

## ELABORAÇÃO E ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CERVEJAS ARTESANAIS INCORPORADAS DE ESPECIARIAS

**Julia Weiller<sup>1</sup> e Aline Sobreira Bezerra<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria – Campus Palmeira das Missões  
(weillerjulia@hotmail.com)

<sup>2</sup>Instituto Federal do Amazonas – Campus São Gabriel da Cachoeira  
(alinecelo@hotmail.com)

### RESUMO

Objetivou-se desenvolver uma variedade de cervejas artesanais, reproduzindo uma cerveja tipicamente alemã, do estilo Weissbier com o acréscimo de especiarias em concentrações de 3% e 10% de cravo (*Caryophyllus aromaticus* L.), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) e hortelã (*Mentha* L.). Foi realizada a quantificação dos fenólicos totais dos extratos de especiarias, insumos cervejeiros e das cervejas elaboradas, bem como avaliado o percentual de atividade antioxidante pela captura do radical DPPH destes. Todos os insumos e cervejas apresentaram resultados relevantes de compostos antioxidantes e de capacidade antioxidante. A cerveja elaborada com 10% de extrato de canela obteve a maior quantificação de fenólicos totais e um maior percentual de atividade antioxidante frente ao radical DPPH, em relação às demais e aos insumos. As especiarias incorporadas e testadas nos diferentes percentuais exibiram excelentes resultados mostrando a viabilidade de inclusão como alternativa de sabor e aroma e de compostos antioxidantes em relação à cerveja controle.

**Palavras Chave:** Compostos fenólicos, insumos cervejeiros e plantas medicinais.

### ABSTRACT

The objective was to develop a variety of craft beers, reproducing a typically German beer, Weissbier style with the addition of spices 3% and 10% concentration of clove (*Caryophyllus aromaticus* L.), cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) and mint (*Mentha* L.). It was performed a quantification of the total phenolics of spice extracts, brewing ingredients and elaborated beers, as well as assessed the percentage of antioxidant activity for the capture DPPH radical of these extracts. All inputs and beers presented relevant results of antioxidant compounds and

1 Graduanda em Nutrição.

2 Professora Orientadora, Nutricionista e Dra. em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria/RS.

antioxidant capacity. The beer produced with 10% cinnamon extract had the highest quantification of total phenolics and a higher percentage of antioxidant activity against the DPPH radical in relation to the other and inputs. The spices incorporated and tested in different percentages exhibited excellent results demonstrating the feasibility of alternative inclusion as flavor and aroma and antioxidants compared to the control beer.

**Keywords:** Phenolic compounds, brewers inputs and medicinal plants.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o cultivo e utilização de plantas medicinais adquiriu grande importância devido à crescente demanda de indústrias farmacêuticas, químicas, alimentícias e cosméticas (SOUZA et al., 2007). Segundo informações da Organização Mundial de Saúde, (OMS), aproximadamente 80% da população mundial utiliza a medicina popular para alívio ou cura de doenças (LOPES et al., 2010).

Entre as plantas medicinais, os chás e especiarias desatacam-se, pois são bebidas populares e fontes expressivas de compostos fenólicos, sendo considerados importantes integrantes das dietas devido às suas propriedades antioxidantes. O consumo de antioxidantes de fontes naturais, como os compostos fenólicos encontrados na maioria das plantas, tem sido associado a uma diminuição da incidência de doenças relacionadas com o estresse oxidativo, como doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer (MORAIS et al., 2009). O estresse oxidativo ocorre quando a produção destas moléculas prejudiciais, chamadas radicais livres, está além da capacidade protetora dos antioxidantes. Este excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes endógenos ou absorvido da dieta (BARREIROS; DAVID, 2006).

Os produtos naturais, tais como as ervas aromáticas e especiarias, utilizadas para acrescentar sabor ou aroma aos alimentos estão presentes na culinária de diferentes povos por milhares de anos. Além de serem empregados na alimentação, estes se destacam por apresentar benefícios curativos e terapêuticos, apresentando atividade anti-inflamatória, analgésica, antitumoral, antimicrobiana e antioxidante (MATIOLLI, 2014). A literatura tem especiarias (numerosos relatos sobre a atividade antioxidante de plantas e ervas FERRERES et al., 2007; GONÇALVES; SANTOS; MORAIS, 2015; MORAIS et al., 2009; STARZYŃSKA-JANISZEWSKA; STODOLAK; JAMRÓZ, 2008).

Dessa forma, a utilização de ervas e especiarias na incorporação em alimentos tem sido incentivada pelo fato delas possuírem atividade antioxidante, através de compostos capazes de desativar os radicais livres (GONÇALVES; SANTOS; MORAIS, 2015). Diante disso, as indústrias vêm aumentando a utilização das especiarias, sendo que as pesquisas estão sendo realizadas com a finalidade de se obter

quantidades adequadas de utilização, a fim de desempenhar sua ação antioxidante e antimicrobiana (STEURER, 2008).

Embora existam estudos que demonstrem a capacidade antioxidante das especiarias, ainda existe uma lacuna na literatura em relação à avaliação do potencial antioxidante de cervejas artesanais elaboradas com esses elementos.

Tendo como foco as funcionalidades dos compostos fenólicos de fontes naturais, o objetivo deste estudo foi desenvolver e avaliar a viabilidade da incorporação de especiarias como o cravo, canela e hortelã no processo de produção de cerveja artesanal, visando ao aproveitamento dos benefícios desses elementos, e incrementando novos sabores as cervejas, elevando seu potencial antioxidante.

## MÉTODO OU FORMALISMO

### Amostras

As amostras de canela e hortelã foram adquiridas na forma de pó através da loja virtual, Estação dos Grãos Ltda., com sede localizada no estado de São Paulo. O cravo (adquirido da mesma origem, em botões florais), foi levado ao laboratório de apoio à Nutrição da UFSM, onde foi pré-secado em estufa com circulação de ar na temperatura de 60°C durante 24 horas. Após a secagem, o material foi triturado em processador e armazenado em saco plástico até o momento das análises. Os insumos cervejeiros foram adquiridos na loja Indupropil, Soluções em Produtos Plásticos, localizada na cidade de Ijuí, RS.

As especiarias foram selecionadas em virtude de seu maior conteúdo de fenólicos totais, quantificados pelo método de Folin Ciocalteu, através de um estudo piloto previamente realizado, e pelas características sensoriais de sabor e aroma adequados para incorporação nas cervejas.

### Preparo dos extratos para as análises e incorporação nas cervejas.

Para a determinação de compostos fenólicos totais, foram preparados extratos hidroetanólicos (solução extratora) a 3% e a 10% de massa/volume, com 0,3g e 1 g de cada amostra (previamente seca e triturada) e diluída em 10 ml de solução extratora composta por 80% de água destilada e 20% de etanol absoluto 99,5% P.A. (Dinâmica®), sendo os tubos agitados cuidadosamente por 2 minutos em vortex.

Posteriormente, os tubos foram colocados em banho-maria a 40°C por 30 minutos. Após esse período, foram retirados do banho e filtrados em papel filtro e analisadas imediatamente. Para incorporação nas cervejas, os extratos elaborados foram lacrados, identificados e congelados pelo período de 29 dias até a inclusão ao produto final. Na Figura 1, são exibidos os extratos elaborados e seus respectivos percentuais.



Figura 1: Extratos de hortelã 3% (T4) e 10% (T44), canela 3% (T2) e 10% (T22), cravo 10% (T11) e 3% (T1).

Os extratos elaborados foram analisados e incorporados em uma variedade de cervejas artesanais nos diferentes percentuais elaborados (3% e 10%, m:v) para cada litro do produto. Os tratamentos estão disponibilizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos e percentual de extrato incorporado.

Amostras	Percentual de Extratos
Tratamento controle (T <sub>0</sub> )	Sem extrato
Tratamento experimental 1 (T <sub>1</sub> )	3% de extrato de cravo
Tratamento experimental 11 (T <sub>11</sub> )	10% de extrato de cravo
Tratamento experimental 2 (T <sub>2</sub> )	3% de extrato de canela
Tratamento experimental 22 (T <sub>22</sub> )	10% de extrato de canela
Tratamento experimental 4 (T <sub>4</sub> )	3% de extrato de hortelã
Tratamento experimental 44 (T <sub>44</sub> )	10% de extrato de hortelã

### Insumos Cervejeiros

O processo de elaboração das cervejas efetivou-se no período de julho do ano de 2016, na cidade de Ijuí, Rio grande do Sul, e iniciou-se com a escolha do estilo que seria produzido. O estilo cervejeiro empregado nesta pesquisa foi o Weisbier estilo de cerveja pertencente ao grupo German Wheat & Rye Beer. Produzida com, no mínimo, 50% de trigo e teor alcoólico que varia de 4,3 a 5,6% p/v. Esse estilo tem como características ser muito clara, com espuma branca abundante e sabor efervescente (BJCP, 2008; MORADO, 2009).

A receita foi produzida com o auxílio de um software nomeado BeerSmith – Home Brewing Software. Posteriormente, deu-se início ao processo de fabricação dos produtos.

## Etapas de Fabricação

Na Figura 2, é apresentado o fluxograma contendo as etapas de fabricação das cervejas artesanais. As etapas do processamento das cervejas serão descritas de forma detalhada em cada subitem a seguir.

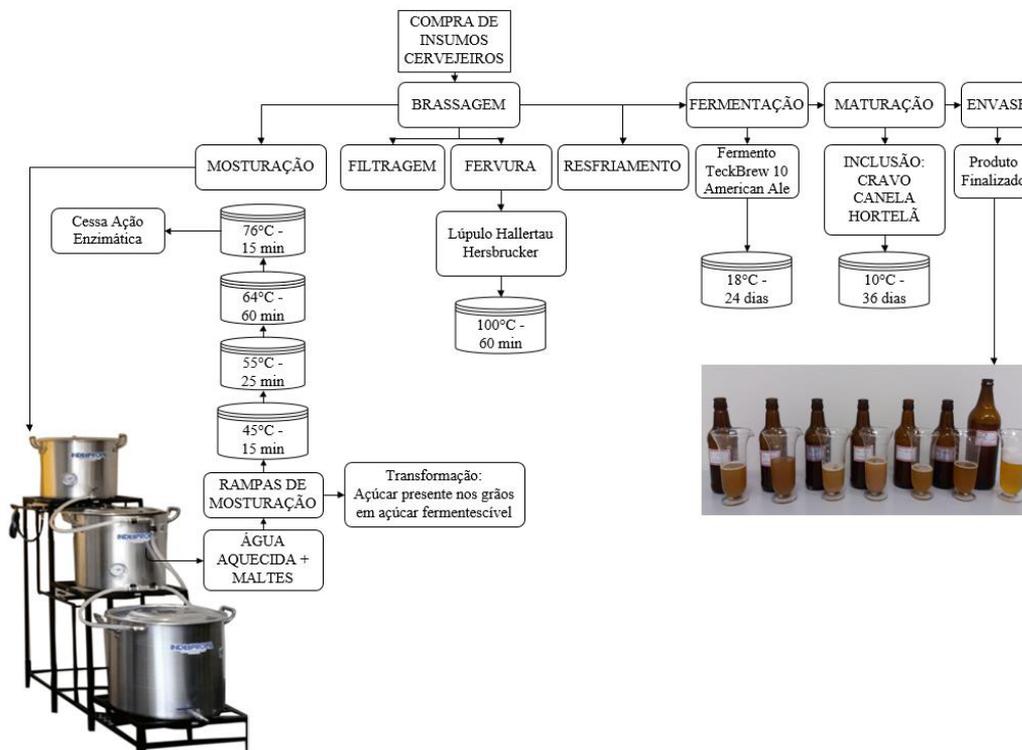


Figura 2: Fluxograma de produção das cervejas artesanais.

### Compra de insumos cervejeiros

Os insumos cervejeiros foram adquiridos da loja Indupropil, Soluções em Produtos Plásticos, localizada na cidade de Ijuí, RS. A primeira etapa do processo de produção de cerveja artesanal deu-se pela compra dos insumos cervejeiros. Os ingredientes utilizados foram: malte Acidificado, malte Arome, malte Clara Blond, malte de Trigo e malte Pilsen. Os grãos dos maltes utilizados foram comprados e moídos em um moedor de três rolos. Além disso, foram utilizados na receita o Lúpulo Hallertau Hersbrucker e o fermento TeckBrew 10 American Ale.

### Brassagem

A segunda etapa refere-se à brassagem a qual foi realizada em julho de 2016, em uma nano cervejaria artesanal, localizada na cidade de Ijuí –RS. Tal etapa foi subdividida em quatro fases, segundo Morado (2009), sendo estas: mosturação,

filtragem, fervura e resfriamento, as quais estão descritas a seguir.

1. Mosturação: Aquecimento da água a determinado tempo e temperatura, seguindo a receita, e mistura dos ingredientes (maltes moídos). Esta mistura é nomeada mosto. O termômetro utilizado para fazer o controle de temperatura foi do modelo espeto da marca Digital Thermometer®. A mosturação foi constituída de cinco fases, chamadas rampas de mosturação.

2. Rampas de mosturação: A primeira rampa mantém o mosto a uma temperatura de 45°C durante 15 minutos, a segunda rampa mantém o mosto a 55°C durante 25 minutos, a terceira rampa mantém o mosto a 64°C durante 60 minutos. É muito importante durante a produção de uma cerveja de qualidade, manter o mosto em movimento/mistura durante todo o tempo indicado, facilitando a ativação das enzimas que farão a transformação do amido presente nos grãos em açúcar fermentescível. Até a terceira etapa de mosturação o amido dos grãos é transformado em açúcares fermentáveis e para confirmar é utilizado o teste de iodo (utiliza a comparação da cor do iodo puro com a cor do iodo misturado com uma pequena amostra de mosto (duas gotas de iodo e duas gotas do mosto). Se a cor da mistura do iodo com o mosto for mais escura do que o iodo puro ainda existe amido e o processo deve continuar). Depois de concluída esta etapa, passa-se para a quarta rampa de mosturação, elevando a temperatura a 76°C durante 15 minutos, cessando a ação enzimática que atua na transformação do amido em açúcar.

3. Filtragem: Consiste na clarificação e recirculação do mosto, que basicamente tem por objetivo a separação do mosto açucarado dos bagaços do malte, evitando assim, que algumas partículas sólidas passem para o processo de fervura a qual poderia prejudicar o sabor, aroma e a cor da cerveja. Para fazer a recirculação, foi utilizado um mecanismo composto por um encanamento e uma bomba de recirculação, onde a bomba extrai o mosto da parte inferior do caldeirão e devolve suavemente na parte superior. O processo é repetido até que o líquido se torne o mais limpo possível.

4. Fervura: Concluída a filtragem, procedeu-se a fervura, quinta rampa de mosturação, mantendo a temperatura a 100°C por 60 minutos. Nesta etapa acrescentou-se o lúpulo de amargor, nomeado Lúpulo *Hallertau Hersbrucker* que confere à cerveja o sabor amargo característico da maior parte das boas cervejas.

5. Resfriamento: Para realizar o processo de resfriamento do líquido, utilizou-se o instrumento *Chiller Artesanal*.

## Fermentação

Após a redução de temperatura do líquido, passou-se para a técnica de fermentação. Neste momento o montante que estava no terceiro caldeirão, inferior, foi transferido para os fermentadores. Estes são recipientes contendo uma válvula de saída inferior e na parte superior da tampa um airlock (instrumento fabricado em

material atóxico possuindo um nano filtro que permite a saída de CO<sub>2</sub>, mas impede a entrada de qualquer contaminante ao fermentador). A partir dessa etapa foi acrescentado o fermento TeckBrew 10 American Ale nos fermentadores e iniciou-se a fermentação, mantendo uma temperatura de 18°C durante o período de 24 dias.

### **Maturação**

A etapa seguinte é a maturação, um método de arredondamento de aromas e sabores da cerveja que é iniciada logo após o término da fermentação. Nesta fase, foram adicionados os extratos de especiarias elaborados, onde para cada litro de cerveja foram adicionados 100 mL dos extratos em suas respectivas concentrações, juntamente com o açúcar, utilizado para efetivar a carbonatação da cerveja. Em cada garrafa de 600 mL de líquido foram acrescentados 6g de açúcar.

### **Envase**

A última etapa realizada foi o envase, momento crítico para o futuro do produto, sendo de fundamental importância a realização de assepsia das instalações, dos barris e das garrafas, assegurando a qualidade e estabilidade da cerveja (MORADO, 2009).

No processo de maturação foi realizado um controle e manutenção de temperatura a 10°C, em um refrigerador. Também foi utilizado um manômetro rosqueável da marca MTR® – Indústria e Comércio Ltda., instrumento alocado em uma garrafa do lote cervejeiro com o objetivo de verificar e monitorar a pressão da garrafa em questão, de forma a monitorar todo o lote cervejeiro. Tal processo prolongou-se durante o período de 36 dias, até o momento da abertura das garrafas e análise das amostras.

### **Análise de compostos fenólicos**

A quantificação de compostos fenólicos totais dos extratos de cravo, canela e hortelã foi feita de acordo com o método espectrofotométrico de *Folin-Ciocalteu* descrito por Singleton et al. (1999) e modificado por Bezerra (2012), utilizando ácido gálico como padrão. A quantificação de compostos fenólicos envolve a redução dos ácidos a um complexo azul, pois concomitante o reagente de *Folin-Ciocalteu* oxida os fenolatos (SINGLETON et al., 1999).

Os extratos obtidos foram diluídos e uma alíquota de 0,1 mL de cada amostra diluída foi transferida para um tubo e adicionado 2,0 mL do reagente *Folin-Ciocalteu*, diluído em água destilada na proporção de 1:10 (v/v). A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida foram adicionados 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5% e os tubos deixados em repouso por 1 hora, na ausência de luz. A absorbância foi medida em um espectrofotômetro da marca Biospectro®, modelo SP-220 em comprimento de onda de 740 nm. Os experimentos foram conduzidos

em triplicata e os resultados foram expressos em mg de EAG (miligramas de equivalente do ácido gálico) por grama de extrato (mg EAG/g).

### **Avaliação da atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH**

O método é baseado na capacidade do DPPH em reagir com doadores de hidrogênio. Na presença de substâncias antioxidantes o mesmo recebe  $H^+$  sendo então reduzido. Pode ser facilmente detectado por espectroscopia devido à sua intensa absorção na região visível. O ensaio é iniciado pela adição do DPPH na amostra, em solução e mensurado pela capacidade da amostra de reduzir o DPPH.

A capacidade da amostra de reduzir o DPPH é expressa em percentual (% AA), e calculada em relação ao controle, segundo a expressão:  $\% AA = \frac{AC - (AA-AB)}{AC} \times 100$ , onde  $A_C$  é a absorvância do DPPH,  $A_A$  é a absorvância da amostra e AB é a absorvância do branco da amostra.

O percentual de atividade antioxidante dos extratos condimentares foi determinado pelo método do DPPH, através da determinação da capacidade do extrato de sequestrar o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), conforme Bezerra (2012). Os experimentos foram conduzidos em triplicata e os extratos elaborados para determinação foram analisados por meio de espectroscopia na região do visível em comprimento de onda de 522 nm. Os resultados foram expressos em percentual de atividade antioxidante (%AA).

### **Análise estatística**

Os dados referentes à pesquisa foram interpretados por análise descritiva no programa Excel 2010 e calculados em média  $\pm$  desvio padrão e submetidos à análise de variância pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) no programa SASM-Agri versão 4 (CANTERI et al., 2001).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com relação à quantificação do teor de compostos fenólicos totais, esta se faz muito relevante, pois vários estudos têm demonstrado que estes elementos são os principais responsáveis pela atividade antioxidante dos produtos vegetais. Os resultados obtidos na determinação dos fenóis totais (FT) são apresentados na Tabela 2. Todos os extratos avaliados apresentaram altos teores de compostos fenólicos.

Conforme a observação da Tabela 2, notamos que todas as especiarias apresentam fenólicos totais quantificados significativamente superiores aos insumos cervejeiros. No entanto, o extrato com 10% de cravo foi o que exibiu uma maior quantificação, seguido do extrato de canela a 10%. Já os insumos cervejeiros, apresentaram menores quantificações de fenólicos, sendo mais inferiores nos maltes de trigo, arome e clara Blond.

Tabela 2 - Compostos fenólicos totais (FT) e percentuais de atividade antioxidante dos insumos utilizados.

Insumos	mg/g fenólicos totais (mg EAG/g)	Desvio padrão	% Atividade antioxidante	Desvio padrão
Malte Arome	21,64 <sup>g</sup>	0,00	6,96 <sup>d</sup>	0,57
Malte Trigo	20,05 <sup>g</sup>	0,01	11,68 <sup>cd</sup>	0,69
Malte Clara Blond	22,00 <sup>g</sup>	0,09	9,14 <sup>d</sup>	0,99
Malte Acidificado	32,49 <sup>f</sup>	1,02	11,15 <sup>cd</sup>	3,06
Malte Pilsen	30,19 <sup>f</sup>	0,53	11,42 <sup>cd</sup>	0,69
Cravo 3%	129,83 <sup>c</sup>	2,85	14,17 <sup>c</sup>	0,92
Cravo 10%	153,52 <sup>a</sup>	0,16	39,02 <sup>b</sup>	9,74
Canela 3%	99,52 <sup>d</sup>	1,09	10,06 <sup>cd</sup>	0,33
Canela 10%	145,16 <sup>b</sup>	2,47	37,90 <sup>b</sup>	3,78
Hortelã 3%	76,66 <sup>e</sup>	0,42	11,64 <sup>cd</sup>	0,46
Hortelã 10%	130,74 <sup>c</sup>	2,46	68,88 <sup>a</sup>	0,39

\* Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Em relação ao percentual de atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical DPPH, o extrato de hortelã a 10%, foi o mais eficiente, seguido dos extratos de cravo e canela a 10%. Já os insumos cervejeiros exibiram os menores percentuais de atividade antioxidante pelo método utilizado.

Scherer e Godoy (2009), estudando a ação antioxidante de óleos essenciais do cravo-da-índia, verificou que a ação antioxidante dos compostos fenólicos ácidos deste aumenta com o grau de hidroxilação, como no caso do ácido gálico (trihidroxilado). Segundo Balasundram et al. (2006), a estrutura dos compostos fenólicos é um fator determinante para a atividade antioxidante, assim sendo conhecido como relação estrutura-atividade. Isso explica o fato de alguns compostos exibirem altas quantificações de fenólicos totais e, em algumas vezes, um baixo percentual de atividade antioxidante frente a um radical livre, como no estudo em questão, onde o cravo a 10% exibiu uma maior quantificação de fenólicos totais, porém não uma maior atividade antioxidante, a qual foi maior no extrato de hortelã a 10%.

Na Tabela 3 são exibidos os resultados das análises realizadas nas cervejas incorporadas dos extratos nas diferentes concentrações elaboradas.

Tabela 3 - Compostos fenólicos totais (FT) e percentuais de atividade antioxidante das cervejas artesanais elaboradas.

Amostras	mg/g fenólicos totais (mg EAG/g)	Desvio padrão	% Atividade antioxidante	Desvio padrão
Cerveja controle	38,04 <sup>d</sup>	0,16	23,83 <sup>c</sup>	0,98
Cerveja com 3% de canela	53,27 <sup>b</sup>	3,25	39,66 <sup>c</sup>	0,34
Cerveja com 10% de canela	64,31 <sup>a</sup>	1,95	55,21 <sup>a</sup>	0,97
Cerveja com 3% de cravo	39,39 <sup>d</sup>	0,37	25,67 <sup>c</sup>	2,58
Cerveja com 10% de cravo	67,36 <sup>a</sup>	0,05	29,63 <sup>c</sup>	4,72
Cerveja com 3% de hortelã	39,94 <sup>d</sup>	0,68	29,58 <sup>c</sup>	0,82
Cerveja com 10% de hortelã	48,78 <sup>c</sup>	0,00	44,60 <sup>b</sup>	1,63

\*Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Conforme demonstrado na Tabela 3, em relação aos compostos fenólicos totais quantificados, duas cervejas foram consideradas majoritárias, destacando-se a cerveja com 10% de cravo e 10% de canela. As concentrações mais baixas foram observadas na cerveja controle e nas cervejas com 3% de hortelã e 3% de cravo.

Em relação à atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical DPPH, a cerveja com 10% de canela destacou-se em relação às demais, seguida da cerveja com 10% de hortelã. As demais cervejas elaboradas, assim como a cerveja controle exibiram os menores percentuais de atividade antioxidante pelo método do DPPH.

A partir dos resultados observados, pode-se constatar que a cerveja elaborada com 10% de canela exibiu o maior conteúdo de fenólicos totais, bem como o maior percentual de atividade antioxidante pelo método DPPH.

Segundo Humberstone e Briggs (2000), o teor total de antioxidantes depende do tipo de cerveja, dos ingredientes e do tipo de fabricação empregado. Aproximadamente 70-80% dos polifenóis da cerveja são oriundos dos maltes e 20-30% do lúpulo.

Conforme estudado por Cortacero-Ramirez et al. (2003), a cerveja possui uma complexa mistura de fenólicos totais, sendo encontrados valores que variam de 150 a 350 mg/L, onde 60% é oriundo do malte. Comparando com os valores encontrados nesta pesquisa, as cervejas elaboradas com percentuais de 10% de cravo, canela e hortelã apresentaram teores de fenólicos totais variando de 48780 a 67360

mg/L, valores superiores ao citado pelos autores.

Já na cerveja controle sem a adição de especiarias este valor foi de 38040 mg/L, o qual pode ter sido atribuído aos insumos cervejeiros utilizados e ao fato de não ter sido realizada a pasteurização das cervejas elaboradas, a qual influencia na redução significativa de grande parte de compostos fenólicos presentes na amostra, conforme observado por Andrade (2013) quando afirma que o processo de pasteurização a 80°C por 1 minuto reduz o teor de compostos fenólicos, porém não afeta o teor de vitamina C nas amostras em néctares.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da presente pesquisa mostraram a possibilidade de se elaborar cervejas artesanais, incorporadas de especiarias, com alta qualidade, e elevado potencial antioxidante.

A partir dos resultados demonstrados, percebe-se que a cerveja que apresentou a maior quantificação e fenólicos totais e maior percentual de atividade antioxidante frente ao radical DPPH foi a cerveja elaborada com 10% de canela. As especiarias incorporadas e testadas nos diferentes percentuais exibiram excelentes resultados mostrando a viabilidade de inclusão como alternativa de sabor e aroma e de compostos antioxidantes em relação à cerveja controle.

Mais estudos são necessários para se determinar a aceitabilidade do produto frente ao consumidor, bem como a biodisponibilidade desses compostos e seus possíveis efeitos à saúde.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. de S. Efeito do tratamento térmico no teor de compostos bioativos em néctares mistos de uva com chá verde e abacaxi com chá verde. 2013. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2013.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN. S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, v. 99, n.1, p. 191-203, 2006.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M. Estresse oxidativo: Relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova*, v. 29, n.1, p. 113-123, 2006.

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM (BJCP). 2008. Style Guideline. Disponível em: <<http://www.bjcp.org/intl/2008styles-PT.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

BEER SMITH. Home Brewing Software. Disponível em: <<http://beersmith.com/>>  
 Acesso em: 15 jul. 2016.

BEZERRA, A. S. Avaliação de compostos funcionais de grãos e extrato concentrado de cevada visando aplicações nutricionais. 2012. 108 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

CANTERI, M. G. et al. SASM-Agri – Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.

CORTACERO-RAMIREZ, S. et al. Analysis of beer components by capillary electroforesis methods. Trends in Analytical Chemistry, v. 22, n. 7, p. 440-445, 2003.

FERRERES, F. et al. New C-deoxyhexosyl flavones and antioxidant properties of *Pasiflora edulis* leaf extract. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 55, n. 25, p.10187-93, 2007.

GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, H. A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 13, n. 1, p. 486-497, 2015.

HUMBERSTONE, F. J.; BRIGGS, D. E. Extraction and Assay of Ferulic Acid Esterase From Malted Barley. Journal of the Institute of Brewing, v. 106, n. 1, p. 21-30, 2000.

LOPES, R. M. et al. Flavonóides. Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento, v. 3, n.14, p. 18-22, 2010.

MATIOLLI, L. S. Avaliação da citotoxicidade e atividade antioxidante de plantas condimentares. 2014. 44f. Dissertação (Biociências) – Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2014.

MORAIS, S. M. et al. Ação antioxidante de chás e especiarias de grande consumo no Brasil. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.19, n.1, p.315-320, 2009.

MORADO, R. Larousse da Cerveja. São Paulo: Larousse, 2009. 360p.

SCHERER, R.; GODOY, H.T. Antioxidant activity index (AAI) by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. Food Chemistry, v.112, n. 3, p. 654-8, 2009

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods of Enzymology*, v. 299, p.152-178, 1999.

SOUZA, M. A. A. et al. Produção de biomassa e óleo essencial de hortelã em hidroponia em função de nitrogênio e fósforo. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n.1, p. 41-48, 2007.

STARZYŃSKA-JANISZEWSKA, A.; STODOLAK, B.; JAMRÓZ, M. Antioxidant properties of extracts from fermented and cooked seeds of Polish cultivars of *Lathyrus sativus*. *Food Chemistry*, v.109, n. 2, p. 285-292, 2008.