-se pelas exportações de açúcar e etanol, além da adoção de práticas sustentáveis reconhecidas internacionalmente (CONAB, 2023).

A evolução da cana-de-açúcar ao longo dos séculos moldou profundamente o setor agroindustrial. Desde os primeiros engenhos, sua produção e processamento foram ajustados e aprimorados, refletindo uma adaptação contínua às demandas econômicas e tecnológicas. O desenvolvimento de novas técnicas e a adoção de tecnologias avançadas aumentaram a eficiência e produtividade da cultura, consolidando-a como base sólida para a economia de diversas regiões.

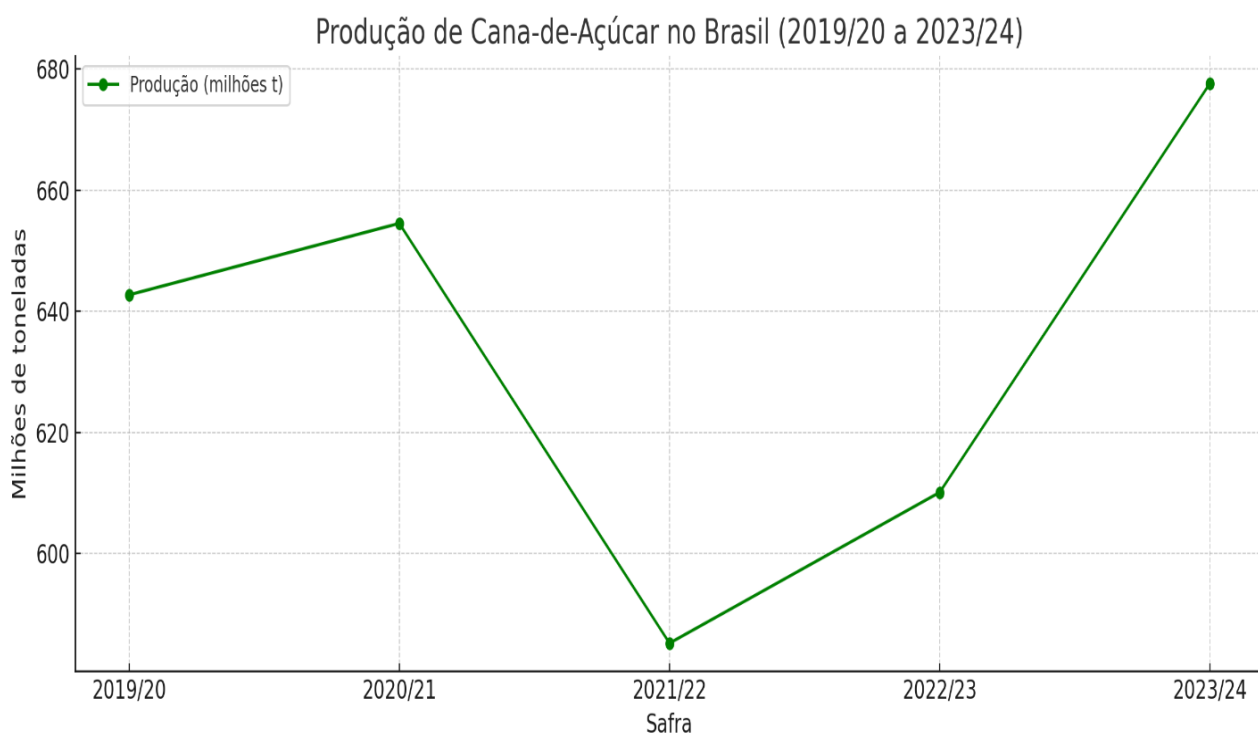
Atualmente, a cana-de-açúcar se configura como um pilar fundamental da economia brasileira, impactando significativamente os setores agrícola, industrial e energético. A diversificação dos produtos derivados, como açúcar, etanol, cachaça e bioeletricidade, contribui para a sustentabilidade e adaptação do setor às mudanças globais. A inovação tecnológica e as práticas sustentáveis associadas à produção reforçam sua importância econômica e ambiental, consolidando a cana-de-açúcar como elemento-chave no cenário brasileiro e mundial (Santos *et al.*, 2022; Moraes *et al.*, 2020).

PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

A produção de cana-de-açúcar constitui um dos pilares estratégicos da economia brasileira, com impactos significativos nos setores agrícola, energético e industrial. O Brasil ocupa a liderança mundial em volume produzido, sendo responsável por uma expressiva parcela da oferta global de açúcar e etanol (EMBRAPA, 2023). Além disso, a cultura da cana-de-açúcar tem se expandido em países tropicais e subtropicais, o que evidencia sua crescente importância na matriz agroenergética internacional.

No território nacional, a colheita concentra-se predominantemente nos meses mais secos do ano, com crescente predominância da mecanização, que vem progressivamente substituindo os métodos tradicionais de colheita manual. Todavia, esta ainda é praticada em regiões de relevo acidentado ou com menor grau de mecanização. A colheita deve ser realizada no estágio ideal de maturação, quando o acúmulo de sacarose atinge entre 40% e 50% da matéria seca, assegurando, assim, maior eficiência no processo industrial (Rodrigues e Ross, 2020; EMBRAPA, 2002). Após o corte, o processamento imediato é essencial para evitar perdas por fermentação. A Figura 1 apresenta a evolução da produção de cana-de-açúcar no Brasil, nas últimas safras, com base em dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB):

Figura 1 – Produção brasileira de cana-de-açúcar (em milhões de toneladas) no período de 2019/2020 a 2023/2024



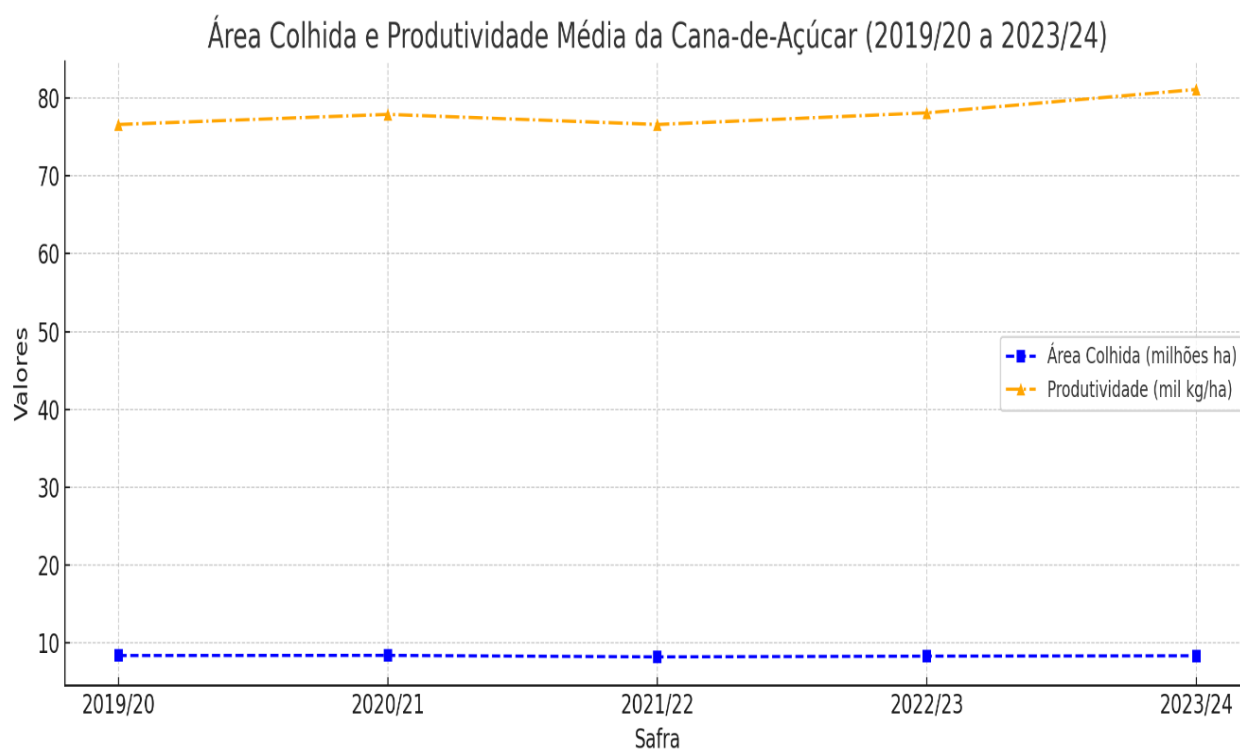
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O crescimento verificado entre as safras de 2021/22 e 2023/24 reflete uma combinação de fatores favoráveis, como a recuperação das condições climáticas, o aumento dos

investimentos em tecnologias agrícolas e a ampliação das áreas cultivadas, sobretudo em estados-chave como São Paulo, Minas Gerais e Goiás (CONAB, 2023).

A produtividade média por hectare é um indicador essencial da eficiência agrícola da cultura. O incremento deste índice está atrelado à adoção de variedades mais adaptadas, ao uso racional de recursos naturais e ao avanço da mecanização (Moraes *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2017). A distribuição regional da produção reforça a concentração na região Sudeste, que responde por mais de 63% do total nacional, com destaque para o estado de São Paulo. Este, na safra 2023/24, deve alcançar 326 milhões de toneladas, representando quase metade da produção brasileira e reafirmando sua importância estratégica no setor sucroenergético (CONAB, 2023). Esses dados podem ser visualizados na Figura 2, que apresenta um comparativo entre a área colhida e a produtividade média no período de 2019/20 a 2023/24.

Figura 2 – Comparativo da área colhida e da produtividade média da cana-de-açúcar (kg/ha) no Brasil, entre as safras de 2019/2020 e 2023/2024



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O Brasil mantém sua liderança global na produção de cana-de-açúcar, o que o posiciona como referência na geração de energia renovável e na sustentabilidade agrícola. A colheita,

etapa final do ciclo da cultura, é realizada majoritariamente nos períodos de seca e pode ser feita de forma manual ou mecanizada, exigindo considerável força de trabalho e equipamentos específicos. Mesmo com a crescente mecanização, a colheita manual ainda persiste em determinadas localidades, sendo executada por trabalhadores experientes.

Independentemente do método adotado, a colheita deve ocorrer quando o teor de sacarose atinge seu ponto máximo (entre 40% e 50% da matéria seca), assegurando a qualidade da matéria-prima para a produção de açúcar e etanol (Rodrigues e Ross, 2020). O processamento imediato após o corte é fundamental para evitar perdas decorrentes da fermentação (EMBRAPA, 2002).

Na safra 2020/21, a produção mundial de açúcar totalizou 179,9 milhões de toneladas, das quais o Brasil foi responsável por 22%. O estado de São Paulo liderou a produção nacional, respondendo por 54,1% da cana moída e por 63,2% do açúcar fabricado, somando 26 milhões de toneladas (CONAB, 2022). Para a safra 2022/23, estimou-se que a produção brasileira de cana-de-açúcar atingisse 610,1 milhões de toneladas, representando um crescimento de 5,4% em relação à safra anterior. Esse aumento é atribuído à melhoria nas condições climáticas e à recuperação da produtividade nos principais estados produtores (CONAB, 2023).

De acordo com o 3º Levantamento da Safra 2023/24 da CONAB, a produção nacional deverá crescer 10,9% em comparação ao ciclo anterior, atingindo 677,6 milhões de toneladas, configurando um novo recorde histórico. A região Sudeste, com participação de 63,1% da produção nacional, deverá apresentar incremento de 6,3% no volume colhido, totalizando 412,15 milhões de toneladas. Este desempenho reflete o aumento da área cultivada, estimada em 8,35 milhões de hectares, e a elevação da produtividade média, que deverá alcançar 81.129 kg/ha. O bom desempenho das lavouras paulistas consolida o protagonismo do estado no cenário sucroenergético nacional (CONAB, 2023).





CARACTERÍSTICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma planta originária do Sudeste Asiático, com um ciclo de cultivo que pode exceder dois anos. Até 1980, sua classificação taxonômica era registrada na família das gramíneas. No entanto, Cronquist (1981) revisou essa classificação, reconhecendo-a como pertencente à família Poaceae (Marin, 2014). Apesar de sua significativa produtividade e versatilidade no Brasil, há uma escassez de estudos na literatura que abordam detalhadamente as características da cana-de-açúcar, bem como a produção e conservação de bebidas derivadas do caldo de cana (Santos *et al.*, 2021).

A cana-de-açúcar cultivada no Brasil resulta da hibridização de várias espécies,

incluindo *Saccharum officinarum*, *Saccharum barberi*, *Saccharum robustum*, *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis* e *Saccharum edule*. No contexto do melhoramento genético no país, a *S. officinarum* se destaca por sua capacidade de acumular elevados níveis de sacarose no colmo. Tradicionalmente, a *S. spontaneum* é utilizada como um reservatório genético para características como resistência, vigor, perfilhamento e capacidade de rebrota, contribuindo para o desenvolvimento de novas variedades (Rodrigues; Ross, 2020). Lineu (1973) descreveu duas variedades de cana-de-açúcar, *S. officinarum* e *Saccharum spicatum*. Atualmente, essas variedades foram reclassificadas como *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinensis*, *S. barberi* e *S. robustum*, todas pertencentes à família Poaceae (Marin, 2014). As principais diferenças morfológicas e agrônômicas entre essas espécies estão sintetizadas na Figura 3.

Figura 3 – Comparativo morfológico e agrônômico entre espécies do gênero *Saccharum* utilizadas no melhoramento genético da cana-de-açúcar

	<i>S. officinarum</i>	<i>S. spontaneum</i>	<i>S. barberi</i>	<i>S. robustum</i>
Altura				
Diâmetro do colmo	3–4 m	1,5– 5 m	1,5–2,5 m	3–6 m
Teor de fibras	Baixo	Alto	Moderado	Moderado
Teor de sacarose	Alto	Baixo	Moderado	Moderado
Resistência a pragas/ doenças	Baixa	Alta	Moderada	Alta
Rusticidade	Moderada	Alta	Moderada	Alta
	Moderada	Alta	Moderada	Alta

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Cheavegatti-Gianotto *et al.* (2011), Jannoo *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2021).

A teoria predominante sugere que a *S. officinarum* foi selecionada ao longo da história para cultivo como uma espécie de “jardim” e posteriormente adaptada para o cultivo hortícola. A combinação das características da *S. officinarum* com o vigor da *S. robustum* e a resistência a doenças da *S. spontaneum* resultou nas variedades comerciais contemporâneas de cana-de-açúcar. Essa seleção natural sugere uma relação entre o potencial de acumulação de sacarose e as linhagens mais "domesticadas" pelo homem dentro da *S. officinarum*, em contraste com as linhagens mais fibrosas, menos impactadas pela intervenção humana ao longo da história (Embrapa, 2023; Silva *et al.*, 2021; Marin, 2014).

Os desdobramentos desse processo natural de seleção levaram à formação de variedades de cana-de-açúcar categorizadas como “canas nobres” pelos taxonomistas. Comparadas a outras espécies do gênero *Saccharum*, essas variedades apresentam um teor mais elevado de sacarose, não são amiláceas, exibem menor fibrosidade e possuem colmos mais robustos, distantes das chamadas “canas não nobres”. Além disso, essas espécies tornaram-se altamente dependentes da intervenção humana para sua propagação, raramente subsistindo de forma autônoma em ambientes naturais sem a influência humana (Rodrigues; Ross, 2020).

Há várias décadas, o estudo do gênero *Saccharum* tem sido objeto de intensas pesquisas. No entanto, a morfologia similar, a capacidade de cruzamento, a vigorosa propagação vegetativa e o elevado poliploidismo introduzem desafios significativos para botânicos e melhoristas, particularmente no que se refere à classificação e ao acesso a materiais genéticos ancestrais (Santos *et al.*, 2021).

A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene de grande versatilidade. Um dos principais produtos derivados da cana é a sacarose, concentrada nos colmos da planta. As espécies de cana-de-açúcar apresentam um sistema radicular e colmos onde a sacarose é predominantemente armazenada (Brasil, 2020). A cana-de-açúcar tem uma ampla gama de utilizações, incluindo a produção de açúcar, aguardente, cera e álcool para combustível. Além disso, é matéria-prima para a produção de cachaça, caldo de cana (conhecido em diversas regiões do Brasil como garapa), rapadura e melado. As pontas das folhas são utilizadas na alimentação animal, e o palmito do colmo pode ser extraído para consumo humano (Santos *et al.*, 2021). O caldo de cana resulta da extração do líquido através da moagem do colmo, e seu elevado teor de sacarose confere um sabor naturalmente adocicado. O desenvolvimento da cana é influenciado principalmente pelos fatores climáticos de temperatura, umidade e luminosidade (Santos *et al.*, 2021; Santos, 2018).

Em termos de propriedades químicas e bromatológicas, a cana-de-açúcar contém

carboidratos que representam aproximadamente 90% da matéria seca, divididos entre componentes fibrosos e não fibrosos. Entre os carboidratos fibrosos estão a celulose, hemicelulose e lignina, enquanto os não fibrosos compreendem açúcares solúveis, como sacarose, amido e pectina (Santos *et al.*, 2021). As características químicas incluem a porcentagem de sacarose aparente (POL), o Brix, que representa a quantidade de sólidos solúveis no caldo, e os açúcares redutores, como glicose e frutose (Rodrigues; Ross, 2020). A pureza da cana é definida pela relação POL/Brix, expressa em porcentagem, e quanto maior a pureza, melhor a qualidade da matéria-prima para a recuperação de açúcar (Santos *et al.*, 2021).

VALOR NUTRICIONAL DA CANA DE AÇÚCAR

Além de seu papel central na indústria, a cana-de-açúcar também apresenta aspectos nutricionais notáveis, que têm despertado crescente interesse na pesquisa científica e no âmbito da alimentação. Embora seja primariamente conhecida por sua elevada concentração de sacarose, a cana-de-açúcar contém nutrientes essenciais como fibras, vitaminas e minerais, que podem oferecer benefícios adicionais além da mera ingestão calórica (Rodrigues; Ross, 2020).

O valor nutricional da cana-de-açúcar está intimamente relacionado ao seu elevado teor de açúcar, que varia entre 40% e 50% na matéria seca, dependendo da época do ano e da variedade cultivada. Esse alto teor de açúcares resulta em um alimento que, embora energeticamente denso, apresenta um perfil nutricional desbalanceado em comparação aos baixos teores de proteína. No entanto, a cana-de-açúcar é rica em minerais, como potássio, cálcio, fósforo, magnésio e ferro, e em vitaminas do complexo B e C, apresentando um pH que varia de 4 a 5 (Embrapa, 2002).

Embora sua composição química, dominada pela sacarose, confira um sabor doce ao colmo, a cana é classificada como um volumoso de qualidade média devido ao seu elevado teor de carboidratos solúveis e baixos teores de proteína bruta (3,8%) e fósforo (0,06%) (Brasil, 2020; Santos, 2018). Além disso, a presença de fibras alimentares contribui para a saúde digestiva, auxiliando no funcionamento intestinal e na regulação da glicemia. Esses componentes nutricionais fazem da cana-de-açúcar uma matéria-prima que, apesar de tradicionalmente explorada para a produção de açúcar e etanol, vem ganhando atenção como fonte potencial de nutrientes funcionais para uso direto na alimentação humana e animal. A composição detalhada desses nutrientes está ilustrada na Figura 4, que apresenta os principais macronutrientes, vitaminas e minerais presentes na cana-de-açúcar.

Figura 4 - Composição nutricional da cana-de-açúcar: conteúdo de macronutrientes, vitaminas e minerais essenciais



Fonte: Adaptado de Embrapa (2002), Brasil (2020) e Silva *et al.* (2021).

A presença de frutose, fibras, vitaminas e minerais na cana-de-açúcar oferece uma perspectiva promissora sobre como essa cultura pode contribuir não apenas para a indústria alimentícia, mas também para a promoção da saúde através de seus benefícios nutricionais. Tradicionalmente subestimada em termos de valor nutricional, a cana-de-açúcar está

começando a ser explorada mais profundamente para entender seu impacto potencial na dieta e na saúde. A pesquisa sobre os aspectos nutricionais da cana visa enriquecer o conhecimento sobre seus compostos específicos e explorar como esses elementos podem ser incorporados de maneira equilibrada e saudável na alimentação humana. À medida que a demanda por fontes alimentares sustentáveis cresce, a cana-de-açúcar se destaca como uma planta versátil, capaz de contribuir para a diversificação e aprimoramento das opções alimentares disponíveis (Silva *et al.*, 2021).

SUCO DE CANA CONCENTRADO

O suco de cana concentrado (*Saccharum*, L.), obtido por processos de ultrafiltração e evaporação em baixa temperatura, é uma solução aquosa purificada de sacarídeos. Com pH em torno de 4,1, destaca-se por não conter adição de açúcares como cristal, glucose ou açúcar invertido, além de ser isento de sódio. Sensorialmente, é um líquido viscoso, translúcido e livre de materiais em suspensão, com coloração caramelo, sabor doce levemente acidificado e aroma característico de cana. Sua aplicação na indústria alimentícia é ampla, possibilitando a substituição integral de concentrados como maçã e damasco, além de contribuir para a redução de açúcares refinados e adoçantes em diversos produtos. Também pode substituir parcialmente ingredientes como maltose e óleo de palma, ampliando seu uso em produtos mais saudáveis e sustentáveis (Gold Alimentos, 2023).

A ausência de conservantes e aditivos químicos em muitas versões comerciais confere ao suco concentrado de cana um status vegano e *plant-based*, mantendo a preservação de nutrientes durante o processo de produção. Suas aplicações variam de sucos mistos e néctares a itens de panificação, barras de cereais, geleias, produtos lácteos e bebidas em geral. Além disso, é utilizado como substrato para fermentação e crescimento de microrganismos, ampliando ainda mais suas utilidades. Por sua capacidade de diluição eficaz, o suco concentrado de cana mantém a integridade dos produtos aos quais é adicionado, proporcionando um gosto doce, aroma agradável e uma viscosidade similar ao mel. Além disso, atua como intensificador de brilho e cor caramelo, aprimorando a experiência sensorial dos consumidores (Gold Alimentos, 2023).

O suco concentrado de cana e as diferentes classificações de açúcares apresentam características nutricionais distintas, refletindo suas composições e respectivos usos. O suco de cana, por ser menos processado, oferece um perfil nutricional mais equilibrado em termos de minerais, com destaque para a presença de potássio, ferro, magnésio, cálcio e fósforo. Esses

nutrientes fazem do suco concentrado uma fonte relevante de micronutrientes, diferentemente dos açúcares refinados, como o açúcar cristal, que contém quantidades consideravelmente menores desses elementos (Gold Alimentos, 2023).

Açúcares como o cristal, mascavo, demerara e o açúcar de coco possuem elevada densidade calórica devido à alta concentração de carboidratos. Embora os açúcares menos refinados, como o mascavo e o demerara, contenham maiores teores de minerais, como cálcio e ferro, continuam sendo caracterizados pelo elevado valor energético e predominância de carboidratos (Philippi, 2023). O suco concentrado de cana possui um perfil calórico e de carboidratos mais moderado, diferindo dos açúcares por não conter quantidades consideráveis de proteínas, gorduras ou fibras. Embora forneça menos energia imediata, destaca-se por ser uma alternativa mais equilibrada em minerais, oferecendo um valor nutricional superior em micronutrientes quando comparado aos açúcares, que, apesar de rápida fonte de energia, possuem menor valor nutricional (Gold Alimentos, 2023).

As características físico-químicas do suco concentrado de cana englobam parâmetros essenciais, como pH, acidez total e acidez expressa em ácido cítrico. O pH, levemente ácido, é um fator determinante para a estabilidade, conservação e sabor do suco, além de desempenhar um papel relevante na prevenção de fermentações indesejadas. A acidez total reflete a presença de ácidos orgânicos que influenciam tanto o sabor característico do suco quanto o processo de fermentação, sendo um indicador crucial para a qualidade sensorial e o tempo de conservação de produtos alimentícios (Gold Alimentos, 2023). Adicionalmente, a acidez expressa em ácido cítrico, amplamente utilizado como conservante e regulador de acidez na indústria alimentícia, é uma medida importante, frequentemente empregada como referência em análises de qualidade e padronização. Esses parâmetros são fundamentais para a caracterização do suco concentrado de cana, influenciando diretamente suas propriedades sensoriais e funcionais, especialmente em aplicações industriais (Gold Alimentos, 2023).

Além dos parâmetros mencionados, o teor de sólidos solúveis reveste-se de grande importância na caracterização do suco concentrado de cana. Esse índice está diretamente relacionado à concentração de açúcares e outros sólidos dissolvidos, influenciando tanto a viscosidade quanto o perfil sensorial do produto. O controle adequado dos sólidos solúveis é imprescindível para garantir a uniformidade no processamento e na formulação de alimentos que utilizam o suco concentrado de cana como componente principal. A padronização desses atributos físico-químicos é, portanto, essencial para assegurar a qualidade e a consistência do suco concentrado, promovendo sua estabilidade e funcionalidade em variadas aplicações na indústria alimentícia.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO SUCO DE CANA

A produção do suco de cana concentrado para fins alimentícios compreende uma sequência criteriosa de etapas tecnológicas, fundamentais para garantir a qualidade sanitária, sensorial e nutricional do produto. Inicialmente, a cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é submetida a processos de recepção, lavagem e inspeção visual, eliminando impurezas sólidas, sujidades e eventuais materiais exógenos. Em seguida, realiza-se a extração do caldo por meio de moendas ou prensas mecânicas, etapa crucial para a obtenção do extrato vegetal bruto com alto teor de açúcares fermentescíveis.

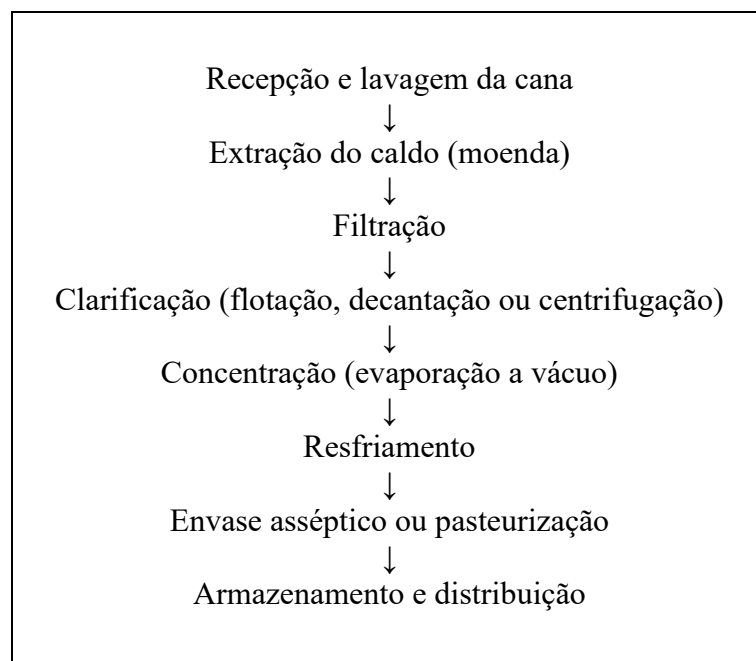
O caldo extraído é então filtrado para remoção de partículas grosseiras e fibras residuais. Na sequência, passa por um processo de clarificação, que pode ocorrer por flotação, decantação ou até mesmo centrifugação, visando reduzir a carga microbológica e o teor de sólidos em suspensão, além de estabilizar o pH e melhorar a qualidade visual e sensorial do suco. A etapa subsequente consiste na concentração do suco, geralmente realizada por evaporação a vácuo e em baixa temperatura. Essa técnica permite a remoção parcial da água sem comprometer os compostos bioativos termossensíveis, como polifenóis e compostos voláteis, preservando características funcionais e sensoriais desejadas (Silva *et al.*, 2022).

Após a concentração, o produto pode ser submetido a resfriamento e posterior envase asséptico ou pasteurização suave, o que assegura a estabilidade microbológica, prolonga a vida útil e mantém o padrão de qualidade exigido pela indústria alimentícia. Esse processamento térmico controlado também evita a formação de compostos indesejáveis e garante a integridade dos atributos físico-químicos do suco. Adicionalmente, os avanços recentes no setor têm buscado aprimorar a eficiência energética e a sustentabilidade do processo produtivo. Inovações aplicadas nas etapas de clarificação e concentração, como o uso de membranas filtrantes e evaporadores de múltiplo efeito, têm contribuído significativamente para a redução do consumo de água e energia, além de otimizar o rendimento industrial. Tais medidas integram o conceito de produção mais limpa e sustentável, alinhado às exigências contemporâneas do setor alimentício e à transição para sistemas mais eficientes e ambientalmente responsáveis (Macedo *et al.*, 2021).

O reaproveitamento dos subprodutos da cana, como bagaço, torta de filtro e vinhaça, também fortalece a cadeia de valor e promove a economia circular, viabilizando a geração de bioenergia, compostagem e matérias-primas para outras aplicações industriais. Assim, o processamento da cana para obtenção do suco concentrado não apenas atende às exigências

nutricionais e tecnológicas, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável da cadeia sucoenergética (Rodrigues *et al.*, 2023).

Figura 5 - Fluxograma simplificado das etapas de produção do suco de cana



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essa cadeia produtiva é constantemente aprimorada, com foco na sustentabilidade, na preservação de nutrientes e na redução de perdas, sendo reconhecida por sua viabilidade econômica e potencial de aproveitamento integral da biomassa (Rodrigues *et al.*, 2023).

Embora não haja uma quantidade ou frequência específica estabelecida para o consumo de açúcares ou sucos concentrados, a ingestão deve ser ajustada conforme o contexto individual, a rotina alimentar e os hábitos de vida saudáveis, incluindo a prática de atividades físicas. De acordo com as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS), recomenda-se limitar a ingestão de açúcares livres, que inclui não apenas a sacarose, mas também xaropes e mel, a no máximo 10% das necessidades calóricas diárias. Portanto, é recomendável moderar o consumo, especialmente para indivíduos com condições de saúde específicas, como diabetes mellitus, doença renal crônica e esteatose hepática, devido ao potencial de elevação da glicose sanguínea associado ao consumo excessivo desses açúcares (Brasil, 2023; Gillespie *et al.*, 2023). Além disso, o consumo frequente pode contribuir para o aumento do risco de obesidade e doenças cardiovasculares, reforçando a importância de uma alimentação balanceada, com foco em alimentos *in natura* e minimamente processados.

IMPACTOS AMBIENTAIS E CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Um aspecto relevante que poderia ser acrescentado à discussão sobre a cana-de-açúcar refere-se aos impactos ambientais e às certificações sustentáveis que têm redefinido as práticas do setor. A produção canavieira, historicamente associada a desafios ambientais como queimadas e uso intensivo de recursos naturais, tem passado por transformações significativas em direção à sustentabilidade.

O Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético, implementado inicialmente no estado de São Paulo em 2007, acelerou a eliminação da queima da palha da cana-de-açúcar e estabeleceu parâmetros para a conservação do solo e recursos hídricos. Os resultados deste protocolo demonstraram redução expressiva nas emissões de gases de efeito estufa e na poluição atmosférica local (Gomes; Martinelli, 2019). A certificação Bonsucro, padrão internacional específico para a produção sustentável de cana-de-açúcar, tem sido adotada por unidades produtoras brasileiras, garantindo práticas que consideram aspectos ambientais, sociais e econômicos. Estudos indicam que usinas certificadas apresentam melhor desempenho em indicadores de conservação da biodiversidade e uso eficiente de recursos (Moraes *et al.*, 2020).

O aproveitamento de subprodutos como a vinhaça e a torta de filtro em sistemas de fertirrigação e compostagem representa outra dimensão da sustentabilidade no setor. Pesquisas recentes demonstram que a aplicação controlada destes resíduos pode reduzir o uso de fertilizantes químicos e melhorar a qualidade do solo (Carvalho *et al.*, 2021). Adicionalmente, o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana), desenvolvido pela Embrapa, estabeleceu áreas prioritárias para expansão sustentável da cultura, excluindo biomas sensíveis como Amazônia, Pantanal e áreas com alta biodiversidade. Esta ferramenta tem orientado políticas públicas e decisões de investimento no setor, promovendo uma expansão mais ordenada e ambientalmente responsável (Manzatto *et al.*, 2022).

A adoção de tecnologias como o monitoramento por satélite e a agricultura de precisão tem otimizado o uso de insumos e reduzido impactos ambientais. Paralelamente, ações de restauração ecológica em áreas de preservação permanente e reservas legais contribuem para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Verdade *et al.*, 2021). Essas práticas sustentáveis também valorizam a produção brasileira, alinhando-a às demandas do mercado internacional por critérios ambientais e sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da trajetória histórica, econômica, nutricional e ambiental da cana-de-açúcar revela uma cultura que transcende sua função primária de *commodity* agrícola, configurando-se como elemento estruturante de complexos sistemas socioeconômicos e ambientais. Sua jornada desde o período colonial até o protagonismo atual na economia brasileira demonstra notável capacidade de adaptação e reinvenção frente aos desafios de diferentes épocas.

O recorde histórico projetado para a safra 2023/24, com 677,6 milhões de toneladas, evidencia não apenas a vocação brasileira para esta cultura, mas também os resultados tangíveis dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação ao longo de décadas. A hibridização de espécies do gênero *Saccharum* e o contínuo melhoramento genético representam conquistas científicas significativas que sustentam a produtividade e resiliência do setor frente a adversidades climáticas e fitossanitárias.

Do ponto de vista nutricional, a cana-de-açúcar demonstra versatilidade que ultrapassa sua tradicional aplicação na produção de açúcar e etanol. Seu perfil rico em minerais e vitaminas, aliado ao desenvolvimento de produtos menos processados como o suco concentrado, abre perspectivas promissoras na indústria alimentícia contemporânea, cada vez mais orientada para alternativas naturais aos edulcorantes convencionais.

A dimensão ambiental, antes negligenciada, agora ocupa posição central nas estratégias do setor. As certificações sustentáveis como a Bonsucro, o Protocolo Agroambiental e o Zoneamento Agroecológico representam avanços significativos na conciliação entre produtividade e conservação ambiental. O aproveitamento de subprodutos como vinhaça e torta de filtro em sistemas de fertilização exemplifica os princípios da economia circular aplicados a uma cultura tradicional. No entanto, desafios substanciais permanecem no horizonte. A expansão sustentável da cultura requer vigilância contínua para evitar impactos em áreas sensíveis. A concorrência internacional, especialmente de países com menores custos de produção, demanda inovação constante e agregação de valor. A volatilidade dos mercados de *commodities* e as incertezas relacionadas às políticas energéticas globais exigem estratégias diversificadas e resilientes por parte dos produtores e da indústria transformadora.

A dimensão social, historicamente marcada por relações de trabalho precárias, necessita atenção permanente. A mecanização progressiva da colheita, embora tenha eliminado práticas laborais degradantes como as queimadas, traz consigo o desafio da requalificação profissional de trabalhadores tradicionais do setor. Políticas públicas e iniciativas privadas orientadas para

uma transição justa são fundamentais para que os avanços tecnológicos não ampliem desigualdades sociais.

A integração crescente entre produção de alimentos, bioenergia e bioprodutos apresenta oportunidades significativas para a cana-de-açúcar como matéria-prima central da bioeconomia emergente. As biorrefinarias de cana, capazes de processar integralmente a biomassa para múltiplos produtos, representam um modelo promissor de sustentabilidade e competitividade.

Portanto, a cana-de-açúcar, longe de ser apenas um cultivo do passado colonial brasileiro, posiciona-se como protagonista de um futuro onde a integração entre segurança alimentar, transição energética e desenvolvimento econômico sustentável configura o grande desafio global. A consolidação do Brasil como referência mundial neste setor dependerá de sua capacidade de continuar inovando e implementando práticas que equilibrem produtividade, sustentabilidade ambiental e justiça social em toda a cadeia produtiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições que contribuíram diretamente para a execução desse trabalho, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG ILCT).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARICKMAN, B. J. **A Bahia no século XVII: economia e sociedade**. São Paulo: Hucitec, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cana-de-açúcar**. Brasília: MAPA, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

CARVALHO, L. A. *et al.* Utilização de resíduos da indústria sucroalcooleira na melhoria de atributos físicos do solo: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, p. e0200156, 2021.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. *et al.* Sugarcane (*Saccharum* spp.): Breeding, Production and Use. **In: Plant Breeding Reviews**, Wiley, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2021/22**, v. 8, n. 4. Brasília: Conab, 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2022/23**, v. 9, n. 1. Brasília: Conab, 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2023/24**, v. 10, n. 3. Brasília: Conab, 2023.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2002). **Sistema de produção da cana-de-açúcar para o Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2002). **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Brasília: Embrapa.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2023). **Cana-de-açúcar: informações técnicas e econômicas**.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2023). **Cana-de-açúcar: tecnologias e sustentabilidade**.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2023). **Sistema de produção da cana-de-açúcar para o Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2023.

Food and Agriculture Organization. **Sugarcane and its Sustainability (FAO)**. Rome: **FAO Publications**, 2019.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 34^a ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

GILLESPIE, S. *et al.* A review of the evidence linking diets high in sugar-sweetened beverages to health issues. **Nutrition Research Reviews**, v. 36, n. 1, p. 74–94, 2023.

GOLD ALIMENTOS. **Relatório técnico sobre o suco concentrado de cana-de-açúcar**. São Paulo: Gold Alimentos, 2023.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**, v. 36, n. 6, p. 2086–2097, 2008.

GOMES, F. P.; MARTINELLI, L. A. Impactos do Protocolo Agroambiental na redução das emissões de CO₂ do setor sucroenergético paulista. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 445–453, 2019.

JANNOO, N. *et al.* Molecular investigation of the evolution of sugarcane from wild species. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 114, n. 6, p. 867–876, 2007.

MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E. A.; SILVA, J. E. A. R. Eficiência energética e sustentabilidade ambiental no setor sucroalcooleiro brasileiro. **Energia na Agricultura**, v. 36, n. 2, p. 112–124, 2021.

MACHADO, F. B. P. **Brasil, a doce terra: história do setor sucroalcooleiro**. São Paulo: Editora Atlas, 2023.

MACHADO, R. L. **História Agrária do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2023.

MANZATTO, C. V. *et al.* Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: análise de efetividade após uma década de implementação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 57, p. e02635, 2022.

MARIN, F. R. Variedades. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e etanol**. 2. ed. Viçosa: Suprema, 2014.

MORAES, M. A. F. D. *et al.* Socioeconomic impacts of Bonsucro certification on the sugarcane sector in Brazil. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104985, 2020.

MORAES, M. A. F. D.; ZILBERMAN, D.; REIS, J. G. M. Sugarcane production in Brazil: policies, technologies, and environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 272, p. 122–154, 2020.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. 7. ed. São Paulo: Manole, 2023.

RODRIGUES, C. J.; ROSS, L. **Cana-de-açúcar: cultivo, produção e mercado**. Brasília: Editora AgroBrasília, 2020.

RODRIGUES, F. A.; LIMA, R. S.; CARVALHO, A. M. Inovações no processamento da cana-de-açúcar: qualidade, segurança e sustentabilidade na produção de suco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 43, n. 2, e20230245, 2023.

RODRIGUES, M.; ROSS, L. Características morfofisiológicas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. *et al.* (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2020.

RODRIGUES, M. P.; SOUZA, A. G. T.; CARVALHO, D. S. Aproveitamento integral da biomassa da cana-de-açúcar: desafios e oportunidades. **Cadernos de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 1–10, 2023.

SANTOS, F. A. *et al.* Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004–1010, 2022.

SANTOS, G. B. *et al.* Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 6, p. 419–425, 2021.

SANTOS, M. R. Caracterização e processamento de leites fermentados funcionais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 1, p. 62–71, 2018.

SANTOS, T. M.; LIMA, G. P. P.; SILVA, J. R. Inovação e sustentabilidade na produção de derivados da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 1, p. 55–67, 2022.

SILVA, J. P. N. *et al.* Caracterização tecnológica de variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob estresse hídrico. **Scientia Agrícola**, v. 78, n. 2, p. 134–141, 2021.

SILVA, L. F.; OLIVEIRA, M. G.; FONSECA, L. M. Tecnologias aplicadas à produção de suco de cana-de-açúcar para consumo humano. **Revista Brasileira de Agroindústria**, v. 15, n. 1, p. 55–68, 2022.

SILVA, M. C.; ANDRADE, B. M.; CARDOSO, W. S. Avanços no melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 45–59, 2021.

SILVA, R. F.; ALMEIDA, M. J. C.; TEIXEIRA, L. M. Tecnologias de conservação e processamento de bebidas vegetais: uma revisão aplicada à cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agroindústria**, v. 44, n. 3, p. 155–167, 2022.

SILVA, R. M.; OLIVEIRA, H. A.; SANTOS, L. J. A importância histórica e econômica da cana-de-açúcar no Brasil. **Revista História e Economia**, v. 19, n. 2, p. 34–48, 2021.

SOUZA, G. M.; VICTORIA, R. L.; JOLY, C. A.; VERDADE, L. M. Bioenergy & Sustainability: Bridging the gaps. SCOPE Report 72. **Paris: International Council for Science**, 2017.

VERDADE, L. M. *et al.* Biodiversity conservation in agricultural landscapes: the importance of the matrix in sugarcane certification in Brazil. **Journal of Land Use Science**, v. 16, n. 1, p. 75–89, 2021.