





Avaliação dos parâmetros físico-químicos de aguardente de abacaxi produzida e de cachaças comercializadas no Tocantins

Fabiola Almeida Bezerra^a, Roberta de Brito Vasconcelos^a, Grasielle Soares Cavallini^a,
Nelson Luis Gonçalves Dias de Souza^{a*}

^a Universidade Federal do Tocantins, Brasil

* Autor correspondente (nelson.luis@uft.edu.br)

INFO

Keywords

fermentation
fruit
quality
alcoholic beverage

ABSTRACT

Evaluation of physical-chemical parameters of pineapple brandy produced and cachaça sold in Tocantins

Cachaça and sugarcane brandy are beverages sold in Brazil and obtained by the simple distillation of the fermented must of sugarcane juice. Cachaça is typical and exclusive to Brazil, with an alcohol content between 38 and 48% v/v at 20°C. However, other plant sources can be used to produce brandy, such as fruit, which must have a high sucrose content. Thus, the present work aimed to produce pineapple brandy infused with pieces of two types of wood (oak and balsam) in order to verify its quality, in addition to analyzing the artisanal cachaças sold in the south of the state of Tocantins, regarding the parameters physical-chemical. Pineapple spirits obtained by distillation showed the values of the physical-chemical parameters within the value established by legislation, which indicates that the manufacturing process generated a product with a safe composition for consumption and that the addition of wood chips did not interfere negatively on the analyzed parameters. Regarding the commercial samples, one presented the alcohol content, aldehyde concentration, volatile acidity and methanol outside the established by law, which puts the health of the consumer at risk. Thus, it is noted the importance of inspection of beverages produced without the inspection seal of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, which is necessary to make the population aware of the non-consumption of beverages without inspection.

RESUMO

Palavras-chaves

fermentação
fruta
qualidade
bebida alcoólica

A cachaça e aguardente de cana-de-açúcar são bebidas comercializada no Brasil e obtidas pela destilação simples do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, sendo a cachaça típica e exclusiva do Brasil, com graduação alcoólica entre 38 e 48% v/v a 20 °C. Contudo, outras fontes vegetais podem ser utilizadas para produzir aguardente, como as frutas, que devem apresentar alto teor de sacarose. Assim, o presente trabalho teve como objetivo produzir aguardente de abacaxi infundadas com pedaços de dois tipos de madeira (carvalho e bálsamo) a fim de verificar a sua qualidade, além de analisar as cachaças artesanais vendidas no sul do estado do Tocantins, quanto aos parâmetros físico-químicos. As aguardentes de abacaxi, obtidas por destilação, apresentaram os valores dos parâmetros físico-químicos dentro do valor estabelecido pela legislação, o que indica que o processo de fabricação gerou um produto com composição segura para ser consumido e que a adição de lascas de madeiras não interferiu negativamente nos parâmetros analisados. Em relação às amostras comerciais, a cachaça com murici (CM) apresentou o teor alcoólico, concentração de aldeído, acidez volátil e metanol fora do estabelecido pela legislação, pondo em risco a saúde do consumidor. Assim, nota-se a importância da fiscalização das bebidas produzidas sem o selo de inspeção do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e que é necessário fazer a conscientização da população para o não consumo de bebidas sem inspeção.

Received 26 February 2023; Received in revised from 11 March 2023; Accepted 13 March 2023

INTRODUÇÃO

A cachaça é a segunda bebida alcoólica de maior consumo no Brasil, perdendo apenas para a cerveja, contudo sendo o destilado mais consumido no país em 2020 e o terceiro do mundo em 2019 (Melo et al., 2021). Cerca de 1,5 bilhão de litros de cachaça são produzidos por ano no Brasil, no entanto, menos de 2% dessa produção é exportada. Isso porque a maioria da cachaça produzida é artesanal e por isso há uma falta de padronização e por consequência se obtém uma baixa qualidade (De Oliveira; Junior, 2022; E Silva et al., 2020). Assim, a melhora da qualidade e a padronização é essencial para atender aos padrões internacionais e proporcionar condições de abertura e manutenção do mercado externo. Além disso, proporcionaria a ampliação do mercado interno, visto que o produto seria mais aceito por consumidores com maior poder aquisitivo, que exigem bebida de boa qualidade (Miranda et al., 2007).

A cachaça é uma bebida popular brasileira, fabricada a partir da destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, e apresenta propriedades organolépticas peculiares. Além do mosto fermentado, que é o ingrediente básico, outros podem ser utilizados no processo de fabricação como a água potável e a sacarose. O único aditivo permitido é o caramelo, que só pode ser utilizado com o intuito de padronizar a cor de cachaças envelhecidas (Brasil, 2005). Apesar dos principais componentes da cachaça sejam etanol e água, a bebida também contém componentes secundários, em baixas concentrações, formados principalmente devido ao processo de fermentação alcoólica (Franco et al., 2023; Miranda et al., 2008). Aguardente de cana-de-açúcar é outra bebida comercializada no Brasil, que também é obtida pela destilação simples do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, que, no entanto, deve conter de 38 a 54% v/v de álcool a 20 °C, contudo, a denominação cachaça é típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica entre 38 e 48% v/v a 20 °C (Brasil, 2005).

As propriedades sensoriais e por consequência a qualidade do produto final é determinada principalmente pelo processo de fermentação, pois componentes menores, como álcoois, ácidos orgânicos, compostos carbonílicos e ésteres, são gerados nesta etapa e responsáveis pelo sabor e aroma (Scanavini et al., 2012). No entanto, alguns compostos formados são indicadores da má qualidade da cachaça e devem estar presentes em baixas concentrações, como o metanol, porque causa intoxicação grave, o

acetaldeído, pois está relacionado à com a ressaca e carbamato de etila, pois é um composto potencialmente carcinogênico (Bortoletto; Alcarde, 2015; Scanavini et al., 2012). A qualidade da cachaça também é determinada pela destilação, pois nesta etapa o etanol (responsável pelo corpo da bebida) é concentrado no destilado com os compostos minoritários ou secundários, sendo que a primeira fração do destilado, denomina-se cabeça e contém as maiores quantidades dos compostos com maior volatilidade (acetaldeído, metanol e acetato de etila). A segunda fração do destilado, denomina-se coração, apresenta a maior concentração de etanol e dará origem a bebida. A terceira fração, denomina-se cauda ou água fraca, que pode ser destilada com a primeira fração e com um novo vinho, a fim de recuperar o etanol (Scanavini et al., 2012). Contudo, o tipo de alambique utilizado no processo de destilação também influencia nas características sensoriais do produto final. O alambique de cobre geralmente produz um destilado superior, segundo as propriedades organolépticas, se comparado ao alambique de aço. A causa dessa diferença está relacionado a propriedade do cobre de remover alguns compostos voláteis de que contém enxofre em sua composição que geram um odor desagradável ao produto final (Fernandes et al., 2007).

No Brasil a matéria-prima mais utilizada para a produção de aguardente é a cana-de-açúcar, mas outras podem ser utilizadas, por exemplo, sucos de frutas ou extratos de vegetais, porém a bebida deverá apresentar em sua denominação a matéria-prima de origem, por exemplo, aguardente de abacaxi quando se utilizar abacaxi para se obter a bebida (Brasil, 2009; Cardoso et al., 2003). Assim, frutas com laranja, uva, algaroba, banana, manga, cajuzinho do cerrado, goiaba e jabuticaba já tem sido estudadas a para a produção de aguardente de fruta (Moreira et al., 2018). Contudo, além de propiciar a produção de novos produtos com maior valor agregado e com propriedades sensoriais peculiares, a utilização de frutas para produção de aguardente pode evitar o desperdício quando não se tem o seu consumo imediato, uma vez que essas se degradam facilmente (Queiroz et al., 2019b). A fruta utilizada na fabricação de aguardentes deve apresentar elevada concentração de sacarose ou outro carboidrato que possa ser convertido em açúcares simples que serão metabolizados pelas leveduras fermentativas. Nesse contexto, o abacaxi (*Ananas comosus*) é uma fruta amplamente cultivada no Brasil e apresenta quantidade de açúcar favorável para aplicação em processos biotecnológicos, como a fermentação alcoólica (Queiroz et al., 2019b).

A instrução Normativa MAPA n.º 13 de 29/06/2005 veda o uso de lascas de madeira para a modificação da coloração original do produto armazenado ou envelhecido. No entanto, a Portaria n.º 339, de 28 de junho de 2021 altera, permitindo o uso de fragmentos de madeira com intuito de conferir à bebida características sensoriais (cor, aroma e sabor). Contudo, isso deverá ser declarado no painel frontal do rótulo, por meio da seguinte expressão "Acondicionada com (descrição do tipo do fragmento da madeira) e não poderá constar em seu rótulo qualquer expressão que remeta ao envelhecimento (Brasil, 2005; Brasil 2021). Nesse trabalho foi utilizado dois tipos de madeira, bálsamo e carvalho, a primeira é comumente utilizada no Brasil como material para a construção de barris, para o envelhecimento de cachaças e aguardentes, no entanto, a utilização do bálsamo tem crescido atualmente (Santiago et al., 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo produzir aguardente de abacaxi infundidas com pedaços de dois tipos de madeira (carvalho e bálsamo) a fim de verificar a sua qualidade mediante alguns parâmetros físico-químicos exigidos pela legislação brasileira. Além disso, teve-se como intuito verificar a qualidade de cachaças artesanais vendidas no sul do estado do Tocantins, que não apresentam registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação de aguardente

As frutas (abacaxi) foram selecionadas, higienizadas, descascadas e trituradas em processador doméstico, para obtenção da polpa. Em seguida realizou-se a medida de pH e concentração de sólidos solúveis da polpa, sendo realizado a adição de sacarose para ajustar a concentração de sólidos solúveis para 16°Brix e de bicarbonato de sódio para ajustar o pH entre 4,5 e 5,5 (pH ótimo para a ação da levedura). Em seguida realizou-se o aquecimento do sistema a 70 °C por trinta minutos e após o resfriamento a temperatura ambiente foi inoculado a levedura no mosto. A levedura utilizada foi a *Saccharomyces cerevisiae*, facilmente encontrada em supermercados e a concentração utilizadas foi a recomendada pelo fabricante (Queiroz et al., 2019a).

Após a etapa de fermentação (7 dias), o produto obtido foi submetido ao processo de destilação. A destilação foi realizada em um aparato próprio para destilação de aguardente artesanal. O volume adicionado foi de 80% do volume útil do sistema

(10 L) e o aquecimento foi realizado por uma manta aquecedora. Durante o processo de destilação foi realizado o corte da cabeça, estipulado em 2,5% em relação ao volume mostro colocado no sistema de destilação. O corte do coração foi feito quando a graduação alcoólica atingiu aproximadamente 50% v/v a 20 °C (Silva et al., 2020).

O destilado foi armazenado em garrafas de polietileno tereftalato (PET) e adicionado pedaços de madeira de carvalho e bálsamo, a fim de aromatizar a bebida. Após 30 dias as madeiras foram removidas e os parâmetros físico-químicos analisados. A aguardente de abacaxi com Carvalho e Bálsamo foram nomeadas de AAC e AAB, respectivamente.

Parâmetros Físico-químicos

Os parâmetros analisados foram: grau alcoólico (metodologia de densidade); extrato seco ou resíduo seco (metodologia de secagem em estufa); acidez total (titulação); acidez Fixa (titulação) acidez volátil (titulação); ésteres totais (saponificação); aldeídos totais (reação com bissulfito); furfural (espectrofotométrico) e metanol (espectrofotométrico). As metodologias utilizadas para cada parâmetro seguiram as metodologias estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (Instituto Adolfo Lutz, 2008) e realizadas em triplicata.

Cachaça artesanal comercializadas

Além da fabricação da aguardente de abacaxi foram coletadas, no comércio local (Gurupi-TO) três amostras de bebidas sem o registro de inspeção do MAPA e que apresentavam no seu rótulo a denominação cachaça, visando analisar os parâmetros físico-químicos das mesmas. Duas amostras eram da mesma marca, uma incolor e a outra de coloração amarela, a terceira era de marca diferente e continha em seu interior a fruta murici. Assim as amostras foram designadas respectivamente de CI, CA, CM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cachaça e a aguardente de fruta estão submetidas à Legislação Nacional, de responsabilidade do MAPA, que estabelece os padrões de identidade e de qualidade aos quais a bebida deve atender (Tabela 1). Contudo, além do exposto na Tabela 1, para a cachaça é definido que edulcorantes devem estar ausentes e a bebida envelhecida deve apresentar compostos fenólicos. Em relação à aguardente de fruta essa deve ter um valor máximo de 5 mg.100 mL⁻¹ de ácido

cianídrico.

Tabela 1 - Limites dos parâmetros físico-químicos para a cachaça e aguardente de fruta, estabelecidas pela legislação brasileira (Brasil, 2005; 2011).

Componente	Unidade	Limites para Cachaça		Limites para aguardente de fruta	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Gradação alcoólica	% v/v a 20 °C	38	48	36	54
Acidez volátil, em ácido acético	mg.100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	130	-	100
Ésteres totais, acetato de etila	mg.100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	150	-	250
Aldeídos totais, em acetaldeído	mg.100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	30	-	30
Soma de Furfural e Hidroximetil furfural	mg.100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	5	-	5
Álcoois superiores*	mg.100 mL ⁻¹ álcool anidro	-	360	-	360
Coefficiente de congêneres**	mg.100 mL ⁻¹ álcool anidro	180	500	200	650

* Álcoois superiores = (isobutílico + isoamfílicos + n-propílico) e **Congêneres = (acidez volátil + ésteres + aldeídos + furfural/hidroximetil furfural + álcoois superiores).

Na produção do destilado padronizou-se 6 litros de água destilada para 3 kg de abacaxi sem casca. A partir dessa combinação realizou-se duas destilações que forneceram cerca de 1,250 L de destilado, sendo que uma delas foi aromatizada

com 4 pedaços de madeira de carvalho e outra 4 pedaços de madeira de bálsamo. A Tabela 2 mostra os resultados dos parâmetros de qualidade analisados.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros de qualidade analisados, em relação ao volume de álcool anidro, para as amostras AAB (aguardente de abacaxi com bálsamo), AAC (aguardente de abacaxi com carvalho), CI (cachaça incolor), CA (cachaça amarela), CM (cachaça com murici).

Parâmetros	Amostras				
	AAB	AAC	CI	CA	CM
Grau alcoólica (% v/v a 20 °C)	51,43±1,106	53,25±0,4950	42,83±1,021	42,1±1,244	35,61±1,272
Acidez Total (mg.100 mL ⁻¹)	68,30±0,0000	57,41±4,239	30,98±3,154	22,25±0,000	562,9±0,209
Acidez fixa (mg.100 mL ⁻¹)	7,738±0,6599	6,046±0,770	7,655±0,3862	2,086±0,1390	397,6±2,111
Acidez volátil, em ácido acético (mg.100 mL ⁻¹)	60,56±0,6580	48,92±3,469	23,32±2,767	20,16±0,1391	165,2±5,532
Matéria Seca (g.L ⁻¹)	0,4160±0,0714	0,1596±0,0292	0,3315±0,1122	0,2232±0,0873	24,78±0,2071
Ésteres, em acetato de etila (mg.100 mL ⁻¹)	33,36±1,209	39,53±0,0132	42,14±1,001	30,63±0,429	180,3±7,259
	14,27±0,000	8,677±0,292	26,98±0,4	8,7155±1,	67,44±1,256

Aldeídos, em aldeído acético (mg.100 mL ⁻¹)			261	019	
Furfural (mg.100 mL ⁻¹)	< 1,632	< 1,632	<1,632	<1,632	<1,632
Álcool metílico (mg.100 mL ⁻¹)	< 5,041	< 5,041	< 5,041	< 5,041	2306±115,3

Todos os parâmetros de qualidade analisados das aguardentes de abacaxi produzidas estão dentro do valor estabelecido pela legislação, o que indica que o processo de fabricação gerou um produto com composição segura para ser consumido e que a adição de lascas de madeiras não interferiu negativamente nos parâmetros analisados. No entanto, nem todos eles foram analisados, não se determinou álcoois superiores, ácido cianídrico e hidroximetil furfural.

O teor de açúcar não foi determinado, uma vez que a aguardente produzida não foi adoçada e não se esperava a presença desse composto. Esse parâmetro é utilizado para classificar a aguardente em normal (menor que 6 g.L⁻¹ de açúcar) e adoçada (entre 6 e 30 g.L⁻¹ de açúcar). Em relação aos contaminantes o único analisado foi o metanol, que segundo a legislação brasileira apresenta o limite máximo de 20 e 400 mg.L⁻¹ para a cachaça e a aguardente de fruta, respectivamente. Assim, para ambas as amostras obtidas a concentração de metanol foi abaixo do limite estabelecido pela legislação, permitindo o seu consumo com segurança, em relação a esse parâmetro.

Em relação às cachaças artesanais comercializadas, observou-se que as amostras CI e CA atenderam todos os valores estabelecidos pelo MAPA, inclusive em relação ao contaminante álcool metílico. Além disso, o grau alcoólico está segundo a classificação da bebida e com o valor apresentado nos rótulos. A amostra CM se mostrou irregular no teor alcoólico, visto que no seu rótulo designava a nomenclatura cachaça e o teor alcoólico observado foi menor que 38%. Além disso, havia a presença da fruta murici no interior da garrafa que também impede a designação do produto como cachaça. Essa apresentou os teores de acidez volátil e aldeídos maiores que os determinados pela legislação. Além disso, essa amostra apresentou um alto valor de extrato seco, apesar de não ser informado em seu rótulo que a mesma foi adoçada. Isso pode ser resultado da dissolução de compostos da fruta que estava no interior da garrafa. Por fim, um fator preocupante encontrado nesta amostra foi o elevado teor de álcool metílico, valor muito superior ao estabelecido pela legislação brasileira.

Na literatura, assim como no presente trabalho, há estudos que mostram a inconformidade de amostras de cachaça e aguardente em relação aos padrões de identidade e qualidade previstos pela legislação brasileira vigente. Em 2007, pesquisadores analisaram 94 amostras e identificaram que 48% delas apresentaram inconformidade com pelo menos um parâmetro e uma falta de padronização de amostras de uma mesma marca (Miranda et al., 2007). Oito amostras de cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG) foram analisadas, sendo constatado que 75% das amostras não atendiam o parâmetro de cobre, 12,5% apresentaram valores altos de acidez e 25% teor alcoólico menor que o definido pela legislação (França et al., 2011). No estado da Paraíba, trinta e oito amostras foram analisadas e apenas 35% delas atenderam todos os parâmetros físico-químicos, sendo que a acidez volátil e a concentração de carbamato de etila foram os parâmetros que mais causaram o insucesso das cachaças avaliadas (Vilela et al., 2021).

CONCLUSÕES

As aguardentes de abacaxi obtidas por destilação, apresentaram bons resultados nas análises de compostos secundários, sendo de extrema importância atentar-se que estes valores estejam dentro dos estabelecidos pela legislação, uma vez que em elevadas quantidades afetam a bebida qualidade ruim, além de que em excesso podem fazer mal a saúde do consumidor. Além disso, observou-se que a adição de pedaços de madeiras nas bebidas produzidas não impactou de forma negativa nos parâmetros analisados. Assim, nota-se a importância da fiscalização em relação as bebidas produzidas sem o selo de inspeção do MAPA, uma vez que essas podem ser produzidas sem controle e critério adequado, levando riscos à saúde do consumidor. Nesse contexto, é muito importante fazer a conscientização da população para o não consumo de bebidas sem o selo de inspeção e o incentivo para os produtores irregulares venham a se capacitar e tornar-se um produtor com registro do MAPA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), UFT (Universidade Federal do Tocantins) e Pró-reitora de Extensão, Cultura e Assuntos Comunitários da UFT pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bortoletto AM, Alcarde AR. Assessment of chemical quality of Brazilian sugar cane spirits and cachaças. *Food Control*, v.54, p.1-6, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.030>
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 13, de 29 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n.º 6.871, de 4 de junho de 2009. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 15, de 31 de março de 2011. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 339, de 28 de junho de 2021. Brasília, DF.
- Cardoso DR, Neto BSL, Franco DW, Nascimento RFD. Influência do material do destilador na composição química das aguardentes de cana: parte II. *Química Nova*, v.26, n.6, p.165-169, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000200004>
- Oliveira L, Junior EF. Produção de cachaça artesanal. *Revista Interface Tecnológica*, v.19, n.2, p.810-818, 2022. <https://doi.org/10.31510/inf.v19i2.1542>
- Silva JHDN, Bernardi MRV, Oliveira AL. Cachaça Production in Brazil and its Main Contaminant (Ethyl Carbamate). *Scientia Agricola*, v.77, n.2, p.1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2018-0135>
- Fernandes WJ, Cardoso MDG, Vilela FJ, Moraes AR, Silva VDF, Nelson DL. Physicochemical quality of a blend of domestic cachaças from the south of Minas Gerais. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.20, n.3, p.257-261, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.012>
- França N, Sá ORD, Fiorini JE. Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG). *Ciência ET Praxis*, v.4, n.07, p.47-50, 2017.
- Franco MDOK, Suarez WT, Pereira GRP, Vilanculo CB, Vieira MCR, Santos VB, Almeida JPB. Using colorimetric spot test and digital imaging-based technique for volatile acidity determination in cachaça with the aid of a smartphone. *Microchemical Journal*, v.187, p.108416, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.108416>
- Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- Melo TDS, Magalhães AEDM, Macêdo LS, Siqueira LCDS, Lima LEB, Souza THDS, Melo TS, Oliveira MMB. Aguardente e cachaça brasileira, da história ao processamento moderno: A evolução da bebida artesanal a um produto de qualidade. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.10, p.95093-95111, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-020>
- Miranda MB, Martins NGSM, Belluco ADS, Horii J, Alcarde AR. Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. *Food Science and Technologia*, v.28, p.84-89, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500014>
- Miranda MB, Martins NGSM, Belluco ADS, Horii J, Alcarde AR. Qualidade química de cachaças e de aguardentes brasileiras. *Food Science and Technologia*, v.27, n.4, p.897-901, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000400034>
- Moreira TL, Oliveira EA, Kamimura ES, Maldonado RR. Produção de aguardente de carambola. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.2, p.961-971, 2018. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n2-1040>
- Queiroz GAD, Rabelo A, Santos S. Characterization and optimization of production process of alcoholic fermentation of pineapple. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.23, n.30, p.1-8, 2019a. <https://doi.org/10.5902/2236117037891>
- Queiroz GAD, Rabelo AGS, Santos SKDM. Characterization and optimization of production process of alcoholic fermentation of pineapple. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.23, n.30, p.1-8, 2019b. <https://doi.org/10.5902/2236117037891>
- Santiago WD, Cardoso MDG, Nelson DL. Cachaça stored in casks newly constructed of oak (*Quercus* sp.), amburana (*Amburana cearensis*), jatoba (*Hymenaea caribouril*), balsam (*Myroxylon peruiferum*) and peroba (*Paratecoma peroba*): alcohol content, phenol composition, colour intensity and dry extract. *Journal of the Institute of Brewing*, v.123, n.2, p.232-241, 2017. <https://doi.org/10.1002/jib.414>
- Scanavini H, Ceriani R, Meirelles A. Cachaça distillation investigated on the basis of model systems. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v.29, n.2, p.429-440, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322012000200022>
- Silva J, Bernardi MRV, Oliveira A. Cachaça Production in Brazil and its Main Contaminant (Ethyl Carbamate). *Scientia Agricola*, v.77, n.2, p.1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2018-0135>
- Vilela AF, Oliveira LDSC, Muniz MB, Mélo BCaD, Figueiredo MJD, Vieira Neto JDM. Assessment of sensory and physical-chemical quality, and potential for certification of cachaças from the state of Paraíba, Brazil. *Food Science and Technology*, v.41, 2021. <https://doi.org/10.1590/fst.13520>