

## A tanoaria e a qualidade da cachaça brasileira

Cooperage and the quality of Brazilian cachaça

La tonelería y la calidad de la cachaça brasileña

Recebido: 04/09/2025 | Revisado: 10/09/2025 | Aceitado: 10/09/2025 | Publicado: 12/09/2025

**Amazile Biagioni Maia**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1119-8759>  
Laboratório LABM, Brasil  
E-mail: amazilebram@gmail.com

**Lorena Simão Marinho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3732-3041>  
Laboratório LABM, Brasil  
E-mail: lorena@labm.com.br

**Frederico Marx Brom Carneiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-2881>  
Laboratório LABM, Brasil  
E-mail: fredbrom@gmail.com

### Resumo

Produzida a partir da destilação do caldo de cana fermentado, a cachaça é uma bebida típica do Brasil, cuja origem remonta ao século XVI. Desde a década de 1980, avanços científicos e tecnológicos, além de aportes financeiros, têm elevado acentuadamente a qualidade da produção. O armazenamento em barris e toneis de madeira é crucial para a evolução química e sensorial da bebida, assim como para sua valorização nos mercados nacional e internacional, sendo fundamental a correta identificação da madeira para seleção adequada dos procedimentos de preparo. Este artigo compara as condições da tanoaria internacional, predominantemente abastecida a partir de florestas cultivadas de *Quercus*, com a tanoaria brasileira que, além de depender de florestas naturais, enfrenta desafios comerciais que limitam não apenas o acesso à madeira legalizada, como a garantias afetas à sua origem geográfica, espécie botânica e à homogeneidade dos lotes. O objetivo do artigo é fomentar ações de apoio à tanoaria brasileira e sua integração mais efetiva ao setor produtivo da cachaça.

**Palavras-chave:** Cachaça; Tanoaria; Armazenamento; Carvalho, Madeiras brasileiras.

### Abstract

Produced from the distillation of fermented sugarcane juice, cachaça is a typical Brazilian beverage whose origins date back to the 16th century. Since the 1980s, scientific and technological advances, in addition to financial contributions, have significantly increased the quality of its production. Storage in wooden barrels and casks is crucial for the chemical and sensory evolution of the beverage, as well as for its value in national and international markets. Correct identification of the wood is essential for the appropriate selection of preparation procedures. This article compares the conditions of international cooperages, predominantly supplied by cultivated *Quercus* forests, with Brazilian cooperages, which, in addition to relying on natural forests, face commercial challenges that limit not only access to legally produced wood but also guarantees regarding its geographic origin, botanical species, and batch homogeneity. This article aims to promote actions to support Brazilian cooperages and their more effective integration into the cachaça production sector.

**Keywords:** Cachaça; Cooperage; Storage; Oak; Brazilian Woods.

### Resumen

Producida a partir de la destilación del jugo fermentado de caña de azúcar, la cachaça es una bebida típica brasileña cuyos orígenes se remontan al siglo XVI. Desde la década de 1980, los avances científicos y tecnológicos, además de las contribuciones financieras, han mejorado significativamente la calidad de su producción. El almacenamiento en barriles y toneles de madera es crucial para la evolución química y sensorial de la bebida, así como para su valor en los mercados nacionales e internacionales. La correcta identificación de la madera es esencial para la selección adecuada de los procedimientos de preparación. Este artículo compara las condiciones de las tonelerías internacionales, abastecidas predominantemente por bosques cultivados de *Quercus*, con las de las tonelerías brasileñas, que, además de depender de bosques naturales, enfrentan desafíos comerciales que limitan no solo el acceso a la madera producida legalmente, sino también las garantías respecto a su origen geográfico, especies

botánicas y homogeneidad del lote. Este artículo busca promover acciones de apoyo a las tonelerías brasileñas y su integración más efectiva en el sector de la producción de cachaça.

**Palavras clave:** Cachaça; Tonelería; Almacenamiento; Roble; Maderas brasileñas.

## 1. Introdução

Nas últimas décadas, a cachaça brasileira avançou de forma significativa em diversas frentes — desde o manejo dos canaviais e a seleção de linhagens de fermento até o aprimoramento das instalações produtoras, equipamentos, processos e controles da fermentação, destilação e pós-destilação. No entanto, ainda existe uma lacuna importante na etapa do armazenamento/ envelhecimento da bebida. Sabe-se que, nessa etapa de aparente “descanso”, ocorre a incorporação de inúmeros componentes químicos oriundos da madeira dos barris e tonéis. Em sua maioria, tratam-se de compostos fenólicos que alteram de maneira marcante a tonalidade, o aroma e o sabor da bebida (Caldeira, 2004; Rodrigues et al., 2017; Castro et al., 2021). Esses compostos são também bioativos: além de ação antioxidante, desempenham outras funções geralmente benéficas ao organismo humano (Zhang et al., 2015; Bortoletto et al., 2021; Maia, 2021).

Entretanto, as estruturas predominantes variam conforme a espécie botânica da madeira e em função de um conjunto complexo de condicionantes ecológicos e antrópicos (Hausen, 1981; Hillis, 1987; Zhang et al., 2015). Por isso, o uso de madeira selecionada e certificada, aliado ao rigor no preparo e na confecção dos recipientes de envelhecimento, são decisivos para assegurar a excelência sensorial e a segurança dos consumidores. Diante da indiscutível importância do armazenamento em madeira para a qualidade da cachaça, e considerando os desafios que ainda limitam a atuação da tanoaria nacional, este artigo busca fomentar debates que favoreçam a plena integração da tanoaria brasileira aos melhores propósitos do setor produtivo da bebida.

## 2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa de abordagem mista, com predominância qualitativa, situada entre o estudo de caso e a pesquisa documental. As fontes diretas incluíram relatórios técnicos, bases de dados e plataformas especializadas (Prodes; LABM; Charlois; Amazon; Mapa da Cachaça; Master of Malt; UFLA; Mundo da Cachaça). As fontes indiretas corresponderam a uma revisão bibliográfica de caráter não sistemático e narrativo (Pereira et al., 2018; Rother, 2007), empregada para contextualizar o tema e fundamentar a análise dos dados.

## 3. Histórico

As tanoarias surgiram há mais de 2 mil anos, quando celtas e gauleses criaram os primeiros barris empregando aduelas de madeira, as quais eram unidas, curvadas e fechadas com o auxílio de aros de ferro ou de vime. O objetivo era substituir as ânforas de cerâmica que, além de muito pesadas, eram frágeis e se quebravam com facilidade durante o manuseio e deslocamento. O invento logo se popularizou e se estendeu às várias partes do mundo, especialmente ao ser adotado nas práticas comerciais do Império Romano (UOL, 2021; Tanoaria, 2025).

Originalmente, os tanoeiros empregavam as madeiras disponíveis, como castanheira, faia, olmo, cerejeira e pinho, entre outras madeiras locais. Aos poucos, percebendo os efeitos sensoriais sobre a bebida, passaram a selecionar as que atuavam de modo mais favorável, suavizando sabores mais agressivos e acrescentando notas aromáticas agradáveis. Nessa trajetória, algumas espécies de carvalho passaram a ser mais valorizadas para acondicionar as bebidas fermentadas e destiladas (Engarrafador Moderno, 2022). Na verdade, a extração de componentes da madeira com o álcool (e a água quente) já era conhecida e praticada desde a antiguidade, para fins farmacêuticos; já a composição química, tanto dos macro componentes

(lignina, celulose, hemicelulose) como da fração extraível com solventes (polares e apolares) somente começou a ser desvendada a partir do século XIX. Na primeira metade do século XX surgiram os primeiros trabalhos associando a evolução sensorial das bebidas armazenadas em carvalho com a incorporação de taninos, assim como de aldeídos e ácidos fenólicos, que adviriam da degradação da lignina (Mai et al., 2022; Souza et al., 2023; Guessan et al., 2023).

Na época do Brasil colonial, a cachaça era armazenada em barris de madeiras nativas, como bálsamo, amburana, jequitibá e ipê, entre outras, que eram montados aqui empregando referenciais advindos da tanoaria portuguesa em carvalho (Mapa da Cachaça, 2025). De fato, o interesse pelos barris de carvalho somente se acentuou em meados do século XX, como reflexo da iniciativa de produtores interessados em aprimorar a palatabilidade da bebida, conferindo-lhe toques sensoriais já consagrados em destilados internacionais, como whiskies e cognacs. À frente, a partir da década de 1980 - já contando com apoio de órgãos governamentais e universidades para avanços tecnológicos - os produtores voltaram a empregar barris e toneis de madeiras nativas, que passaram a ser considerados importantes como referenciais da brasiliade da cachaça.

No âmbito mundial, após um longo período de protagonismo no mercado, as os recipientes de madeira perderam espaço, ao longo do século XX, com a disseminação de outros materiais para acondicionamento e transporte de líquidos, como o vidro, aço, plásticos e resinas. Ao mesmo tempo, a tanoaria ganhou status como agente ativo para o enobrecimento sensorial de bebidas alcoólicas durante o armazenamento.

#### 4. A Tanoaria do Carvalho

A maior parte do carvalho chega às tanoarias a partir de florestas naturais que, ao longo do tempo, foram convertidas em florestas cultivadas, como as de Tronçais e Nevers na França, e a de Apalaches nos Estados Unidos (Figura 1).

**Figura 1** – Florestas cultivadas de carvalho (França e nos Estados Unidos).



Fontes: Distiller Magazine (2016); Wikipedia (2025a, 2025b).

##### 4.1 Valorização Estratégica

Além de reconhecida como atividade altamente especializada, a tanoaria do carvalho integra os referenciais de qualidade e *térrain* em vinhos, cervejas, whiskies, bourbons e conhaques (Unwin, 1991; Péna, 2005; Rand, 2014). De fato, o armazenamento de bebidas em barris de carvalho é uma tradição que agrupa imenso valor econômico às bebidas alcoólicas de renome internacional. A título de ilustração, segundo a Scotch Whisky Association (SWA, 2024a, 2024b), a Escócia mantém aproximadamente 22 milhões de barris de uísque sob maturação em carvalho. Considerando que esses barris variam entre 200 e 600 L, e admitindo um volume médio de 400 L, chega-se a uma estimativa de cerca de 12,5 bilhões de garrafas padrão (700 mL). Embora o preço de venda varie conforme a categoria e a procedência do whisky, tomando como referência um valor médio de £4 por garrafa (aproximadamente R\$ 29,30, ao câmbio de R\$ 7,33/£1), obtém-se um montante próximo de £50 bilhões, valor corresponde a cerca de 25% do PIB escocês (estimado em £198 bilhões em 2023).

#### 4.2 Química do Carvalho

O estudo detalhado das estruturas químicas resultantes do armazenamento de bebidas em carvalho teve início com o advento da cromatografia gasosa, na década de 1950 (James et al., 1952). O grande avanço se deu no final da década de 1970, com a disseminação do HPLC (cromatógrafo a líquido de alta eficiência), posteriormente acoplado ao espectrômetro de massas (Kirkland, 2000). Atualmente, mediante buscas no Google Acadêmico e no PubMed, é possível encontrar milhares publicações que detalham o papel do armazenamento em cascos de carvalho sobre a qualidade das bebidas destiladas.

Na atualidade, sabe-se que, embora existam mais de 500 espécies de carvalho (gênero *Quercus*), apenas três são reconhecidas como apropriadas ao uso na tanoaria: *Quercus robur*, *Q. petraea* e *Quercus alba* (Gil et al., 2018; Charlois, 2021). Essas espécies são nativas exclusivamente no hemisfério norte, embora possam ser cultivadas em regiões de clima temperado situadas no hemisfério sul (World Cooperage, s.d.; Florestas, s.d.).

#### 4.3 Formação dos Tanoeiros

Os tanoeiros do carvalho têm formação específica para a atividade. Na Escócia, por exemplo, programas de formação de tanoeiros têm duração de até 4 (quatro) anos, e são submetidos ao credenciamento pela Federação de Tanoeiros. Na França, os tanoeiros são assistidos pelo BNIC -Bureau National Interprofessionnel du Cognac, entre outras associações que coordenam estudos integrados sobre preparo dos barris e técnicas de envelhecimento. Nos Estados Unidos, existem programas de pesquisa e capacitação dos tanoeiros, sob a tutela do ADI - American Distilling Institute (Heritage Crafts Assoc., 2025; Dram Scotl., 2025; Master of Malt, 2025).

### 5. A Tanoaria das Madeiras Brasileiras

No Brasil, a cachaça de alambique (que é produzida por milhares de produtores em ambiente rural) é predominantemente armazenada/envelhecida, tanto em barris de carvalho como em toneis de um conjunto de cerca de vinte madeiras brasileiras, em proporções aproximadamente iguais (UFLA, 2018a,b; Mapa da Cachaça, 2025; Mundo Cachaça, 2025) Com base no monitoramento de concursos nacionais de degustação às cegas (LABM, 2020), é possível notar que as cachaças armazenadas em carvalho têm um nível de aceitação e pontuação semelhante ao de certas madeiras nacionais, como o bálsamo e a amburana, que são as mais tradicionais. Isso nos permite inferir que, a rigor, o avanço no emprego das madeiras nativas possa - sem prejuízo da nobreza sensorial e da aceitação no mercado consumidor - ser determinante no fortalecimento da brasiliade da cachaça. No entanto, a tanoaria brasileira precisa superar certos entraves afetos ao setor madeireiro.

#### 5.1 Representatividade no Setor Madeireiro

Refletindo lacunas históricas na gestão florestal, a atividade madeireira no Brasil ainda se caracteriza por alto nível de informalidade e desorganização, com uma burocracia complexa que favorece a exploração irregular dos recursos. A título de ilustração, segundo dados de entidades de monitoramento das florestas brasileiras (IMAZON, 2022, 2024; PRODES, 2024), o abate anual de espécies nativas é estimado em torno de 450 milhões de árvores. No entanto, apenas cerca de 20% (cerca de 90 milhões de árvores por ano), correspondem ao abate legalizado (IMAZON, 2022; 2023a,b; IBAMA, 2023; IDESAM, 2024; Brasil de Fato, 2024).

No Brasil, são conhecidas cerca de vinte tanoarias, cada uma consumindo em torno de 150 m<sup>3</sup> de madeira por ano (LABM, 2025) O rendimento médio em madeira aproveitável varia muito entre as espécies botânicas e conforme o diâmetro das árvores. Como referência, considerando o aproveitamento efetivo em torno de 30% de um tronco com 8 m de altura e 30 cm de diâmetro, são necessárias seis árvores para compor cada metro cúbico de madeira pranchada. Com esses dados, pode-

se estimar a demanda de anual de 900 árvores por tanoaria. Mesmo considerando que o número de tanoarias seja mais alto, por exemplo, chegando a 100, a projeção de abate anual de árvores leva a um percentual abaixo de 0,1% relativamente à madeira legalizada – caracterizando ínfima representatividade da tanoaria frente ao setor madeireiro.

Vale ressaltar que as madeiras mais empregadas na tanoaria – como bálsamo, amburana e jequitibá – possuem ampla utilização em marcenaria, artesanato, móveis, pisos, construção civil, bem como na produção de essências e perfumaria. Portanto, a atividade tanoeira no Brasil não representa, em si, uma ameaça às espécies nativas em risco de extinção. Por outro lado, as tanoarias nacionais ficam sujeitas a restrições de fornecimento devido à concorrência com outros setores, como a construção civil e a indústria moveleira. É nesse contexto que o setor fica mais vulnerável ao comércio clandestino, muitas vezes sem acesso a garantias de origem e rastreabilidade da madeira adquirida.

## 5.2 Rastreabilidade da Madeira

À diferença do carvalho, para cuja demanda as tanoarias internacionais contam com florestas especialmente cultivadas, as madeiras nacionais de interesse para a tanoaria são extraídas exclusivamente de florestas naturais (Figura 2). Nesse ambiente, acentua-se o risco de misturas de madeiras de diferentes espécies botânicas, especialmente acentuado pela exiguidade da demanda volumétrica de madeira para o uso específico nas tanoarias.

**Figura 2** –Amazônia: (a) vista aérea da floresta natural (b) abate clandestino de árvores.



Fonte: Google Imagens.

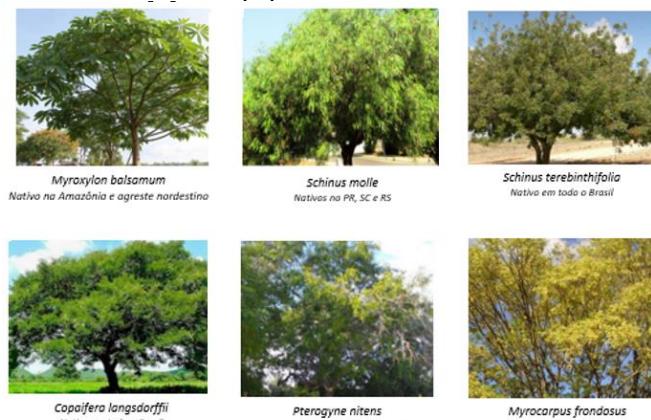
Não é difícil perceber que a origem a partir de florestas que atendem a grande diversidade de destinações, aliada ao fato de que a tanoaria já recebe a madeira pranchada, são fatores que dificultam acentuadamente o acesso das tanoarias a dados certificados da origem geográfica e uniformidade da espécie botânica dentro de cada lote adquirido.

## 5.3 Ambiguidades na Nomenclatura Popular

Um problema adicional, frequentemente apontado tanto pelas tanoarias quanto pelos produtores de cachaça, é a atribuição de um mesmo nome popular a diferentes espécies botânicas. Esse fenômeno decorre, em grande parte, da vasta extensão territorial do país. Em distintas regiões, comunidades locais nomeiam as árvores com base em características visuais, exsudações, odores ou usos tradicionais de seus extratos, sem conhecimento da identidade botânica precisa. O caso do ‘bálsamo’ ilustra bem essa situação: embora o termo esteja academicamente vinculado a *Myroxylon balsamum* (conhecido como bálsamo-do-Peru ou bálsamo verdadeiro), ele também é empregado para designar pelo menos cinco outras espécies, variando conforme a região de origem (Lorenzi, 2021; Maia et al., 2022, Maia, 2025): *Schinus molle* (aroeira), *Schinus terebinthifolia* (aroeira mansa), *Copaifera langsdorffii* (copaíba), *Pterogyne nitens* (amendoim) e *Myrocarpus frondosus* (cabreúva) – Figura 3.

Esse exemplo não é isolado, estendendo-se a diversos outros nomes populares de madeiras.

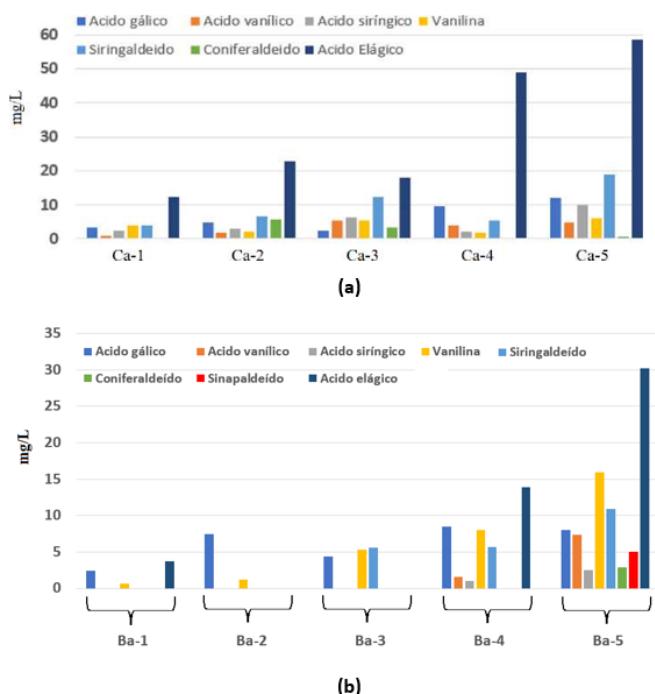
**Figura 3** – Espécies botânicas nativas do Brasil e denominadas popularmente como Bálsmo.



Fonte: Lorenzi (2021).

As madeiras popularmente designadas como Bálsmo compartilham a propriedade de exsudarem aromas agradáveis, que podem ser doces, resinosos, persistentes e envolventes – remetendo a efeitos balsâmicos e reconfortantes. No entanto, em sua composição química, os respectivos extractos podem ser acentuadamente distintos. A título de ilustração, Maia et al. (2022) analisaram amostras de cachaça que participaram em um concurso nacional de degustação às cegas (Expocachaça, 2020) em cujos rótulos constavam os nomes populares das madeiras do barris/toneis de armazenamento. Segundo os autores, as cachaças armazenadas em carvalho mostraram perfis cromatográficos similares, tanto no âmbito das espécies químicas como das proporções relativas (Figura 4-a). No caso de amostras em cujo rótulo se lia “armazenada em Bálsmo” (Figura 4-b), os resultados foram acentuadamente díspares – evidenciando o emprego de distintas espécies botânicas.

**Figura 4** – Teores de vários fenólicos em cachaças armazenadas:  
(a) em Carvalho, (b) em Bálsmo.



Fonte: Maia et al., (2022) (dados convertidos em figuras pelos Autores).

Cabe salientar que, infelizmente, os próprios laboratórios e pesquisadores brasileiros costumam correlacionar diretamente o nome popular, conforme informado no momento da entrega das amostras (de madeira e/ou seus extratos), com a denominação científica consultada na literatura, sem a devida verificação. Esse hábito constitui um problema grave, que compromete a credibilidade da plataforma brasileira de pesquisas e publicações no âmbito da caracterização dos extractivos de madeiras nativas.

#### **5.4 Carência de Apoio Analítico**

Atuando diretamente nas florestas nativas, as empresas madeireiras podem distinguir as espécies botânicas mediante observações diretas dos tipos de folhas, flores e frutos, da presença ou não de espinhos e exsudatos, da tonalidade e textura da casca, das cores do cerne e alburno e da aparência dos anéis (Carvalho, 2008; Lorenzi, 2021; Saueresing, 2023). Mas as tanoarias - intermediárias entre as madeireiras e o setor produtivo da cachaça - usualmente recebem a madeira já limpa e cortada sob forma de pranchas. Por isso, embora ainda se viabilizem inferências, por exemplo, a partir da observação do tipo e tamanho das fissuras e grãos (Richter & Dallwitz, 2000; Verly, 2023; Zenid & Ceccantini, 2007; Li et al., 2024) é indispensável recorrer a recursos laboratoriais para análise de parâmetros como densidade, dureza e porosidade. De fato, essas análises podem ser feitas no ambiente da própria tanoaria, sendo úteis para confirmar a identidade da madeira e a homogeneidade de cada carregamento, entre outros fins. Ademais, mediante apoio de laboratórios especializados, as tanoarias podem alcançar plena segurança, tanto para identificação das diferentes espécies botânicas, como – a exemplo do que já acontece em âmbito internacional com o carvalho – para se assegurarem da origem geográfica e outros dados importantes, que vão nortear os procedimentos internos de preparo e classificação de cada madeira e cada barril ou tonel (Canas et al., 2000, Silva et al., 2009, Maia et al., 2022). Mediante interação assertiva entre o laboratório e a tanoaria, é possível estabelecer os procedimentos mais apropriados para as etapas de: (a) secagem – evitando rachaduras e deformações, padronizando a porosidade, dureza e maleabilidade (Martins, 1988; Jankowsky, 2002); (b) lixiviação – assegurando a eliminação de componentes tóxicos ou alergênicos (Demers, 1998; Quirce et al., 2000); (c) tosta – definindo especificidades sensoriais e cinética do envelhecimento (Chatonet et al., 1999; Lacerda, 2000; Carpêna et al., 2020; Chanivet et al., 2024; Magahy et al., 2025; World Cooperage, s/d).

### **6. Conclusão**

Acompanhando os avanços na tecnologia de produção e nos recursos analíticos, a tanoaria consolidou-se como parte integrante e indissociável da cadeia produtiva de bebidas premium, tradicionalmente armazenadas em barris e tonéis de madeira. Nesse contexto, torna-se essencial que os tanoeiros associem sensibilidade e experiência à abertura para abordagens multidisciplinares, envolvendo engenheiros florestais, agrônomos, químicos, produtores e suas associações.

No Brasil, os produtores de cachaça buscam maior valorização e reconhecimento internacional do uso de madeiras nativas, consideradas determinantes para a qualidade sensorial e a identidade cultural da bebida. Essa demanda, entretanto, ultrapassa a esfera de atuação individual dos produtores e de suas associações. Assim como ocorreu na década de 1980, quando o apoio governamental foi decisivo para o avanço dos alambiques, um movimento semelhante se faz necessário hoje para fomentar a tanoaria brasileira — assegurando atualização científica e tecnológica, recursos financeiros, instrumentos normativos e políticas de incentivo capazes de superar os obstáculos existentes.

Mesmo que, no futuro, barris e tonéis possam concorrer com alternativas como o uso de chips de madeira, a tanoaria brasileira deve permanecer como elo estratégico, preservando o ponto de integração entre as florestas nativas e a produção de uma cachaça de excelência.

## Referências

- Bortoletto, A. M; Silvello, G. C & Alcarde, A. R (2021). Perfil aromático de compostos ativos de aroma em destilados de cana-de-açúcar envelhecidos em barris de madeiras tropicais. *Braz. J. Food Technol.*, (24). DOI:10.1590/1981-6723.07119.
- Brasil de Fato (2024). Extração ilegal de madeira no estado do Pará subiu 22% em um ano.  
<https://www.brasildefato.com.br/2024/08/16/illegal-logging-in-the-state-of-parárose-by-22-in-a-year>.
- Caldeira, I. (2004). O aroma de aguardentes vínicas envelhecidas em madeira. Importância da tecnologia de tanoaria. Tese Dout. DOI: 10.13140/RG.2.1.1858.4722
- Canas, S, Leandro, M. C, Spranger, M. I & Belchior, A. P (2000). Influence of botanical species and geographical origin on the content of low molecular weight phenolic compounds of woods used in Portuguese cooperage. *Holzforschung*, 54(3), 255-261. DOI 10.1515/hf.2000.043.
- Carpena, M, Pereira, A. G, Prieto, M. A & Gandara, J. S (2020). Wine aging technology: fundamental role of wood barrels. *Foods*, 9(9), 1160. doi: 10.3390/foods9091160.
- Carvalho, P. E. R. (2008). *Espécies arbóreas brasileiras*. 3 vols. Brasília, DF: Embrapa Inf. Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas.
- Castro, K. D, Silvello, M. L & Alcarde, A. R (2021). Lignin-derived phenolic compounds in cachaça aged in barrels from tropical wood species. *J. Inst. Brewing*, 127 (4), 371–380. DOI: 10.1002/jib.640
- Chanivet, M. G, Gavilán, F. O, González, M. G. B, Muñoz, M. J. V, Moreno, M. V. G. & Sánchez, D. A. G (2024) Influence of oak species, toasting degree, and aging time on the differentiation of brandies (...). *J. Agric. Food Chem.*, 72(4):1959-1968. DOI: 10.1021/acs.jafc.3c00501.
- Charlois (2021). *Wood essence used in cooperage*. <https://charlois.com/en/wood-essences-used-in-cooperage>
- Chatonnet, P (1999). Discrimination and control of toasting intensity and quality of oak wood barrels. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50(4), 479-494.
- Demers, P. A (1998). *Extrativos em madeira e seus efeitos na saúde*. In: INT. LABOUR ORGANIZATION. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. (4. ed.). Genebra:  
<https://www.iloencyclopaedia.org/pt/contents-2/part-xvii-65263/transport-industry-and-warehousing/> storage/itemlist/user/2645-demerspaula
- Distiller Magazine (2016). *How Species and Terroir of Oak Affect Flavor*. <https://distilling.com/distillermagazine/how-species-and-terroir-of-oak-affect-flavor>
- Dram Scotland (2025). New cooperage set to launch in Callander after £1.3m investment.  
<https://dramscotland.co.uk/2025/05/16/new-cooperage-set-to-launch-in-callander-after-1-3m-investment/>.
- Engarrafador Moderno (2022). Utilização de madeira brasileira para envelhecimento de bebidas.  
[https://engarrafadormoderno.com.br/edicao-online/\\_utilizacao-de-madeira-brasileira-para-envelhecimento-de-bebidas](https://engarrafadormoderno.com.br/edicao-online/_utilizacao-de-madeira-brasileira-para-envelhecimento-de-bebidas)
- Expocachaça (2020). Concurso nacional de degustação às cegas de cachaças e outras bebidas. Resultados de análises de amostras concorrentes (em arquivo no LABC Laboratório Amazile Biagioni Maia).
- Florestas.pt (s.d.). *Quercus: a grande diversidade de carvalhos em Portugal*.  
<https://florestas.pt/conhecer/quercus-a-grande-diversidade-de-carvalhos-em-portugal/>
- Galina, D. (2017). Os tanoeiros. *Revista Piauí*, SP, 135. <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/os-tanoeiros>
- Gil, A. M, Sanza, M. A, Gómez, R. S & Nevares, I (2018). *Different Woods in Cooperage for Oenology: A Review*. *Beverages*, 4(4), 94. DOI: 10.3390/beverages4040094.
- Guessan, J. L. L, Niamké, B. F, Yao, N. J & Amusant, N. (2023). Wood extractives: main families, functional properties, fields of application and interest of wood waste. *Forest Prod. J.*, 73(3), 194-208. DOI: 10.13073/FPJ-D-23-00015
- Hausen, B. M (1981). *Systematic review of irritant, toxic and sensitising wood species of commercial value*. In: Woods Injurious to Human Health. Berlin/Munich/Boston: Walter de Gruyter GmbH.
- Heritage Crafts Association (2025). Coopering (spirits). *Heritage Crafts*. <https://www.heritagetects.org.uk/craft/coopering-spirits/>
- IBAMA (2015). Inst. Normativa nº 10 de 08/05/2015. Define procedimentos de organização física de produtos florestais madeireiros em áreas de exploração florestal e em depósitos e pátios de estocagem de empreendimentos industriais ou comerciais
- IBAMA (2023). Painéis analíticos da gestão madeireira.  
[https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/arquivos/relatorios/flora/20230728\\_Relatorio\\_dos\\_Paineis\\_Analiticos\\_da\\_Gestao\\_Madeireira\\_2023\\_2.pdf](https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/arquivos/relatorios/flora/20230728_Relatorio_dos_Paineis_Analiticos_da_Gestao_Madeireira_2023_2.pdf)
- IDESAM (2024). Extração ilegal de madeira aumentou 19% na Amazônia. <https://idesam.org/noticia/extracao-ilegal-de-madeira-aumentou-19-na-amazonia/>
- IMAZON (2022). Extração ilegal de madeira cresce e chega a 42% no Pará.  
<https://amazon.org.br/impressa/extracao-ilegal-de-madeira-cresce-e-chega-a-42-do-total-no-pará/>
- IMAZON (2023a). Acertando o alvo: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. Belém, PA.  
<https://amazon.org.br/acertando-o-alvo-consumo-de-madeira-no-mercado-interno-brasileiro-e-promocao-da-certificacao-florestal/>
- IMAZON (2023b). Quase 80% da exploração de madeira no Amazonas é ilegal.

- <https://amazon.org.br/imprensa/quase-80-da-exploracao-de-madeira-no-amazonas-e-ilegal/>
- IMAZON (2024). Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil. São Paulo, MapBiomas.  
<https://amazon.org.br/publicacoes/mapbiomas-colecao-9-mapeamento-anual-de-cobertura-e-uso-da-terra-no-brasil-de-1985-a-2023/>
- James, A. T & Martin, A. J. P (1952). Gas-liquid partition chromatography: the separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem. J.*, 50 (5): 679-690.
- Jankowsky, I. P (2002). Defeitos na secagem de madeiras. Piracicaba, IPEF.  
[https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/defeitos\\_na\\_secagem\\_de\\_madeiras.aspx](https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/defeitos_na_secagem_de_madeiras.aspx)
- Kirkland, J. J (2000). A brief history of modern liquid chromatography. *Journal of Chromatogr. Sci.*, 38(9), 441-449.
- Lacerda, S. (2000). A Tanoaria: A Arte a Técnica. A Indústria Portuense em perspectiva histórica. <https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/5299.pdf>
- LABM (2020). Dados em arquivo das fichas de avaliação de 500 cachaças que participaram do Concurso nacional de degustação às cegas de cachaças realizado pela EXPOCACHAÇA, sob coordenação técnica do LABM
- LABM (2025). Levantamento das tanoarias brasileiras. Arquivos do LABM (dados não publicados).
- Li, C, Yang, X. R, Chen, S. Y, Huang, Y, Yang, Y & Qiu, J (2024). Comparative anatomical analysis of bark structure in 10 *Quercus* species. *Plants*, 13(13), 1871. DOI: 10.3390/plants13131871.
- Lorenzi, H (2021). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. (3 ed.) São Paulo: Inst. Plantarum
- Magahy, M. L. R, Lapuente, L. M, Ayestarán, B & Guadalupe, Z (2025). Exploring the influence of toasting levels, grain sizes, and their combination on the volatile profile of tempranillo red wines aged in *Quercus petraea* Barrels. *Molecules*, 30(6), 1293. DOI: 10.3390/molecules30061293
- Mai, C, Schmitt, U & Niemz, P (2022). A brief overview on the development of wood research. *Holzforschung*, 76(2), 102-119. DOI: 10.1515/hf-2021-0155
- Maia, A. B (2021). Papel da madeira no envelhecimento da cachaça. *RECIMA21*, 2(8). DOI: 10.47820/recima21.v2i8.682
- Maia, A. B., Carneiro, F. M.B ., Tonidandel, L. O., Conceição, E. C., Machado, B. D. & Marinho, L.S . (2022) Parâmetros para certificação da madeira empregada no armazenamento da cachaça. *Res. Soc. Dev.*, 11(15). DOI: 10.33448/rsd-v11i15.35793
- Maia, A. B (2025). Cachaça de Alambique: Raízes, Identidade e Valores. São Paulo, Viseu. ISBN: 9786528015672
- Mapa da Cachaça (2025). Madeiras para envelhecimento da cachaça. <https://mapadacachaca.com.br/artigos/madeiras-para-envelhecimento-da-cachaça/>
- Martins, V. A (1988). Secagem de madeira serrada. Brasília, IBDF/LPF. lpf.florestal.gov.br.
- Master of Malt (2025). Trossachs Cooperage: rekindling the fire of coopering. *Master of Malt*, 2025.  
<https://www.masterofmalt.com/blog/post/trossachs-cooperage-rekindling-the-fire-of-coopering.aspx/>.
- Mundo Cachaça (2025). *Tudo o que você precisa saber sobre os tipos de madeiras para o envelhecimento da cachaça*.  
<https://mundocachaca.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-os-tipos-de-madeiras-para-o-envelhecimento-da-cachaça/>
- Péna, D. (2005). *La tonnellerie et le vin: histoire d'un mariage*. Bordeaux, Ed. Féret.
- Pereira, A. S et al. (2018). Metodologia de pesquisa científica (free e-book). Santa Maria. Editora da UFSM.
- PRODES (2024). Monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite.  
<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>
- Quirce, S, Hinojosa, M, Marañón, F, Ferrer, A, Caldas , E. F & Sastre, J (2000). Identification of obeche wood (*Triplochiton scleroxylon*) allergens associated with occupational asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 106(2), 400 - 401.
- Rand, M. (2014). Cooperage: the art of oak ageing. <https://www.decanter.com/features/cooperage-the-art-of-oak-ageing-245755/>
- Richter, H. G & Dallwitz, M. J (2000). *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*.  
<https://www.delta-intkey.com/wood/en/www/papmy-ba.htm>
- Rodrigues, L. M. A, Cardoso, M. G, Santiago, W. D, Soares, L. I, Passamani, F. R. F, Santiago, J. A, Lira, N, Nelson, D. L & Batista, L. R. (2017). Phenolic extracts of cachaça aged in different woods and quantifying antioxidant activity and antifungal properties. *J. Food Sci. Technol.*, 54(5), 1228-1236. DOI: 10.1007/s13197-017-2540-9
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), 5-6.
- Saueresing, D (2023). *Manual de dendrologia: o estudo das árvores*. São Paulo, Plantas do Brasil. (3 ed.). ISBN: 978-65-992399-1-5
- Silva, A. A, Nascimento, E. S. P, Cardoso, D. R. & Franco, D. W (2009). Coumarins and phenolic fingerprints of oak and Brazilian woods extracted by sugarcane spirit. *J. Sep. Sci.*, 32(20), 3681-3691. DOI: 10.1002/jssc.200900306
- Souza, T. F. C, Miranda, B. M, Briceno, J. C, Estaca, J. G & Silva, F. A (2023). A ciência do envelhecimento: compreendendo os compostos fenólicos e aromatizantes e sua influência em bebidas alcoólicas envelhecidas com madeiras alternativas. *Alimentos*, 14(15), 2739. DOI: 10.3390/foods14152739

- SWA (2024a). Scotch Whisky Association. *Facts & Figures*. <https://www.scotch-whisky.org.uk/industry-insights/facts-figures/>
- SWA (2024b). Scotch Whisky Association. *Scotch Whisky Economic Impact Report 2024*.  
<https://www.scotch-whisky.org.uk/industry-insights/facts-figures/scotch-whisky-economic-impact-report-2024/>
- Tanoaria (2025). Wikipedia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tanoaria>.
- UFLA (2018a). Univ. Federal de Lavras (UFLA). *Pesquisa da UFLA analisa o uso de madeiras nativas brasileiras no envelhecimento da cachaça*.  
<https://www.ufla.br/dcom/2018/01/30/pesquisa-da-ufla-analisa-o-uso-de-madeiras-nativas-brasileiras-no-envelhecimento-da-cachaca/>
- UFLA. (2018b). Uso de madeiras nativas brasileiras no envelhecimento de bebidas. Boa Vista, RR.  
<https://www.ufla.br/dcom/2018/01/30/pesquisa-da-ufla-analisa-o-uso-de-madeiras-nativas-brasileiras-no-envelhecimento-da-cachaca/>.
- Unwin, T. (1991). *Wine and the Vine: An Historical Geography of Viticulture and the Wine Trade*. Routledge. DOI: 10.4324/9780203013267
- UOL (2021). Como os barris de madeira criaram a forma como bebemos, do vinho à cachaça.  
<https://www.uol.com.br/nossa/noticias/redacao/2021/06/04/como-os-barris-de-madeira-criaram-a-forma-como-bebemos-do-vinho-a-cachaca.htm> .
- Verly, O. (2023). Identificação de espécies pelas características de tronco. *Mata Nativa*, 20 jul. 2021.  
<https://matanativa.com.br/identificacao-de-especies-pelas-caracteristicas-de-tronco/>
- Wikipedia (2025a). *Forest of Tronçais*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Forest\\_of\\_Tron%C3%A7ais](https://en.wikipedia.org/wiki/Forest_of_Tron%C3%A7ais)
- Wikipedia (2025b). Appalachian Forests. [https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Appalachian\\_forests](https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Appalachian_forests)
- Wine Locals (s.d.). conheça o mundo das barricas na tanoaria Mesacaza.  
<https://www.wine-locals.com/lugares/conheca-o-mundo-das-barricas-na-tanoaria-mesacaza>
- World Cooperage (s.d.). *Toasting Chemistry: Developing the Barrel Flavor Profile*. <https://www.worldcooperage.com/toasting-chemistry>
- Zenid, G. J & Ceccantini, G. C. T. (2007). Identificação macroscópica de madeiras. São Paulo, IPT.  
<https://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Apostila-Identifica%EF%BF%BD%EF%BF%BD%20de%20madeiras.pdf>
- Zhang, B, Cai, J, Duan, C. Q, Reeves, M. J & He, F (2015). *A review of polyphenolics in oak woods*. Int. J Mol. Sci., 16(4), 6978–7014.