

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Emanuele Vitória das Neves Silva
Leticia Vitória Reis Barbosa
Maria Clara Duque Xavier
Maria Eduarda Belentani Romero
Thiago Alexandre da Silva

PRODUÇÃO DE CACHAÇA COM MEL E LIMÃO

Fernandópolis

2025

Emanuele Vitória das Neves Silva
Leticia Vitória Reis Barbosa
Maria Clara Duque Xavier
Maria Eduarda Belentani Romero
Thiago Alexandre da Silva

PRODUÇÃO DE CACHAÇA COM MEL E LIMÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Açúcar e Alcool, no Eixo Tecnológico de Produção Industrial, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação da Professor Fernando Henrique Dutra Pereira.

Examinadores:

Alex Tomas Henrique de Souza

Fernando Henrique Dutra Pereira

Joel Gouveia Baptista

Fernandópolis

2025

RESUMO: Este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo analisar e aplicar, na prática, o processo de produção de uma cachaça artesanal saborizada com mel e limão, integrando fundamentos teóricos sobre matérias-primas, fermentação alcoólica, destilação e modulação sensorial. Inicialmente, realizou-se a seleção de ingredientes naturais — caldo de cana-de-açúcar fresco, mel de abelha-europeia (*Apis mellifera*) e limão-taiti — além da esterilização adequada dos materiais, assegurando boas práticas de fabricação. Os testes fermentativos foram conduzidos com *Saccharomyces cerevisiae*, avaliando-se parâmetros físico-químicos antes e após 72 horas de fermentação, incluindo Brix, pH e temperatura. Houve redução expressiva do teor de açúcares, acidificação gradual e temperatura estável, confirmando um processo fermentativo eficiente e coerente com literatura especializada. A destilação do mosto fermentado permitiu a separação das frações de cabeça, coração e calda, garantindo maior pureza do etanol e melhor qualidade sensorial. Em seguida, a etapa de saborização utilizou 18 mL de mel e 10 mL de suco de limão por 190 mL de cachaça, visando proporcionar equilíbrio entre dulçor, acidez e notas aromáticas naturais. A bebida final apresentou características sensoriais agradáveis, com aroma cítrico e textura suavizada pelo mel, evidenciando a harmonização entre os ingredientes. Os resultados demonstraram que a metodologia aplicada é acessível, de baixo custo e tecnicamente eficaz, permitindo a produção de uma cachaça artesanal com potencial comercial e atratividade sensorial. O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou a integração entre teoria e prática, o aprimoramento de habilidades laboratoriais e a compreensão detalhada dos processos envolvidos na obtenção de bebidas fermento-destilladas. Conclui-se que a cachaça saborizada apresenta viabilidade técnica e pode ser aprimorada em estudos futuros envolvendo análises físico-químicas aprofundadas, testes de aceitação e padronização em escala produtiva.

Palavras-Chave: Bebida alcoólica; Caldo de cana; *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT: This Final Course Project aimed to analyze and apply the complete production process of an artisanal cachaça flavored with honey and lime, integrating theoretical foundations on raw materials, alcoholic fermentation, distillation, and sensory modulation. The study began with the selection of natural ingredients — fresh sugarcane juice, honey from *Apis mellifera*, and Tahiti lime — followed by proper sterilization procedures to ensure good manufacturing practices. Fermentation tests were carried out using *Saccharomyces cerevisiae*, with physicochemical parameters such as Brix, pH, and temperature measured before and after 72 hours of fermentation. Significant sugar reduction, gradual acidification, and temperature stability indicated an efficient and well-conducted fermentative process. The distillation step enabled the separation of head, heart, and tail fractions, ensuring higher purity and better sensory quality of the ethanol. Flavoring was performed by adding 18 mL of honey and 10 mL of lime juice to 190 mL of cachaça, seeking balance between sweetness, acidity, and

natural aromatic notes. The final beverage presented pleasant sensory characteristics, with a citrus aroma and smooth texture provided by the honey, demonstrating harmony among the ingredients. The results showed that the applied methodology is accessible, low-cost, and technically effective, allowing the production of a flavored artisanal cachaça with commercial potential and sensory appeal. The development of this project promoted the integration of theoretical and practical knowledge, strengthened laboratory skills, and deepened understanding of the processes involved in fermented-distilled beverage production. It is concluded that the flavored cachaça shows technical viability and may be further improved through future studies involving detailed physicochemical analyses, consumer acceptance tests, and productive-scale standardization.

Keywords: Alcoholic beverage; Sugarcane juice; *Saccharomyces cerevisiae*.

1.INTRODUÇÃO

A cachaça é um destilado tipicamente brasileiro, também conhecida como aguardente, produzida a partir da destilação do caldo da cana-de-açúcar. Possui uma história rica que remonta ao início da colonização portuguesa no Brasil. Estima-se que a primeira destilação da cachaça tenha ocorrido por volta de 1516, na região da atual Pernambuco, tornando-a o primeiro destilado das Américas.

Em sua composição incluem-se etanol, água e uma variedade de compostos secundários — como álcoois superiores, ésteres e ácidos orgânicos — responsáveis pelas características organolépticas da bebida (NASCIMENTO et al., 1998 in AQUINO et al., 2008). Esses compostos são produzidos durante a fermentação e destilação do caldo de cana e variam conforme a seleção de matérias-primas, leveduras, frações de corte e processo de envelhecimento.

Em paralelo, a fermentação do mel também tem sido explorada academicamente como alternativa para gerar bebidas alcoólicas com identidade sensorial própria. Por exemplo, Ribeiro (2019) desenvolveu destilado de mel utilizando diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, avaliando parâmetros como pH, acidez, densidade e perfil de compostos voláteis por cromatografia gasosa, obtendo produto dentro dos padrões legais brasileiros para destilados.

Mas recentemente, (Pereira, 2024) conduziu uma pesquisa com cachaça saborizada por infusão de jambu e mel de diferentes espécies de abelha (Uruçu Amarela, Uruçu Cinzenta e *Apis mellifera*), caracterizando parâmetros físico-químicos,

microbiológicos e sensoriais. Este estudo demonstrou viabilidade técnica da saborização de cachaça com mel, com boa aceitação do consumidor.

A incorporação de sabores naturais como limão e mel na cachaça tem potencial para diversificar seu perfil sensorial. Estudos sobre envelhecimento em madeiras (como carvalho ou amburana) evidenciam que esses processos podem gerar aromas adocicados — como mel ou baunilha — além de frutados, herbais e especiados, conforme o tipo de madeira e intensidade de tosta (Bortoletto, 2013).

Diante desse conjunto de pesquisas e avanços, torna-se evidente que a cachaça, além de seu valor histórico e cultural, constitui um produto altamente versátil, capaz de incorporar novas tendências sensoriais e tecnológicas. A combinação de ingredientes naturais — como o mel e limão — e o aprofundamento em técnicas de fermentação e destilação abrem caminho para bebidas inovadoras, valorizando tanto a tradição quanto a experimentação. Assim, compreender esses processos não apenas amplia o campo científico relacionando às bebidas fermento-destiladas, mas também reforça o potencial da cachaça como matriz para o desenvolvimento de produtos diferenciados e de maior valor agregado, justificando a relevância deste produto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta cultivada principalmente em regiões tropicais tendo grande importância econômica, especialmente no Brasil, sua origem vem do continente asiático, especialmente da região onde atualmente se localizam a Nova Guiné e a Índia. Estudos arqueológicos e registros históricos indicam que, a planta já era cultivada há mais de 10 mil anos por povos antigos, que aproveitavam seu valor energético e sua doçura natural.

Figura 1 – Cultivo de cana-de-açúcar para produção de cachaça



Fonte: (Gestor, 2019).

A planta é constituída na sua maior parte por água e carboidratos, com a sacarose sendo o principal componente energético, concentrada no colmo durante o processo de maturação. Em condições ideais de cultivo e colheita, o teor de sacarose presente no caldo pode variar de 12 a 16%, enquanto a glicose e a frutose (açúcares simples de rápida absorção), aparecem em proporções menores (Ecycle, 2025).

Além de carboidratos, a cana-de-açúcar apresenta quantidades significativas de fibras estruturais, como celulose, hemicelulose e lignina, que são aproveitadas principalmente no bagaço, com aplicações em bioenergia e indústria. Embora em menor proporção, também contém proteínas, minerais essenciais (como potássio, cálcio, magnésio e ferro), vitaminas em traços e compostos bioativos, como polifenóis e flavonoides, que contribuem para suas propriedades funcionais.

A seguir, apresenta-se uma tabela com os principais nutrientes da cana-de-açúcar, destacando seus teores médios e funções:

Tabela 1: Nutrientes da cana-de-açúcar

Categoria	Nutriente Componente /	Função / Observação	Teor aproximado
Água	—	Mantém a suculência do colmo; principal fração da planta	70–75%

Carboidratos	Sacarose	Principal açúcar da cana; base para produção de açúcar e etanol	12–16% no caldo (colmo maduro)
	Glicose e Frutose	Açúcares simples de rápida absorção	1–3%
Fibras	Celulose, Hemicelulose, Lignina	Estrutura do colmo; aproveitamento no bagaço e bioenergia	10–15%
Proteínas	Aminoácidos simples	Pequenas quantidades; úteis na fermentação	0,5–1%
Minerais (Cinzas)	Potássio (K)	Equilíbrio osmótico e funcionamento muscular	150–200 mg / 200 ml de caldo
	Cálcio (Ca)	Formação óssea e contração muscular	10–15 mg / 200 ml
	Magnésio (Mg)	Ativador enzimático e metabolismo energético	5–10 mg / 200 ml
	Ferro (Fe)	Formação da hemoglobina e transporte de oxigênio	0,2–0,4 mg / 200 ml
	Outros (Zn, Mn, Cu)	Presentes em pequenas quantidades	Traços
Vitaminas	Complexo B (B1, B2, B3)	Auxílio no metabolismo energético	Traços
	Vitamina C	Antioxidante natural	Traços
Compostos bioativos	Polifenóis e Flavonoides	Antioxidantes, contribuem para cor e aroma	<0,1%

Fonte: Autoria própria (2025).

Esses primeiros cultivos foram essenciais para o desenvolvimento das técnicas agrícolas que posteriormente permitiram a expansão da cana para outras regiões do mundo, principalmente após as grandes navegações e o período colonial. Atualmente, a cana-de-açúcar é fundamental não só para a produção de açúcar, mas também para a geração de biocombustíveis, como o etanol, que contribuem para a matriz energética sustentável de diversos países (FAO,2019; EMBRAPA,2020).

O processo simplificado da produção de cana de açúcar até a chegada à indústria especificando as etapas essenciais desse processo. Cada etapa é crucial para garantir a qualidade do produto, desde a escolha da matéria-prima até sua extração (Carvalho, 2009).

A cana-de-açúcar é o ingrediente base da cachaça, sendo responsável por fornecer o caldo que, após passar pelos processos de fermentação e destilação, origina essa bebida tipicamente brasileira. A qualidade da cachaça está diretamente relacionada às condições em que a cana é cultivada, colhida e processada. Fatores como a variedade da planta, o ponto de maturação no momento da colheita, o tipo de solo e o clima da região influenciam diretamente o teor de açúcar presente nos colmos, o que impacta tanto o rendimento quanto as características sensoriais da bebida final (BRASIL, 2021). Por isso, o uso de cana-de-açúcar fresca e de boa qualidade é essencial para a produção de uma cachaça com aromas agradáveis, sabor equilibrado e menor presença de impurezas (BRASIL, 2021).

Além disso, de solo, sua fertilidade e a disponibilidade de água têm um grande impacto no desenvolvimento da planta e na concentração de açúcares. Solos bem drenados, ricos em nutrientes, criam condições ideais para que a cana cresça de forma saudável e possa acumular mais sacarose (Oliveira & Oliveira, 2017). O clima também desempenha um papel importante, especialmente a temperatura e a umidade. O calor e a luz do sol favorecem a fotossíntese e a produção de açúcar, enquanto períodos prolongados de seca ou excesso de chuva podem prejudicar a qualidade da cana (Ferreira et al., 2019).

Na produção da cachaça, usar cana-de-açúcar fresca e de alta qualidade é fundamental para uma fermentação eficiente. Isso ajuda a evitar a formação de compostos indesejados, que podem alterar o aroma e o sabor da bebida. Impurezas ou cana mal - conservada podem gerar defeitos sensoriais, como sabores amargos, aromas desagradáveis e maior produção de subprodutos tóxicos.

Seguindo as etapas, obtemos o processo industrial da preparação de etanol:

2.1.1 LIMPEZA

Procedimento de retirada de impurezas mais leves e grossas antes da moagem, removendo: folhas secas, palha e poeira, entre outros dejetos.

2.1.2 MOAGEM

Procedimento este em que, onde ocorre a trituração da cana, onde é produzindo um líquido com nome de melado ou caldo de cana. Aproximadamente 70%

do produto original é convertido em caldo, e os 30% da parte sólida é transformado em bagaço. Do melado, tem continuidade para o processo de produção do etanol.

2.1.3 ELIMINAÇÃO DE IMPUREZAS

Para remover as impurezas que existem no melado, o líquido passa pelo processo de peneiração. Seguindo em direção a um tanque para descanso, fazendo com que as impurezas assentem no fundo – esse processo é nomeado decantação. Quando transfundido, o melado na sua forma pura é retirado, recebendo o nome de caldo clarificado. A esterilização é o último passo para a retirar impurezas, acontece com o caldo sendo aquecido para eliminação de micro-organismos que estão presentes.

2.1.4 FERMENTAÇÃO

Dando continuidade no processo, com o caldo completamente puro, é dirigido a domas (garrafas) onde é misturado a eles um fermento com leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Os microrganismos consomem o açúcar que existe no caldo. Neste tempo as leveduras destroem as moléculas de glicose, ocorrendo a produção de etanol e gás carbônico. A fermentação ocorre por diversas horas, resultando no vinho fermentado, que contém cerca de 10% de etanol, leveduras e açúcar não fermentado.

2.1.5 DESTILAÇÃO

Com o etanol misturado junto ao vinho fermentado, é preciso separá-lo da mistura. Com esse processo, o vinho é colocado no micro destilador, e o vinho é aquecido até o álcool se evaporar. Na evaporação, seguido da condensação (transformação em líquido), é separado o vinho do etanol. Com isso, fica pronto o álcool hidratado, utilizado como etanol combustível, com grau alcoólico em torno de 96%.

2.2 ÁLCOOL

A história dos biocombustíveis teve início no século XX, com a produção de etanol, mas o Brasil só se tornou precursor na área de biocombustíveis no ano de 1975 quando criado o Proálcool Programa Nacional do Alcool, que nasceu com a objetivo de incentivar as Usinas para a produção do etanol a partir da cana-de-açúcar, (RODRIGUES, 2010).

De acordo com dados da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2015), o Brasil é o maior produtor mundial de etanol a partir da cana de açúcar, e segundo maior na produção de etanol, atrás apenas dos Estados Unidos da América que produz álcool através do milho. O álcool referido no dia a dia, de forma molecular C_2H_5OH é conhecido como etanol ou álcool etílico, se faz presente na maior parte das bebidas alcoólicas, e veículos automotores funcionando também como combustível.

2.3 CACHAÇA

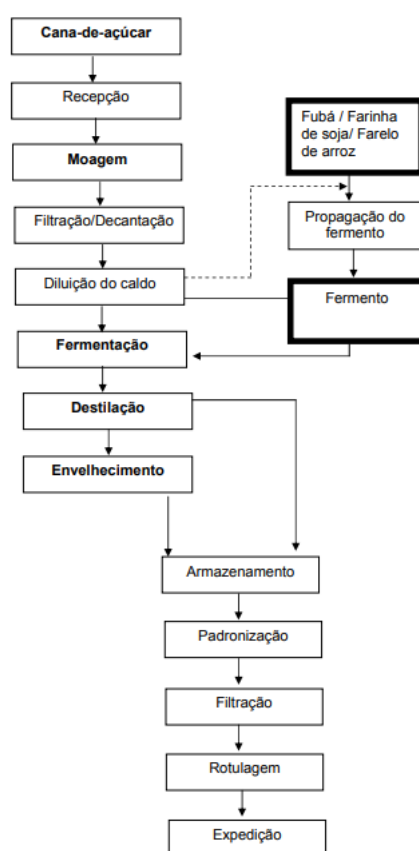
A cachaça, bebida alcoólica derivada da cana-de-açúcar, tem origem no início da colonização portuguesa, quando Fernão de Noronha implantou a primeira plantação em 1504 e, em 1532, surgiram os primeiros engenhos de açúcar (EMBRAPA, 2025). Esse contexto histórico evidencia que a cachaça não é apenas uma bebida, mas um produto profundamente enraizado no processo de formação social, econômica e cultural do Brasil. Com o avanço da produção açucareira, a cachaça passou a ser produzida a partir do subproduto da fabricação do açúcar, tornando-se comum nos engenhos coloniais. Ao longo dos séculos, ela deixou de ser apenas uma bebida popular para assumir um papel importante na identidade nacional, sendo reconhecida, inclusive, como patrimônio cultural brasileiro.

A cachaça é genuinamente a bebida nacional reconhecida mundo afora, parte da nossa identidade cultural e da história do Brasil, contribuindo de maneira social e economicamente há mais de 500 anos (IBRAC, apud *Congresso em Foco*, 2023). Inicialmente, a cachaça era uma bebida fermentada, resultante da fermentação do caldo de cana. A técnica de destilação, essencial para a produção da cachaça como a conhecemos hoje, foi desenvolvida por alquimistas árabes por volta do século VIII. Jabir ibn Hayyan, conhecido no Ocidente como Geber, é amplamente reconhecido por suas contribuições ao desenvolvimento de alambiques e técnicas de destilação (FACULDADE DA AMAZÔNIA, 2025).

Com a chegada dos portugueses ao Brasil, familiarizados com a produção de bagaceira (aguardente de bagaço de uva), houve a adaptação da técnica de destilação para o caldo de cana. Isso resultou na criação da cachaça, o primeiro destilado da América Latina, entre os anos de 1516 e 1532 (EMBRAPA, 2025).

A Figura 3 apresentada por Vilela (2005) ilustra o fluxograma geral da produção da cachaça, especificando as etapas essenciais desse processo artesanal. Cada etapa é crucial para garantir a qualidade do produto, desde a escolha da matéria-prima até o engarrafamento.

Figura 2 - Fluxograma geral de produção da cachaça



Fonte: (VILELA, 2005).

De acordo com o que foi citado no 2.2 a produção do álcool a partir da cana-de-açúcar envolve diversas fases, começando pela lavagem da planta para remoção de resíduos como terra, areia e impurezas. Em seguida, a cana é moída, separando-se o caldo do bagaço. O caldo passa por processos de purificação, como peneiração, decantação e aquecimento, que eliminam resíduos sólidos e micro-organismos. Após essa etapa, o líquido é levado à fermentação com o uso de leveduras, que

transformam os açúcares presentes em álcool. A mistura resultante é submetida à destilação, etapa em que o álcool hidratado é obtido. Para se alcançar o álcool anidro, utiliza-se um processo de desidratação. Por fim, os dois tipos de álcool são armazenados adequadamente até sua distribuição (Processo de produção de álcool, 2025).

2.4 MEL

O mel é um líquido bem espesso, adocicado e aromático. Ele é produzido a partir néctar de flores, de secreções de partes vivas de plantas, ou também podendo se originar de excreções de insetos que se alimentam da seiva de plantas. Segundo Neto (2024) “Em síntese o mel é uma fonte muito valiosa de recursos, com as aplicações que vão desde medicina a culinária”. O sabor do mel pode acabar variando dependendo de suas propriedades, que podem mudar dependendo de fatores como o clima, umidade e o tipo de solo que essa planta cresce, sendo um fator muito importante para a espécie floral, que acaba influenciando diretamente no sabor do mel, tornando-o adocicado, ou até mesmo amargo.

Além de ser conhecido por seu sabor adocicado e versatilidade na culinária, ele contém nutrientes importantes que ajudam a saúde. Ainda que seja composto principalmente por açúcares naturais, o mel provê pequenas quantidades de vitaminas, minerais e antioxidantes que auxiliam no bem-estar geral (BUENO-COSTA et al., 2016). A seguir, veja uma tabela com os principais nutrientes presentes no mel

Tabela 2 - Composição química e nutricional do mel (100g de parte comestível):

Umidade (%) 1	15,8
Energia (Kcal)	309
Proteína (g)	0
Lipídeos (g)	0
Colesterol (mg)	Não aplicável
Fibra alimentar (g)	Não aplicável
Cálcio (mg)	10
Magnésio (mg)	6
Manganês (mg)	0,38
Fósforo (mg)	4

Ferro (mg)	0,3
Sódio (mg)	6
Potássio (mg)	99
Cobre (mg)	
Zinco (mg)	0,2
Retinol (Vitamina A) (mg)	Não aplicável
Tiamina (Vitamina B1) (mg)	0,11
Riboflavina (Vitamina B2) (mg)	
Piridoxina (Vitamina B6) (mg)	
Niacina (Vitamina B3) (mg)	
Ácido ascórbico (Vitamina C) (mg)	0,7

Fonte: (UDESC, 2010).

Segundo Melo, Fernandes e Lima (2022), esses compostos bioativos estão diretamente ligados à capacidade do mel de neutralizar radicais livres e de oferecer proteção contra microrganismos patogênicos. Essas propriedades explicam por que o mel é usado tanto na alimentação quanto em preparações com fins terapêuticos, além de fortalecer sua reputação como um ingrediente natural e funcional, especialmente no setor de bebidas.

Na formulação de bebidas alcoólicas, o mel desempenha um papel importante não apenas como adoçante, mas também como agente de complexidade sensorial. Sua presença contribui para notas aromáticas florais e frutadas, além de suavizar a percepção do etanol, resultando em um produto mais equilibrado (GLÓRIA et al., 2024). Segundo Nacif (2025), o uso do mel em preparações modernas acompanha uma tendência de consumo voltada a produtos naturais, com apelo funcional e valor agregado. No caso específico da cachaça saborizada com mel e limão, o ingrediente promove a harmonização entre a acidez cítrica e o dulçor característico, criando um perfil sensorial atrativo ao consumidor.

No entanto, as propriedades físico-químicas do mel, tem um papel crucial principalmente na fermentação e na saborização na cachaça. No processo de fermentação ele pode acabar facilitando a atuação no processo das leveduras, por acabar sendo rico em glicose e frutose, desde que seja utilizado nas formulações certas de pH e diluição. No processo de saborização, o mel acaba contribuindo para o perfil sensorial da bebida, adocicando a bebida, melhorando a textura e equilibrando

o sabor alcóolico, trazendo atratividade e deixando a cachaça sensorialmente completo.

Figura 3 - Mel abelha europeia



Fonte: (GLOBO ESPORTE, 2022).

2.5. LIMÃO

2.5.1. LIMÃO TAITI (CITRUS LATIFÓLIA)

A produção da planta muda conforme ela vai envelhecendo. Por exemplo, um pomar com quatro anos de idade pode produzir em torno de 300 frutos por árvore, o que dá aproximadamente 107 mil frutos por hectare. Quando a planta chega aos onze anos, ela pode produzir mais de 1.100 frutos, chegando a cerca de 403 mil frutos por hectare. Isso mostra o grande potencial econômico dessa cultura (FILHO, 1998).

Figura 5 - No Brasil são comercializadas principalmente quatro variedades de limão: taiti, cravo, galego e siciliano. Mas você sabia que desses, apenas o siciliano pode ser considerado limão de verdade, o galego e o taiti são, na verdade, limas ácidas que

são parentes do limão, enquanto o cravo surgiu do cruzamento entre a tangerina e o siciliano (CEAGESP, 2025).

Figura 4 – Limão Taiti (*Citrus latifolia*), comum no mercado brasileiro



Fonte: (CEAGESP, 2025).

Preparar o solo antes de plantar o limão-taiti é fundamental para garantir uma boa produção e frutas de qualidade. O processo começa escolhendo um local adequado e realizando algumas tarefas, como cortar a grama da área, remover o mato e fazer o enleiramento, geralmente com quatro a seis meses de antecedência. Depois, o solo deve ser arado bem fundo e receber a aplicação de calcário, que precisa ser bem misturado ao solo usando uma grade. Isso ajuda a corrigir a acidez e cria condições melhores para o crescimento das plantas (SOBRINHO, 1998).

Além de ser uma fruta deliciosa para consumir in natura, o limão-taiti também é conhecido pelo seu alto conteúdo de óleo essencial. Essas substâncias ficam armazenadas em pequenas glândulas na superfície da casca do fruto e são bastante usadas nas indústrias de alimentos, cosméticos e medicamentos. Para obter esses óleos, existem vários métodos, como a hidrodestilação, a destilação por vapor, a

extração com solventes, a prensagem a frio e a extração supercrítica. Segundo Almeida, Correa e Almeida (2017), “os maiores rendimentos de óleo essencial foram obtidos pelo método Soxhlet com etanol (28,69 %), devido à interação entre os compostos do óleo e o solvente, enquanto a hidrodestilação apresentou menor rendimento.”

O limão Taiti é uma fruta cítrica amplamente consumida no Brasil, tem seu sabor ácido e refrescante. Além de ser muito utilizado em sucos, temperos e sobremesas, ele é rico em nutrientes importantes para a saúde, como vitamina C, fibras e minerais, a tabela 1 apresenta a composição nutricional aproximada do Limão Taiti por 100 g da fruta in natura.

Tabela 3 - Nutrientes presente no limão

Nutriente	Quantidade (100 g)	Função principal no organismo
Energia	32 kcal	Fornece energia
Carboidratos	11,1 g	Principal fonte de energia
Açúcares naturais	1,7 g	Energia rápida
Proteínas	0,7 g	Formação de tecidos e enzimas
Gorduras totais	0,2 g	Estrutura celular e energia
Fibras alimentares	2,8 g	Auxilia na digestão e saciedade
Vitamina C	29,1 mg (≈ 48% VD*)	Antioxidante, fortalece imunidade
Vitamina A	22 UI	Saúde da visão e pele
Folato (B9)	8 µg	Formação de células sanguíneas
Potássio	138 mg	Equilíbrio hídrico e função muscular
Cálcio	33 mg	Saúde dos ossos e dentes
Magnésio	6 mg	Função muscular e enzimática
Fósforo	18 mg	Estrutura óssea e energética
Ferro	0,6 mg	Transporte de oxigênio no sangue

Fonte: (GE, 2024).

2.5.2 LIMÃO SICILIANO (CITRUS LIMON)

O limão siciliano (*Citrus limon*) é uma fruta cítrica bastante utilizada nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica, graças à sua composição rica em compostos bioativos. Neste artigo, fazemos uma breve revisão das principais características botânicas, da composição química e das propriedades biológicas do limão que já foram confirmadas por estudos científicos. Os óleos essenciais, que estão principalmente na casca, além dos flavonoides e dos ácidos fenólicos, conferem ao fruto atributos antioxidantes, antimicrobianos e anti-inflamatórios. Essas propriedades tornam o limão siciliano bastante relevante para várias aplicações voltadas ao bem-estar e à saúde.

Para o seu plantio é necessário escolher um bom local com pelo menos 6 horas de sol por dia, pois a muda necessita de bastante luminosidade, o solo tem que ser bem fértil, enxuto e com matéria orgânica. Já as mudas, escolha de preferência as enxertadas, pois produzem mais e são mais resistentes a doenças.

Com a sua grande popularidade no mundo das receitas o limão Siciliano também é muito usado em bebidas, como caipirinha ou licores. Na caipirinha, a fruta é macerada com açúcar e misturada com gelo e cachaça. Para licores, a casca do limão siciliano é infundida em cachaça (com ou sem açúcar) por um período longo para extrair o sabor.

Figura 5 – Limão Siciliano (*Citrus limon*), utilizado em bebidas e licores



Fonte: (GLOBO RURAL, 2025).

A composição nutricional aproximada do Limão Siciliano por 100 g da fruta in natura.

Tabela 4- Nutrientes presentes no limão Siciliano

Nutriente	Quantidade (por 100g)	Função principal no organismo
Calorias	31 kcal	Fornece energia para as funções vitais e atividades do corpo.
Carboidratos	1,9 g	Principal fonte de energia para o corpo e o cérebro.
Proteínas	0,5 g	Constrói e repara tecidos, participa na formação de enzimas e hormônios.
Gorduras totais	0,3 g	Fonte de energia, auxilia na absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K).
Fibras	2,1 g	Melhora o funcionamento intestinal e auxilia no controle da glicemia e colesterol.
Cálcio	26 mg	Fortalece ossos e dentes, participa na contração muscular e coagulação do sangue.
Ferro	0,5 g	Essencial para a formação da hemoglobina e transporte de oxigênio no sangue.
Fósforo	16 mg	Atua na formação de ossos e dentes e no metabolismo energético.
Magnésio	9 mg	Participa de reações enzimáticas, função muscular e nervosa.
Potássio	140 mg	Regula o equilíbrio de líquidos, a pressão arterial e a função muscular.
Vitamina C	55 mg	Potente antioxidante, fortalece o sistema imunológico e auxilia na absorção de ferro.

Vitamina A	2,00 mcg	Importante para a visão, crescimento celular e imunidade.
Vitamina B1 (Tiamina)	0,04 mg	Atua no metabolismo de carboidratos , ajudando a converter os alimentos em energia.
Vitamina B2 (Riboflavina)	0,02 mg	Participa do metabolismo energético , ajudando o corpo a converter carboidratos, gorduras e proteínas em energia.
Vitamina B3 (Niacina)	0,2 mg	Atua no metabolismo energético , auxiliando na conversão dos alimentos em energia.
Vitamina B6 (Piridoxina)	0,07 mg	Participa do metabolismo das proteínas , ajudando na produção de energia e na formação de neurotransmissores (como serotonina e dopamina).

Fonte: (Vitat, 2020).

2.6 HIDROMEL

O hidromel é uma das bebidas alcoólicas mais antigas conhecidas, produzido pela fermentação do mel diluído em água, com auxílio de leveduras. Sua elaboração inclui a adição de sais minerais e nutrientes que favorecem o processo fermentativo. No Brasil, a diversidade de méis e frutas permite a criação de diferentes estilos da bebida, geralmente marcada por aroma floral e sabor adocicado (BASÍLIO; VIEIRA, 2025).

Embora possua relevância histórica e um perfil sensorial interessante, o hidromel ainda é pouco conhecido no Brasil, apresentando um consumo significativamente menor em relação a bebidas como vinho, cerveja e aguardente. Sua produção está diretamente ligada a diversos fatores, como a qualidade do mel

utilizado, a escolha das leveduras, os aditivos empregados, além dos processos de fermentação e maturação (Basílio e Vieira, 2025).

A escolha pelo desenvolvimento de uma cachaça com perfil sensorial de mel e limão foi impulsionada pela intenção de harmonizar elementos tradicionais, inovação e aplicação de conhecimentos técnicos. Sendo uma bebida genuinamente brasileira, a cachaça carrega um forte valor cultural e histórico. Ao inserir ingredientes naturais como o mel e o limão, teve como objetivo desenvolver uma bebida com perfil sensorial mais complexo, paladar suavizado e maior atratividade para o consumidor contemporâneo, que valoriza produtos artesanais e características organolépticas naturais.

A combinação promove um equilíbrio sensorial harmonioso entre notas glicídicas e acidez cítrica, resultando em uma bebida com características refrescantes e perfil aromático expressivo. O projeto possibilitou a aplicação prática de princípios técnicos associados aos processos de fermentação alcoólica, destilação fracionada e modulação sensorial, integrando conhecimento científico com experiência operacional. O uso de ingredientes locais reforça o compromisso com prática sustentáveis e com o fortalecimento da produção regional, além de abrir caminhos para inovações e oportunidades comerciais futura.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi estruturada com base em uma abordagem experimental e descritiva, visando acompanhar e registrar o processo de produção artesanal de cachaça saborizada com mel e limão. O objetivo foi demonstrar, de forma prática, as etapas necessárias para a obtenção da bebida, relacionando os procedimentos aos fundamentos técnicos e científicos apresentados na fundamentação teórica.

A seleção das matérias-primas envolveu a escolha do caldo de cana-de-açúcar fresco, mel puro da abelha-europeia (*Apis mellifera*) e limão-taiti, todos adquiridos de produtores locais. Após a escolha dos ingredientes, uma garrafa PET foi higienizada com álcool 70% para eliminar germes e micro-organismos presentes; em seguida, adicionou-se a primeira amostra de caldo para o início da fermentação.

No 1º teste de fermentação, foram realizadas medições dos parâmetros Brix, temperatura e pH. O caldo de cana foi colocado em garrafas previamente esterilizadas, utilizando-se a proporção de 5 g de fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) para cada litro de caldo. O fermento tem a função de converter os açúcares presentes em etanol durante o processo fermentativo. Após a inoculação, as garrafas foram fechadas e mantidas em fermentação por 72 horas. Ao término desse período, a abertura foi realizada lentamente para evitar o escape brusco de gás. Posteriormente, os valores de Brix, temperatura e pH foram ponderadas novamente para avaliar as alterações ocorridas durante a fermentação.

No 2º teste, foi feito um pequeno orifício na tampa da garrafa para a passagem de uma mangueira de látex. A outra extremidade da mangueira foi submersa em um recipiente com água, formando um selo hidráulico que permitia a liberação do dióxido de carbono (CO₂) sem a entrada de ar. Para fixar e vedar a tampa e a mangueira, utilizou-se fita crepe, garantindo melhores condições de fermentação. De acordo com as Tabelas 1 e 2, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 5 - Testes anteriores à fermentação

Teste	Brix	pH	Temperatura
1º teste	19,5	5	27°C
2º teste	18,3	4,7	28°C
3º teste	20,6	4,6	28°C

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 6 - Testes após fermentação

Testes	Brix	pH	temperatura
1º teste	12,9	4,4	27°C
2º teste	10,2	4,3	28°C
3º teste	9,0	4,2	28°C

Fonte: Autoria própria (2025).

Com o mosto já preparado, foi hora de partir para a destilação. Para isso, foi utilizado o micro destilador. Como equipamentos, utilizaram-se três béqueres: um para o mosto que seria encaminhado à destilação e os demais para o armazenamento temporário do destilado. Foi utilizada água destilada para a lavagem dos utensílios e

álcool para a descontaminação. Logo após, foi completada a água no tanque do micro destilador e colocada para aquecer a 70 °C, para a separação do álcool do fermento, já que a temperatura de ebulição do álcool é menor do que a da água.

No procedimento da destilação, o mosto fermentado foi colocado no micro destilador e, com a água aquecida, inicia-se a liberação do caldo para a destilação. Quando começou a ser produzido, retiramos o álcool de cabeça (metanol), cerca de 30% do álcool total produzido, e essa parte é descartada. Os 60% do álcool produzido (etanol) são utilizados em bebidas e combustíveis, e os outros 10%, o álcool de calda (propanol), podem ser descartados ou, como na maioria das vezes, redistilados para melhor aproveitamento do caldo destilado.

Após a destilação do mosto fermentado e a obtenção do destilado alcoólico, foi realizada a etapa de saborização, com o objetivo de agregar características sensoriais únicas à bebida final, utilizando ingredientes naturais e de origem local. Foram selecionados como agentes saborizantes o mel puro da abelha-europeia (*Apis mellifera*) e o suco de limão-taiti, ambos adquiridos de produtores regionais e submetidos a um processo de higienização.

Para garantir a homogeneidade da formulação, inicialmente foram homogenizados 18 mL de mel com 20 mL de cachaça, para facilitar a diluição. O suco de limão foi extraído manualmente, filtrado para remoção de resíduos sólidos e adicionado na proporção de 10 mL. A combinação entre mel e limão buscou equilibrar dulçor e acidez, proporcionando um perfil sensorial mais complexo e agradável à bebida, preparada para complementar 190 mL de cachaça.

Após a adição dos ingredientes, a mistura foi homogeneizada por agitação manual leve, assegurando a distribuição uniforme dos compostos aromáticos e de sabor. A bebida foi então armazenada em frascos de vidro previamente esterilizados em autoclave e mantida em local fresco e ao abrigo da luz por 24 h, para a estabilização dos sabores antes da análise sensorial.

O estudo foi baseado nas normas de boas práticas de fabricação e seguiu referenciais metodológicos descritos por Vilela (2005) e Schmidt et al. (2009).

3.2 MATERIAIS E REAGENTES

Etapas do processo	Materiais	Reagentes
--------------------	-----------	-----------

esterilização	Garrafa de vidro e pet	Álcool 70
	Autoclave	
	Papel Kraft	
	Fita indicador de autoclave	
	Luva cirúrgica	
	Papel toalha	
Fermentação	Peneira	Caldo de cana
	Funil	
	Filtro de papel	
	Refratômetro de Brix	
	Medidor de pH	
	Termômetro	Fermento biológico
	Garrafa pet	
	Mangueira de látex	
	Balança semi-analítica	
	Béquer	
	Espátula	
Destilação	Micro destilador	Água destilada
	Funil de hastes	
	béqueres	Caldo fermentado
	Garrafa pet	
Análises físico-químicas	Medidor de brix	Álcool destilado
	Medidor de pH	Fosforo
	Alcoômetro	
	Béquer	
	Proveta	

Fonte: Autoria própria (2025).

4. RESULTADOS

A realização dos testes fermentativos permitiu avaliar o comportamento do caldo de cana frente à ação do fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) e verificar a eficiência do processo. Nos três ensaios, observou-se redução significativa dos valores de Brix após as 72 horas de fermentação, confirmando a conversão dos açúcares em etanol. A diminuição gradual do Brix — de aproximadamente 18–20° para valores próximos de 9–12° — evidencia o consumo dos carboidratos simples presentes no caldo, comportamento esperado em processos fermentativos adequados.

O pH apresentou leve queda entre o início e o fim do processo, resultado compatível com a atividade metabólica das leveduras, que geram compostos ácidos durante a fermentação. Esse comportamento indica ambiente favorável ao desenvolvimento microbiano desejado, além de contribuir para a estabilidade da bebida.

A temperatura manteve-se entre 27°C e 28°C, faixa considerada ideal para a ação da *Saccharomyces cerevisiae*, favorecendo a conversão dos açúcares e evitando formação excessiva de compostos indesejáveis, como álcoois superiores. Após a destilação, observou-se separação eficiente das frações de cabeça, coração e cauda, garantindo maior pureza do etanol coletado. A fração de coração apresentou características adequadas para aplicação em bebidas artesanais, como transparência e odor alcoólico limpo, sem contaminação perceptível por compostos voláteis indesejáveis.

A etapa de saborização demonstrou bom desempenho. A combinação de mel (18 mL) e limão-taiti (10 mL), adicionados à cachaça previamente destilada, resultou em uma bebida com aroma mais equilibrado e notas sensoriais suaves. O mel contribuiu com doçura natural e textura mais aveludada, enquanto o limão proporcionou acidez refrescante e aroma cítrico. A harmonização entre esses ingredientes caracterizou um produto mais agradável ao paladar e com potencial de aceitação comercial.

Os resultados obtidos demonstram que o processo empregado foi eficiente e coerente com a literatura consultada, comprovando que a produção de cachaça saborizada artesanalmente é tecnicamente viável, de baixo custo e passível de ampliação em escala.

5. CONCLUSÃO

A produção de cachaça saborizada com mel e limão mostrou-se tecnicamente eficaz e alcançou os objetivos estabelecidos. A fermentação do caldo de cana, conduzida com fermento biológico, apresentou valores coerentes com processos fermentativos eficientes, evidenciados pela redução do Brix e alteração do pH. A destilação permitiu obter etanol com características sensoriais adequadas, especialmente pela separação correta das frações.

A adição do mel e do limão contribuiu para um perfil sensorial mais complexo, equilibrado e agradável, demonstrando que ingredientes naturais podem agregar valor à cachaça artesanal, tornando-a mais atrativa para o consumidor contemporâneo. Além disso, o processo aplicado é acessível, prático e compatível com pequenas produções artesanais, valorizando tanto o conhecimento técnico quanto os recursos locais.

Assim, o estudo conclui que a cachaça de mel e limão formada neste trabalho apresenta viabilidade técnica, sensorial e potencial comercial, podendo servir de base para futuros desenvolvimentos, melhorias e estudos sensoriais mais aprofundados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução deste trabalho proporcionou a integração entre teoria e prática, permitindo aos alunos compreenderem cada etapa do processo produtivo da cachaça — desde a seleção da matéria-prima até a elaboração da bebida final saborizada. O desenvolvimento da pesquisa contribuiu para o aperfeiçoamento de habilidades técnicas, como controle fermentativo, destilação fracionada e higienização de equipamentos, reforçando a importância das boas práticas de produção.

As dificuldades encontradas ao longo do caminho, como ajustes de parâmetros, controle fermentativo e manipulação de equipamentos foram fundamentais para a construção do aprendizado e aprimoramento da metodologia. A experiência prática permitiu ampliar a compreensão sobre o funcionamento dos equipamentos do laboratório e sua aplicação industrial.

O trabalho também evidenciou o potencial da cachaça como produto versátil, capaz de incorporar novos perfis aromáticos e sensoriais, fortalecendo a relevância cultural e econômica dessa bebida no cenário nacional.

Por fim, destaca-se que este estudo abre portas para novas pesquisas, como análises físico-químicas detalhadas, testes sensoriais com painel treinado e padronização industrial, contribuindo para o desenvolvimento da cachaça artesanal enquanto produto de inovação e valor agregado.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C.; CORRÊA, N. C.; ALMEIDA, P. P. Avaliação do rendimento de óleo essencial de casca de limão Taiti. Anais do CEICT – IF Goiano, 2017.

BASÍLIO, N. S.; VIEIRA, V. A. Produção de hidromel: qualidade e mercado. Ciência & Tecnologia – FATEC, 2025.

BORTOLETTO, A. F. Compostos voláteis de cachaças envelhecidas em diferentes madeiras. Dissertação (Mestrado) – USP, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cana-de-açúcar. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros/abn-11-2021.pdf>. Acesso em: 28 set. 2025.

BUENO-COSTA, F. M. et al. Propriedades antioxidantes do mel. Ciência Rural, 2016.

CACHAÇA GESTOR. Cana-de-açúcar para produção de cachaça. 31 jan. 2025. Disponível em: <https://cachacagestor.com.br/>. Acesso em: 07 dez. 2025.

CARDOSO, M. M. P. de; CHAVES, M. C. S.; LIMA, R. N. Frações voláteis na destilação de aguardente de cana. Repositório UFC, 2021.

CARVALHO, C. P. Fluxograma simplificado da produção de cana-de-açúcar. 2009. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/90720049/fluxograma-producao-cana-de-acucar>. Acesso em: 30 ago. 2025.

CEAGESP. Variedades de limão no Brasil. 2025. Disponível em: <https://www.ceagesp.gov.br>. Acesso em: 28 out. 2025.

COELHO, Y. S. et al. A cultura do limão-taiti. Brasília: Embrapa, 1998.

ECYCLE. Cana-de-açúcar: impactos, usos e benefícios. 2025. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/cana-de-acucar/>. Acesso em: 05 nov. 2025.

FACULDADE DA AMAZÔNIA. História da destilação do álcool. 2025. Disponível em: <https://faculdadedamazonia.com.br/quando-foi-inventada-a-destilacao-do-alcool-uma-jornada-pela-historia-da-quimica/>. Acesso em: 09 out. 2025.

FAO. Sugarcane production and global relevância. Roma, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/statistics/en/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

FERREIRA, L. G. et al. Influência climática na produtividade da cana. Revista Agrociência, 2019.

GLÓRIA, M. et al. Aplicação do mel em bebidas alcoólicas. Revista Brasileira de Bebidas, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA – IBRAC. A cachaça como patrimônio nacional. Congresso em Foco, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA – IBRAC. História da Cachaça. Disponível em: <https://ibrac.net/cachaca/1/historia-da-cachaca>. Acesso em: 12 dez. 2025.

NACIF, M. Mel de abelha: benefícios à saúde. Mackenzie, 2025. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/mackgraphe/comunicacao/noticias/artigos-noticias/n/a/i/mel-de-abelha-um-alimento-natural-com-multiplos-beneficios-para-a-saude>. Acesso em: 05 out. 2025.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Quais são os benefícios do mel para a saúde? 2022. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2022/12/quais-sao-os-beneficios-do-mel-para-a-saude>. Acesso em: 12 dez. 2025.

OLIVEIRA, A. M. L. O processo de produção da cachaça artesanal. UFMG, 2010.

OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, R. F. Fertilidade do solo na cultura da cana-de-açúcar. Revista Agronômica, 2017.

PEREIRA, M. J. Cachaça saborizada com jambu e diferentes méis. Revista Tecnologia de Alimentos, 2024.

RIBEIRO, J. L. S. Produção de destilado de mel. Mestrado — UFC, 2019.

RODRIGUES, L. D. Biocombustíveis e a cana-de-açúcar. 2010.

UDESC. Tabela nutricional do mel. 2010. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/mel_tabela.pdf. Acesso em: 03 set. 2025.

ÚNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Setor sucroenergético. 2015. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em: 27 ago. 2025.

VIEIRA, S. F. Produção de biocombustíveis a partir da pirólise lenta do bagaço de cana-de-açúcar. TCC – Unesp, 2018.

VILELA, F. L. Fluxograma geral de produção da cachaça. UFMG, 2005.