



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO**

**CAMPUS MORRINHOS  
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**AFONSO MORAES MAIOCHI**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE 4 HECTARES DE CANA-  
DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE DERIVADOS**

**MORRINHOS-GO**

**Setembro/2025**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO**

**CAMPUS MORRINHOS**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**AFONSO MORAES MAIOCHI**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE 4 HECTARES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE DERIVADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Adelmo Golynski

**MORRINHOS-GO**

**Setembro/2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

M217v Maiochi, Afonso Moraes.

Viabilidade econômica do cultivo de 4 hectares de cana-de-açúcar para produção de derivados. / Afonso Moraes Maiochi. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2025.

38 f. : il.

Orientador: Dr. Adelmo Golynski.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2025.

1. *Saccharum spp.* 2. Cachaça. 3. Cultivos agrícolas - Rendimento. I. Golynski, Adelmo. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 633.61

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem resarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |                                                      |                                                         |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

- Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:  
Afonso Moraes Maiochi

Matrícula:  
2020104220210423

Título do trabalho:

Viabilidade econômica do cultivo de 4 hectares de cana-de-açúcar para a produção de derivados

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 12 / 12 / 2025

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obtive autorização de qualquer material inserido no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br**  
Afonso Moraes Maiochi  
Data: 08/12/2021 10:24:03 -0300  
Verifique em: <https://validador.riif.gov.br>

Momimbas - GO  
Local  
08 / 12 / 2025  
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Declaro e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

**gov.br**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br**  
Eduardo Gómez  
Data: 08/12/2021 10:24:03 -0300  
Verifique em: <https://validador.riif.gov.br>



Ata nº 22/2025 - NEG/MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

## BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao 18º dia do mês de novembro de dois mil e vinte e cinco, às 09:00 horas (nove horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora, em sessão pública realizada de forma presencial para procederem a avaliação da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de graduação em Agronomia, intitulada "**VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE 4 HECTARES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE DERIVADOS.**", de autoria de **AFONSO MORAES MAIOCHI**, discente do curso de graduação de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Adelmo Golynski, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o curso de Agronomia, e procedidas às correções recomendadas, o TCC foi **APROVADO** com nota 9,0. Considera-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **GRADUADO EM AGRONOMIA**, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega ao coordenador de TCC da versão definitiva do trabalho, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa do TCC, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
------	-------------	----------------------

Prof. Dr. Adelmo Golynski	IF Goiano – Campus Morrinhos	Presidente
Msc. Danilo Siva de Oliveira	IF Goiano – Campus Morrinhos	Membro interno
Msc. Ênio Eduardo Basílio	IF Goiano – Campus Morrinhos	Membro interno

Documento assinado eletronicamente por:

- **Adelmo Golynski, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 25/11/2025 10:51:47.
- **Enio Eduardo Basilio, TECNICO EM AGROPECUARIA**, em 25/11/2025 11:53:53.
- **Danilo Silva de Oliveira, GERENTE - CD0004 - GLEP-MO**, em 25/11/2025 11:54:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/11/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

**Código Verificador:** 764521  
**Código de Autenticação:** 0ed1296cd3



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
 Campus Morrinhos  
 Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
 (64) 3413-7900

## RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é amplamente cultivada no Brasil, sendo majoritariamente utilizada por usinas para a produção de açúcar e etanol. Entretanto, também desempenha papel importante na agricultura familiar e em pequenas e médias propriedades, voltadas à produção de cachaça e derivados como açúcar mascavo, rapadura e melado. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica da produção de quatro hectares de cana-de-açúcar destinados à fabricação desses produtos, considerando diferentes cenários econômicos, a fim de auxiliar pequenas propriedades interessadas em investir nessa atividade. Foram considerados os custos de implantação do canavial, bem como a construção e instalação da agroindústria, em um projeto agronômico com fluxo de caixa projetado para 15 anos. A análise foi realizada com base em dados da literatura, planilhas elaboradas no Microsoft Excel e indicadores econômicos, propondo três cenários de produção com a mesma área e custos de implantação, mas com diferentes valores de comercialização: **Cenário 1** – venda no atacado; **Cenário 2** – venda no varejo; e **Cenário 3** – venda no varejo com agregação de valor, considerando o turismo local. O projeto, desenvolvido para a região de Caldas Novas – GO, apresentou viabilidade econômica nos cenários 2 (TIR = 46%) e 3 (TIR = 72%).

**Palavras chaves:** *Saccharum spp*; cachaça, viabilidade, produção;

## ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum spp.*) is widely cultivated in Brazil, being mainly used by mills for the production of sugar and ethanol. However, it also plays an important role in family farming and in small and medium-sized properties dedicated to the production of *cachaça* and other derivatives such as brown sugar, *rapadura*, and molasses. The present study aimed to evaluate the economic feasibility of producing four hectares of sugarcane intended for the manufacturing of these products, considering different economic scenarios, in order to support small producers interested in investing in this activity. The analysis considered the costs of sugarcane field establishment, as well as the construction and installation of the agro-industrial unit, within an agronomic project with a cash flow projected over 15 years. The study was based on data from the literature, spreadsheets developed in Microsoft Excel, and economic indicators, proposing three production scenarios with the same area and establishment costs but with different selling prices: **Scenario 1** – wholesale sales; **Scenario 2** – retail sales; and **Scenario 3** – retail sales with value aggregation, taking into account local tourism. The project, developed for the region of Caldas Novas – GO, demonstrated economic feasibility in scenarios 2 (IRR = 46%) and 3 (IRR = 72%).

**Keywords:** *Saccharum spp.*; *cachaça*; economic feasibility; production.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Etapas e equipamentos do processo de fabricação.....	23
<b>Tabela 02:</b> Agroquímicos utilizados na produção de cana-de-açúcar.....	29
<b>Tabela 03:</b> Etapas e equipamentos do processo de fabricação.....	31
<b>Tabela 04:</b> Custos iniciais do projeto.....	34
<b>Tabela 05:</b> Produtividade esperada (Ton/Ha) de cana por corte.....	35
<b>Tabela 06:</b> Fluxo de caixa cenário 01.....	37
<b>Tabela 07:</b> Resultados TMA, VPL, TIR e PayBack em todos os cenários.....	37
<b>Tabela 08:</b> Saldo final em caixa no final de 15 anos em todos os cenários.....	38

## Sumário

RESUMO .....	7
Sumário.....	10
REVISÃO DE LITERATURA .....	13
1    Características morfológicas .....	13
1.1    Exigências climáticas .....	13
1.2    Variedades .....	14
1.3    Manejo e preparo do solo .....	15
1.4    Características do solo ideal para o cultivo de cana-de-açúcar .....	16
1.5    Preparação do solo.....	16
1.6    Correção de solo .....	16
1.6.1    Calagem.....	16
1.6.2    Gessagem.....	17
1.7    Adubação química .....	18
1.7.1    Macronutrientes .....	18
1.7.2    Nitrogênio.....	18
1.7.3    Fósforo.....	19
1.7.4    Potássio.....	19
1.8    Micronutrientes.....	19
1.9    Tratos culturais .....	20
1.9.1    Controle de plantas daninhas .....	20
1.9.2    Irrigação.....	20
1.9.3    Controle de pragas e doenças .....	20
1.9.4    Principais pragas.....	20
1.9.5    Principais doenças .....	21
1.10    Colheita.....	21

1.10.1	Ponto ideal de colheita.....	22
1.11	Processamento da cana-de-açúcar para a produção de cachaça .....	22
1.11.1	Moagem da cana-de-açúcar .....	23
1.11.2	Fermentação.....	24
1.11.3	Destilação .....	24
1.11.4	Envelhecimento .....	25
1.11.5	Envase.....	25
1.11.6	Legislação .....	25
1.12	Produção de derivados (Rapadura, melado e açúcar mascavo).....	25
1.12.1	Produção de rapadura .....	26
1.12.2	Produção de melado.....	26
1.12.3	Produção de açúcar mascavo .....	26
1.13	Mercado .....	27
1.13.1	O mercado da cachaça .....	27
1.13.2	O mercado da rapadura.....	27
1.13.3	O mercado do melado.....	27
1.13.4	O mercado do açúcar mascavo .....	28
2	Materiais e métodos.....	28
2.1	Instalação e manejo do canavial .....	28
2.2	Agroindústria.....	30
2.3	Preparação do Caldo .....	31
2.4	Fermentação.....	32
2.5	Destilação .....	32
2.6	Armazenamento.....	32
2.7	Engarrafamento .....	32
2.8	Produção de rapadura, melado e açúcar mascavo .....	32

2.9	Manejo pós-colheita .....	33
2.10	Mão de Obra .....	33
3	Resultados e discussões .....	34
3.1	Análise dos cenários de comercialização .....	35
3.2	Fluxo de caixa e viabilidade do projeto para cenários 1, 2 e 3.....	36
4	Conclusão .....	38
5	Referências Bibliográficas.....	40

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1 Características morfológicas

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma gramínea perene de grande relevância econômica, especialmente no Brasil, devido à sua utilização na produção de açúcar, etanol e bioenergia. O entendimento das características morfológicas dessa cultura é fundamental para aprimorar práticas de manejo, seleção de cultivares e otimização da produtividade.

A morfologia da cana-de-açúcar é composta por raízes, colmos, folhas e inflorescências. O colmo, principal órgão de armazenamento de sacarose, apresenta variações em diâmetro, comprimento e número de entrenós, características que influenciam diretamente na produtividade da cultura. Estudos realizados por Silva et al. (2015) evidenciaram que diferentes cultivares apresentam variações significativas nessas características morfológicas, impactando o rendimento final da produção.

O sistema radicular da cana-de-açúcar é fasciculado, com raízes adventícias que se originam dos nós subterrâneos do colmo. A profundidade e a distribuição das raízes são influenciadas por fatores genéticos e ambientais, afetando a capacidade da planta de absorver água e nutrientes. Pesquisas conduzidas por Oliveira et al. (2011) demonstraram que a densidade radicular está correlacionada com a tolerância ao estresse hídrico em diferentes genótipos.

As folhas da cana-de-açúcar são alternadas e dispostas em espiral ao longo do colmo. Cada folha é composta por bainha, lâmina foliar e lígula. A área foliar é um parâmetro importante, pois está relacionada à capacidade fotossintética da planta. Segundo estudo de Lima et al. (2013), a área foliar específica varia entre cultivares e está associada ao potencial produtivo da cultura.

O perfilhamento refere-se à emissão de brotações laterais a partir da base da planta, contribuindo para o aumento da densidade de colmos por hectare. Essa característica é influenciada por fatores genéticos, manejo cultural e condições ambientais. Conforme apontado por Santos et al. (2014), cultivares que apresentam maior capacidade de perfilhamento tendem a alcançar maiores produtividades, desde que manejadas adequadamente.

#### 1.1 Exigências climáticas

A temperatura é um dos fatores climáticos mais determinantes para a cana-de-açúcar.

Estudos indicam que a faixa ideal de temperatura média anual para o cultivo situa-se entre 18°C e 38°C. Temperaturas abaixo de 16°C ou acima de 38°C podem reduzir significativamente o crescimento da planta, afetando negativamente a produtividade.

A disponibilidade hídrica é crucial para a cana-de-açúcar, especialmente durante o período vegetativo. Precipitações anuais entre 1.000 mm e 1.500 mm são consideradas adequadas para o desenvolvimento pleno da cultura. Além da quantidade, a distribuição das chuvas ao longo do ciclo é fundamental para garantir o crescimento uniforme e o acúmulo de sacarose.

## 1.2 Variedades

Para a produção da cana-de-açúcar, a escolha da(s) variedade(s) é de suma importância, pois é o único fator capaz de proporcionar aumentos significativos na produtividade agrícola e industrial. As diferentes variedades de cana que servem para a fabricação de açúcar e álcool também são apropriadas para a produção de cachaça e outros derivados.

No país, três instituições têm se dedicado ao melhoramento da cana-de-açúcar e à introdução de novas variedades para o plantio. Essas instituições são: o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa), sendo esta última encarregada das variedades RB (CARDOSO et al., 2020)

Se a agroindústria de derivados da cana-de-açúcar irá trabalhar de maio a novembro (período da safra na região), deve plantar variedades que apresentem três tipos de maturação: precoce, média e tardia:

Variedade de maturação precoce: Mostra qualidades de amadurecimento apropriadas para a colheita no começo da safra (maio/junho), apresentando melhor rendimento industrial. Variedade de maturação média: Suas qualidades de amadurecimento serão melhores nos meses de junho, agosto e setembro. Variedade de maturação tardia: É aquela que será colhida no final da safra, nos meses de outubro/novembro.

De acordo com Pimentel e Andrade (2020), as características ideais para uma cultivar de cachaça e outros produtos derivados incluem: elevado rendimento de colmos, alta concentração de sacarose, nível médio/baixo de fibra, resistência a pragas e doenças comuns, facilidade na despálha, resistência à queda, boa adaptação a variados tipos de solo e clima, ausência de florescimento, baixa isoporização, bom desenvolvimento das soqueiras, ausência de fissuras, rápido crescimento inicial e maturação, ausência de joçal e longo período de

aproveitamento industrial. Contudo, não há uma variedade que possua todas essas características, cada uma apresenta seus prós e contras que devem ser avaliados.

Em 2019 a Ridesa (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético) realizou uma pesquisa na qual buscou as variedades mais plantadas e cultivadas em usinas e destilarias no Estado de Minas Gerais na safra 2017/18. Ficando em primeiro lugar a RB867515 com 35% da área cultivada, em seguida a RB92579 com 12% e em terceiro a SP80-1842 com 6%.

A variedade RB867515 possui uma maturação média/tardia, alto teor de sacarose, baixa exigência em solos, boa brotação de soqueiras, médio perfilamento, raro tombamento, fácil despalha, ausência de joçal, florescimento médio e tolerante às principais doenças, porém suscetível à estria-vermelha.

RB92579: maturação média/tardia, alta produtividade agrícola, alto teor de sacarose, média exigência em ambientes, pouco chochamento e florescimento eventual, ótimo perfilhamento e brotação de socaria, resistente à escaldadura e tolerante à ferrugem-marrom. Apresenta despalha difícil e tombamento frequente.

SP80-1842: maturação precoce, alto teor de sacarose, média exigência em fertilidade do solo, pouco florescimento, pouco chochamento, bom perfilhamento, ótima brotação das soqueiras, resistente ao carvão, ferrugem e escaldadura.

IAC-955000: maturação em diferentes períodos, alta produtividade, elevado teor de sacarose, porte ereto, fácil despalha.

RB855156: maturação precoce na região de Goiás, elevado touceiramento, principalmente na soca, colmos eretos, mas decumbentes na fase adulta, empalhados, de diâmetro fino a médio, de cor verde-clara, e com presença de rachaduras, resistente a algumas doenças.

### **1.3 Manejo e preparo do solo**

No preparo do solo, um planejamento adequado da disposição da plantação deve ser realizado com pelo menos dois anos de antecedência. Isso se deve à necessidade de firmar parcerias, preparar o solo e aguardar o crescimento da cultura, que, para o primeiro corte, leva cerca de um ano e meio. Assim, a estratégia agrícola deve estar alinhada com o planejamento da indústria, sendo essencial conhecer a demanda de moagem para as safras futuras (CARDOSO et al., 2020).

## 1.4 Características do solo ideal para o cultivo de cana-de-açúcar

O solo ideal para o cultivo da cana-de-açúcar deve apresentar boa drenagem, estrutura física adequada e teores equilibrados de nutrientes essenciais. Segundo Oliveira et al. (2021), solos profundos, com textura franco-arenosa a argilosa e boa capacidade de retenção de água, favorecem o desenvolvimento radicular e o crescimento da cultura.

## 1.5 Preparação do solo

O preparo adequado do solo é fundamental para o estabelecimento da cana-de-açúcar. Este processo visa criar condições favoráveis para o desenvolvimento radicular, facilitando a absorção de nutrientes e água. De acordo com Lopes Sobrinho (2019), práticas como a aração e a gradagem são essenciais para a descompactação do solo e a incorporação de matéria orgânica, melhorando a estrutura e a fertilidade do solo.

Após a preparação e nivelamento do terreno, é realizada a abertura dos canais para o cultivo. Essa fase é conhecida como sulcação e geralmente é feita com máquinas, de acordo com o espaçamento e a profundidade estabelecidos previamente. A aplicação de fertilizantes pode ser feita ao mesmo tempo que essa atividade. (CARDOSO et al., 2020).

Os sulcos devem ser abertos o mais próximo possível do momento de plantio, para melhor preservação da umidade, o que favorece a brotação e evita que a terra se acumule em caso de chuvas fortes, tornando-os mais rasos. A profundidade ideal para a sulcação é entre 20 e 30 cm, proporcionando um enraizamento mais profundo, aumentando a resistência durante a colheita, facilitando o acesso à água em camadas mais profundas do solo e promovendo um crescimento mais vigoroso na rebrota. É fundamental, no entanto, que o solo tenha sido preparado até essa profundidade (CARDOSO et al., 2020).

## 1.6 Correção de solo

### 1.6.1 Calagem

A cana-de-açúcar é sensível à acidez do solo, sendo essencial a aplicação de corretivos agrícolas. A calagem é a principal estratégia utilizada para elevar o pH do solo e fornecer cálcio e magnésio, promovendo um ambiente adequado para o crescimento das raízes (BARROS et al., 2017). Além disso, a adubação deve ser realizada com base na análise de solo, garantindo

o fornecimento equilibrado de macronutrientes (N, P, K) e micronutrientes essenciais (OLIVEIRA et al., 2021).

O critério para o cálculo da necessidade da calagem na cultura da cana-de-açúcar será:

$$NC = (V2 - V1) \times T/PRNT \text{ (RAIJ et al., 1996)}$$

Onde: NC = Necessidade de calcário em t/ha;

T= CTC (capacidade de troca catiônica);

V2 = Saturação de bases desejada (no caso da cana é igual a 60%);

V1= Saturação de bases encontrada na análise de solo;

PRNT= Poder reativo de neutralização total do calcário expresso em porcentagem.

Para que esta prática tenha êxito, sugere-se que o calcário seja misturado o mais fundo que for viável, até 40 cm, no momento da formação do canavial. No caso da cana-soca, aconselha-se a aplicação em toda a área (que pode ser combinada com gesso, pois proporciona uma distribuição mais homogênea e reduz a deriva) ou em linha (focando principalmente na nutrição com cálcio e magnésio).

### 1.6.2 Gessagem

A determinação da necessidade de gesso agrícola está relacionada à avaliação do solo na profundidade de 20 a 40 cm, especialmente quando as quantidades de cálcio são abaixo de 0,5 cmol.dm ou quando a porcentagem de saturação de alumínio (m%) ultrapassa 20% (SOUZA; LOBATO, 2004).

As doses de gesso agrícola (NG) a serem utilizadas variam conforme a textura do solo e podem ser obtidas utilizando a seguinte equação (RAIJ et al., 1996):

$$NG \text{ (kg/ha)} = 60 \times \text{teor de argila (\%)}$$

A aplicação de gesso agrícola apresenta um efeito prolongado, principalmente na camada subsuperficial (20-40 cm), dispensando assim a necessidade de aplicação a cada ano. O gesso deve ser aplicado juntamente com o calcário, antes de realizar a aração profunda ou a gradagem pesada.

## 1.7 Adubação química

### 1.7.1 Macronutrientes

No decorrer do processo de sulcação durante o plantio, aparece a chance mais significativa de realizar a fertilização diretamente ao redor do sistema radicular da cana-de-açúcar. Nesse momento, a aplicação de fertilizantes no sulco de plantio é feita com base nas concentrações de fósforo e potássio obtidas na análise do solo e na produtividade prevista para a cana-planta e cana-soca.

### 1.7.2 Nitrogênio

Para o cultivo de cana-planta, recomenda-se uma fertilização nitrogenada variando entre 30 e 90 kg de N por hectare. Caso existam leguminosas no cultivo, a necessidade de N pode ser reduzida.

Penatti (2013) analisou 74 experimentos de campo e constatou que a maioria não demonstrou resposta significativa à adubação com nitrogênio quando considerada de forma isolada, mas ao serem avaliados em conjunto, indicaram uma resposta positiva com uma dose econômica de 75 kg/ha. Esses achados sugerem que não é aconselhável eliminar a adubação nitrogenada em cana-planta, especialmente em solos arenosos e considerando a crescente prática de colheita da cana-crua e manejo reduzido.

No contexto da cana soca, a resposta à adubação nitrogenada é comumente mais intensa e frequente, necessitando de quantidades maiores do que as requeridas para cana-planta (VITTI et al., 2008). De acordo com Penatti (2013), após a análise de 20 experimentos em canaviais colhidos com queima, a dose máxima economicamente eficiente foi de 93 kg/ha de N.

No entanto, em canaviais que não passaram pelo espalhamento a fogo, a presença do material seco pode complicar as operações de cultivo, dificultando a aplicação de fertilizantes contendo ureia (o que gera um custo extra), e caso essa aplicação não ocorra, haverá perdas significativas por volatilização dessa fonte. Portanto, recomenda-se que fontes nitrogenadas mais estáveis, que contenham inibidores de ureases, sejam aplicadas superficialmente, em ambos os lados da linha da soqueira, sem incorporação.

Outras opções de fontes nitrogenadas incluem nitrato de amônio e sulfato de amônio; contudo, seu custo por unidade de N é superior ao da ureia (VITTI et al., 2008).

É importante ressaltar que nas áreas onde se aplica vinhaça (complementada com N), a adição de nitrogênio nas soqueiras não é necessária.

### 1.7.3 Fósforo

Diferente do que acontece com o nitrogênio, a cana planta apresenta uma boa resposta à fertilização com fosfato. Por outro lado, a cana soca geralmente não reage, devido ao efeito residual do fósforo aplicado no plantio, a não ser que o solo tenha baixos níveis de fósforo. O IAC recomenda a aplicação de 30 kg/ha de P nas soqueiras, sempre que o nível de P no solo estiver abaixo de 15 mg/dm<sup>3</sup>, segundo o método do extrator de resina (RAIJ et al., 1996).

Para a cana soca, a adubação fosfatada deve ser realizada em uma única aplicação, logo após o corte do canavial, ao longo de ambos os lados das linhas de cana que permanecem, a uma profundidade de 20 cm (usando o cultivador de soqueira) ou na superfície, seguida pela passagem do cultivador simples para garantir a mistura do fertilizante com o solo.

### 1.7.4 Potássio

Tanto a cana-planta quanto a cana-soca têm uma ótima resposta à fertilização com potássio. O potássio é o nutriente que a cana-de-açúcar mais consome, pois ele é fundamental para o transporte de açúcares das folhas para os colmos, que são os órgãos de armazenamento, conforme mencionado por Anderson e Bowen (1992). Em solos com textura arenosa ou média, a aplicação de adubo potássico no sulco de plantio, em quantidade total, pode resultar em perdas devido à lixiviação, especialmente quando o plantio ocorre na estação chuvosa (cana-de-ano) e as raízes ainda não estão bem desenvolvidas. Além disso, doses elevadas de potássio exigem grandes quantidades de cloreto de potássio (KCl), que tem um efeito salino considerável.

Neste contexto, dividir a aplicação colocando metade da dose seis meses após o plantio (durante o trabalho de quebra-lombo e nivelamento do solo) ou aplicar dois terços da dose após o sexto mês demonstrou um aumento significativo na produtividade, em torno de 13 toneladas por hectare, para a variedade RB72454 cultivada em Latossolo Vermelho Distroférrico (LANA et al., 2004). Em áreas de cana-soca onde se utiliza vinhaça, a fertilização com potássio pode ser desnecessária.

## 1.8 Micronutrientes

Segundo Luiz e Quintino (2013), os micronutrientes que a cultura mais exige são, boro, zinco, cobre e manganês. Sua aplicação pode ser realizada via solo (N-P-K + Micro), via toletes e foliar.

## 1.9 Tratos culturais

### 1.9.1 Controle de plantas daninhas

A competição com plantas daninhas pode reduzir a produtividade da cana-de-açúcar. O manejo integrado, que combina métodos mecânicos, químicos e culturais, é recomendado para manter a lavoura livre de infestantes. Beauclair et al. (2015) ressaltam que a adoção de práticas como a rotação de culturas e a utilização de coberturas vegetais auxilia no controle de plantas daninhas, reduzindo a dependência de herbicidas.

### 1.9.2 Irrigação

A suplementação hídrica é uma prática que visa suprir as necessidades de água da cultura, especialmente em regiões com déficit hídrico. Lopes Sobrinho (2019) aponta que o sistema de irrigação por gotejamento é o mais recomendado para a cana-de-açúcar, pois aumenta a produtividade, reduz os tratos culturais e eleva a longevidade dos canaviais.

### 1.9.3 Controle de pragas e doenças

A sanidade da lavoura é fundamental para garantir a qualidade e a produtividade da cana-de-açúcar. O monitoramento constante e a adoção de medidas preventivas são essenciais para o manejo eficiente de pragas e doenças. Beauclair et al. (2015) enfatizam que a integração de práticas culturais, biológicas e químicas é a estratégia mais eficaz para o controle fitossanitário, minimizando os impactos ambientais e econômicos.

### 1.9.4 Principais pragas

Broca da cana (*Diatraea saccharalis*) – método de controle principal: Biológico, utilização da vespinha *Cotesia flavipes* e a microvespa *Trichogramma galloii*.

Cigarrinha (*Mahanarva fimbriolata*) – método de controle principal: Biológico, utilização do fungo *Metarhizium anisopliae*, dependendo do nível de controle (NC) pode ser utilizado o controle químico.

Cupins (*heterotermes tenuis* e *H. Longiceps*) – método de controle: Químico

Bicudos da cana-de-açúcar (*Metamasius hemipterus* e *Sphenophorus levis*) –Método de controle: utilização de mudas sadias e uso de iscas tóxicas para adultos.

### 1.9.5 Principais doenças

Mosaico: Agente causal: Virus (Sugar Cane Mosaic Virus ou SCMV)

Controle: Variedades resistentes ou tolerantes; mudas sadias e certificadas; erradicação de plantas com sintomas no viveiro ou mesmo em pequenas áreas de plantio.

Carvão: Agente Causal: *Sporisorium scitamineum*

Controle: Variedades resistentes ou tolerantes; mudas sadias e certificadas; erradicação de plantas com sintomas no viveiro ou mesmo em pequenas áreas de plantio e rotação de culturas.

Raquítismo da soqueira: Agente causal: Bactéria – *Leifsonia xyli* spp. *Xyli*

Controle: Mudas sadias e certificadas; tratamento térmico (tolete, mini tolete ou gema); desinfecção de podões.

Várias outras doenças influenciam o cultivo da cana-de-açúcar mundialmente; no entanto, apenas algumas delas exercem um impacto econômico significativo em um determinado período e local. Outras doenças têm um efeito econômico menor, como escaldadura, mancha-anelar, mancha-ocular, podridão-vermelha da bainha, entre outras.

A resistência varietal é considerada a medida de controle mais eficaz para a maioria das enfermidades, e os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar têm alcançado êxito na criação de variedades que são resistentes.

### 1.10 Colheita

A colheita manual da cana-de-açúcar tem sido, historicamente, o método predominante no Brasil, especialmente em regiões onde a mecanização é limitada por fatores topográficos ou econômicos. Este método envolve o corte da cana por trabalhadores utilizando ferramentas manuais, como facões, após a queima prévia do canavial para facilitar o manejo e aumentar a eficiência do corte (SILVA; GARCIA, 2009).

A colheita manual permite uma seleção criteriosa das plantas, possibilitando que os trabalhadores escolham os colmos mais adequados e descartem aqueles que não atendem aos padrões de qualidade. Além disso, em áreas de difícil acesso ou com declividades acentuadas, onde a maquinaria não pode operar eficientemente, o corte manual se apresenta como a alternativa mais viável (SILVA; GARCIA, 2009).

Apesar de suas vantagens, a colheita manual apresenta desafios significativos. A queima prévia do canavial, prática comum para facilitar o corte e eliminar resíduos, gera preocupações

ambientais devido à emissão de gases poluentes e à degradação da qualidade do solo. Além disso, a exposição dos trabalhadores a condições laborais adversas, como altas temperaturas e esforço físico intenso, levanta questões relacionadas à saúde e segurança ocupacional (SILVA; GARCIA, 2009).

Nas últimas décadas, tem-se observado uma transição gradual da colheita manual para a mecanizada, impulsionada por fatores como a busca por maior eficiência operacional, redução de custos e atendimento a legislações ambientais mais rigorosas. No entanto, essa mudança também traz implicações socioeconômicas, como a necessidade de requalificação da mão de obra e o impacto sobre o emprego rural (MORENO, 2011).

#### **1.10.1 Ponto ideal de colheita**

Quando trabalhamos com o processamento da cana, seja para qual for o produto final, é importante basear em dados precisos para a maturação. No mercado existe aparelhos que ajudam a mostrar esses dados, como o refratômetro de campo e o sacarímetro, que determinam o teor de açucares ( $^{\circ}$ Brix).

Para a utilização adequada desses dispositivos, é imprescindível realizar uma amostragem, selecionando aleatoriamente entre 10 a 20 plantas (colmos); de cada uma, deve-se coletar o 4º internódio, começando a contagem a partir do solo, e o último internódio maduro (onde não haja folha ou esta esteja seca). É necessário efetuar a medição do  $^{\circ}$ Brix de cada um dos internódios de maneira individual para todos os colmos escolhidos. A relação entre o  $^{\circ}$ Brix do internódio apical e o  $^{\circ}$ Brix do 4º internódio da base é denominada índice de maturação (IM). A cana é considerada madura e pronta para a moagem quando o IM, índice de maturação, se encontra no intervalo igual ou superior a 0,85 e inferior a 1,00 (CARDOSO et al., 2020).

#### **1.11 Processamento da cana-de-açúcar para a produção de cachaça**

A cachaça é uma bebida alcoólica tradicional do Brasil, obtida a partir da destilação do caldo de cana fermentado. Seu processo produtivo envolve diversas etapas, desde a moagem da cana-de-açúcar até o envase do produto final. O controle de qualidade em cada fase é essencial para garantir um destilado de alto padrão (CARDOSO et al., 2019).

No quadro abaixo, obtém-se de maneira resumida as etapas do processo e os equipamentos necessários para a produção da cachaça.

Tabela 01 – Etapas e equipamentos do processo de fabricação

Etapas do processo	Equipamentos
Preparo do Caldo	Moenda Decantador para o caldo Peneiras Tanques para ajuste de Brix Propagador de fermento
Fermentação	Dornas de fermentação do caldo Clarificador para o mosto
Destilação	Fornalha, ou caldeira Alambique Caixa separação do destilado
Armazenamento	Tanque de mistura e padronização Barris de madeira
Engarrafamento	Garrafas Engarrafadora Lacradora Rotulagem

Fonte: Cardoso (2013) - Adaptado

### 1.11.1 Moagem da cana-de-açúcar

A qualidade da cachaça inicia-se com a seleção adequada da cana-de-açúcar. A cana deve ser colhida no ponto ótimo de maturação, quando apresenta altos teores de açúcares fermentescíveis. Após a colheita, a cana é submetida à moagem para extração do caldo. É fundamental que essa etapa ocorra imediatamente após o corte, preferencialmente em até 24 horas, para evitar a deterioração da matéria-prima e a formação de compostos indesejáveis que possam comprometer a qualidade da bebida (SENAI-RS, 2013).

De acordo com Novo (2020) Após a moagem, o caldo passa por um decantador, seguido por filtros, com o objetivo de retirar partículas menores de bagaço. Quando chega na dorna de diluição, tem um determinado Brix, é importante ser diluído com água potável até a concentração de açúcares ficar entre 14° e 16° Brix, antes de ir para a fermentação.

### **1.11.2 Fermentação**

O caldo extraído é então preparado para a fermentação, etapa na qual os açúcares são convertidos em álcool por meio da ação de leveduras. Tradicionalmente, utiliza-se a fermentação espontânea ou "caipira", que se dá de forma natural a partir dos microrganismos presentes no ambiente e na própria cana. Esse método confere características sensoriais únicas à cachaça artesanal. No entanto, para garantir a padronização e a eficiência do processo, é comum a adição de agentes catalisadores naturais, como fubá de milho ou farelo de arroz, que auxiliam na nutrição das leveduras e na condução adequada da fermentação (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2021).

Os recipientes de fermentação precisam ser confeccionados em aço inoxidável ou em materiais parecidos que não transfiram elementos indesejados aos itens sendo preparados, e que sejam duráveis a limpezas e sanitizações frequentes. (CARDOSO et al., 2020)

### **1.11.3 Destilação**

Após a fermentação, obtém-se o "vinho" ou mosto fermentado, que é submetido à destilação em alambiques de cobre. Esse processo separa os componentes voláteis do mosto, permitindo a obtenção da cachaça propriamente dita. A destilação é dividida em três frações: "cabeça", "coração" e "cauda". A fração "coração" é a desejada, pois contém os compostos que conferem qualidade à bebida. Já as frações "cabeça" e "cauda" contêm substâncias indesejáveis e devem ser descartadas. A habilidade do mestre alambiqueiro em realizar os cortes adequados é essencial para assegurar a excelência do destilado (SENAI-RS, 2013).

O alambique pode ser aquecido através de fornalhas, ou com o vapor gerado por caldeiras. Em ambos os casos, o responsável pela operação do equipamento deve ser treinado para garantir uma operação segura e gerar um produto final de qualidade.

#### **1.11.4 Envelhecimento**

A cachaça pode ser consumida logo após a destilação ou submetida ao envelhecimento, processo que aprimora suas características sensoriais. O envelhecimento ocorre em tonéis de madeira, nos quais a bebida adquire compostos provenientes da interação com o material do recipiente, resultando em alterações na cor, aroma e sabor. Diferentes tipos de madeira, como carvalho, amburana e jequitibá, conferem perfis sensoriais distintos à cachaça envelhecida (SENAI-RS, 2013).

#### **1.11.5 Envase**

Após o envelhecimento, a cachaça é filtrada e envasada em recipientes adequados para comercialização. O envase deve ser realizado em condições higiênico-sanitárias rigorosas para garantir a manutenção da qualidade e segurança do produto final. Além disso, uma embalagem atraente e informativa contribui para a valorização da cachaça no mercado consumidor (SAKAI, 2022).

#### **1.11.6 Legislação**

É importante ressaltar que a cachaça deve seguir parâmetros físico-químicos, classificações, normas, e leis para garantir a qualidade da bebida, condições do local de produção e rotulagem. Essas informações encontram-se juntamente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no geral segue a Instrução Normativa de (IN) N° 13 de 2005; IN Instrução Normativa nº 56, de 2002; Decreto nº 4062, de 2001; Projeto de Lei 225/24; e a Portaria nº 539 de dezembro de 2022.

### **1.12 Produção de derivados (Rapadura, melado e açúcar mascavo)**

A produção de rapadura, melado e açúcar mascavo possui raízes profundas na história brasileira, especialmente no contexto da agricultura familiar. Esses produtos são derivados do caldo de cana-de-açúcar e têm sido objeto de estudo por diversos pesquisadores brasileiros, que analisam desde os processos produtivos até aspectos nutricionais e de mercado (CHAVES et al., 2018).

A produção desses derivados envolve etapas como recepção e limpeza da cana, moagem, filtração, concentração e embalagem. A qualidade final dos produtos está diretamente relacionada à eficiência e controle em cada uma dessas fases. O aprimoramento das técnicas

artesanais e a adoção de tecnologias adequadas são fundamentais para aumentar a eficiência produtiva e garantir a qualidade dos produtos finais (SILVA; CESAR, 2018).

Além dos aspectos produtivos, a comercialização desses produtos enfrenta desafios relacionados à padronização, certificação e acesso a mercados mais amplos. Iniciativas que visam agregar valor, como a certificação de origem e a produção orgânica, têm potencial para fortalecer a presença desses produtos no mercado e aumentar a renda dos produtores familiares (DELGADO; DELGADO, 2019).

#### **1.12.1 Produção de rapadura**

A rapadura é produzida pela concentração e cristalização do caldo de cana, resultando em um doce sólido amplamente consumido em diversas regiões do Brasil. Sua produção é tradicional em estados do Nordeste, Sul e em Minas Gerais, onde é apreciada tanto pura quanto combinada com frutas ou amêndoas (DELGADO; DELGADO, 2019).

#### **1.12.2 Produção de melado**

O melado, um xarope obtido pela concentração do caldo de cana, é utilizado como adoçante líquido em várias preparações culinárias. É especialmente valorizado por seu perfil nutricional e sabor característico, sendo produzido artesanalmente e consumido em diversas regiões do país (PEREZ, 2021).

#### **1.12.3 Produção de açúcar mascavo**

O açúcar mascavo é obtido a partir da concentração do caldo de cana recém-extraído, sem passar pelo processo de refinamento. Esse método preserva nutrientes como cálcio, ferro, potássio e vitaminas, diferentemente do açúcar branco refinado. Nutricionistas destacam que, apesar de seu valor nutricional superior, o consumo de açúcar mascavo deve ser moderado devido ao seu impacto nos níveis glicêmicos (SILVA; CESAR, 2018).

Ambos os produtos acima podem ser produzidos utilizando o mesmo tacho. Apenas sua etapa final de produção necessita de equipamentos e operações diferentes, contudo realizado no mesmo local de manipulação.

## 1.13 Mercado

A cachaça, a rapadura, o melado e o açúcar mascavo são produtos tradicionais derivados da cana-de-açúcar que desempenham um papel significativo na economia brasileira. Nos últimos anos, esses produtos têm ganhado destaque devido à crescente demanda por alimentos naturais e artesanais (Delgado & Delgado, 2020).

### 1.13.1 O mercado da cachaça

A cachaça, destilada genuinamente brasileira, tem conquistado espaço tanto no mercado interno quanto no externo. O setor tem se beneficiado de estratégias de marketing que enfatizam sua autenticidade e qualidade. A valorização da cachaça no mercado internacional tem atraído investimentos de multinacionais no setor de destilados (Ribeiro et al., 2020).

Consumidores de diferentes classes sociais buscam na cachaça padrões de qualidade comparáveis aos de destilados importados, o que impulsiona a demanda por produtos premium e artesanais (Carvalho & Melo, 2019). Além disso, a exportação da cachaça para mercados exigentes, como Estados Unidos e União Europeia, tem sido favorecida pela regulamentação do produto como indicação geográfica (Ribeiro et al., 2020).

### 1.13.2 O mercado da rapadura

A produção de rapadura tem sido uma alternativa viável para pequenos produtores agregarem valor à cana-de-açúcar. Tradicionalmente, a rapadura é comercializada em feiras livres, empórios e lojas de produtos naturais, atendendo a um público que valoriza alimentos tradicionais e artesanais. A produção artesanal desses derivados é uma prática transmitida por gerações, preservando técnicas centenárias que conferem identidade cultural aos produtos (Delgado & Delgado, 2020).

Além disso, o mercado de rapadura tem recebido incentivos governamentais e privados para melhoria da qualidade e aumento da produção. Segundo Delgado & Delgado (2020), a valorização desse produto tem sido favorecida por certificações de origem e práticas sustentáveis na produção.

### 1.13.3 O mercado do melado

O consumo do melado tem crescido no Brasil e em mercados internacionais devido ao seu

apelo saudável e natural. Conforme o SEBRAE (2023), a fabricação desse produto representa uma oportunidade promissora para pequenos produtores, que podem agregar valor à cana-de-açúcar e conquistar mercados exigentes.

#### **1.13.4 O mercado do açúcar mascavo**

A demanda por açúcar mascavo vem crescendo desde a década de 1980, impulsionada pela busca por alimentos orgânicos e menos processados. Em 2003, o mercado brasileiro movimentou cerca de US\$ 300 milhões, com a maior parte da produção destinada à exportação, especialmente para a Europa (JornalCana, 2023). Para atender a essa crescente demanda, produtores têm se organizado em cooperativas, como a Cooperativa de Cachaça e Derivados de Cana-de-açúcar do Norte Fluminense (Coopcanf), visando ampliar a produção e explorar novos mercados (Machado, 2012).

## **2 Materiais e métodos**

O presente estudo apresenta um cenário hipotético para a avaliação de indicadores econômicos, em uma área plantada com 4 hectares de cana de açúcar, visando a produção de cachaça e outros derivados, como rapadura, açúcar mascavo e melado.

A área escolhida para o desenvolvimento do estudo foi a fazenda Estância Isabela, localizada no município de Caldas Novas, Goiás, a 17°44'28" sul, 48°33'29" oeste, 680 metros de altitude.

Para a elaboração do projeto, com o objetivo de examinar a viabilidade financeira do cultivo de 4 hectares de cana de açúcar para a produção de cachaça e outros derivados, foram considerados dados da literatura, preços de custos, mudas, insumos, equipamentos, maquinários, mão de obra na região local, e empresas que já prestam serviços no ramo.

### **2.1 Instalação e manejo do canavial**

A escolha da área do plantio foi levada em consideração a topografia, acesso e a qualidade do solo, chegando a 4 hectares plantado em uma área total de 4,9 hectares, divididos em 6 talhões com 2 variedades de cana diferentes. Esses 0,9 hectares são espaços de estradas, e aceiros de divisa.

O local foi cercado com arame liso, e postes de eucalipto a 3 metros de distância, contendo uma porteira de entrada na área. O terreno foi preparado com subsolagem, 2 gradagem (aradora e niveladora), calagem, gessagem a lanço, e adubação com MAP no sulco de plantio.

As recomendações de adubação utilizando os dados da análise de solo, e critérios estabelecidos pela 5º Aproximação, foram os seguintes: Calcário dolomítico, 1,1 ton/ha; gesso agrícola, 1,8 ton/ha; MAP 289 kg/ha; KCl 150kg/ha; e de cobertura 30 dias após o plantio 66kg/ha de ureia e 60kg/ha de KCl.

As variedades escolhidas, foram levadas em questão o período de maturação, condições de resistência a pragas e doenças, e teste locais próximos realizado por usinas e propriedades menores. Variedade RB85-5156, possui a maturação precoce (meses de junho e junho) e Variedade IAC 95-5000, maturação média/tardia (meses de agosto, setembro, outubro e novembro).

O plantio realizado com auxílio de “matracas” de mudas de cana, operado por 4 pessoas. Utilizando um espaçamento de 1,40 m entre linhas e 0,50 m entre mudas. Plantando então 23857 mudas da RB85-5156 em uma área de 1,67 hectares, e 33286 mudas da variedade IAC 95-5000.

Nos anos seguintes é feito a aplicação após a colheita apenas com ureia na dosagem de 87 kg/ha. Toda a vinhaça produzida na propriedade será destinada a adubação do canavial.

Dentre as despesas de instalação e implantação da cultura, destaca-se que é necessário a renovação dos talhões de cana com no máximo 5 anos, para garantirmos assim o máximo possível de produtividade. Na renovação será utilizada a cana já planta na propriedade para propagação, com o critério de 15 ton/ha, não sendo necessário a compra de novas mudas.

No controle de pragas e doenças foi pego como base as principais pragas e doenças descritas nas literaturas sobre cana-de-açúcar, e levado em consideração as que tem mais incidências na região em estudo. No quadro abaixo está descrito a classe, nome comercial e princípio ativo dos produtos utilizados.

Tabela 02 – Agroquímicos utilizados na produção de cana-de-açúcar

Classe	Nome comercial	Princípio ativo	Alvo
Herbicida	Dual Gold	S-Metolacro	FL - FE
Herbicida	Callistro	Mesotriona	FL - FE
Inseticida	Fipromix	Fipronil	Cupins e formigas
Inseticida	Ampligo	Lambda-Cialotrina; Clorantraniliprole	Broca da cana (colmo)

Será utilizado o controle biológico com vespinha *Cotésia flavips* para o controle da

broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), e os fungos bioinseticidas *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* para o controle da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) e Bicudo da cana-de-açúcar (*Sphenophorus levis*) respectivamente.

Para a realização da aplicação foi adquirido além do trator MF 275, um pulverizador de 600 litros com barras de 12 metros. E no geral a propriedade contará em seus equipamentos com um distribuidor de adubos, arado de 4 discos, grade aradora, carreta para transportar a cana e auxiliar nas tarefas do dia a dia, sulcador, carreta tanque, motobomba a combustão, e um motoserra.

## 2.2 Agroindústria

Para esse setor, foi pensado minuciosamente em atender todas a diretrizes das normativas do MAPA (Mínisterio da Agricultura Pecuária e Abastecimento) que regem sobre a fabricação da cachaça, além de comprar os requisitos também estabelecidos pela ANVISA. Para isso consultamos engenheiros de alimento, civis, ambientais, mecânicos, produtores, e empresas especializadas no ramo, afim de buscar o máximo possível de informações sobre o setor.

A agroindústria contará com 312 m<sup>2</sup> feitos em alvenaria, com paredes na área de produção revestidas em azulejos na cor branca, colocados de forma que favoreça o escoamento da água quando lavados. O chão será de granitina, no teto, todas as salas de manipulação será instalado forro PVC.

Será feito na parte externa 2 vestiários (masculino e feminino), juntamente com o departamento de material de limpeza (DML), possuindo um total de 15 m<sup>2</sup>. Também haverá 2 galpões, um em estrutura metálica para abrigar a caldeira, com uma área de 40 m<sup>2</sup>, laterais abertas, e apenas com contra piso reforçado, e o outro galpão de alvenaria, com 99m<sup>2</sup>, para armazenar as cachaças em barris de madeira.

Foi estipulado um total de 20 horas máquina para o preparo do terreno, levando em consideração o estudo da agroindústria em patamares, onde a parte superior é a entrada da matéria prima (cana-de-açúcar), seguido em desnível para as partes inferiores do processo. Isso foi pensado de forma em que se utiliza a gravidade para o transporte dos líquidos em tubulações de aço inoxidável, como o caldo da cana e o mosto fermentado.

Na tabela abaixo temos as etapas do processo e os equipamentos necessários para a produção.

Tabela 03 – Etapas e equipamentos do processo de fabricação

Etapas do processo	Equipamentos
Preparo do Caldo	Moenda Decantador para o caldo Peneiras Tanques para ajuste de Brix Propagador de fermento
Fermentação	Dornas de fermentação do caldo Clarificador para o mosto
Destilação	Fornalha, ou caldeira Alambique Caixa separação do destilado
Armazenamento	Tanque de mistura e padronização Barris de madeira
Engarrafamento	Garrafas Engarrafadora Lacradora Rotulagem

Fonte: Cardoso (2013) - Adaptado

### 2.3 Preparação do Caldo

Para a moagem da cana-de-açúcar foi adquirido uma moenda 06x08 motor de 7,5 HP, com a capacidade de moagem de 600 a 700 kg/h e uma extração de 350 a 450 litros/h, contendo uma esteira para transportar o bagaço da cana. Juntamente com uma peneira rotativa de aço inox, que possui a função de separar o baracinho, areia e outras impurezas oriundas da moagem da cana.

Nessa parte do processo também entra um decantador em aço inox, com 4 repartições com volume de 200 litros, 2 dornas diluidoras para padronização do brix de 610, com serpentina interna para aquecimento, podendo propagar o fermento nesse equipamento.

## **2.4 Fermentação**

No processo de fermentação foram obtidas 3 dornas de fermentação de 900 litros, com serpentina interna para aquecimento ou resfriamento, com termômetro digital, e também uma dorna volante para limpeza e pré-aquecimento do vinho com 610 litros.

## **2.5 Destilação**

A fim de realizar a destilação, foi realizada a compra dos seguintes itens: Alambique em cobre, modelo Vapor (caldeira) de 500 litros úteis; Coluna modelo deflegmador com sistema para limpeza interna, com pratos borbulhadores; Resfriador modelo cápsula; Caixa de recepção da cachaça com repartições internas com separação de coração e cabeça/calda.

Para gerar o vapor necessário na destilação, foi necessário adquirir uma caldeira a vapor de 200 kg/h, alimentada por bagaço de cana, e/ou lenha.

## **2.6 Armazenamento**

No processo de armazenagem, foram necessários 4 tanques com capacidade de 5 mil litros cada, além de barris de carvalho americano que no final do projeto contará com 177 unidades.

## **2.7 Engarrafamento**

A etapa final na produção contara com equipamentos específicos para o envase, sendo eles: Tanque de 300 litros para padronização da cachaça; tanquinho de Pré Enxague de garrafas; escorredor para 44 garrafas; envasadora Linha 2 Modelo 2 bicos, desmontável; reservatório de 50 litros, com envase semi-automático, Produção de até 150 a 170 garrafas/hora; mesa de luz para revelar as impurezas da cachaça.

Além de mesas, bancadas, cadeiras e outros utensílios para garantir a praticidade e conforto na produção.

Todos os equipamentos foram pensados em obedecer às demandas do projeto, seguindo todas as normas da legislação, e adquiridos de empresas sérias com renome no mercado nacional e internacional.

## **2.8 Produção de rapadura, melado e açúcar mascavo**

Com o objetivo de produzir esses produtos, será adquirido um tacho de aço inox com capacidade de 300 litros aquecido a vapor. Os outros equipamentos necessários para a produção são os mesmos descritos acima para a cachaça, como a moenda, decantador e caldeira, podendo

assim aproveitá-los para ambos produtos de forma simultânea.

Na produção da rapadura, são necessários os moldes para alocar a massa de açúcar depois do tempo de cozimento. Já na fabricação de açúcar mascavo utilizam-se recipientes de aço inox para bater o produto até ficar na gramatura desejada.

No processo de fabricação do melado de cana, foram adquiridos galões onde serão utilizados após a atividade pronta. No geral, esses produtos podem utilizar os mesmos utensílios.

## **2.9 Manejo pós-colheita**

A colheita da cana está prevista para cerca de 1 ano após o plantio, onde deve ser feito a análise da planta, e através de dados como °Brix e IM (índice de maturação), definir se a mesma já está apta para ser colhida.

Será realizada de forma manual, e é uma etapa crucial na cadeia produtiva da cachaça, influenciando diretamente a qualidade do produto final e a viabilidade econômica do empreendimento. Após a colheita, a cana deve ser transportada com agilidade até a agroindústria, preferencialmente em até 24 horas, a fim de evitar a deterioração microbiológica e a perda de açúcares fermentescíveis. O armazenamento prolongado pode levar à formação de compostos indesejáveis que comprometem o aroma e o sabor da bebida.

Na chegada ao engenho, a cana passa por uma triagem e limpeza para remoção de impurezas, como terra, folhas secas e fragmentos vegetais. Em seguida, realiza-se a moagem. É fundamental que os equipamentos estejam devidamente ajustados e higienizados, minimizando contaminações e maximizando o rendimento.

Outro aspecto importante do manejo pós-colheita é o controle de qualidade do caldo extraído. Parâmetros como pH, teor de açúcares e presença de contaminantes devem ser monitorados continuamente, pois afetam diretamente a fermentação e, consequentemente, a produção de etanol e congêneres que compõem o perfil sensorial da cachaça.

## **2.10 Mão de Obra**

Para o projeto, a propriedade contará com 2 funcionários fixos, que ajudarão na safra na parte de produção da agroindústria, e na entre safra ficam responsáveis nos tratos culturais realizados no canavial. Nesse período os mesmos também podem realizar tarefas na parte do envase de mercadorias estocadas. No corte da cana serão contratados 2 trabalhadores com contrato de safra de 5 meses, e diaristas na época de replantio do canavial.

### 3 Resultados e discussões

Foi realizada uma análise minuciosa, com base em cálculos específicos, para estimar os custos envolvidos na implantação, produção e manutenção do sistema produtivo até a obtenção dos produtos finais prontos para comercialização. Para isso, foram elaboradas planilhas eletrônicas no Microsoft Excel, permitindo avaliar a produtividade do canavial, definir as quantidades de produtos a serem obtidas e, por fim, analisar a viabilidade econômica do projeto.

Considerando todos os investimentos iniciais de plantio, construção da agroindústria, maquinários, equipamentos, entre outros, o custo de implantação para a produção de cachaça e derivados da cana, em uma área de 4 hectares de cana, totaliza: R\$1.439.881,49.

Tabela 4 – Custos iniciais do projeto

Aquisições	Capital investido
Implantação do canavial	R\$ 129.653,75
Construção da agroindústria	R\$ 655.930,00
Maquinários para operação da agroindústria	R\$ 397.832,75
Maquinário e implementos para a implantação e manejo do canavial	R\$ 238.369,36
Taxas, elaboração de documentos e ART's	R\$ 15.695,63
Mão de obra	R\$ 2.400,00

Fonte: Próprio autor

A Tabela 4 apresenta os principais custos iniciais relacionados à implantação do projeto. O maior investimento foi destinado à construção da agroindústria, representando 45,55% do total, seguido pelos maquinários para operação da agroindústria (27,62%), maquinário e implementos para a implantação e manejo do canavial (16,55%), formação do canavial (9%), taxas e elaboração de documentos (1,09%) e, por fim, mão de obra, que correspondeu a apenas 0,16% dos custos iniciais.

Durante o período de plantio do canavial, serão contratados diaristas para auxiliar no plantio das mudas de cana e na reforma dos talhões nos anos seguintes, sendo estipulado o valor de R\$ 150,00 por diária.

Para a composição dos custos com mão de obra a partir do primeiro ano de safra, foi

estipulado um salário mensal de R\$ 2.116,80 (equivalente ao salário mínimo acrescido de 40% de periculosidade) para cada colaborador, totalizando um montante anual de R\$ 24.375,00, já considerando o pagamento proporcional de férias e 13º salário. Além disso, a gestão do processo produtivo contará com um mestre alambiqueiro, com remuneração mensal de R\$ 7.000,00.

A cana-de-açúcar mantém-se produtiva por um período de 5 a 7 anos, apresentando redução gradual na produtividade com o passar dos cortes. A Tabela 5 apresenta a produtividade esperada, segundo Cardoso et al. (2020).

Tabela 05 – Produtividade esperada (Ton/ha) de cana por corte

Estádio de Corte	Produtividade esperada (t/ha)
1º Corte (cana-planta)	115
2º Corte	100
3º Corte	90
4º Corte	80
5º Corte	70
6º Corte	60

**Fonte:** Adaptado de Cardoso et al. (2020)

### 3.1 Análise dos cenários de comercialização

Para a definição dos preços médios dos produtos derivados, foram considerados três cenários distintos de comercialização, variando conforme o tipo de mercado e o valor agregado aos produtos.

Cenário 01: analisou-se a venda no atacado, resultando nos seguintes valores médios:

- Cachaça Branca (prata): R\$ 36,21/litro
- Cachaça envelhecida por 2 anos: R\$ 59,80/litro
- Cachaça envelhecida por 4 anos: R\$ 145,73/litro
- Rapadura: R\$ 12,25/kg
- Açúcar mascavo: R\$ 7,00/kg
- Melado: R\$ 9,25/kg

Cenário 02: foram considerados os preços praticados no varejo, com os seguintes valores médios. Foi previsto o valor de aluguel e de 2 colaboradores para comercialização:

- Cachaça Branca (prata): R\$ 72,43/litro

- Cachaça envelhecida por 2 anos: R\$ 92,86/litro
- Cachaça envelhecida por 4 anos: R\$ 291,47/litro
- Rapadura: R\$ 24,50/kg
- Açúcar mascavo: R\$ 14,00/kg
- Melado: R\$ 18,50/kg

Por fim, no cenário 03, avaliou-se o mercado local, caracterizado por forte apelo turístico e valorização de produtos artesanais com identidade regional. Nesse contexto, os preços médios observados foram:

- Cachaça Branca (prata): R\$ 85,71/litro
- Cachaça envelhecida por 2 anos: R\$ 119,59/litro
- Cachaça envelhecida por 4 anos: R\$ 345,00/litro
- Rapadura: R\$ 57,00/kg
- Açúcar mascavo: R\$ 48,00/kg
- Melado: R\$ 70,50/kg

Para esse cenário além dos custos adicionais citados acima (aluguel e mão de obra), obteve um custo maior de embalagens, com o intuito de agregar valor no produto, foi buscado embalagens diferenciadas para serem utilizadas.

Esses três cenários permitem observar o impacto da estratégia de comercialização sobre a rentabilidade do projeto.

### 3.2 Fluxo de caixa e viabilidade do projeto para cenários 1, 2 e 3

Ao longo dos 15 anos previstos para o projeto, foram registrados e organizados em tabela os custos anuais relacionados ao canavial, manejo, adubação, defensivos agrícolas, agroindústria, equipamentos, mão de obra, energia, embalagens, impostos, taxas, ARTs, entre outros insumos e serviços necessários à produção.

Entre as despesas recorrentes após o investimento inicial, destacam-se como mais representativas os gastos com mão de obra, embalagens e impostos, sendo este os dois últimos variáveis, conforme o cenário e o faturamento específico de cada um analisado.

Da produtividade representada de cana-de-açúcar em cada ano, foi definido 60% para a produção de cachaça, onde metade será vendida como branca anualmente, e a outra metade destinada para o envelhecimento, onde 50% envelhece por 2 anos, e o restante por 4 anos. Os 40% restantes do canavial são destinados à produção dos derivados, com destaque na rapadura por ter maior valor de mercado.

Tabela 06 – Fluxo de caixa cenário 01

<b>Ano</b>	<b>Entradas</b>	<b>Saídas</b>	<b>Fluxo de Caixa</b>
1	R\$ 0,00	R\$ 1.526.442,89	-R\$ 1.526.442,89
2	R\$ 671.061,00	R\$ 912.254,02	-R\$ 241.193,02
3	R\$ 588.115,88	R\$ 843.184,43	-R\$ 255.068,56
4	R\$ 913.565,72	R\$ 797.337,42	R\$ 116.228,30
5	R\$ 779.169,38	R\$ 776.410,72	R\$ 2.758,66
6	R\$ 1.687.104,56	R\$ 849.250,34	R\$ 837.854,22
7	R\$ 1.728.560,44	R\$ 928.906,92	R\$ 799.653,52
8	R\$ 1.495.856,25	R\$ 858.069,34	R\$ 637.786,91
9	R\$ 1.421.658,75	R\$ 807.891,66	R\$ 613.767,09
10	R\$ 1.449.460,13	R\$ 826.957,25	R\$ 622.502,88
11	R\$ 1.447.546,50	R\$ 793.644,06	R\$ 653.902,44
12	R\$ 1.689.768,00	R\$ 900.901,68	R\$ 788.866,32
13	R\$ 1.370.100,75	R\$ 830.212,54	R\$ 539.888,21
14	R\$ 2.327.355,00	R\$ 1.122.509,41	R\$ 1.204.845,59
15	R\$ 1.960.875,00	R\$ 1.016.121,01	R\$ 944.753,99

Fonte: Próprio autor

A Tabela 06 apresenta o fluxo de caixa elaborado com base nas receitas e despesas previstas ao longo dos 15 anos de análise econômica, considerando os valores estimados no Cenário 1 (atacado). As depreciações dos ativos foram incorporadas ao fluxo até o 15º ano de operação.

Com base nesses dados, torna-se possível calcular os indicadores de desempenho econômico, os quais são fundamentais para a avaliação da viabilidade financeira do projeto em cada um dos cenários propostos neste estudo.

Tabela 07 – Resultados TMA, VPL, TIR e PayBack em todos os cenários

<b>Cenários</b>	<b>TMA</b>	<b>VPL</b>	<b>TIR</b>	<b>PayBack</b>
1	23%	-R\$ 593.223,76	17%	6,42
2	23%	R\$ 2.685.902,38	46%	3,76
3	23%	R\$ 5.042.916,42	72%	1,82

Fonte: Próprio autor

A Tabela 07 evidencia que o Cenário 1 resultou em Valor Presente Líquido (VPL) negativo, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 17% e um período de retorno do investimento (playback) de 6,41 anos, indicando a inviabilidade econômica do projeto quando a comercialização ocorre exclusivamente no mercado atacadista.

Em contrapartida, os demais cenários apresentaram resultados positivos. O Cenário 2 obteve VPL positivo, TIR de 52% e playback de 2,95 anos. O destaque, no entanto, foi o Cenário 3, que apresentou o melhor desempenho entre os três, com VPL positivo, TIR de 75% e um playback reduzido de 1,67 anos, mesmo considerando custos mais elevados com embalagens.

Tabela 08 – Saldo em caixa no final de 15 anos em todos os cenários

Cenários	Saldo
1	R\$ 5.933.400,26
2	R\$ 20.385.879,96
3	R\$ 28.736.271,02

A Tabela 08 apresenta o saldo acumulado em caixa ao final dos 15 anos de execução do projeto. Observa-se que, embora o Cenário 1 tenha registrado uma VPL negativo, ainda assim resultou em um montante final de R\$5.933.400,26. Por outro lado, os demais cenários demonstraram desempenho financeiro significativamente superior, com saldos finais superiores a R\$ 20 milhões ao término do período analisado.

#### 4 Conclusão

Conclui-se que a produção de cachaça e seus derivados, na região de Caldas Novas – GO, apresenta viabilidade econômica quando a comercialização é realizada diretamente ao consumidor final, seja por meio de vendas convencionais ou por estratégias de agregação de valor, como a diferenciação na apresentação dos produtos.

Dentre os cenários analisados, o terceiro demonstrou o melhor desempenho, com uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 72% e um período de retorno do investimento (playback) inferior a dois anos. Além disso, esse cenário apresentou o maior saldo em caixa ao final do período de análise, superando os demais.

Ressalta-se, contudo, que o Cenário 1 reflete uma prática comum entre as empresas do setor, embora não represente a totalidade de suas operações. Nesse modelo, parte da produção é destinada ao atacado, enquanto outra parcela permanece em estoque para comercialização direta. A principal vantagem dessa estratégia está no maior volume de vendas para

revendedores, o que contribui para o aumento da rotatividade dos produtos.

## 5 Referências Bibliográficas

- CARDOSO, Maria. **Produção de aguardente de cana.** 4º. ed. aum. Lavras-MG: Ufla, 2020. 445 p.
- NOVO, Manoel. **A arte do blend na cachaça:** do canavial ao copo, tudo o que é preciso saber para chegar à fórmula da perfeição. 1º. ed. Rio de Janeiro-RJ: Carbonários comunicação e produções, 2020. 189 p.
- MARIN, Fabio; NASSIF, Daniel. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. v.2. ed. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 30 nov. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/NGvR8z9YJb6zkyqTqfRdL5D/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 19 maio 2025.
- SILVA, F. C. et al. IMPACTO das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar na América do Sul. João Pessoa-PB: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 25 abr. 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0246.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- MAIA , Sebastião *et al.* CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PRODUTIVA E SUAS CORRELAÇÕES EM CULTIVARES DE CANADE-AÇÚCAR. 16. 1. ed. Rio Largo: Ciência Agrícola, 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/5d9b/c094c0fe5607f376dfbbec307cfb4254f30c.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- SILVA, MARCELO *et al.* CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS E PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR VARIAM DE ACORDO COM ACULTIVARE O REGIME HÍDRICO. Botucatu: Irriga, 2015. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1961>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- GALON, L *et al.* INTERFERÊNCIA DA Brachiaria brizantha NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR. In: **Planta Daninha**. 29. Viçosa-MG, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/j43rfsFmjV858cVwjgdQndz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 mar. 2025.
- DE HOLANDA, Lucas Almeida; SANTOS, Claudiana Moura; SAMPAIO NETO, Givaldo Dantas; SOUSA, Antônio de Pádua; SILVA, Marcelo de Almeida. VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO REGIME HÍDRICO DURANTE O DESENVOLVIMENTO INICIAL. **IRRIGA**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 573–584, 2014. DOI: 10.15809/irriga.2014v19n4p573. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/639>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- BEAUCLAIR, Edgar *et al.* Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar. In: **Tratos culturais: manejo da cultura da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002688377>. Acesso em: 22 mar. 2025.

LOPES SOBRINHO, Oswaldo Palma; SILVA, Gerlange Soares da; PEREIRA, Álvaro Itaúna Schalcher; SOUSA, Aline Bezerra de; CASTRO JÚNIOR, Wady Lima; SANTOS, Leonardo Nazário Silva dos. A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*) E O MANEJO DA IRRIGAÇÃO. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 1605–1625, 2019. DOI: 10.17765/2176-9168.2019v12n4p1605-1625. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6365>. Acesso em: 22 mar. 2025.

MORENO, L. M. Transição da colheita da cana-de-açúcar manual para a mecanizada no Estado de São Paulo: cenários e perspectivas. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-29082011-100955/publico/LuisMarcelo.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2025.

COLHEITA MECÂNICA E MANUAL DA CANA-DE-AÇÚCAR: HISTÓRICO E ANÁLISE. **Nucleus**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2009. DOI: 10.3738/nucleus.v6i1.149. Disponível em: <https://www.nucleus.feitoverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/149>. Acesso em: 21 mar. 2025.

PORTAL SÃO FRANCISCO. Produção da Cachaça. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/historia-geral/producao-da-cachaca>. Acesso em: 22 de Mar. 2025

OLIVEIRA, Lucas; FERRAREZI, Edemar. PRODUÇÃO DE CACHAÇA ARTESANAL. 2. ed. Taquaritinga – SP: Interface Tecnológica, 2022. v. 19. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/download/1542/853>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SENAI-RS. Fabricação de cachaça. 2013. Disponível em: <https://www.senairs.org.br/sites/default/files/documents/fabricao-de-cachaa-pdf1.pdf> Acesso em: 22 mar. 2025.

DELGADO, Afrânio; DELGADO, André. **Produção de açúcar mascavo, rapadura, melado e cachaça**. 2º . ed. atual. [S. l.]: FEALQ, 2019. 184 p. ISBN 978-85-7133-096-2.

SEBRAE. Fabricação do melado: oportunidade em alta. Disponível em [https://respostas.sebrae.com.br/fabricacao-do-melado-oportunidade-em-alta/?utm\\_source](https://respostas.sebrae.com.br/fabricacao-do-melado-oportunidade-em-alta/?utm_source) Acesso em. Acesso em: 23 de mar. 2025.

JornalCana. Cresce demanda por açúcar mascavo. Disponível em<[https://jornalcana.com.br/mercado/cresce-demanda-por-acucar-mascavo/?utm\\_source](https://jornalcana.com.br/mercado/cresce-demanda-por-acucar-mascavo/?utm_source)>. Acesso em: 23 de mar. 2025.

CHAVES, José Benício Paes et al. Melado, rapadura e açúcar mascavo: produção, qualidade e mercado. Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo. Tradução . Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002991831>. Acesso em: 25 mar. 2025.

JERONIMO, Elisangela Marques. **PRODUÇÃO DE AÇÚCAR MASCAVO, RAPADURA E**

MELADO NO ÂMBITO DA AGRICULTURA FAMILIAR E SUA IMPORTÂNCIA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA. **Programa Educativo e Social JC na Escola: Ciência Alimentando o Brasil**, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-07.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025..

SILVA, F. C. da; CESAR, M. A. A. (Org.). *Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo*. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002991822>. Acesso em: 25 mar. 2025.

SILVA, Isabela Perez da; JESUS, Michele Passos de; BARBOSA, Mirian Andreia; RODRIGUES JÚNIOR, Sergio Roberto. Produção agroindustrial do açúcar mascavo, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso ( Curso Técnico em Agroindústria) - ETEC Padre José Nunes Dias, Monte Aprazível(SP), 2021. Disponível em <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/6907>. Acesso em 25 mar. 2025.