

## Avaliação físico-química e sensorial da cerveja artesanal estilo *Wood e Barrel Aged* adicionada de chip de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)

Hiran Gonçalves da Silva<sup>1</sup>; Hamir Gonçalves da Silva<sup>1</sup>; Patrick Gomes de Souza<sup>2</sup>, Clairon Lima Pinheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escola de Engenharia e Tecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil

<sup>2</sup> Laboratório de Alimentos e Nutrição, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil

Correspondência: Patrick Gomes de Souza, de Alimentos e Nutrição, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: patrick.cientista@gmail.com

Recebido: Dezembro 25, 2021

Aceito: Janeiro 20, 2022

Publicado: Março 01, 2022

### Resumo

O mercado de cervejas artesanais vem apresentando um grande crescimento nos últimos anos, com isso as cervejarias têm recorrido a novos estudos de inovação e tecnologia para obtenção de novos produtos. A utilização de recursos naturais é uma excelente alternativa para essa finalidade. O Brasil possui uma flora rica em diversidade biológica, com madeiras que podem conferir singularidade de aroma e sabor as cervejas do estilo *Wood e Barrel Aged*. No presente estudo foram produzidas cervejas do estilo *Wood e Barrel Aged Beer* tendo como base o estilo *Scottish Ale Export* com adição do chip jatobá (*Hymenaea courbaril*) na etapa de maturação por 30 dias. As cervejas que foram maturadas com jatobá não obtiveram mudança na sua coloração, porém obtiveram um aumento significativo da turbidez, e apresentaram aroma alcoólico, que sobrepuôs o aroma floral do lúpulo. Foi possível concluir que o jatobá conferiu propriedades diferenciadas à cerveja, sendo assim uma boa opção para produção de cervejas envelhecidas com madeira.

**Palavras-chave:** Cerveja, Matéria-prima, Fermentação, Bebida.

### Abstract

The craft beer market has been showing great growth in recent years, with that the breweries have resorted to new studies of innovation and technology to obtain new products. The use of natural resources is an excellent alternative for this purpose. Brazil has a flora rich in biological diversity, with woods that can give unique aroma and flavor to *Wood and Barrel Aged Beer* style beers. In the present study, *Wood and Barrel Aged Beer* style beers were produced based on the *Scottish Ale Export* style with the addition of Jatobá wood (*Hymenaea courbaril*) in the 30-day maturation stage. The beers that were matured with Jatobá did not change their color, but had a significant increase in turbidity, and presented an alcoholic aroma, which overlapped the floral aroma of hops. It was possible to conclude that Jatobá conferred different properties to the beer, making it a good choice for the production of wood-aged beers.

**Keywords:** Beer, Raw Material, Fermentation, Beverage.

### Resumen

El mercado de la cerveza artesanal viene mostrando un gran crecimiento en los últimos años, por lo que las cervecerías han recurrido a nuevos estudios de innovación y tecnología para la obtención de nuevos productos. El aprovechamiento de los recursos naturales es una excelente alternativa para este fin. Brasil tiene una flora rica en diversidad biológica, con maderas que pueden dar un aroma y sabor únicos a las cervezas *Wood y Barrel Aged*. En el presente estudio se elaboraron cervezas *Wood y Barrel Aged* en base al estilo *Scottish Ale Export* con la adición de madera de jatobá (*Hymenaea courbaril*) en la etapa de maduración durante 30 días. Las cervezas que fueron maduradas con jatobá no cambiaron de color, pero obtuvieron un aumento significativo en la turbidez, y presentaron un aroma alcohólico, que superpuso el aroma floral del lúpulo. Se pudo concluir que el jatobá confirió propiedades diferenciadas a la cerveza, siendo así una buena opción para la elaboración de cervezas envejecidas en madera.

**Palabras clave:** Cerveza, Materia prima, Fermentación, Bebida.

## 1. Introdução

Nos últimos anos o Brasil vem apresentando um crescimento do mercado de cervejas artesanais, que ao contrário das cervejas comumente comercializadas, possuem uma diversidade de aromas e sabores provenientes dos maltes, lúpulos, leveduras e especiarias utilizadas, atendendo assim à procura crescente por produtos diferenciados que fornecem qualidade e experiências gustativas (Matsubara; Plath, 2014; Sales; Souza, 2021; Souza; Carvalho, 2022).

Entre as novas cervejas artesanais, estão as do estilo *Wood e Barrel Aged*, que são cervejas provenientes de qualquer escola cervejeira, porém são envelhecidas em madeira ou chip de madeira, para absorver aromas e sabores, trazendo assim complexidade para a cerveja (Bjcp, 2015). Este estilo de cerveja especial exige uma base de cerveja que pode variar entre os demais estilos do guia internacional. Um dos estilos conhecido pelo seu aroma e sabor amadeirado é a *Scottish Export*.

De acordo com o BJCP (2015) a *Scottish Export* é uma cerveja maltada, geralmente caramelizada e, às vezes, com alguns ésteres frutados. O estilo pode apresentar aroma e sabor que lembra um doce de açúcar mascavo e manteiga. O caráter de malte pode variar de seco e granulado, a rico, tostado e caramelizado. Sua densidade original varia de 1,040 a 1,060 g cm<sup>-3</sup>, densidade final entre 1,010 e 1,016 g cm<sup>-3</sup>, amargor entre 15 e 30 IBU (*International Bitterness Units*), cor entre 13 e 22 SRM (*Standard Reference Method*) e teor alcoólico entre 3,9 e 6,0 % v<sup>-1</sup>. Esta cerveja comumente é maturada em barril de madeira.

A Amazônia possui uma grande diversidade florestal, com aproximadamente 2,5 mil espécies de árvores que possuem madeiras que podem trazer aromas, sabores e cores diversificados para a cerveja. Muitas destas espécies já são utilizadas com sucesso na produção de outras bebidas. Entre as espécies o jatobá-do-campo (*Hymenaea courbaril* L.) é encontrado nos biomas Amazônico, Mata Atlântica e Pantanal e no domínio Cerrado, possuindo relatos de ocorrência entre os estados de Piauí ao Paraná, Brasil (Chagas, 2011; Castro, 2012; Menezes; Castro, 2018).

Tendo em vista a busca por novas matérias-primas devido à concorrência do mercado de cervejas artesanais, e que a floresta Amazônica possui uma grande diversidade de espécies vegetais que já são utilizadas na produção de outras bebidas, além de fornecer novas características para os tons de sabor e odor das diferentes cervejas, o objetivo deste estudo foi produzir uma cerveja artesanal com o uso da chip de jatobá, além de avaliar suas características físico-químicas e sensoriais.

## 2. Material e Métodos

Foram produzidos 20 L da cerveja *Wood e Barrel Aged* com base de *Scottish Ale Export*. Foram usados 4 kg de malte Pale Ale e 350 g de malte tipo Caramel Hell, da maltaria Best Malt, foram adicionados 45 g de lúpulo Fuggle, sendo 25 g no início da fervura de 60 minutos e 20 g nos últimos 5 minutos. O fermento utilizado foi English Ale, S-04 da Fermentis. A cor da cerveja foi propositalmente calculada para permanecer com valor abaixo da especificação do Beer Judge Certification Program (BJCP, 2015). A receita foi desenhada no software BeerSmith 3.0.

Os maltes, lúpulos e leveduras foram obtidos em loja de insumos cervejeiros Manaus BrewShop, localizada na cidade de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. A água utilizada, foi água mineral vendida comercialmente em Manaus. O chip de jatobá foi obtido no Mercado Municipal Adolpho Lisboa, localizado no centro da cidade de Manaus, estado do Amazonas, Brasil.

O teste de chá foi realizado em triplicata utilizando frasco *Becker* de 500 mL, adicionando-se a chip da madeira Jatobá na proporção 3,0 e 6,0 g L<sup>-1</sup>. A solução foi fervida por 20 min, e após o resfriamento, foram realizadas análise sensorial para (cor, aroma e sabor) e físico-química para pH. O pH foi obtido usando um pHmetro digital de bancada conforme metodologia proposto por IAL (2008).

Foram preparadas soluções hidroalcoólicas de etanol 5 % v<sup>-1</sup>, simulando o teor alcoólico da cerveja, as quais foram colocadas em recipientes de 60 mL juntamente com os chips de madeiras nas concentrações de 3,0 e 6,0 g L<sup>-1</sup>. Estas soluções foram deixadas a 0 °C por 15 dias. Após isso foram realizadas análises sensoriais e de pH, conforme citado anteriormente.

A moagem seca foi realizada utilizando um moinho de dois rolos modelo MB80 plus da empresa MALTEBITE®. No processo de brassagem foi utilizado o equipamento *single-vessel* automatizado *BrewHome* 20 da empresa *BrewBeer*.

A rampa de mostura utilizada foi com repouso enzimático único em 67 °C, por 60 min., seguido de inativação das enzimas, ou *mash out*, a 78 °C por 15 min. Após a filtração o mosto foi fervido por 60 min. e resfriado com *Chiller* de alumínio, usando água como líquido refrigerante.

A levedura foi hidratada com água mineral previamente fervida em um erlenmeyer na proporção 10 mL g<sup>-1</sup> de levedura. Após a transferência do mosto para o fermentador, foi realizada a inoculação da levedura na proporção 0,55 g L<sup>-1</sup>.

A fermentação ocorreu a 18 °C, em um balde fermentador equipado com um poço térmico onde foi inserido um sensor de temperatura ligado à um controlador de temperatura modelo G101 da marca Ageon. Durante o decorrer da fermentação foram realizadas leituras da densidade (°P, *grau Plato*), com intervalo de 24 horas, utilizando um refratômetro analógico modelo RHB32 da empresa ASKO e usando cálculo de correção de densidade. O teor alcoólico foi calculado com relação ao consumo de açúcares. O fim da fermentação foi determinado pela leitura constante dos dados da densidade.

Após o fim da fermentação, a cerveja foi trasfegada para recipientes de 1 L para maturação a 0 °C por 30 dias, estes recipientes estavam livres de O<sub>2</sub> afim de evitar a oxidação da cerveja. Nesta etapa foi realizada a adição dos chips de madeira nas concentrações desejadas de 3,0 e 6,0 g L<sup>-1</sup>.

A análise de pH da cerveja foi realizada por leitura direta em pHmêtro digital conforme metodologia descrita por IAL (2008). Os resultados foram expressos em número inteiro seguido da sigla pH.

As análises de extrato original e aparente (°P), densidade original e final (g cm<sup>-3</sup>), atenuação aparente (%) e teor alcoólico (% v v<sup>-1</sup> e % p v<sup>-1</sup>) foram realizadas utilizando aparelho Beer Analyser II, específico para leitura de cerveja, conforme a metodologia da European Brewery Convention - pela EBC (1987). Uma amostra de 200 mL de cerveja foi descarboxada por agitação, em Erlemmeyer com tampa até completa eliminação dos gases presentes na cerveja. Uma alíquota contendo 20 mL de cerveja descarboxada foi adicionada em frasco próprio do equipamento e em seguida, posicionado no carretel de amostras. Após a sucção da cerveja pelo equipamento, os resultados foram obtidos. O potencial de extrato (GU) foi obtido multiplicando o extrato original por x4.

As análises foram realizadas conforme metodologia preconizada pela EBC (1987), onde uma amostra de 100 mL de cerveja foi transferida para banho de álcool a 0 °C por um período de 24 h. Em seguida, foi retirada do banho e realizada a leitura em turbidímetro digital.

A determinação da cor da cerveja (EBC e SRM) foi realizada por espectrofotometria UV-Vis seguindo o método proposto por EBC (1987). Uma amostra de 400 mL de cerveja foi descarboxada e filtrada com terra diatomácea infusória, a partir do sobrenadante procedeu-se a leitura em espectrofotômetro. A absorção foi realizada no comprimento de ondas de 430 nm. O resultado foi expresso em EBC e quando dividido por 1,97 o resultado foi expresso em SRM. As leituras em ambas as unidades de medidas, facilitam o entendimento da qualidade da cerveja em diferentes metodologias.

A razão de amargura relativa (RBR) leva em consideração o equilíbrio relativo dos estilos de cerveja. O cálculo foi realizado conforme o método descrito por Shwayder (2022). Valores abaixo de 0,5 tendem a cerveja levemente adocicada, valores superiores tendenciam uma cerveja mais amarga. O cálculo foi realizado através da subtração do valor decimal da fermentabilidade aparente retirado de 0,7655, um fator numérico. Ao resultado foi somado o valor de 1,0. Por fim, o valor encontrado foi multiplicado pela relação BU:GU.

A análise sensorial das cervejas foi realizada por Sommeliers de cervejas capacitados. Foram disponibilizados 100 mL, de cada amostra, para cada avaliador realizar a análise descritiva e individual. No aroma foram analisados aspectos florais, frutais, de especiarias, herbais, defeitos e outros aromas. Na análise visual foram analisadas partículas sólidas de sedimento, partículas em suspensão que causam turvação, cor e tempo de espuma da cerveja. Ao término da análise foi redigido um laudo, e as características notadas por todos foram tomadas como atributos característicos das cervejas avaliadas (BJCP, 2015).

A análise estatística dos resultados físico-químicos foi realizada por meio de ANOVA e Teste de Tukey com 5% de significância. Foi utilizado o modelo Inteiramente Casualizado, com três tratamentos, três repetições (triplicata) de 14 variáveis. Os tratamentos corresponderam aos três experimentos (controle, 3 g L<sup>-1</sup> e 6 g L<sup>-1</sup>) e as variáveis corresponderam as análises físico-químicas que as cervejas foram avaliadas. O programa está disponível através do link <https://www.cca.ufscar.br/pt-br/servicos/teste-de-tukey>.

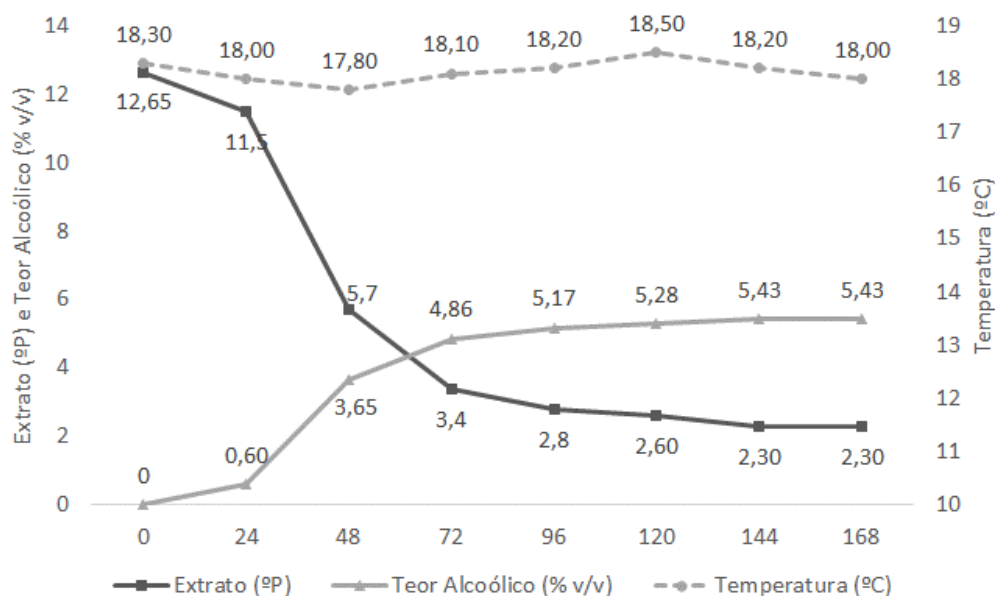
### 3. Resultados e Discussão

A solução apresentou cor vermelho acobreado, leve aroma e sabor amadeirado, e um leve sabor amargo,

semelhante as características sensoriais esperadas em uma cerveja do estilo Scottish Export. A solução apresentou pH 6, com desvio padrão de 0,16. Foi notado também que todas as amostras obtiveram um aumento do pH em relação à água, o que torna inviável a adição dessa madeira na etapa de fervura, uma vez que o pH ideal da fermentação é em torno de 5,00.

As amostras apresentaram excelente extração de cor, permanecendo com a cor acobreada. No aroma, apresentou leves notas amadeiradas. Quanto ao pH, as amostras apresentaram um valor menor em relação as amostras de chá, permanecendo com 5,45, com desvio padrão de 0,09. Essa baixa influência do pH foi o fator decisivo para a adição desta madeira na etapa de maturação.

O Gráfico 1 mostra a curva de fermentação da cerveja. Nela é possível ver que a fermentação ocorre como o previsto com duração de 7 dias. Ao final do processo obteve-se uma densidade final de 2,3 °P e teor alcoólico de 5,43 % v v<sup>-1</sup>.



**Gráfico 1.** Curva de fermentação do mosto para durante a produção da cerveja. Fonte: Autores, 2021.

A caracterização físico-química da cerveja *Wood and Barrel Aged* com jatobá pode ser vista na Tabela 1. Os resultados expostos mostram que o pH da cerveja não foi afetado pela adição da madeira, ao contrário do que ocorreu no teste a frio, onde houve um leve aumento do pH da solução. Wyler (2013) obteve uma leve redução do pH na utilização de carvalho para envelhecimento da cerveja, porém sem variação com o tempo de maturação de 1 a 3 meses. Angeloni (2016) obteve uma redução do pH com a envelhecimento de cerveja em carvalho por 3 e 5 meses, assim como Parazzi et al (2008) que também obteve uma redução do pH por até 36 meses no envelhecimento de aguardente em barris de carvalho, o que não ocorreu com a aguardente armazenada em recipientes de vidro. Essa redução do pH é causada pelas reações que ocorrem durante a maturação da bebida em contato com a madeira, indicando assim que com tempos maiores de maturação este valor pode ser reduzido.

Os valores obtidos de extrato original e extrato aparente analisados pelo equipamento *Beer Analyser* foram mais próximos dos estimados na receita em relação aos obtidos através da medição com refratômetro (12,89 °P e 2,3 °P). Essa pequena diferença pode ser justificada pelo fato que o *Beer Analyser* é um equipamento com precisão superior. Mesmo com essa pequena diferença, os dois resultados de extrato original foram maiores que o estimado na receita, comprovando assim que a etapa de mostura foi mais eficiente em relação a prevista.

Os dois resultados de extrato aparente obtidos foram menores que os previstos na receita, comprovando assim, que houve uma formação maior de açúcares fermentescíveis na mostura. Isto pode estar relacionado ao fato de a temperatura utilizada de mostura, apesar de estar na faixa de ação da alfa-amilase, ser muito próxima da temperatura de ação da beta amilase, e mesmo que a recirculação do mosto tenha sido muito eficiente durante a mostura, a temperatura na parte superior da panela pode ter ficado levemente mais baixa, aumentando a

formação de mais açúcares fermentescíveis.

Os resultados mostram também, que não houve influência da madeira em nenhum dos três parâmetros, o que indica que não houve extração de açúcares da madeira. O Jatobá obteve uma grande influência na turvação da cerveja, o que indica uma grande extração de taninos da madeira. Castro (2012) obteve valores de taninos no jatobá de aproximadamente 5%, enquanto Sousa et al. (2009), cita valores para vários tipos de carvalho, que é a madeira mais utilizada para envelhecimento de bebidas, entre 1,17% e 3,46%. Dias et al (1998) obteve concentrações 3,6 vezes maiores de taninos em aguardente estocada por 6 meses em barris de Jatobá comparadas a estocada em barris de carvalho. Miranda et al (2008) obteve um aumento de 75% no teor de taninos em aguardente envelhecidas em barris de madeira nos primeiros cinco meses de envelhecimento.

Os resultados de cor obtidos foram muito próximos aos estimados na receita que indicava 11,4 EBC. Mesmo havendo extração de cor na solução alcoólica do teste a frio, o chip de madeira não influenciou na coloração da cerveja. Wyler (2013) também não obteve alterações de cor em cerveja maturada com carvalho durante 1, 2 e 3 meses na temperatura de 0 °C. Angeloni (2016) obteve um aumento de 5 EBC em cerveja maturada com carvalho após 3 meses de maturação, porém a temperatura de maturação foi de 23 °C, indicando que uma temperatura maior ou um tempo de maturação maior, podem contribuir para o ganho de cor.

Os resultados para amargor obtidos foram muito próximos aos estimados na receita, que era de 21,4 IBU. A partir destes resultados, pode-se concluir que não houve influência da madeira nesta propriedade. Wyler (2013) também não obteve variações de amargor da cerveja maturada com carvalho no período de 1 a 3 meses, enquanto Angeloni (2016) obteve uma leve redução do amargor com 3 e 5 meses de envelhecimento indicando assim que esse valor pode vir a reduzir com maiores períodos de maturação.

**Tabela 1.** Características da cerveja *Wood e Barrel Aged* com jatobá.

Aspecto	Controle	3 g L <sup>-1</sup>	6 g L <sup>-1</sup>
	sem Jatobá	de Jatobá	de Jatobá
pH	4,28b ± 0	4,27b ± 0,01	4,31a ± 0,02
Extrato Primitivo (°P)	12,65b ± 0,01	12,70a ± 0,02	12,61c ± 0,02
Extrato Aparente Final (°P)	2,68c ± 0,01	2,69b ± 0,01	2,70a ± 0,01
Densidade Original (g cm <sup>-3</sup> )	1,051a ± 0,00	1,051a ± 0,00	1,050a ± 0,00
Densidade Final (g cm <sup>-3</sup> )	1,011a ± 0,00	1,011a ± 0,00	1,011a ± 0,00
Potencial de Extrato (GU)	50,6b ± 0,01	50,8a ± 0,02	50,44c ± 0,02
Teor Alcoólico (% v v <sup>-1</sup> )	5,33b ± 0,01	5,35a ± 0,01	5,30c ± 0,01
Teor Alcoólico (% p v <sup>-1</sup> )	4,21b ± 0,00	4,22a ± 0,00	4,18c ± 0,00
Turvação 24h (EBC)	0,49b ± 0,54	15,50ab ± 4,27	42,75b ± 20,70
Cor (EBC)	12,30a ± 0,10	12,13b ± 0,03	12,14b ± 0,04
Cor (SRM)	6,24a ± 0,05	6,16b ± 0,02	6,16b ± 0,02
Amargor (IBU)	24,30a ± 0,70	23,60a ± 0,20	24,63a ± 1,99
Relação BU/GU	0,48a ± 0,01	0,46a ± 0,00	0,49a ± 0,04
Atenuação Aparente (%)	78,79a ± 0,05	78,79a ± 0,02	78,56b ± 0,02
Rel de Amargor Relativo (RBR)	0,49a ± 0,01	0,47a ± 0,00	0,50a ± 0,04

**Nota:** Letras iguais na mesma linha, não diferem significativamente conforme teste de Tukey com 5% de significância. Fonte: Autores, 2021.

Os resultados obtidos mostram a influência do jatobá no aroma da cerveja. As amostras que foram maturadas com madeira apresentaram um aroma alcoólico, que mascarou o leve aroma floral do lúpulo que foi identificado na amostra sem madeira, este aroma é possivelmente originado pela presença de álcoois superiores resultantes das reações químicas da cerveja com a madeira. Este resultado é similar ao obtido por Angeloni (2016) e Wyler (2013), que afirmam também que entre os álcoois superiores, o responsável por proporcionar o aroma alcoólico é o isobutanol. O aroma amadeirado, só se tornou presente na amostra com maior concentração de jatobá.

Todas as amostras apresentaram um aroma de caramelo leve, o que está de acordo com o estilo. Como este aroma foi classificado como leve em todas as amostras, ele é possivelmente proveniente do malte utilizado, porém ele pode também ser gerado através da hidrólise da hemicelulose da madeira, podendo assim se tornar mais intenso com maiores períodos de maturação.

Nenhuma amostra apresentou sólidos em suspensão e partículas sólidas de sedimento, isso se deve a baixa temperatura utilizada na maturação, que proporciona uma boa sedimentação no período de maturação. A amostra com maior adição de madeira obteve uma turbidez intensa, e a amostra com menor adição, turbidez leve a moderada. Este resultado está de acordo com obtido no teste de turvação de 24 h, e o fato da cerveja não apresentar sólidos em suspensão e sedimentos, confirma que a turvação se deve a extração de taninos da madeira.

Em relação a coloração, a amostra com 6 g L<sup>-1</sup> de madeira apresentou a coloração âmbar, enquanto as amostras sem madeira e com 3 g L<sup>-1</sup> apresentaram coloração dourada. Esta diferença na coloração pode se dar pela turvação intensa da amostra, que faz com que a cerveja pareça mais escura. Todas as amostras apresentaram uma espuma de formação média e coloração bege, o que está de acordo com o estilo, não sofrendo assim influência da madeira.

#### 4. Conclusões

A madeira jatobá apresentou características como aroma, sabor e propriedades químicas aceitáveis para a aplicação desta no processo de maturação nas concentrações de 3,0 g L<sup>-1</sup> e 6,0 g L<sup>-1</sup>. O jatobá apresentou influência na turbidez e no aroma da cerveja para ambas concentrações, fornecendo aromas alcoólicos indicando a formação de álcoois superiores. Sendo assim, os resultados obtidos neste trabalho mostraram que o jatobá possui um grande potencial para maturação de cervejas.

#### 5. Agradecimentos

Agradecemos a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) pela formação em engenharia química dos dois primeiros autores e que possibilitou a realização do estudo.

#### 6. References

- Angeloni, L. H. P. (2016). *Cerveja envelhecida em barril de madeira, aspectos químicos e microbiológicos*. Tese de Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Brasil.
- BJCP (2015). *Beer Judge Certification Program*. 2015 Style Guidelines.
- Castro, J. P. (2012). *Análises Química e Física de Madeiras Amazônicas Visando o Armazenamento de Bebida Destilada*. Universidade Federal de Lavras.
- Chagas, J. C. N. (2011). *Caracterização do Cultivo de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares em Duas Comunidades Amazônicas*. Universidade Federal do Amazonas.
- Dias, S., Maia, A., Nelson, D. (1998). Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18, 331-334.
- EBC (1987). *European Brewery Convention*. Analytica. 4<sup>a</sup> ed. Brauerei: Zurich.
- IAL (2008). Instituto Adolpho Lutz. *Métodos Físico-químicos para Análises de Alimentos*. 4 ed. IMESP: São Paulo.
- Matsubara, A. K., Plath, A. R. (2014). *Desenvolvimento de Cerveja Artesanal de Trigo Adicionada de Gengibre (ZingiberofficinaleRoscoe)*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Menezes Filho, A. C. P., Castro, C. F. S. (2018). Prospecção fitoquímica preliminar dos frutos do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e murici-bravo (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth). *Global Science and Technology*, 11, 241-254.
- Miranda, M. B., Martins, N. G. S., Belluco, A. E. S., Horii, J., Alcarde, A. R. (2008). Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28, 84-89.
- Parazzi, C., Arthur, C. M., Lopes, J. J. C., Borges, M. T. M. R. (2008). Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus* sp.).

*Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28, 193-199.

Sales, L. S., Souza, P. G. (2021). Produção de cerveja do estilo Catharina Sour com Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh). *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 1599-1613.

Shwayder, R. (2022). Mad Alchemist: Relative Bitterness Ratio (RBR). Disponível em: <[http://www.madalchemist.com/relative\\_bitterness.html](http://www.madalchemist.com/relative_bitterness.html)>. Acessado em: 14 de janeiro de 2022.

Sousa, V., Cardoso, S., Miranda, I., Pereira, H. (2009). Caracterização da composição química da madeira de *Quercus faginea*. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Souza, P. G., Carvalho, M. F. (2022). Avaliação do oxigênio dissolvido na cerveja durante o processo de trasfega entre a fermentação e maturação. *Brazilian Journal of Science*, 1(2), 75-81.

Tschope, E. C. (2001). *Microcervejarias e Cervejarias: a história, a arte e a tecnologia*. Aden: São Paulo.

Wyler, P. (2013). *Influência da madeira de carvalho na qualidade da cerveja*. Universidade de São Paulo.

### **Copyrights**

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).