

TECNOLOGIA DO CANÁ

bebida fermentada da cana

Amazile Biagioni Maia



TECNOLOGIA DO CANÁ

bebida fermentada da cana

Amazile Biagioni Maia

2ª edição
1ª edição digital

Belo Horizonte
2025

Copyright © Amazile Biagioni Maia, 2025.

Capa, projeto gráfico e diagramação:
HELENA MEDEIROS

Edição do e-book:
ANDREZZA LIBEL

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Maia, Amazile Biagioni
Tecnologia do caná [livro eletrônico] : bebida
fermentada da cana / Amazile Biagioni Maia. --
2. ed. -- Belo Horizonte, MG : Ed. da Autora,
2025.
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-65-01-46756-6

1. Agroindústria - Brasil 2. Cana-de-açúcar -
Aspectos econômicos 3. Cana-de-açúcar - Cultivo
4. Cana-de-açúcar - Produção 5. Tecnologia de
alimentos I. Título.

25-271683

CDD-338.173610981

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Cana-de-açúcar : Agroindústria :
Economia 338.173610981

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desse livro pode ser utilizada, reproduzida ou armazenada, por qualquer meio ou forma, sem a permissão da autora.

Belo Horizonte - 2025 - 2ª edição. 1ª edição digital

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. CANÁ	7
3. MATÉRIA-PRIMA	9
3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	10
3.2 AMINOÁCIDOS	11
3.3 BIOATIVOS	12
4. DO CALDO AO CANÁ: etapas da produção	14
4.1 PREPARO DO CALDO	16
4.2 BACTÉRIAS LÁTICAS.....	18
4.3 FERMENTAÇÃO	20
4.4 MATURAÇÃO.....	21
4.5 AUTÓLISE DAS LEVEDURAS.....	22
4.6 CLARIFICAÇÃO	23
4.7 ENGARRAFAMENTO.....	23
5. SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL	24
5.1 LIPÍDIOS	24
5.2 NITROGÊNIO	25
6. SULFITAÇÃO	28
6.1 APLICAÇÃO	28
6.2 EVOLUÇÃO.....	29
6.3 MANUSEIO DOS SULFITOS.....	30
6.4 CONTROLE	30

7. ESTABILIZAÇÃO E CLARIFICAÇÃO	32
7.1 ESTABILIZANTES	33
7.2 CLARIFICANTES	34
8. CUIDADOS NO ENGARRAFAMENTO	36
8.1 MICRORGANISMOS	36
8.2 OXIGÊNIO	37
8.3 EXPOSIÇÃO À LUZ	37
9. O CANÁ E AS MADEIRAS	39
10. NOTAS FINAIS	42
BIBLIOGRAFIA	44
ANEXO 1	48
ANEXO 2	49
ANEXO 3	51
ANEXO 4	52

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de mais de quatro décadas dedicadas à pesquisa e à consultoria no setor da cachaça, descobrimos no caldo fermentado da cana-de-açúcar um potencial surpreendente. Essa percepção foi reforçada no contato próximo com centenas de produtores de cachaça de alambique — muitos dos quais já vislumbravam a possibilidade de produzir, a partir do caldo de cana, uma bebida fermentada semelhante ao vinho branco de uva.

Este livro é especialmente direcionado aos produtores de cachaça de alambique e aos profissionais que já atuam com processos de fermentação alcoólica.

Na primeira edição, optamos por um conteúdo mais abrangente, com o objetivo de estimular o interesse e o debate entre pesquisadores da área. Já nesta segunda edição, agora em formato digital (e-book), procuramos simplificar algumas abordagens, mantendo o rigor técnico, mas tornando a leitura mais acessível para técnicos operacionais e também para leitores não especializados.

A ciência e a tecnologia do caná compõem um campo promissor, com grande capacidade de fortalecer nossa identidade nacional. E é com orgulho que o LABM apoia e promove essa valorização.

*Amazile Biagioni Maia
e Equipe Técnica do LABM*

2. CANÁ

A definição de um nome próprio para a bebida fermentada do caldo de cana-de-açúcar é um passo fundamental para o seu reconhecimento técnico, comercial e cultural. Nesse sentido, propõe-se o termo Caná para designar a bebida fermentada com graduação alcoólica entre 4% e 14% v/v a 20°C, obtida a partir do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar - cujos parâmetros de identidade já estão definidos na legislação brasileira.¹

Embora seja comum o uso do termo “vinho” para se referir, de forma genérica, a bebidas obtidas por fermentação, seu uso está sujeito a restrições legais, tanto no Brasil quanto na Comunidade Europeia.^{2,3}

Isso porque o termo “vinho” está, por tradição e por norma, associado exclusivamente à bebida fermentada da uva, cultivada na “vinha”.

Assim como o vinho está ligado à vinha, propõe-se que o termo Caná estabeleça uma identidade própria e legítima para a bebida fermentada da cana-de-açúcar — remetendo diretamente ao “canavial”, seu ambiente de origem. Além de evitar conflitos regulatórios, essa denominação valoriza a cana como matéria-prima nobre e fortalece a construção de uma nova cultura fermentativa com raízes brasileiras.

1 Instrução Normativa (MAPA) no 34 de 29/11/2012 - Complementa os padrões de identidade e qualidade para fermentados, exceto vinhos.

2 Regulamento (CE) 479/2008 - Estabelece a organização comum do mercado vitivinícola.

3 Decreto (MAPA) no 6.871/2009 - Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.



Figura 1 - Canavial

3. MATÉRIA-PRIMA

Existem inúmeras espécies de cana-de-açúcar, gramínea perene do gênero *Saccharum*: *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. simensis*, *S. barberi* e *S. robustum* (Figura 2).

A espécie mais plantada no Brasil (*S. officinarum*) é dotada de colmos grossos (> 3,5 cm), alto teor de açúcar e baixa porcentagem de fibra. Dela já foram geradas dezenas de variedades, que representam avanços nas facilidades de cultivo e manejo, tolerância a eventuais deficiências nutricionais do solo, qualidade do perfilhamento, qualidade da brotação, teor de açúcares no ponto de maturação e rendimento da extração do caldo. Em diferentes regiões, cada variedade pode desenvolver peculiaridades fisiológicas afetas às condições do cultivo, fatores climáticos e manejo. Em especial, ocorrem pequenas alterações nos teores de componentes bioativos, as quais vão refletir na cor, aroma, corpo e adstringência do caldo.

Para a produção do Caná - e de forma análoga aos avanços na tecnologia do vinho (de uvas) essas características deverão ser cada vez mais investigadas e caracterizadas.



Figura 2 – Espécies de cana-de-açúcar

3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

À diferença das frutas em geral, em que prevalecem os monossacarídeos glicose e frutose, o açúcar predominante no caldo de cana é a sacarose. Dentre as variedades de cana cultivadas no Brasil, a TACO (2011) registra o teor médio de 18,2 g de carboidratos/100 g caldo (Tabela 1). Na atualidade, várias canas brasileiras atingem até 25 g de carboidratos/100 g de caldo.

Tabela 1 - Composição centesimal do caldo de cana ⁴

COMPONENTE	Unid.	Teor médio
Carboidratos		18,2
Proteínas		Tr.
Cinzas	g/100 g	0,1
Lipídios totais		Tr.
Fibras totais		0,1
Cálcio		9
Magnésio		12
Manganês		0,2
Fósforo		5
Ferro		0,8
Sódio		Tr.
Potássio		18
Cobre	mg/100 g	0,01
Zinco		0,1
Tiamina		Tr.
Riboflavina		Tr.
Piridoxina		0,03
Niacina		Tr.
Vitamina C		2,8

⁴ TACO (2011)

3.2 AMINOÁCIDOS

Dentre centenas de estruturas de aminoácidos naturais, apenas vinte compõem as proteínas em geral e precisam ser consideradas no âmbito da fermentação alcoólica. Esses dados, porém, ainda são relativamente escassos na literatura (Tabela 2).

Tabela 2 – Teores de aminoácidos livres no caldo de cana ⁵

AMINOÁCIDO	mg/L
Alanina	11 - 41
Arginina	2 - 3
Asparagina	50 - 156
Ácido aspártico	39 - 59
Cistina/cisteína	< 1
Glutamina	18 - 42
Ácido glutâmico	12 - 29
Glicina	2 - 4
Histidina	2 - 6
Isoleucina	3 - 9
Leucina	8 - 10
Lisina	6 - 10
Metionina	1 - 8
Fenilalanina	2 - 5
Prolina	3 - 8
Seria	4 - 22
Treonina	6 - 32
Triptofano	1 - 4
Tirosina	3 - 6
Valina	4 - 27

⁵ Arasaki & Mino (1982)

3.3 BIOATIVOS

O caldo de cana é milenarmente exaltado na medicina oriental (ayurvédica) por suas ações terapêuticas e eficácia no combate a diversas patologias humanas e veterinárias. Nas últimas décadas essas propriedades vêm sendo cada vez mais investigadas e comprovadas cientificamente, sendo especialmente atribuídas ao seu conteúdo de compostos fenólicos bioativos.

Resumidamente referidos como “fenólicos”, esses compostos caracterizam-se por conter um ou mais anéis aromáticos com um ou mais grupos hidroxilas. Ocorrem exclusivamente no reino vegetal e exercem inúmeras funções na saúde humana.

Entre os fenólicos da cana, destacam-se (Figuras 3 e 4):

- Os ácidos fenólicos (dotados de uma carboxila ligada a um anel fenólico) cafeico, sinápico e clorogênico.
- Os flavonoides (dotados do esqueleto C6-C3-C6), que conferem a tonalidade amarela⁶ ao caldo da cana: apigenina, luteolina, diosmetina, vitexina e tricina.
- A asterina, que é uma antocianina (de tonalidade azul)

A exemplo das uvas e dos vinhos, portanto, tanto a cana como o caná têm potencial de valorização nutracêutica !

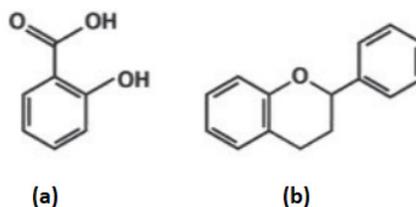


Figura 3 - Esqueletos moleculares típicos de:
(a) ácidos fenólicos (C6-C1) - (b) flavonoides e antocianinas (C6-C3-C6)

⁶ Do latim, *flavius* = amarelo, dourado

Os ácidos cafeico e sináptico são antioxidantes e anticarcinogênicos, entre inúmeras outras funções.

- A apigenina e a luteolina são apontadas entre os antioxidantes mais potentes na classe dos flavonoides.
- O ácido clorogênico é antioxidante e antifúngico. Já foi demonstrado que bebidas contendo ácido clorogênico podem ser úteis para diminuir gordura corporal e prevenir contra efeitos adversos da obesidade.
- A vitexina é exaltada como antioxidante, anti- inflamatória, anti-Alzheimer, anti-hipertensiva, antidepressiva, antiviral entre várias outras ações.
- A diosmetina é apontada como anticâncer (especialmente leucemia), antimicrobiana e anti-inflamatória.
- A asterina, além de antioxidante e anti-inflamatória, ativa na proteção do DNA e contra infecção por *Helicobacter pylori*, entre outros benefícios.

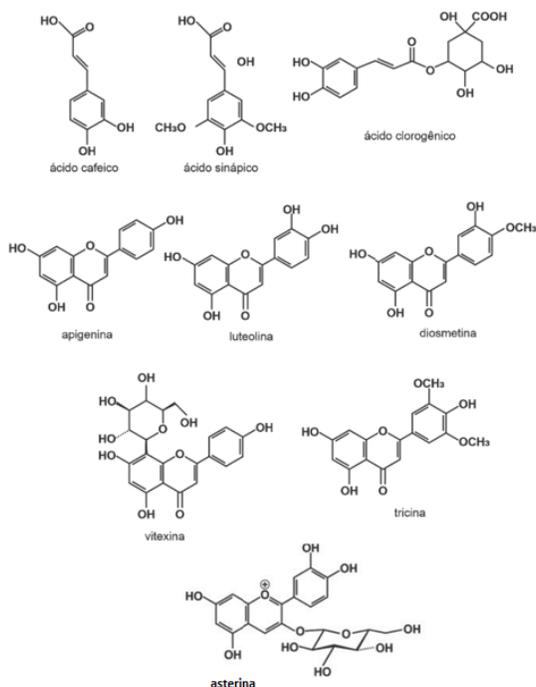


Figura 4- Fenólicos bioativos identificados no caldo de cana.

4. DO CALDO AO CANÁ: etapas da produção

As bases conceituais do processo produtivo do **Caná** são semelhantes às aplicadas na elaboração de vinhos - especialmente os vinhos brancos - e de outras bebidas obtidas por fermentação de sucos de frutas.

Na prática, a produção do Caná permite uma ampla variedade de abordagens operacionais, o que possibilita a criação de diferentes estilos e perfis sensoriais. Assim como ocorre com os vinhos, é possível obter bebidas mais secas ou doces, leves ou encorpadas, frisantes, espumantes, ou até mesmo fortificadas, entre outras variações.⁷

A seguir, apresentamos o processo de produção do Caná em sua forma mais geral - como bebida fermentada elaborada a partir do caldo de cana-de-açúcar (Figura 5).

⁷ MAPA (2018). Instrução Normativa nº 14, de 8/2/2018.

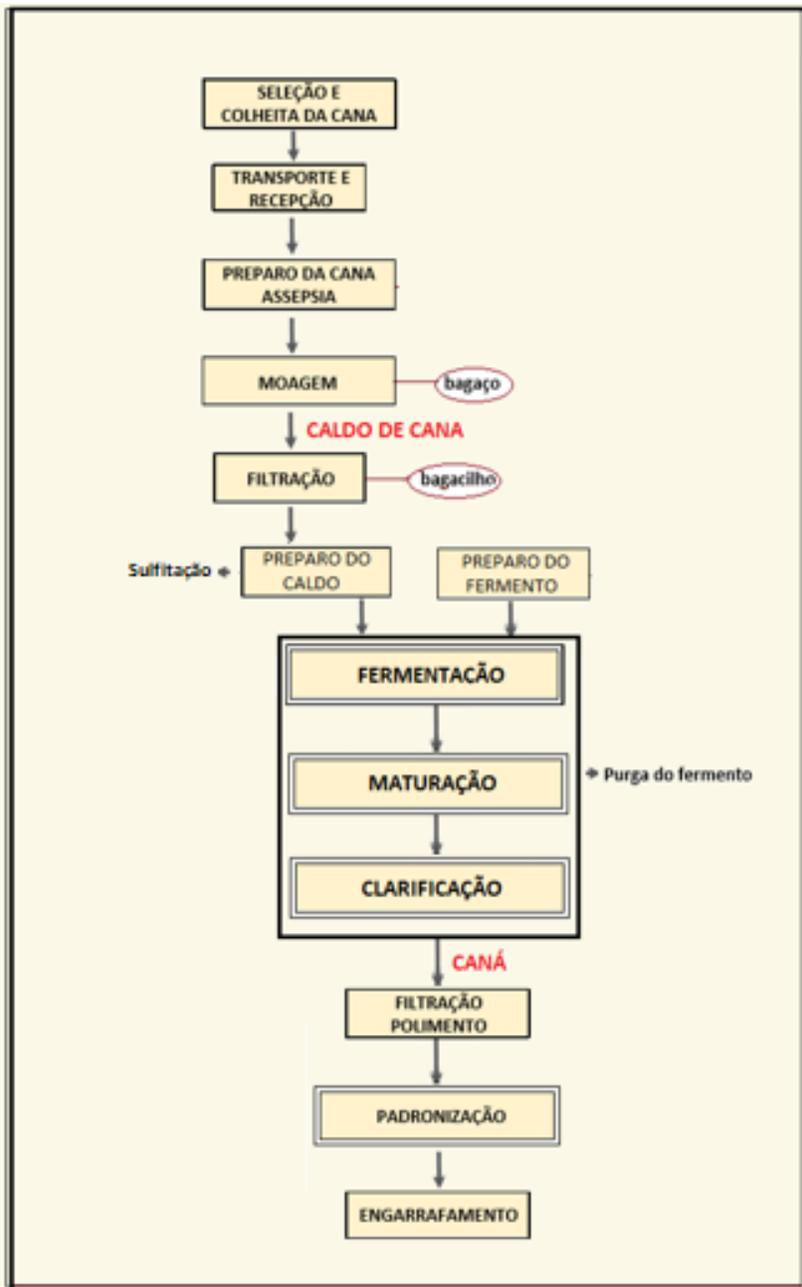


Figura 5 – Fluxograma do processo de produção do Caná

4.1 PREPARO DO CALDO

A cana-de-açúcar selecionada para a produção do Caná deve estar saudável, madura e fresca. Antes da moagem, é fundamental que ela seja devidamente limpa, de modo a reduzir ao máximo o arraste de impurezas e corpos estranhos.

Uma prática importante é o desbaste da superfície dos colmos, eliminando a maior parte da casca. Além de diminuir a carga de impurezas, esse recurso vai promover a extração de pigmentos típicos da casca, influenciando o perfil sensorial do Caná – especialmente a cor. Cana raspada propicia um Caná amarelo claro e brilhante. Cana com casca acentua a tonalidade do Caná, principalmente se os colmos forem previamente picados (Figura 6).



Figura 6 - Efeito da casca da cana sobre a tonalidade do Caná

A moenda utilizada deve ser inteiramente construída em aço inoxidável, sendo recomendável observar os seguintes cuidados:

- Moer os colmos inteiros e logo após a raspagem das cascas, em raspador elétrico.

- Empregar apenas um terno de rolos e evitar rolos excessivamente agressivos (Figura 7).
- Realizar uma filtração simples com tela fina (mas não ultrafina), com o objetivo de reter partículas sólidas e bagacilho, sem recorrer à decantação gravitacional — etapa típica da produção de cachaça de alambique, mas desnecessária (e até indesejável) na produção do Caná.

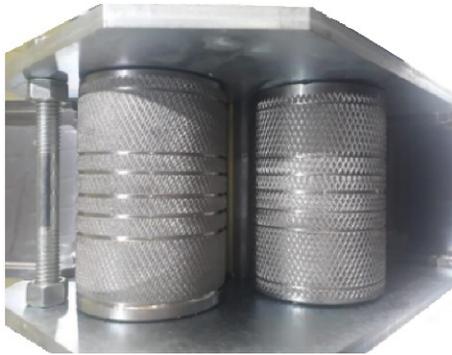


Figura 7 – Ranhuras apropriadas nos rolos da moenda

No decorrer da moagem, o caldo de cana incorpora leveduras que acompanham os colmos e bactérias dos utensílios e da atmosfera ambiente. Essa microbiota é geralmente benéfica e não precisa ser combatida, desde que se adotem os cuidados de:

- Minimizar a exposição da cana ao sol,
- Moer exclusivamente cana fresca, em ambiente limpo e fresco,
- Efetuar imediatamente os procedimentos de purificação.

Após a moagem da cana previamente higienizada, o caldo não deve ser submetido a decantação. Certos resíduos, embora insolúveis, são fontes de nutrientes (ácidos graxos, fitosteróis e lipídios em geral). O bagacilho mais fino e outras partículas sólidas, adicionadas como

suplementos nutricionais, atuam também como nucleadores para a aglomeração de leveduras (que tendem a decantar) e bolhas do gás carbônico (que tendem a emergir). Dessa forma, há uma movimentação permanente dentro do mosto, facilitando o acesso das leveduras aos nutrientes solúveis do caldo.

Na prática, é necessário buscar o equilíbrio:

- Excesso de resíduos sólidos e turbidez no caldo podem prejudicar a evolução do aroma.
- Caldos excessivamente límpidos podem retardar e até travar a fermentação.

À diferença do preparo destinado à produção de cachaça, não se deve baixar o brix do caldo, a menos que se pretenda um mosto com teor alcoólico reduzido (Anexo 1).

4.2 BACTÉRIAS LÁTICAS

Logo após a moagem, o caldo de cana contém naturalmente uma população de bactérias láticas provenientes do ambiente (Figura 8). Quando presentes em proporções adequadas, essas bactérias são não apenas desejáveis, mas muito importantes para a qualidade sensorial do Caná.⁸

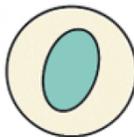
As bactérias láticas são microrganismos anaeróbios, que preferem pH próximo à neutralidade e temperaturas mais elevadas (acima de 30 °C) - condições que prevalecem no caldo recém-extraído. À medida que o processo avança, com o resfriamento do caldo, a inoculação do fermento e a conseqüente queda do pH, o ambiente torna-se gradativamente mais hostil para sua atuação, embora sem impedir completamente sua contribuição sensorial.

⁸ Essas bactérias são referidas como “contaminantes” e combatidas produção do álcool combustível porque reduzem o rendimento em etanol.

Durante sua breve atividade, essas bactérias consomem parte dos açúcares e produzem ácido láctico, além de diversos compostos minoritários que enriquecem o perfil do mosto fermentado.

É importante destacar que as bactérias lácticas são classificadas como GRAS⁹, sendo os principais microrganismos utilizados na produção de laticínios fermentados e alimentos probióticos. Na enologia, são tradicionalmente empregadas no processo de fermentação malolática, responsável por converter o ácido málico (de sabor mais verde e intenso) em ácido láctico (mais suave e aveludado), promovendo mudanças sensoriais valorizadas nos vinhos.

Em resumo, as bactérias lácticas devem ser vistas como aliadas na fermentação do caldo de cana, por seu papel positivo na formação do caráter sensorial do Caná. Ao final da fermentação, essas células estarão inativas - inviabilizadas pela combinação de baixo pH e temperatura reduzida durante a maturação - e, posteriormente, são eliminadas na etapa de clarificação da bebida.



Leveduras alcoólicas (como *S. cerevisiae*) têm comprimento em torno de 10 μm



Bactérias lácticas (como *Lactobacillus*) têm comprimento em torno de 1 μm

Figura 8 – Formas e tamanhos típicos das leveduras e das bactérias

No mosto, as leveduras correspondem a cerca de 99% do volume do fermento; as bactérias, embora mais numerosas, ocupam um volume ínfimo devido ao pequeno tamanho (cerca de 1000 vezes menor)

9 GRAS = Generally Recognized As Safe

4.3 FERMENTAÇÃO

Para produção da cachaça, adotam-se ciclos de fermentação de 24 horas e reaproveitamento do fermento no decorrer de bateladas sucessivas. O caldo da cana é pré-ajustado em 15°brix mediante adição de água, sendo introduzido lentamente à dorna (num intervalo de quatro a cinco horas) para minimizar o estresse celular e resguardar o vigor das leveduras. Embora também possam ser aplicados à produção do Caná, esses cuidados não são preconizados na produção de bebidas exclusivamente fermentadas, nas quais o fermento é geralmente usado uma única vez e permanece no mosto no decorrer da maturação.

O Caná pode ser produzido a partir do fermento selvagem obtido pelos mesmos procedimentos de propagação tradicionalmente empregados na produção de cachaça. No entanto, para dar início à produção e ter clareza efetiva sobre as possibilidades sensoriais da bebida, recomenda-se a associação da microbiota natural que acompanha o caldo fresco (e compõe sua origem geográfica) com a inoculação direta de leveduras selecionadas, disponíveis no mercado. Em especial, existem opções de cepas de fermento mais tolerantes a altos teores de açúcar e etanol. Há também cepas mais tolerantes à atividade simultânea das bactérias lácticas que acompanham o caldo de cana, propiciando maior formação de ésteres e toques especiais no aroma.

O fermento comercial é geralmente adquirido na forma desidratada e inativa, podendo ser armazenado por períodos relativamente longos, desde que sob refrigeração. Para fins de uso, pesa-se uma quantidade correspondente a cerca de 20% do volume do inóculo pretendido, a qual é submetida a reidratação, conforme procedimentos preconizados pelo fabricante. A massa de leveduras reidratadas deve corresponder a 3 g/L a 5 g/L de mosto - população cerca de dez vezes inferior à empregada para a produção da cachaça. Além disso, é geralmente desejável manter controle sobre a temperatura do mosto, evitando os picos característicos

da fase inicial (tumultuosa) da fermentação. A cinética fica mais lenta, demandando cerca de cinco dias para o esgotamento dos açúcares. Em compensação, o ambiente do mosto propicia a formação de ésteres e outros compostos importantes para a evolução do aroma.

Naturalmente, é indispensável que as dornas disponham de tampas herméticas, minimizando contato com a atmosfera ambiente. Caso contrário, o mosto azeda rapidamente, devido à invasão das bactérias acéticas (que são aeróbias e muito prejudiciais !) atraídas pelo etanol.

Depois da familiarização com as especificidades e dinâmica geral do processo, o produtor poderá ampliar as opções no âmbito do inóculo, seja empregando exclusivamente o fermento selvagem nativo ou sua associação com fermentos comerciais.

4.4 MATURAÇÃO

Quando o brix do mosto chega a zero, inicia-se a etapa da maturação. Ainda há açúcares residuais, mas a fermentação torna-se muito lenta. A borra decanta progressivamente (por efeito gravitacional) arrastando a maior parte das leveduras e do material em suspensão. Iniciam-se reações de oxirredução entre os componentes do mosto, que promovem a harmonização e arredondamento do aroma. O período de maturação pode estender-se por várias semanas, com a opção de se manter ou não o contato com a borra decantada.

Em qualquer caso, é indispensável manter a temperatura baixa e os tanques vedados/pressurizados, sem contato com o oxigênio atmosférico.

No início da maturação pode-se efetuar uma oxigenação rápida do mosto para estimular a fermentação dos açúcares residuais. Sendo anaeróbias facultativas, as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* secretam etanol em ambiente anaeróbico, mas se beneficiam do ambiente aeróbio para fins de revitalização. Já as bactérias lácticas advindas do caldo fresco são estritamente anaeróbias e, nessa fase, já estão também inibidas pela redução do pH.

4.5 AUTÓLISE DAS LEVEDURAS

No decorrer da maturação dá-se a morte e autólise progressiva das leveduras remanescentes no mosto. Ao se desintegram, essas leveduras transferem toda a sua estrutura molecular para o mosto, incluindo polissacarídeos (da parede celular), proteínas, peptídeos, aminoácidos e nucleotídeos (Figura 9). Esses compostos afetam a composição da bebida, devendo ser cuidadosamente controlados para que se obtenham/preservem os melhores efeitos sensoriais.

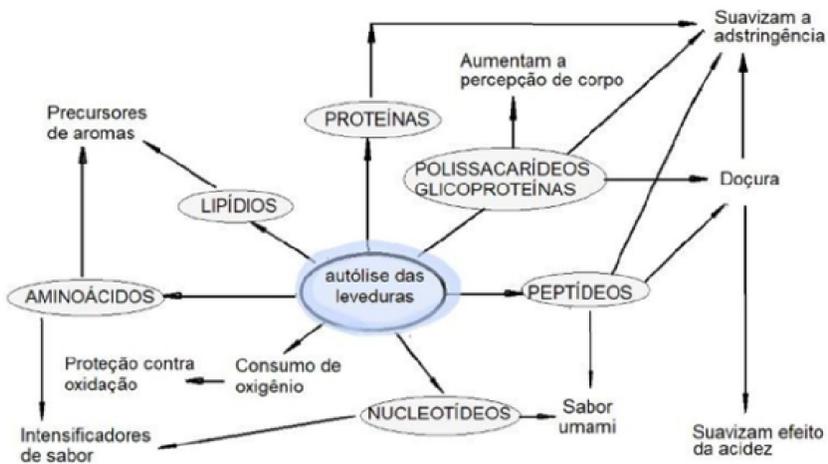


Figura 9 - Produtos e efeitos da autólise das leveduras¹⁰

Acha-se demonstrado que a presença no mosto:

- De aminoácidos contribui para a complexidade do aroma e sabor.
- De nucleotídeos e peptídeos caracteriza o sabor umami.
- De polissacarídeos e glicoproteínas suaviza a acidez e a adstringência, aumentando a percepção de dulçor.

¹⁰ Zamora, 2022 (Figura adaptada)

4.6 CLARIFICAÇÃO

Mesmo após longo período de maturação, o mosto pode apresentar turbidez, devido à presença de pequena fração de microrganismos, fragmentos e macromoléculas celulares. A bebida pode estar perfeitamente palatável, mas, para que se mantenha estável após o engarrafamento, demanda procedimentos de clarificação (Capítulo 7).

4.7 ENGARRAFAMENTO

Nos alambiques, o engarrafamento do caná pode ser feito nas mesmas instalações da cachaça. No entanto, é indispensável adotar cuidados e procedimentos que permitam evitar o contato direto da bebida com a atmosfera.

O acondicionamento deve dar-se exclusivamente em garrafas escuras. As incolores, embora possam gerar impacto visual mais atraente, são impróprias para bebidas fermentadas, devido aos riscos de deterioração por efeito da luz solar. A espessura também deve ser considerada; a melhor opção são os vidros verdes e mais grossos.

Na dúvida, recomenda-se fazer testes prévios de exposição ao sol (sete dias consecutivos) das garrafas pretendidas contendo a bebida.

5. SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL

Além dos açúcares, o caldo de cana contém diversos nutrientes importantes para as leveduras. No entanto como a maioria dos sucos vegetais, contém apenas traços de lipídios e de nitrogênio. A suplementação desses nutrientes tem efeito acentuado nas vias metabólicas das leveduras - sendo determinantes da cinética da fermentação e do resultado sensorial.

5.1 LIPÍDIOS

Os colmos da cana-de-açúcar contém os lipídios típicos das membranas celulares. No entanto, o teor que acompanha naturalmente o caldo é muito baixo. Essa característica força as leveduras a fazerem desvios metabólicos acentuados para sintetizar certos componentes indispensáveis à sua integridade celular.¹¹

A suplementação lipídica é uma prática corriqueira na fermentação alcoólica - usualmente na faixa de 50 mg/L a 100 mg/L, demandando ajustes conforme a fonte de suplementação e outras especificidades do processo.

Por serem insolúveis e menos densos que a água, os lipídios tendem a formar uma película na superfície do caldo, inviabilizando sua absorção pelas leveduras. O emprego direto de coadjuvantes sólidos contendo lipídios em dispersão ajuda a contornar o problema. Dentro do caldo, os sólidos tendem a decantar. Nesse trajeto, porém, encontram e adsorvem microbolhas de gás carbônico em ascensão. Em consequência, o fluxo é invertido, pelo efeito de flotação. Na superfície do mosto, o gás carbônico se desprende das partículas que, por sua vez, reiniciam a decantação (Figura 10). Assim ocorre uma dispersão permanente por todo o volume do mosto, com reflexo muito positivo na dinâmica da fermentação.

¹¹ Especialmente ácidos graxos e esteróis.

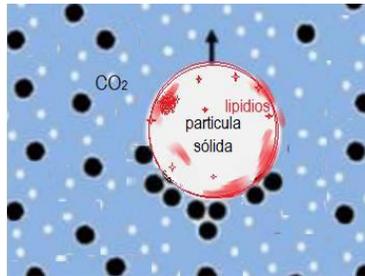


Figura 10 – Flotação de partículas sólidas por agregação de gás carbônico

5.2 NITROGÊNIO

O teor de nitrogênio é um aspecto-chave no âmbito da evolução do aroma e da qualidade do mosto fermentado. Na produção tradicional da cachaça de alambique, o fubá é a principal fonte suplementar de nitrogênio, tanto na etapa de propagação celular como de fermentação. Nos vinhos, a fonte mais comum é o extrato de leveduras. O teor ótimo de nitrogênio orgânico situa-se na faixa de 250 a 400 mg/L:

- Teores acima de 400 mg/L são desnecessários e podem até ser prejudiciais.¹²
- Teores abaixo de 150 mg/L podem enfraquecer o fermento e prejudicam a evolução do aroma.

Sabe-se que, embora sejam geneticamente codificadas para sintetizar os aminoácidos de que necessitem, as leveduras (*S. cerevisiae*) preferem aproveitar os aminoácidos que encontram no mosto, seja para uso direto na síntese/manutenção de suas proteínas ou para sua conversão metabólica em aminoácidos não disponíveis no mosto. No segundo caso, as leveduras secretam diversos resíduos¹³, sob as formas

¹² Nitrogênio em excesso pode aumentar a formação de carbamato de etila.

¹³ Dos aminoácidos desprovidos da fração - NH₂

de aldeídos, álcoois, ácidos e ésteres – que vão enriquecer o aroma e aumentar a complexidade sensorial da bebida fermentada.

De fato, numerosos estudos demonstram que, somente na etapa de propagação as leveduras dão preferência a fontes inorgânicas de amônia para a síntese dos aminoácidos de que necessitem – o que explica a baixa geração de aromas nesta etapa. Quando começam a empregar aminoácidos do mosto para síntese de outros aminoácidos (não disponíveis), dá-se o início da evolução do aroma (Tabela 6), com destaque para as funções de três aminoácidos:

- A fenilalanina, precursora do feniletanol, cujo aroma floral é associado a rosas.
- A tirosina, precursora do tirosol, que tem importante associação com o amargor de vinhos brancos, saquês e cervejas.
- O triptofano, que gera o triptofol, com notas agradáveis de jasmim e lírio.

Mas é importante destacar que os padrões de assimilação dos aminoácidos do mosto e secreção dos componentes do aroma advêm da codificação genética das cepas de leveduras.

Na prática, portanto, é necessário fixar um conjunto de parâmetros para avaliar o efeito de aminoácidos específicos.

Tabela 6 – Efeitos típicos de aminoácidos na cinética da fermentação e na geração de aromas no mosto ¹⁴

Aminoácido	Efeito cinético			Destaques/aromas que resultam da degradação
	Fase lag	Crescimento	Fermentação	
Glutamato	baixo	alto	alto	Determinante da cinética fermentativa
Flutamina	Semelhantes ao glutamato, porém com menos produção de biomassa, mesmo em presença de íon amônio (variando conforme a cepa)			Depois do glutamato, são os preferidos para absorção, favorecendo a cinética fermentativa
Arginina				
Asparagina				
Serina				
Aspartato				Feniletano, acetato de feniletila
Fenilalanina				Isobutano, ácido isobutírico, acetato de isobutita
Valina				
Tirosina				Tirosol
Alanina				Acetaldeído, acetato de etila
Isoleucina				Precursor de álcool isoamílico e ácido isovalérico
Leucina	Acetato de isoamila			
Triptofano	Menos acentuado	Triptofol		
Treonina		Propanol, butanol e ácido propiônico		
Lisina		Aminopentanol, álcool aminopentílico		
Metionina		Metional, álcool hidroximetilbutílico		

¹⁴ O triptofol e tirosol têm sido valorizados por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas contra bactérias patogênicas. Esses efeitos têm suscitado pesquisas de associações de *Saccharomyces cerevisiae* com diversas outras leveduras - tanto *Saccharomyces* como não-*Saccharomyces* - com o objetivo de aprimorar o valor nutricional das bebidas alcoólicas fermentadas.

6. SULFITAÇÃO

Os sulfitos - compostos inorgânicos que geram dióxido de enxofre (SO₂) quando dissolvidos em água – desempenham várias funções na produção do Caná:

- Bloqueiam inúmeras enzimas, especialmente as oxidativas.
- Bloqueiam compostos carbonílicos em geral: reagem com aldeídos e cetonas, assim como resíduos de -SH de aminoácidos sulfurados, eliminando sabores desagradáveis e pungência aromática.
- Estabilizam a metionina, aminoácido cuja decomposição (catalisada pela riboflavina ativada pela luz) leva à liberação de etanotiol, sulfeto de dimetila e gás sulfídrico, cujos odores remetem a repolho cozido e podridão.
- Têm ação bacteriostática (em pH abaixo de 4,0).

6.1 APLICAÇÃO

Devem ser aplicados na etapa do preparo do caldo, na faixa de 100 mg/L a até 300 mg/L. Cada teor tem potencial para efeitos distintos sobre a evolução sensorial. Em qualquer caso, uma fração se liga aos compostos carbonílicos do caldo, convertendo-se em “SO₂ ligado” e formando hidroxissulfonatos; outra fração permanece como “SO₂ livre” desempenhando as funções antioxidante e bacteriostática (Figura 11).

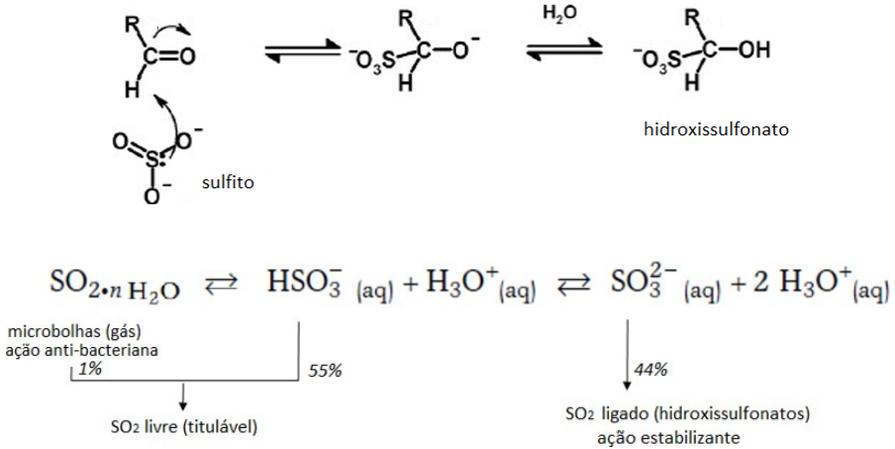


Figura 11 - Estados químicos e funções do sulfito no caldo de cana (com percentuais ilustrativos)

]No decorrer da fermentação, as próprias leveduras secretam certa quantidade de SO₂ (entre 10 mg/L e 80 mg/L). Mas a sulfitação complementar é importante para direcionar as vias metabólicas das leveduras para a formação de aromas peculiares e aumentando a secreção de glicerina.

Sobre as bactérias, a sulfitação tem efeito predominantemente bacteriostático. Para atuar como bactericida seriam necessários teores muito elevados (acima de 500 mg/L) e que, além de não serem permitidos na legislação, teriam efeito sensorial negativo.

6.2 EVOLUÇÃO

No pH inicial do caldo, predominam as estruturas sulfito e bissulfito. À medida que o sulfito é consumido, em virtude de associação com os componentes carbonílicos do caldo, a reação se desloca para a direita, diminuindo a proporção de SO₂ e bissulfito. Iniciada a fermentação, dá-se uma redução progressiva do pH (devido à secreção de ácidos pela microbiota) deslocando o equilíbrio para a esquerda, ou seja, aumentando a proporção de bissulfito.

O dióxido de enxofre (SO_2 livre) ocorre apenas em pH abaixo de 4, quando se dá a ação antibacteriana.

Em casos raros, as leveduras podem secretar metabólitos com aroma indesejável ao término da fermentação e/ ou no decorrer da maturação, demandando uma sulfitação complementar. Quando ocorrem, geralmente são atribuídos a excesso de metionina na suplementação nitrogenada.

6.3 MANUSEIO DOS SULFITOS

O manuseio dos sulfitos demanda cuidados especiais.

- No estado sólido, os riscos afetos à manipulação são pequenos, mas podem ocorrer reações alérgicas.
- As embalagens devem ser escuras e precisam ser mantidas hermeticamente fechadas, em local fresco e ao abrigo da luz solar.
- Para retirar da embalagem original, pesar e preparar soluções, deve-se usar luvas e máscara a fim de evitar a inalação de SO_2 (gás irritante que se converte em ácido sulfúrico e sulfuroso em contato com as mucosas umedecidas).

6.4 CONTROLE

O teor de sulfitos deve ser ajustado cuidadosamente. A adição excessiva pode resultar em perdas importantes na complexidade do aroma e no frescor da bebida.

No controle de qualidade (tanto interno como de fiscalização) é possível quantificar separadamente:

- O teor de SO_2 titulável, que corresponde às estruturas do bisulfito e do dióxido de enxofre remanescentes na bebida,

- O teor de sulfatos totais (SO_4^{2-}), que corresponde ao enxofre ligado (hidroxissulfonatos) e pode ser usado como marcador afeto às boas práticas de produção.

7. ESTABILIZAÇÃO E CLARIFICAÇÃO

Encerrada a fase tumultuosa da fermentação, as leveduras tendem a se acomodar progressivamente no fundo da dorna. Depois de sete a dez dias, pode-se fazer a trasfega do mosto sobrenadante, separando-o da maior parte das leveduras originais do processo.

Na sequência, inicia-se a maturação sob resfriamento ($\pm 4^{\circ}\text{C}$). Além da fermentação residual, vão ocorrer reações de oxirredução e esterificação, com nítidos reflexos sensoriais na bebida.

A clarificação é acelerada devido à redução do movimento browniano das partículas suspensas.

Nessa etapa, efetuam-se avaliações e ajustes finais na bebida. Além de estabilizantes, destinados a interromper toda atividade microbiana, podem ser introduzidos ácido cítrico e/ou láctico, para ajuste na acidez, e também o ácido ascórbico, cuja ação antioxidante é potencializada na presença de ácido cítrico.

Após cerca de 30 dias, a bebida parece transparente. No entanto, restam macromoléculas em estado coloidal, advindas da lise de leveduras e bactérias. Assim, embora possa estar apta ao consumo e plenamente palatável, ainda carece de procedimentos destinados a prevenir perdas sensoriais e surgimento de “nuvens” no decorrer do armazenamento dentro das garrafas. Para esta finalidade, empregam-se agentes clarificantes (Figura 13).



Figura 13- Efeito da clarificação na limpidez do caná.

Tabela 7 - Percentual ativo do ácido sórbico, conforme o pH da bebida

pH	% ativo (não dissociado)
3,0	98
3,5	94
4,0	83
4,5	61
4,7	50
5,0	33

A eficácia do ácido sórbico depende também dos teores de etanol e de SO₂ livre. Por exemplo:

- Há relatos de completa inibição de *S. cerevisiae* mediante o teor de 80 mg/L associado a SO₂ livre na faixa de 30 mg/L a 100 mg/L.
- A demanda de 150 mg/L para uma bebida com 10% de etanol pode cair para 50 mg/L se o teor alcoólico for aumentado para 14%.

7.2 CLARIFICANTES

Existem várias classes de clarificantes, agentes que atuam na extração dos materiais causadores de turvação e/ou responsáveis por riscos de alteração sensorial depois do engarrafamento:

- Proteínas: caseína, albumina, gelatina,
- Silicatos minerais: bentonitas (sódicas, cálcicas...),
- Silicatos orgânicos: terra diatomácea (de algas),
- Polímeros sintéticos: polivinilpirrolidona (PVPP).

Além de eliminar partículas e fragmentos de bactérias e de leveduras, a clarificação que antecede o engarrafamento reduz o teor de componentes fotossensíveis na bebida final. A eficácia de cada clarifi-

cante está relacionada às peculiaridades físicas e químicas do material em suspensão (tamanho, peso molecular, carga iônica). Por exemplo:

- A albumina (0,2 g/L - 1,0 g/L) tem efeito sequestrante sobre compostos fenólicos, incluindo taninos (agentes de adstringência e amargor) e flavonoides (agentes de tonalidade amarela).
- A bentonita sódica (1,0 g/L - 2,0 g/L) é mais ativa na remoção dos resíduos proteicos.

A separação final entre a fase sólida (clarificantes + impurezas) e líquida (bebida límpida) acontece naturalmente pelo efeito da sedimentação gravitacional, podendo ser acelerada mediante centrifugação.

- Em qualquer caso, as proporções ideais devem ser previamente testadas (em escala de bancada) avaliadas e ajustadas para otimizar o resultado sensorial.
- Encontram-se no mercado associações de vários clarificantes, com indicações específicas para cada tipo de uso.

Na etapa de clarificação do mosto, aplicam-se materiais como a bentonita (mineral), a caseína e/ou a albumina (orgânicos), que se agregam aos fragmentos e detritos celulares, arrastando-os para o fundo da dorna. Outra opção é o emprego de filtros de terra diatomácea.

8. CUIDADOS NO ENGARRAFAMENTO

Mesmo que a bebida tenha aparência límpida, o engarrafamento é precedido de uma filtração final de polimento. Além disso, são necessários cuidados afetos à prevenção de microrganismos oportunistas e do oxigênio atmosférico.

8.1 MICRORGANISMOS

A prevenção microrganismos oportunistas é um dos itens primordiais na estabilidade da bebida engarrafada. Mesmo em baixíssimas proporções, a presença de bactérias ou leveduras pode causar danos sensoriais à aparência (turbidez, nuvens, coloides) e palatabilidade. Para evitar esses inconvenientes, são usualmente recomendados:

- Equipamentos em aço inoxidável, com superfícies lisas que possam ser plenamente higienizadas mediante enxague com água quente,
- Ausência de lacunas, buracos e juntas que possam acumular microrganismos,
- Procedimentos padronizados e rigorosos de assepsia de tubulações, equipamentos e recipientes,
- Ambiente para engarrafamento, dotado de corrente de ar filtrado que permita expulsar germes e aerossóis para longe das garrafas abertas,
- Presença de SO₂ livre (em torno de 150 mg/L) na bebida,
- Filtração dos gases que entram em contato com a bebida em membranas de 0,1 µm.

8.2 OXIGÊNIO

Mesmo em pequena proporção, o arraste de oxigênio para a bebida pode ter efeito deletério, formando coloides que turvam e, com o tempo, ficam depositados no fundo da garrafa. Os riscos de acesso do oxigênio podem advir:

- Da caixa do caná que se destina ao enchimento das garrafas mediante fluxo por gravidade,
- Por arraste através dos bicos das enchedoras,
- Por turbilhonamento da bebida no momento do enchimento da garrafa,
- Por acúmulo de ar no espaço livre da garrafa, no curto intervalo entre o enchimento e o lacre.

De modo geral, podem ser minimizados:

- Borbulhando dióxido de carbono (ou nitrogênio) no reservatório destinado ao enchimento das garrafas e mantendo hermeticamente vedado.
- Empregando bicos alongados nas enchedoras, que cheguem ao nível de dois centímetros acima da parte inferior da garrafa.
- Mediante fluxo laminar da bebida para dentro das garrafas, sem formação de vórtices ou turbulência.
- Adotando o menor espaço livre possível dentro de cada garrafa.

8.3 EXPOSIÇÃO À LUZ

Mesmo após engarrafada, a exposição da bebida à luz pode resultar em sabores indesejáveis, redução da validade, alterações de cor e esgotamento do dióxido de enxofre.

Entre outros fatores, o efeito negativo da luz está associado à presença de riboflavina (vitamina B2) e o aminoácido metionina. Quando ativada pela luz,¹⁵ a riboflavina (cuja presença no mosto pode advir da autólise das leveduras) interage com a metionina, gerando metional, metanotiol e/ou dissulfeto de dimetila – todos dotados de odores sulfurosos/desagradáveis. As alterações variam conforme o tempo e intensidade da radiação absorvida, mas o dano sensorial é irreversível. Assim sendo, é desejável:

- Que o enchimento das garrafas seja acompanhado de injeção de gás carbônico e/ou nitrogênio gasoso (para expulsão do oxigênio atmosférico),
- Que a bebida contenha teor de SO₂ residual livre (observando o limite permitido na legislação),
- Minimizar a exposição da bebida à atmosfera e à luz solar ou fluorescente durante o período de estocagem.

15 A riboflavina apresenta picos de absorção em torno de 370 nm (UV) e 440 nm (visível).

9. O CANÁ E AS MADEIRAS

Assim como outras bebidas fermentadas e muitos vinhos brancos, o Caná pode ser consumido como “bebida jovem”, valorizando o frescor e o aroma originais. O contato com a madeira é opcional, não compõe obrigatoriamente a identidade das bebidas fermentadas. No entanto, componentes da madeira podem inserir efeitos sensoriais e valores nutricionais, especialmente relacionados aos antioxidantes fenólicos, que enriquecem a bebida:

- Propiciando aumento na estabilidade e resistência a processos oxidativos,
- Contribuindo para efeitos sensoriais de corpo e adstringência,
- Introduzindo propriedades nutracêuticas.

Pelo contato com a madeira, as bebidas alcoólicas (fermentadas e/ou destiladas) absorvem componentes químicos afetos à fisiologia de cada espécie vegetal, que advêm de duas frações:

- A referida como “extrativos”, composta por substâncias de baixo peso molecular, que se solubilizam diretamente no ambiente hidroalcolico da bebida. São compostos bioativos (vitaminas, hormônios, antioxidantes, anti-inflamatórios...) cujas estruturas variam conforme a espécie vegetal e até mesmo, dentro de cada espécie, conforme a região de origem e a idade do abate (Figura 15).
- As macromoléculas (lignina, celulose e hemicelulose) que compõem a estrutura tridimensional da madeira. Esses materiais são totalmente insolúveis em água e em etanol. No entanto, sob efeito da tosta aplicada na flambagem das aduelas, liberam fragmentos e monômeros fenólicos e furânicos (Figura 16).

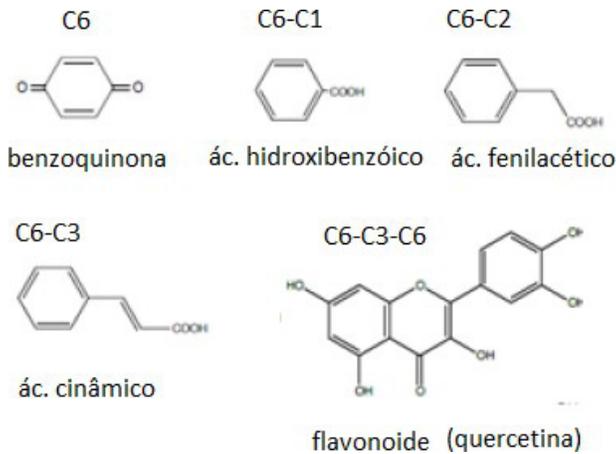


Figura 15 - Exemplos de estruturas fenólicas da fração extrativos da madeira.

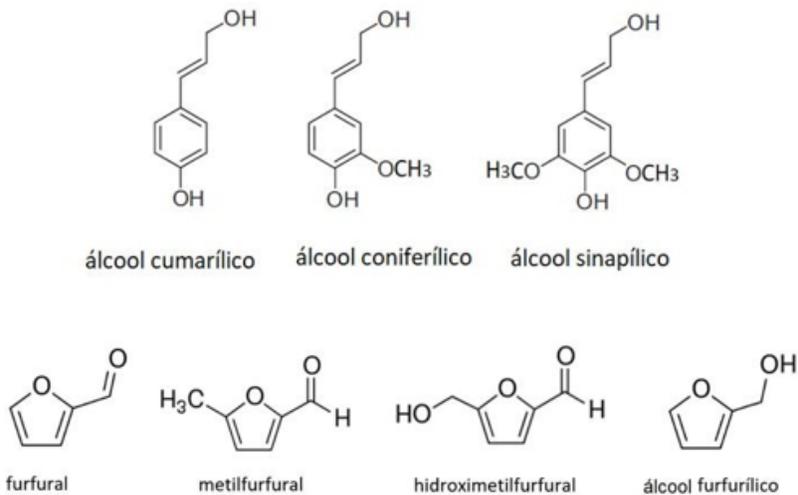


Figura 16- Principais fenólicos e furânicos que advêm da hidrólise da lignina, celulose e hemicelulose da madeira

Uma vez absorvidas pela fase líquida, as substâncias advindas da madeira se oxidam e/ou reagem entre si ou ainda interagem com ácidos e álcoois da bebida formando inúmeros ésteres e outros compostos, que caracterizam aromas complexos. Em especial, os componentes fenólicos

de cada madeira incorporam aromas peculiares cujas estruturas podem ser usadas para certificação da espécie vegetal de origem.

Para bebidas fermentadas, o emprego dos chips (desde que corretamente preparados) oferece mais segurança que o acondicionamento em barris, onde ocorrem trocas gasosas permanentes com a atmosfera. Nesse caso, a oxidação fenólica poderia levar a efeitos adversos, como:

- Perda do tom amarelo-palha brilhante, com surgimento de tons amarronzados,
- Polimerização e precipitação de fenóis oxidados,
- Sabor alterado de legume cozido.

Vários pesquisadores apontam que o efeito sensorial dos chips de madeiras pode ser semelhante e até mais característico ou acentuado que o do armazenamento em barris.

10. NOTAS FINAIS

O Caná é uma bebida fermentada obtida a partir do caldo de cana-de-açúcar, matéria-prima amplamente disponível e tradicional no contexto agrícola brasileiro. Sua produção exige tecnologia relativamente simples e pode ser adaptada a diferentes escalas, o que a torna acessível tanto a empreendimentos artesanais quanto a unidades industriais. Essas características, associadas à versatilidade da cana-de-açúcar, conferem ao Caná um grande potencial para se consolidar como a principal bebida fermentada de origem nacional, nos moldes do reconhecimento já conquistado pela Cachaça no segmento das bebidas destiladas.

O passo inicial para essa consolidação passa pela elaboração do Caná em sua forma mais pura: exclusivamente a partir do caldo de cana, com alto padrão de qualidade. A valorização das particularidades regionais da cana — considerando variedade, solo, clima e manejo — permite a construção de uma identidade sensorial própria, em analogia ao conceito de *térroir* já consagrado na vitivinicultura. Esse enfoque confere legitimidade técnica ao produto e pavimenta o caminho para sua valorização nos mercados especializados.

A médio e longo prazo, o Caná oferece ainda um campo fértil para inovação. A rica biodiversidade brasileira possibilita a incorporação de frutos nativos — muitos com sabores intensos e perfis aromáticos exóticos, criando bebidas únicas com identidade regional e alto valor agregado.¹⁶ Embora diversas dessas frutas apresentem baixo rendimento em suco ou teores reduzidos de açúcares, sua associação ao caldo de cana — substrato altamente fermentescível — representa uma alternativa viável e tecnicamente promissora para o desenvolvimento de novos produtos.

16 Ver Anexo 4.

Além dos aspectos técnicos, o Caná se alinha a diversas tendências contemporâneas de mercado. O crescente interesse por bebidas fermentadas, com baixo teor alcoólico, identidade artesanal e ingredientes naturais abre espaço para o Caná como uma opção inovadora, sustentável e autêntica. O uso de matérias-primas brasileiras, a valorização de sabores regionais e a possibilidade de certificações de origem e qualidade conferem ao produto forte apelo de marca, tanto no mercado interno quanto internacional.

Para investidores, o Caná representa uma oportunidade estratégica de entrada em um segmento em expansão, com barreiras tecnológicas relativamente baixas, matéria-prima abundante e uma narrativa de marca fortemente vinculada à cultura e à biodiversidade brasileira. Além disso, sua produção pode gerar impacto positivo nas economias locais, fomentar cadeias produtivas regionais e contribuir para práticas de agricultura sustentável.

Em síntese, o Caná oferece uma rara combinação de solidez técnica, inovação sensorial e apelo mercadológico, com capacidade de articulação entre ciência, tradição e empreendedorismo. É um projeto que nasce com raízes brasileiras, mas com potencial para florescer globalmente.

BIBLIOGRAFIA

Abbas, S.R., Sabir, S.M., Ahmad, S.D., Boligon, A.A. & Athayde, M.L. (2014). Phenolic profile, antioxidant potential and DNA damage protecting activity of sugarcane (*S. officinarum*). *Food Chem.*, 147: 10-16.

Álvarez, E.P.P., Cerdán, T.G, Cabrita, M.J., Escudero, E. G. & Peregrina, F. (2017b). Influence on wine biogenic amine composition of modifications to soil N availability and grapevine N by cover crops. *J. Sci. Food Agric.*, 97: 4800-4806.

Arasaki, F.T. & Mi, N. (1982). Comparison of the free aminoacids in sugar cane during the growth periods. *J. Jpn. Soc. Food Nutr.*, 35 (5): 363-366.

Baiano, A., Scrocco, C., Sepielli, G. & Nobile, A. M. (2016). Wine Processing: a critical review on physical, chemical, and sensory implications of innovative vinification procedures. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 56: 2391-2407.

Bao, L., Li, J., Zha, D., Zhang, L., Gao, P., Yao, T. & Wu, X. (2018). Chlorogenic acid prevents diabetic nephropathy by inhibiting oxidative stress and inflammation (...) *Int. Immun.*, 54: 245-53.

Barreto, F. (2017). Os vinhos de uva e sua dependência dos sulfitos: a bebida, o conservante e alternativas. UNiFACS, Laureate Int. Univ.

Bell, S.J. & Henschke, P.A. (2005). Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 11: 242-295.

Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria: their applications in foods. *J. Bact. Mycol. Open Access*, 6(2): 89-94. doi:10.15406/jbmoa.2018.06.00182.

Borghi, S.M., Carvalho, T.T., Ferrari, L.S., Hohmann, M.S., Pinge-Filho, P., Casagrande, R. & Vem Jr., W.A. (2013). Vitexin inhibits inflammatory pain in mice (...) *J. Nat. Prod.*, 76 (6): 1141-1149.

Buglass, A.J. (2011). *Handbook of Alcoholic Beverages. Technical, Analytical and Nutritional Aspects*. New York, John Wiley & Sons.

Burin, V. M., Gomes, T. M., Caliar, V., Rosier, J. P. & Bordignon, L M.T. (2015). Establishment of influence the nitrogen content in musts and volatile profile of white wines associated to chemometric tools. *Microchem. J.*, 122: 20-28. doi:10.1016/j.microc.2015.03.011.

Can, O.D., Ozkay, D.U. & Ucel, U.I. (2013). Anti-depressant-like effect of vitexin in BALB/c mice (...). *Eur. J. Pharmacol.*, 699 (1-3): 250-257.

Chen, C. (2016). Sinapic acid and its derivatives as medicine in oxidative stress-induced diseases and aging. *Oxid Med Cell Longev*. doi: 10.1155/2016/3571614.

Coelho, E., Teixeira, J.A., Tavares, T., Domingues, L. & Oliveira, J.M. (2021). Reuse of oak chips for modification of the volatile fraction of alcoholic beverages. *FoodSci. Technol.*, 135: 110046.

Dias, D. A., Smith, T. A., Ghiggino, K. P. & Scollary, G. R. (2012). The role of light, temperature, and wine bottle colour on pigment enhancement in white wine. *Food Chem.*, 135: 2934-2941.

Espíndola, K.M.M., Ferreira, R.G., Narvaez, L.M.N., Rosario, A.C.R.S., Silva, A.H.M., Silva, A.G.B., Vieira, A.P.O & Monteiro, M.C. (2019) Chemical and pharmacological aspects of caffeic acid and its activity in hepatocarcinoma. *Front. Oncol.*, 9: 541. DOI: 10.3389/fonc.2019.00541.

Fairbairn, S., McKinnon, A., Musarurwa, H. T., Ferreira, A. C. & Bauer, F. F. (2017). The impact of single amino acids on growth and volatile aroma production by *S. cerevisiae* strains. *Front. Microbiol.*, 8. DOI:10.3389/fmicb.2017.02554.

Fracassetti, D., Gabrielli, M., Encinas, J., Manara, M., Pellegrino, L. & Tirelli, A. (2017). Approaches to prevent the struck taste in white wine. *Austr. J. Grape Wine Res.*, 12295,1-5.

González, M. (2018). *Artisanal processing of fruits wine*. Morris Ville, Lulu Int.

Guido, L.F.(2015). Sulfites in beer: review, regulation, analysis and role. *Sci. Agricola*. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0290

Hanscho, M., Ruckerbauer, D.E., Chauhan, N., Hofbauer, H.F., Krahulec, S., Nidetzky, B., Kohlwein, S.D., Zanghellini, J. & Natter, K. (2012). Nutritional requirements of the BY series of *S. cerevisiae* strains for optimum growth. *FEMS Yeasts Res*. DOI: 10.1111/j.1567-1364.2012.00830.x

Hirst, M.B. & Richter, C.L. (2016). Review of aroma formation through metabolic pathways of *S. cerevisiae* in beverage fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.*, 67(4):361-370. DOI:10.5344/ajev.2016.15098

IFCD. (2017). Indian Food Composition Tables. Composition of sugarcane juice (*Saccharum officinarum*). <https://vikaspedia.in/health/nutrition/nutritive-value-of-foods/healing-effects-of-sugarcane-juice>

Irwin, S.V., Fisher, P., Graham, E., Malek, A. & Robidoux A.(2017). Sulfites inhibit the growth of four species of beneficial gut bacteria at concentrations regarded as safe for food. *PloS One*, 12 (10). DOI: 10.1371/journal.pone.0186629.

- Kim, J.K. & Park, S.U. (2019). Chlorogenic acid and its role in biological functions: an up to date. *EXCLIJ*,18: 310-316. DOI: 10.17179/excli2019- 1404.
- Kosseva, M., Joshi, V.K. & Panesar, P.S. (2016). *Science and Technology of Fruit Wine Production*. London, Acad. Press.
- Kucerová, V., Lagana, R., Vybohá, E. & Hyrosová, T. (2016). The effect of chemical changes during heat treatment on the color and mechanical properties of for wood. *BioResources*, 11(4). DOI:10.15376/biores.11.4.9079-9094.
- Kumar, S. & Pandey, A.K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Sci. World J.*, 1: 16. DOI: 10.1155/2013/162750.
- Lo, D.Y., Chen, T.H., Chien, M.S., Koge, K., Hosono, A. & Kaminogawa, S. (2005). Effects of sugarcane extract on modulation of immunity in pigs. *J. Vet. Med. Science*, 67(6): 591-597.
- Maia, A.B. (1992). *Fermentação alcoólica em Saccharomyces cerevisiae: desenvolvimento de um novo sistema contínuo e novas concepções sobre a formulação de meios*. Belo Horizonte, ICB-UFMG, 1992. (tese dout.).
- Maia, A.B. (2022). Valor nutricional do caldo de cana e potencial nutracêutico do Caná - bebida fermentada do caldo de cana. *Res. Soc. Develop.*, 11(3). <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26112>.
- Maia, A.B., Marinho, L.S., Carneiro, F.M.B. & Tonidandel, L.O. (2022). Certificação do carvalho no armazenamento de bebidas destiladas. *RECIMA21*, 3(2). DOI:10.47820/recima21.v3i2.1189.
- Maia, A.B., Marinho, L.S., Nelson, D.L., Tonidandel, L.O. & Conceição, E.C. (2024). Estudo comparativo do caná (bebida fermentada da cana) produzido a partir de colmos com e sem casca. *Braz. J. Develop.*, 10 (9): 1 – 16.
- Maia, A.B. & Marinho, L.S. (2024). Arquivos internos de pesquisas, LABM.
- Mas, A., Guillamon, J.M., Torija, M.J., Beltran, G., Cerezo, A.B., Troncoso, A.M. & Parrilla, M.C.G. (2014). Bioactive compounds derived from the yeast metabolism of aromatic amino acids during alcoholic fermentation. *Biomed. Res. Int.* DOI:10.1155/2014/898045
- Medina, R. (2019). *Fermentation Technology*. London, Kingdom, EDU Tech Press.
- Miele, A., & Rizzon, L. A. (2011). Discrimination of Brazilian red varietal wines according to their sensory descriptors. *Ciência Agrotec.*, 35 (6): 11721176. DOI: 10.1590/s1413-70542011000600018.

- Miller, A. C., Wolff, S. R., Bisson, L. F. & Ebeler, S. E. (2007). Yeast strain and nitrogen supplementation: dynamics of volatile ester production in chardonnay juice fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58: 470-483.
- Morata, A. (2022) *White Wine Technology*. New York, Acad. Press.
- Pardo, I. & Ferrer, S. (2022). Malolactic fermentation in wine wines. In: Morata (2022, op. cit). Cap. 14.
- Patel, K., Gadewar, M., Tahilyani, V. & Patel, D. K. (2013). A review on pharmacological and analytical aspects of diosmetin: a concise report. *Chin. J. Integrat. Med.*, 19(10), 792-800. DOI:10.1007/s11655-013-1595-3.
- Petrozziello, M., Nardi, T., Asproudi, A., Cravero, M.C. & Bonello, F. (2020). Chemistry and technology of wine aging with oak chips. DOI: 10.5772/intechopen.93529.
- Ren, M., Liu, S., Li, R., You, Y., Huang, W. & Zhan, J. (2020). Clarifying effect of different fining agents on mulberry wine. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 55: 1578-1585.
- Ribeiro, L.F., Cosme, F., Nunes, F.M. (2022). Origin, prevention and mitigation of light-struck taste in white wine. In: Morata, A. (2022, op.cit). Cap.16.
- Singh, A., Lal, U.R., Mukhtar, H.M., Singh, P.S., Shah, G. & Dhawan, R.K. (2015). Perfil fitoquímico da cana-de-açúcar e seus potenciais aspectos à saúde. *Pharmacogn Rev.*, 9 (17): 45-54. DOI: 10.4103 / 0973-7847.156340.
- Skinner, P.W., Ishii, R., Mahony, M. & Matthews, M. (2019). Sensory attributes of wines made from vines of differing phosphorus status. *OENO One*, 53 (2). DOI:10.20870/oeno-one.2019.53.2.2421.
- Strobl, M. (2022). Inertization and bottling. In: Morata, A. (2022, op.cit) Cap. 25.
- Styger, G., Prior, B. & Bauer, F. F. (2011). Wine flavor and aroma. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 38: 1145-1159. DOI:10.1007/s10295-011-1018-4.
- TACO (2011). *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. Campinas, NEPA, UNICAMP. 4 ed.
- Tavares, J.T.Q. (2013). Produção de fermentado alcoólico de cana-de- açúcar: caracterização do seu envelhecimento. <http://hdl.handle.net/123456789/541>
- Ugliano, M., Dieval, J.B., Dimkou, E., Wirth, J., Cheynier, V., Jung, R., Vidal, S. (2013). Controlling oxygen at bottling to optimize post bottling development of wine. *Pract. Winery Vineyard*, 34: 44-50.

ANEXO 1

Relação entre o teor de açúcares no caldo e o teor alcoólico resultante da fermentação

Teor de açúcares no caldo		Teor alcoólico após fermentação % vol. (20°C)
Brix	g/100 mL	
15,0	15,9	8,6
15,5	16,5	8,9
16,0	17,0	9,2
16,5	17,6	9,5
17,0	18,2	9,8
17,5	18,8	10,2
18,0	19,3	10,5
18,5	19,9	10,8
19,0	20,5	11,1
19,5	21,1	11,4
20,0	21,7	11,7
20,5	22,2	12,1
21,0	22,8	12,4
21,5	23,4	12,7
22,0	24,0	13,0
22,5	24,6	13,3
23,0	25,2	13,6
23,5	25,8	14,0
24,0	26,4	14,3
24,5	27,0	14,7
25,0	27,7	15,0

ANEXO 2

CONTROLE DA QUALIDADE DO CANÁ

Os parâmetros envolvidos no controle de qualidade do Caná encontram-se sumariados na planilha abaixo. Vários deles podem e devem ser monitorados *in loco*, mediante instrumentos e kits específicos para dosagens de brix, teor alcoólico, pH, acidez, dióxido de enxofre, cálcio e cobre. As análises cromatográficas não precisam ser feitas rotineiramente e demandam laboratórios especializados.

CONTROLE DO CANÁ

INDICADORES	PARÂMETROS
Sensoriais	Limpidez, brilho, cor, odor,sabor
Afetos à identidade	Densidade Teor alcoólico Extrato seco total Açúcares redutores e totais Dióxido de enxofre pH Acidez total Acidez volátil
Afetos à estabilidade	Oxigênio livre Cálcio Cobre
Afetos à origem	Cromatografia gasosa (aromas da fermentação) Cromatografia líquida (fenólicos e compostos não voláteis)

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO FERMENTADO DE CANA
conforme Instrução Normativa MAPA nº 34 de 29/11/2012

PARÂMETRO	UNID.	CLASSIFICAÇÃO				
		DE MESA, FINO, NOBRE	FRI- SAN- TE	GASEI- FICA- DO	LEVE	ES- PUAN- TE
Teor alcoólico	% v/v (a 20°C)	8,6 - 14,0	7,0 - 14,0	7,0 - 14,0	7,0 - 8,5	10,0 - 13,0
Pressão	Atm (a 20°C)		1,1 - 2,0	2,1 - 3,9		Min. 4,0
Acidez total	mEq/L			40 - 130		
Acidez volátil	mEq/L			Max. 20		
Ácido cítrico	g/L			Max. 1,0		
Sulfatos totais, em K ₂ SO ₄	g/L			Max. 1,2		
Cloretos totais, em NaCl	g/L			Max. 2,0		
Cinzas	g/L			Min. 1,0		
Extrato seco reduzido	g/L			Min. 16,0		
Álcool metílico	mg/L			Max. 300		

ANEXO 3

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE BEBIDAS FERMENTADAS

A legislação brasileira de bebidas fermentadas compreende es decretos, portarias, resoluções e instruções normativas abaixo elencados, que podem ser diretamente acessados pela internet.

- Resolução CNS/MS 04/1988: Aprova a revisão das tabelas de aditivos intencionais em alimentos.
- Portaria Anvisa 685/1998: Aprova o regulamento técnico: “Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos” e seu Anexo: “Limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos”.
- Resolução RDC 286/2005: Aprova o regulamento técnico sobre o uso de coadjuvantes de tecnologia para bebidas alcoólicas.
- Decreto 6.871/2009: Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.
- IN MAPA 34/2012: Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para bebidas fermentadas.
- Resolução RDC 42/2013: Aprova o regulamento técnico sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos e bebidas.

ANEXO 4

ALGUMAS FRUTAS BRASILEIRAS COM POTENCIAL PARA ASSOCIAÇÕES AO CANÁ

Região de Ocorrência	FRUTA	Perfil sensorial	Como adquirir	Apelo de mercado
AMAZÔNIA	Açaí	Terroso e oleoso	Polpa congelada	Alto, já conhecido
	Camu-camu	Extremamente ácido	Suco concentrado	Apelo funcional
	Cajá-mirim	Ácido e aromático	Polpa ou suco	Sabor refrescante
	Cupuaçu	Notas de chocolate e abacaxi	Polpa fermentável	Alto, já conhecido
	Piquiá	Resinoso e peculiar	Infusão ou extrato	Exótico
	Uxi	Encorpado e oleoso	Polpa ou infusão	Para blends
NORDESTE	Umbu	Ácido e refrescante	Suco e polpa	Médio, já conhecido
	Cajá	Doce e ácido	Suco concentrado	Alto, muito popular no NE
	Jenipapo	Doce e denso	Polpa ou infusão	Exótico
	Mangaba	Delicado e aromático	Polpa fresca	Valorizado
CERRADO NORDESTE	Araticum	Intenso, doce, exótico	Polpa congelada	Alto, nicho ¹⁷ gastronômico
	Buriti	Doce, terroso e alaranjado	Polpa fermentável	Alto, exótico e nutritivo

¹⁷ LABM – Laboratório Amazile Biagioni Maia – Belo Horizonte – Minas Gerais - Basil

Região de Ocorrência	FRUTA	Perfil sensorial	Como adquirir	Apelo de mercado
CERRADO	Pequi	Forte e amanteigado	Infusão / saborizante	Médio, uso regional
	Baru (castanha)	Amendoado e terroso	Castanha (infusão ou extrato)	Tendência crescente
	Marolo	Doce, lembra banana e baunilha	Polpa fermentável	Médio, diferenciado
SUDESTE	Uvaia	Ácida, cítrica e perfumada	Polpa ou infusão	Médio, sabor marcante
	Cabeludinha	Entre jabuticaba e pitanga	Polpa ou infusão	Médio, regional
	Grumixama	Delicada, tipo cereja	Fermentação direta	Médio, gourmet
SUDESTE SUL	Araçá	Lembra goiaba, ácido	Polpa fresca	Médio, gourmet
	Jabuticaba	Doce com taninos	Fermentação direta	Alto, já conhecido
	Pitanga	Aromática, doce/ácida	Fermentação direta	Alto, refrescante