



**Revista Agrarian**

ISSN: 1984-2538

**Caracterização físico-química de cervejas artesanais de atemoia (*Annona cherimoia* Mill. x *Annona squamosa* L) e de sapoti (*Manilkara sapota* L.)**

***Physicochemical characterization of atemoia (*Annona cherimoia* Mill. x *Annona squamosa* L) and sapoti (*Manilkara sapota* L.) craft beers***

**Bruno Ribeiro Freire<sup>1</sup>, Denise Silveira Lemes<sup>1</sup>, Andréa Samara da Silva Moraes<sup>1</sup>, Eliana Fortes Gris<sup>1</sup>, Juliano Alexandre Chaker<sup>1</sup>, Daniela Castilho Orsi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Brasília (UNB/FCE), Faculdade de Farmácia, Laboratório de Controle de Qualidade, Centro Metropolitano, Conjunto A, lote 01, Ceilândia, CEP: 72220-900, Brasília, DF, Brasil. E-mail: danielacastilhoorsi@gmail.com

Recebido em: 04/01/2019

Aceito em: 04/09/2019

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi produzir cervejas artesanais com adição das frutas tropicais atemoia e sapoti em sua composição. Para elaboração dos mostos cervejeiros as matérias primas utilizadas foram malte tipo Pilsen e levedura cervejeira tipo Lager. A polpa de atemoia foi adicionada no mosto cervejeiro na concentração de 8,5% (p/v) e a polpa de sapoti na concentração de 17% (p/v). O processo de fermentação alcoólica ocorreu a 15°C por 15 dias e o processo de maturação das cervejas verdes ocorreu a 5°C por 15 dias. Após engarrafamento e carbonatação na própria garrafa realizaram-se as análises físico-químicas das três cervejas produzidas: cerveja sem adição de frutas (cerveja Pilsen), cerveja com polpa de atemoia (cerveja de atemoia) e cerveja com polpa de sapoti (cerveja de sapoti). A adição das polpas de frutas aumentou o teor alcoólico das cervejas de atemoia (5,0°GL) e de sapoti (5,0°GL) em relação à cerveja sem frutas (4,6°GL). Também foi observado um aumento do teor de compostos fenólicos totais das cervejas de atemoia (111,29 mg/100 mL) e de sapoti (77,61 mg/100 mL) em relação à cerveja sem frutas (64,00 mg/100 mL). Outro resultado observado foi o aumento da atividade antioxidante das cervejas de atemoia e sapoti em relação à cerveja sem frutas. A utilização das polpas de atemoia e sapoti mostraram-se tecnologicamente viáveis na produção das cervejas artesanais. As cervejas com frutas valorizam o uso de frutas tropicais e despertam a atenção dos consumidores de cervejas artesanais.

**Palavras-Chave:** cerveja com frutas, frutas tropicais, malte Pilsen, levedura Lager

**Abstract:** The aim of this study was the production of craft beers with the addition of tropical fruits atemoia and sapoti in its composition. To produce the brewer's worts, the raw materials used were Pilsen malt and brewer's yeast type Lager. The atemoia pulp was added into the brewing wort at a concentration of 8.5% (w/v) and the sapoti pulp at the concentration of 17% (w/v). The process of alcoholic fermentation occurred at 15°C for 15 days and the process of maturing the green beers occurred at 5°C for 15 days. After bottling and carbonation in the own bottle, the physical and chemical analyzes of the three beers produced were performed: beer without added fruit (Pilsen beer), beer with atemoia pulp (atemoia beer) and beer with sapoti pulp (sapoti beer). The worts used in the production of beers presented 14.58-15.00°Brix and 7.41-7.68% of reducing sugars. The addition of fruit pulps increased the alcoholic content of atemoia (5.0°GL) and sapoti beers (5.0°GL) compared to non-fruit beer (4.6°GL). An increase in the total phenolic compounds content of atemoia (111.29 mg / 100 mL) and sapoti (77.61 mg / 100 mL) beers was also observed in relation to the non-fruit beer (64.00 mg / 100 mL). Another result observed was the increase of the antioxidant activity of the atemoia and sapoti beers in relation to the non-fruit beer. The use of the atemoia and sapoti pulps in the beer's formulation was shown to be technologically viable. Fruits beers value the use of regional fruits and attract consumers' attention.

**Keywords:** fruit beer, tropical fruits, Pilsen malt, Lager yeast



## Introdução

No Brasil, a cerveja é definida como a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável com adição de lúpulo, por ação de levedura cervejeira. Uma parte do malte de cevada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros (Brasil, 2009).

As frutas são um dos adjuntos cervejeiros possíveis de se utilizar na produção de cerveja artesanal. A cerveja artesanal é caracterizada como um produto de alto valor de mercado, possuindo aromas e sabores diferentes. A produção da cerveja artesanal está voltada para um mercado consumidor que busca diversidade. Nos últimos anos, a oferta de cervejas artesanais no mercado aumentou notavelmente devido aos novos estilos de cervejas adicionadas de frutas regionais, ervas e especiarias (Donadini e Porretta, 2017).

Frutos têm sido utilizados como adjuntos cervejeiros há séculos, especialmente no estilo belga Lambic (Fruit Beer). A adição de frutas como cereja, framboesa e pêssego são comuns para este estilo de cerveja (Prasad, 2014). Atualmente a produção de cervejas com frutas está em expansão (Donadini e Porretta, 2017) e frutas como banana (Carvalho et al., 2009) e cereja (Bonciu e Stoicescu, 2008) já foram usadas com sucesso na produção de cervejas com frutas.

O sapoti (*Manilkara sapota* L.) é um fruto nativo da América Central e pertence à família *Sapotaceae*. Apesar de ter se adaptado às mais diferentes condições de solo, clima e altitude nos trópicos, seu desenvolvimento e produção são favorecidos por altas temperaturas. Assim, no Brasil, os estados nordestinos se destacam na produção de sapoti. Um grande incentivo para os produtores é o elevado preço que este fruto atinge no mercado interno. O fruto maduro apresenta bom rendimento em polpa, pouca semente e alto teor de açúcares solúveis (Oliveira et al., 2017).

A atemoia (*Annona squamosa* x *Annona cherimola*) é um híbrido interespecífico entre a cherimoia (*Annona cherimola* Mill) e a ata, pinha ou fruta do conde (*Annona squamosa* L.) e pertence à família *Annonaceae*, sendo oriunda da América do Sul. A atemoia é cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Esta fruta vem conquistando a preferência dos consumidores por apresentar algumas vantagens em relação à pinha. Entre as vantagens, o fruto apresenta menor número de sementes e maior rendimento em polpa (Orsi et al., 2012). No

estudo de Orsi et al. (2012), na caracterização da polpa de atemoia *in natura*, a média de sólidos solúveis totais foi de 25,10°Brix o teor de açúcares foi de 21,93%.

Como muitas frutas tropicais, tanto o sapoti como a atemoia são considerados frutos exóticos e apresentam grande potencial para industrialização. Esses frutos são populares nas regiões tropicais e muito apreciados por seu sabor. Contudo, tais frutos apresentam alta perecibilidade e perdas pós-colheita, tendo um rápido amadurecimento, o que dificulta sua conservação e comercialização (Oliveira et al. 2017; Orsi et al., 2012).

O uso de tecnologia de processamento pode ser uma solução para aproveitar o excedente da produção destes frutos, que na maioria das vezes são consumidos somente *in natura* (Oliveira et al. 2017; Orsi et al., 2012). A adição de frutas tropicais como adjunto cervejeiro permite a criação de novos estilos de cervejas artesanais que vem ganhando espaço no mercado brasileiro. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar a produção de cervejas artesanais formuladas com a adição das frutas tropicais atemoia e sapoti em sua composição.

## Material e Métodos

Para a produção das cervejas foram utilizadas as seguintes matérias primas: levedura cervejeira Lager (W 34/70 Fermentis®, Alemanha), malte tipo Pilsen (Alemanha) e lúpulo de aroma SAAZ (República Tcheca).

A elaboração do mosto cervejeiro iniciou-se com o processo de mosturação que consistiu em misturar o malte tipo Pilsen moído (2,3 kg) com água mineral (6 litros). O aquecimento na mosturação teve três etapas: 30 min a 50-55°C, 30 min a 60-65°C e 30 min a 70-75°C. Após a mosturação, o bagaço de malte foi lavado com 3 litros de água a 80°C. A lavagem teve a função de extrair o máximo de açúcares ainda presentes no bagaço de malte. Então o mosto foi separado do bagaço de malte e seguiu para o processo de fervura por 1 hora e durante a fervura realizou-se a adição de lúpulo (40 g). Após a etapa de fervura do mosto, foi realizada a correção do volume final do mosto para 7 litros com adição de água e com auxílio de um refratômetro de bancada para acerto do teor de sólidos solúveis. O resfriamento do mosto a 18°C foi realizado com auxílio de um trocador de calor. O mosto resfriado foi filtrado com uma peneira de aço inox para eliminar resíduos de cascas de bagaço de malte e de lúpulo e então se fez adição das polpas das frutas.

Para a adição das polpas de atemoia e sapoti nos mostos cervejeiros, os frutos atemoia e sapoti foram adquiridos na Central de Abastecimento (Ceasa, Brasília, DF). Os frutos de atemoia foram cultivados no estado de São Paulo e os frutos de sapoti eram provenientes do estado de Pernambuco. No laboratório, os frutos foram sanitizados em solução contendo hipoclorito de sódio na concentração de 150 ppm e lavados em água corrente antes do uso. Os frutos foram despulpados e as sementes foram descartadas. A polpa de atemoia foi adicionada no mosto cervejeiro na concentração de 8,5% (p/v) e a polpa de sapoti foi adicionada no mosto cervejeiro na concentração de 17% (p/v). A polpa de atemoia apresentou 20°Brix e a polpa de sapoti apresentou 21°Brix.

O processo de fermentação alcoólica foi iniciado com a adição de levedura seca Lager W 34/70 Fermentis® previamente hidratada ao mosto (0,7 g/litro). A fermentação ocorreu em câmara climática a 15°C por 15 dias. No fim do processo de fermentação alcoólica, as leveduras e o bagaço de atemoia ou sapoti se sedimentaram no fundo do fermentador e a cerveja verde foi trasfegada com auxílio de uma bomba de vácuo para garrafas previamente higienizadas, sendo esse sedimento eliminado. Para o processo de maturação, as cervejas verdes foram colocadas em refrigerador a 5°C por 15 dias. Foram elaboradas três cervejas: cerveja sem adição de frutas (cerveja Pilsen), cerveja com polpa de atemoia (cerveja de atemoia) e cerveja com polpa de sapoti (cerveja de sapoti).

Para o processo de engarrafamento e carbonatação, as cervejas foram colocadas em garrafas de vidro âmbar de 600 mL e para o processo de carbonatação, foi efetuada a adição de xarope de glicose (1 g/litro) e uma suspensão de leveduras (0,2 g/litro). As cervejas engarrafadas foram lacradas com recravadora comum e

armazenadas a temperatura ambiente por 15 dias para formação de gás carbônico.

Para as análises físico-químicas dos mostos e das cervejas, o pH foi determinado em pHmetro digital (Aoac, 2006). A acidez total foi determinada através da titulação com NaOH 0,1 N. O teor de sólidos solúveis (grau Brix) foi determinado por refratômetro de bancada a 20°C (Ial, 2008). Os açúcares redutores foram determinados pelo método do ADNS ou ácido 3-5 dinitrossalicílico (Miller, 1959). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Denis (Folin e Denis, 1912). O grau alcoólico das cervejas foi determinado com uso de alcoômetro de Gay-Lussac (°GL) colocado diretamente em volume de 250 mL de destilado a 20°C (Ial, 2008). A atividade antioxidante das cervejas foi determinada pelos métodos de DPPH (Kim et al., 2002) e ABTS (Re et al., 1999). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram apresentados como valores da média e desvio padrão. A análise estatística dos resultados foi feita através de análise de variância Anova e teste de Tukey para verificação de significância entre as médias encontradas, usando o programa estatístico Statistica 10® (Statsoft Inc).

## R0,0000000esultados e Discussão

As análises físico-químicas dos mostos cervejeiros foram realizadas antes da adição de polpas de frutas. Os valores das análises físico-químicas dos mostos não tiveram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), mostrando uma boa repetibilidade do processo de mosturação. Os mostos utilizados na produção das cervejas deste estudo apresentaram teor de sólidos solúveis variando de 14,77 a 15,00°Brix e 7,51 a 7,68% de açúcares redutores (açúcares fermentescíveis como maltose e glicose) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análises físico-químicas dos mostos cervejeiros

| Análises                              | Mosto 1                   | Mosto 2                   | Mosto 3                   |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Sólidos solúveis (°Brix)              | 15,00 ± 0,01 <sup>a</sup> | 14,77 ± 0,02 <sup>a</sup> | 14,78 ± 0,14 <sup>a</sup> |
| Açúcares redutores (%)                | 7,68 ± 0,28 <sup>a</sup>  | 7,51 ± 0,23 <sup>a</sup>  | 7,51 ± 0,21 <sup>a</sup>  |
| Acidez titulável (% de ácido láctico) | 0,20 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 0,22 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 0,19 ± 0,05 <sup>a</sup>  |
| pH                                    | 5,85 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 5,71 ± 0,02 <sup>a</sup>  | 5,79 ± 0,05 <sup>a</sup>  |
| Fenólicos totais (mg/100 mL)          | 80,34 ± 0,19 <sup>a</sup> | 78,26 ± 0,04 <sup>a</sup> | 78,92 ± 0,45 <sup>a</sup> |

Mosto 1 – utilizado na produção da cerveja sem adição de frutas (cerveja Pilsen). Mosto 2 – utilizado na produção da cerveja de atemoia. Mosto 3 – utilizado na produção da cerveja de sapoti. Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão de três repetições. As médias na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes a  $p < 0,05$  de acordo com o teste de Tukey





Em outros estudos que realizaram a produção de cervejas artesanais, os mostos apresentaram teor de sólidos solúveis variando de 12 a 15°Brix (Bonciu e Stoicescu, 2008; Brunelli et al., 2014; Carvalho et al., 2009). De acordo Briggs et al. (2004), o mosto cervejeiro apresenta 47% de maltose, 14% de maltotriose, 8% de glicose (açúcares fermentescíveis) e 30,5% de dextrinas (açúcares não fermentescíveis).

Os mostos deste estudo (elaborados com malte tipo Pilsen) apresentaram acidez variando de 0,19 a 0,22% e pH de 5,71 a 5,85. No estudo de Brunelli et al. (2014) foi reportado resultado parecido, onde o mosto cervejeiro também elaborado com malte tipo Pilsen apresentou acidez de 0,15% e pH de 5,83. De acordo com Flores et al. (2015), o pH do mosto cervejeiro deve situar-se entre 5,0 e 6,0, ocorrendo acidificação no processo posterior de fermentação alcoólica.

Os teores de compostos fenólicos dos mostos desse estudo variaram de 78,26 a 80,34 mg/100mL. No mosto cervejeiro cerca de 70 a 80% dos compostos fenólicos são originários do malte e 20 a 30% são provenientes do lúpulo e esses contribuem diretamente no sabor, aroma, cor, adstringência e turbidez do mosto e da cerveja (Callemien e Collin, 2010).

A Tabela 2 apresenta as análises físico-químicas das cervejas sem adição de frutas (cerveja Pilsen), com polpa de atemoia (cerveja de atemoia) e com polpa de sapoti (cerveja de sapoti). A queda do teor de sólidos solúveis observada entre os mostos e as cervejas mostra que os açúcares fermentescíveis do mosto foram utilizados pelas leveduras cervejeiras para a produção de álcool.

**Tabela 2.** Análises físico-químicas das cervejas

| Análises                              | Cerveja Pilsen               | Cerveja de atemoia           | Cerveja de sapoti            |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Sólidos solúveis (°Brix)              | 6,30 ± 0,01 <sup>a</sup>     | 6,00 ± 0,01 <sup>b</sup>     | 6,06 ± 0,15 <sup>b</sup>     |
| Açúcares redutores (%)                | 1,94 ± 0,07 <sup>a</sup>     | 1,14 ± 0,03 <sup>b</sup>     | 1,28 ± 0,14 <sup>b</sup>     |
| Acidez titulável (% de ácido láctico) | 0,34 ± 0,01 <sup>a</sup>     | 0,32 ± 0,01 <sup>b</sup>     | 0,28 ± 0,01 <sup>c</sup>     |
| pH                                    | 4,16 ± 0,01 <sup>a</sup>     | 4,23 ± 0,01 <sup>b</sup>     | 4,51 ± 0,03 <sup>c</sup>     |
| Teor alcoólico (°GL)                  | 4,60 ± 0,28 <sup>a</sup>     | 5,00 ± 0,07 <sup>b</sup>     | 5,00 ± 0,01 <sup>b</sup>     |
| Fenólicos totais (mg/100 mL)          | 64,00 ± 0,15 <sup>a</sup>    | 111,29 ± 0,03 <sup>b</sup>   | 77,61 ± 0,05 <sup>c</sup>    |
| ABTS (µM TEAC)                        | 1380,76 ± 84,04 <sup>a</sup> | 2334,03 ± 68,08 <sup>b</sup> | 1440,58 ± 39,42 <sup>c</sup> |
| DPPH (µM TEAC)                        | 701,32 ± 30,77 <sup>a</sup>  | 1159,39 ± 18,16 <sup>b</sup> | 842,88 ± 21,79 <sup>c</sup>  |

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão de três repetições. As médias na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes a  $p < 0,05$  de acordo com o teste de Tukey

O teor de acidez da cerveja no estilo Pilsen (sem adição de frutas) deste estudo foi de 0,34% e o pH foi de 4,16. Segundo Briggs et al. (2004), nas cervejas Pilsen o pH varia entre 3,74 a 4,63. Não existe um valor padrão para acidez total em cervejas (Taylor, 2015) e na legislação brasileira não existe um limite para uma acidez ou pH permitido para cervejas. A produção de ácidos orgânicos durante a fermentação alcoólica é responsável pela queda de pH observada entre o mosto e a cerveja (Brunelli et al., 2014).

A adição das polpas de frutas diminuiu a acidez das cervejas de atemoia (0,32%) e de sapoti (0,28%) em relação à cerveja sem frutas (0,34%), pois tanto a atemoia quanto o sapoti são frutas pouco ácidas. No estudo de Orsi et al. (2012) a polpa de atemoia *in natura* apresentou

baixa acidez de 0,54% e no estudo de Oliveira et al. (2017) a polpa de sapoti *in natura* apresentou baixa acidez de 0,16%. Dependendo da fruta escolhida para produzir a cerveja é comum observar um aumento da acidez com a adição de polpas de frutas. No estudo de Trindade (2016) a polpa de amora *in natura* apresentou elevada acidez de 1,56% e a cerveja elaborada com 30% de polpa de amora apresentou maior acidez (0,48%) em relação à cerveja sem adição de frutas (0,11%).

As cervejas no estilo Pilsen geralmente apresentam teor alcoólico entre 3,0 e 5,0°GL (Hornsey, 2003). O teor alcoólico obtido para as cervejas deste estudo foi de 4,6°GL para a cerveja sem frutas e 5,0°GL para as cervejas de atemoia e de sapoti. Resultados parecidos foram obtidos no

estudo de Bonciu e Stoicescu (2008), onde a cerveja com cerejas apresentou teor alcoólico de 4,9°GL. No estudo de Carvalho et al. (2009) a cerveja elaborada com banana apresentou teor alcoólico de 5,3°GL, enquanto a cerveja sem frutas apresentou menor teor alcoólico de 4,7°GL. A adição de polpas de frutas com altos teores de açúcares como a banana, o sapoti e a atemoia contribuíram para o aumento dos teores alcoólicos das cervejas com frutas.

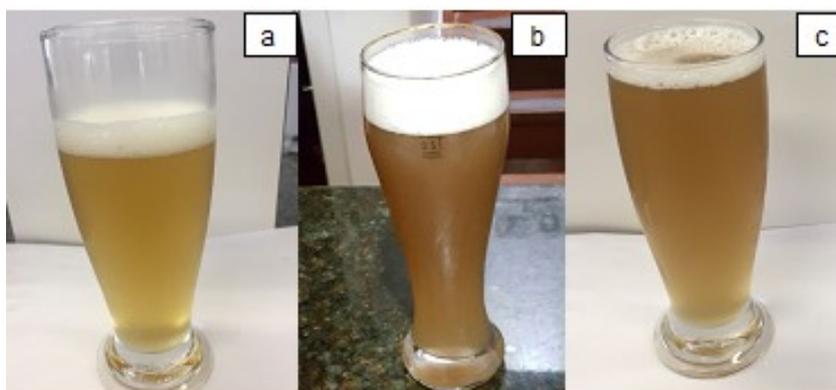
O teor de compostos fenólicos totais da cerveja no estilo Pilsen (sem adição de frutas) deste estudo foi de 64 mg/100mL. No estudo de Piazzon et al. (2010), os diferentes estilos de cervejas analisadas apresentaram valores de compostos fenólicos de 48 mg/100mL (Pilsen) a 87 mg/100mL (Bock). Na análise de identificação de compostos fenólicos, em todas as cervejas o ácido ferúlico foi o composto fenólico encontrado em maior quantidade. No estudo de Ganbaatar et al. (2015), a análise dos compostos fenólicos por meio da cromatografia líquida de alta eficiência identificou maiores concentrações de catequina e ácido gálico e menores concentrações de ácido ferúlico, rutina, ácido vanílico e ácido p-cumárico em todas as amostras de cervejas no estilo Pilsen analisadas.

Neste estudo a adição das polpas de frutas aumentou o teor de compostos fenólicos totais das cervejas de atemoia (111,29 mg/100 mL) e de sapoti (77,61 mg/100 mL) em relação à cerveja sem frutas (64,00 mg/100 mL). É comum observar um aumento do teor de compostos fenólicos totais com a adição de polpas de frutas nas cervejas, pois a maioria das frutas é rica em compostos fenólicos (Moo-Huchin et al., 2014). No estudo de Trindade (2016), as cervejas tiveram os compostos fenólicos aumentados com a adição de maior quantidade polpa de amora, apresentando valores de 480,5 e 632,1 mg/100 mL, nas cervejas com adição de 10 e 30% de polpa de amora, respectivamente.

A atividade antioxidante da cerveja no estilo Pilsen (sem adição de frutas) deste estudo foi de 1380,76  $\mu$ M TEAC para o método de ABTS e

701,32  $\mu$ M TEAC para o método de DPPH. TAFULO et al. (2010) apresentaram valores menores de atividade antioxidante para 27 amostras de cervejas comerciais, que variaram de 577 a 1189,5  $\mu$ M TEAC para o método de ABTS e de 121,6 a 553,4  $\mu$ M TEAC para o método de DPPH. Freitas et al. (2006) reportaram valores de atividade antioxidante de 911 a 3857  $\mu$ M TEAC para o método de ABTS para diferentes tipos de cerveja (cervejas de trigo clara e escura, cervejas de cevada clara e escura de diferentes marcas). Os autores relataram uma correlação positiva entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante medida pelos diferentes métodos (ABTS e DPPH) nos diferentes tipos de cerveja. Bebidas alcoólicas como o vinho e a cerveja mostram efeitos benéficos à saúde associados ao consumo moderado de álcool, de seus compostos fenólicos e atividade antioxidante (Sanna e Pretti, 2015).

As adições das polpas de atemoia e de sapoti também contribuíram para um aumento da atividade antioxidante das cervejas com frutas, com maior destaque para a cerveja de atemoia (2334,03  $\mu$ M TEAC para o método de ABTS) em relação à cerveja Pilsen (1380,76  $\mu$ M TEAC para o método de ABTS). O efeito antioxidante das frutas tropicais se deve principalmente a presença de compostos bioativos como: vitaminas, antocianinas, compostos fenólicos e flavonoides. Esses compostos conseguem prevenir a oxidação de biomoléculas, reduzindo o nível de estresse oxidativo no organismo humano. O processo de estresse oxidativo pode estar envolvido na patogênese de doenças como vários tipos de câncer, aterosclerose, entre outras. Com a finalidade de combater esse processo, é importante consumir alimentos ricos em compostos antioxidantes, visto que o consumo regular desses alimentos está associado a efeitos protetores contra o desenvolvimento de tais doenças (Moo-Huchin et al., 2014). A Figura 1 apresenta o aspecto geral das cervejas deste estudo.



**Figura 1.** Aspecto geral das cervejas: a) cerveja sem frutas, b) cerveja de sapoti e c) cerveja de atemoia

## Conclusões

Neste estudo foram produzidas cervejas artesanais contendo polpa atemoia e polpa de sapoti em sua composição. A adição das polpas de frutas com altos teores de açúcares contribuiu para o aumento dos teores alcoólicos das cervejas de sapoti e de atemoia em relação à cerveja sem frutas. Também foi observado aumento do teor de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante das cervejas com frutas em relação à cerveja sem frutas. A utilização das polpas de atemoia e sapoti mostraram-se tecnologicamente viáveis na produção das cervejas artesanais.

## Referências

AOAC - Association of Official Analytical Chemists, **Official methods of analysis**. 18rd ed. Gaithersburg: AOAC; 2006.

BRASIL, **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm) Acesso em: 02 de Janeiro de 2019.

BONCIU, C.; STOICESCU, A. Obtaining and characterization of beers with cherries. **Innovative Romanian Food Biotechnology**, v. 3, p. 23–27, 2008.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. **Chemistry of wort boiling**. In *Brewing: Science and Practice*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. cap. 9, p. 306-325.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 1, p. 19-27, 2014.

CALLEMIEN, D.; COLLIN, S. Structure, organoleptic properties, quantification methods, and stability of phenolic compounds in beer - a review. **Food Reviews International**, v. 26, p. 1–84, 2010.

CARVALHO, G. B. M.; SILVA, D. P.; BENTO, C. V.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; FELIPA, M. G. A.; SILVA, J. B. A. Banana as adjunct in beer production: Applicability and performance in fermentative parameters. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 155, p. 356–365, 2009.

DONADINI, G.; PORRETTA, S. Uncovering patterns of consumers' interest for beer: a case study with craft beers. **Food Research International**, v. 91, p. 183–98, 2017.

FOLIN, O.; DENIS, W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. **The Journal of Biological Chemistry**, v. XII, p. 239-243, 1912.

FLORES, A. B.; GRAFF, A.; CORNELIUS, E.; SOUZA, G. F. V. Perfil sensorial e avaliações físico-químicas de cerveja artesanal de chocolate e caramelo. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 7, n. 4, p. 158-166., 2015.

GANBAATAR, C. et al. Liquid chromatographic determination of polyphenols in czech beers during brewing process. **Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry**, v. 9, n. 1, p. 24-30, 2015.

- HORNSEY, I. S. A. **History of beer and brewing**, RSC (RSC Paperbacks): The Royal Society of Chemistry, p. 75-82. 2003.
- IAL, Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 1. ed. digital São Paulo: IMESP, 2008.
- KIM, D-O; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 4, p. 426, 1959.
- MOO-HUCHIN, V. M.; ESTRADA-MOTA, I.; ESTRADA-LEON, R.; CUEVAS-GLORY, L.; ORTIZ-VAZQUEZ, E. VARGAS, M. L. V.; BETANCUR-ANCONA, D.; SAURI-DUCH, E. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, v. 152, n. 1, p. 508–515, 2014.
- OLIVEIRA, L. S.; RODRIGUES, D. C.; LOPES, M. M. A.; MOURA, C. F. H.; OLIVEIRA, A. B.; MIRANDA, M. R. A. Changes in postharvest quality and antioxidant metabolism during development and ripening of sapodilla (*Manilkara zapota* L.). **International Food Research Journal**, v. 24, n. 6, p. 2427-2434, 2017.
- ORSI, D. C.; CARVALHO, V. S.; NISHI, A. C. F.; DAMIANI, C.; ASQUIERI, E. R. Use of sugar apple, atemoya and soursop for technological development of jams – chemical and sensorial composition. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 36, v. 5, p. 560-566, 2012.
- PIAZZON, A.; FORTE, M.; NARDINI, M. Characterization of phenolics content and antioxidant activity of different beer types. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 58, p. 10677–10683, 2010.
- PRASAD, M. P. In-vitro evaluation of antioxidant properties of fermented fruit beer samples. **International Journal of Science and Research**, v. 3, n. 11, p. 1545-1550, 2014.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation de colorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**. v. 26, n. 9/10, p. 1231–1237, 1999.
- SANNA, V.; PRETTI, L. Effect of wine barrel ageing or sapa addition on total polyphenol content and antioxidant activities of some Italian craft beers. **International Journal of Food Science & Technology**. v. 50, n. 3, p. 700–707, 2015.
- TRINDADE, S. C. **Incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal**. 2015. 62 p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- TAFULO, P. A. R.; QUEIROS, R. B.; DELERUE-MATOS, C. M.; SALES, M. G. F. Control and comparison of the antioxidant capacity of beers. **Food Research International**, v. 43, p. 1702-1709, 2010.
- TAYLOR K. Sour Beers: It's more than just pH. **Craft brewer's conference**. v. 1, n. 1, p. 12-16, 2015.