

# Produção de cerveja artesanal tipo ale utilizando mel de diferentes floradas como adjunto

## RESUMO

**Aniela Pinto Kempka**[aniela.kempka@udesc.br](mailto:aniela.kempka@udesc.br)

Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

**Bruna Cristina Thomé**[brunathomesjo@hotmail.com](mailto:brunathomesjo@hotmail.com)

Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

**Raquel Maleski de Conto**[rakel\\_maleski@yahoo.com.br](mailto:rakel_maleski@yahoo.com.br)

Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

Com o crescente consumo de cervejas artesanais, o uso de diferentes adjuntos vem ganhando destaque. O mel, por possuir elevado conteúdo de açúcares fermentescíveis e de substâncias aromáticas, pode ser um adjunto ideal na fabricação de cerveja. O objetivo do presente trabalho foi produzir cervejas tipo *Ale* elaboradas com méis de diferentes floradas, como adjuntos cervejeiros, e determinar as características físico-químicas dos méis e das cervejas visando verificar a influência do adjunto no produto final. Foram produzidas quatro formulações de cerveja: controle (C), cerveja com mel silvestre (CS), cerveja com mel de uva japonesa (CJ) e cerveja com mel de eucalipto (CE). Os diferentes tipos de mel apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, exceto para a atividade diastásica nos méis de eucalipto e silvestre, com 5,7 e 3,4 na escala de Göthe respectivamente, com hidroximetilfurfural acima de 15 mg/Kg. As cervejas com méis de diferentes floradas apresentaram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ) para extrato seco e açúcares residuais. Os valores de grau alcoólico variaram entre 3,4% e 4,2%, sendo este último para a cerveja controle. A cor das cervejas foi influenciada pelo mel, com os valores para  $a^*$  e  $b^*$ , diferentes estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ). O mel é um adjunto que pode ser utilizado na produção de cerveja, porém, mais estudos devem ser realizados para otimização das concentrações de cada tipo de mel a serem utilizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** características físico-químicas, mel silvestre, mel de uva japonesa, mel de eucalipto.

## INTRODUÇÃO

Segundo o Decreto nº 6.871 de 4 de julho de 2009, que 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, a cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45% em relação ao extrato primitivo. Como adjuntos cervejeiros podem ser considerados a cevada cervejeira e os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal (BRASIL, 2009).

As cervejas podem ser classificadas em dois segmentos, em relação ao processo de fermentação: as de alta fermentação (Ale) e as de baixa fermentação (Lager). A fermentação da cerveja Ale se dá a temperaturas mais altas, entre 12 a 21°C, produzindo cervejas com sabor mais robusto, frutadas e amargas (OLIVER, 2012, NACHEL, 2014). Nas cervejas Lager, a fermentação se dá em temperaturas mais baixas, entre 10°C a 12°C (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011).

Dentre a variedade dos adjuntos utilizados para fabricação da cerveja, pode-se citar o mel. O mel é constituído por diferentes açúcares, principalmente os monossacarídeos, glicose e frutose, mas também possui outros constituintes, que mesmo em pequenas concentrações, fazem dele um produto muito rico em vitaminas, minerais, compostos fenólicos e enzimas. É um produto utilizado em todo o mundo, pela sua propriedade adoçante, como promotor de saúde, além de ser uma boa fonte de energia (SILVA et al., 2006).

Por possuir elevado conteúdo de açúcares fermentescíveis e de substâncias aromáticas, o mel pode ser um adjunto ideal na fabricação de cerveja. Pode ser adicionado na etapa de fervura, como fornecedor de extrato, favorecendo a esterilização do mel, ou adicionado antes do envase da bebida, para adocicá-la e aromatizá-la. Na cerveja, o mel garante uma doçura residual, um leve aroma característico, aumenta o caráter vinoso à cerveja, por meio do maior teor de álcool e ésteres (KUNZE, 2006).

A composição físico-química do mel pode ser naturalmente variável, tendo em vista a interferência de fatores como: condições climáticas predominantes, espécies de abelha e tipo de floradas (SILVA; QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2004). No Brasil, os méis monoflorais são produzidos por abelhas africanizadas, *Apis mellifera*, ou por abelhas nativas, do gênero *Meliponinae*, e normalmente mantêm as mesmas características físico-químicas e sensoriais, apreciadas pelo consumidor. Os méis biflorais são originados de duas espécies de plantas e, quando mais de duas espécies vegetais, são conhecidos como méis heteroflorais, pluriflorais ou silvestres; podendo também ser produzidos por *Apis mellifera* ou por abelhas nativas. As propriedades destes méis são muito variáveis, também em relação à espécie da abelha e de fatores como tipo de flor e clima (BARTH, 2005).

Atualmente, as cervejas adjuntas de mel são elaboradas por pequenas cervejarias ou de forma artesanal. As cervejas artesanais representam 0,15% do mercado nacional, porém, essas pequenas empresas vêm conquistando seu espaço no mercado de bebidas com um crescimento significativo a cada ano (BRUNELLI, 2012).

Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi produzir cervejas tipo Ale elaboradas com méis de diferentes floradas como adjuntos cervejeiros, e determinar as características físico-químicas das cervejas obtidas visando verificar a influência desta matéria-prima no produto final.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas na elaboração das cervejas foram: água destilada, malte moído, lúpulo em *pellet* e levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Ale) (Alquimia da Cerveja, Porto Alegre/RS), mel tipo silvestre (Rainha Mel), mel de uva japonesa (Chalé do Mel) e mel de eucalipto (Chalé do Mel). Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioprocessos e no Laboratório de Química de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, da Universidade do Estado de Santa Catarina – Pinhalzinho- SC.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS MÉIS

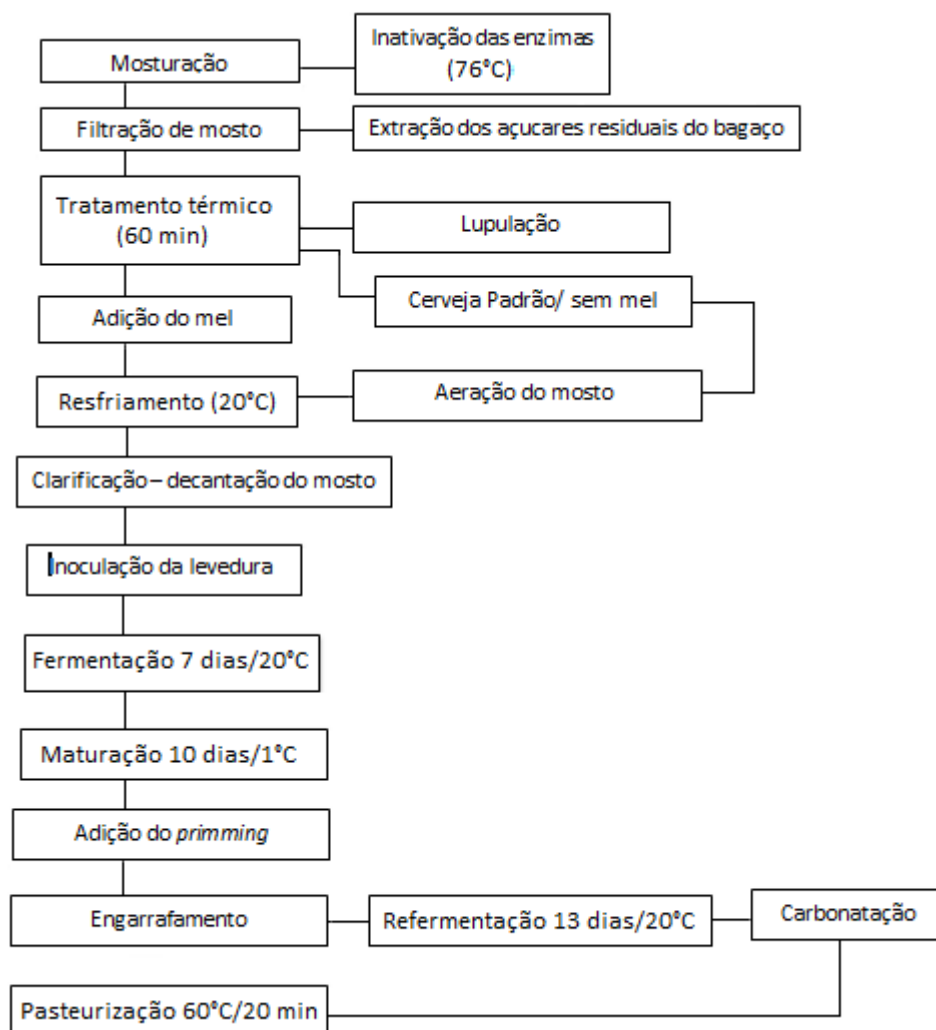
Para a caracterização físico-química dos méis silvestre, de eucalipto e de uva japonesa, foram realizadas as seguintes determinações: pH, (pHmetro digital), °Brix (refratômetro digital Bellingham+Stanley), acidez livre, lactônica e total, hidroximetilfurfural (AOAC, 1995), açúcares redutores totais (Lane-Eynon), atividade diastásica (Codex Alimentarius Comissão, 1989), reação de Lund e reação de Lugol (IAL, 2008).

## FORMULAÇÕES DAS CERVEJAS

Foram produzidas quatro formulações: C – Controle (cerveja convencional), CS – cerveja com adição de mel silvestre, CE – cerveja com adição de mel de eucalipto, CJ – cerveja com adição de uva japonesa. Para cada formulação, foram adicionados, 10 litros de água destilada, 2 kg de malte de cevada moído, 10 g de lúpulo de amargor, 20 g de lúpulo de aroma e 5 g de levedura. Os méis (adjuntos) foram adicionados (separadamente) na na proporção de 35% com base no extrato do mosto, sendo: 46,24 g para a CS, 47,82 % para a CE, e 50,49 g para a CJ.

## PROCESSO DE OBTENÇÃO DAS CERVEJAS TIPO ALE ADICIONADAS DE MÉIS DE DIFERENTES FLORADAS COMO ADJUNTOS

A Figura 1 mostra as principais etapas de obtenção da cerveja utilizando o mel como adjunto. O malte moído foi adicionado em uma tina de mosturação juntamente com água destilada, aquecida a 67°C, permanecendo durante 45 minutos sob rigoroso controle de temperatura e agitação. Após a etapa de mosturação, realizou-se o teste de iodo para confirmar a sacarificação do amido, de acordo com Curi, Venturini e Nojimoto (2009). O mosto foi aquecido até atingir 76°C, permanecendo nesta temperatura por dois minutos, para a inativação enzimática. O aquecimento foi interrompido e o mosto foi deixado em repouso por 10 minutos.



**Figura 1.** Etapas do processo de obtenção das cervejas artesanais utilizando méis de diferentes floradas como adjuntos.

Após o final da mosturação com a consequente sacarificação do amido, realizou-se uma filtração convencional, onde foi separado o mosto primário do bagaço do malte. Em seguida, adicionou-se, ao bagaço, água à 76°C, objetivando o aproveitamento dos açúcares residuais, obtendo-se, assim, o mosto secundário.

O mosto primário e o mosto secundário foram colocados novamente na tina de mosturação e homogeneizados para uma etapa de tratamento térmico (fervura), que ocorreu durante 60 minutos. Nesta etapa foi realizada a adição dos três lúpulos, sendo o primeiro de amargor e os outros dois de aroma, durante os 15, 30 e 45 minutos de tratamento térmico, respectivamente.

Para os mostos com adição de mel, após a adição do lúpulo e do tempo total de tratamento térmico, foi adicionado o adjunto correspondente na proporção de 35% com base no extrato do mosto. Para o cálculo das massas de mel utilizou-se as Equações 1 (cálculo da massa de extrato de mel) e 2 (massa de extrato de mel convertida em massa de mel), conforme Brunelli; Mansano; Venturini Filho (2014).

$$\% \text{ de mel na formulação} = \frac{\text{massa de extrato de mel (g)}}{\text{massa de extrato de mel (g)} + \text{massa de extrato do mosto (g)}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Teor de extrato de mel (}^\circ \text{Brix)} = \frac{\text{massa de extrato de mel (g)}}{\text{massa de mel a ser adicionada no mosto (g)}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

A massa do mel foi adicionada ao mosto e homogeneizada. Na sequência, realizou-se a etapa de clarificação deste mosto, visando a decantação do lúpulo, com a adição de um floculante. Os sólidos decantados do mosto foram separados e, após, iniciou-se o seu resfriamento até 20°C. Durante o resfriamento, foi realizada a aeração do mosto visando à transferência de oxigênio do ar, que consistiu na passagem do mosto repetidas vezes de um recipiente para outro, propiciando assim, a condição de aerobiose necessária para a inoculação e multiplicação das células de levedura.

Para a etapa de fermentação, iniciou-se a propagação da levedura, adicionando-se 10 gramas de levedura em 200 mL de mosto. Após 10 minutos, o inóculo propagado foi adicionado ao volume de mosto de cada formulação (10 litros de mosto). Homogeneizou-se o mosto adicionado de levedura e este foi colocado em fermentadores de Politereftalato de etileno (PET), seguindo para a etapa de fermentação, que ocorreu na temperatura de 20°C, em estufa BOD (Solab) durante 7 dias. Concluída a fermentação, iniciou-se a etapa de maturação, que consistiu em transferir o fermentado para um fermentador secundário (maturador), permanecendo o mosto fermentado a 1°C, durante 10 dias.

No término do tempo de maturação, realizou-se a adição do *priming* (açúcar invertido que tem como objetivo o processo de refermentação da cerveja na garrafa visando a gaseificação), e, após a homogeneização, transferiu-se a cerveja para garrafas com capacidade de 600 mL, devidamente higienizadas e esterilizadas, e procedeu-se o fechamento das garrafas com tampas de metal e engarrafador manual. As garrafas foram armazenadas em estufa BOD (Solab) por 13 dias à 20°C. Concluída a refermentação, as garrafas passaram pelo processo de pasteurização em banho-maria à 60°C/30 minutos e após o resfriamento, estas foram acondicionadas em temperatura de refrigeração (aproximadamente 5°C) e consideradas prontas para o consumo.

#### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS CERVEJAS ARTESANAIS SEM E COM ADIÇÃO DE MEL DE DIFERENTES FLORADAS

As características físico-químicas determinadas nas quatro formulações de cerveja foram: extrato seco, pH, cinzas, açúcares totais, acidez total, densidade relativa e teor alcoólico (IAL, 2008).

O grau aparente de fermentação foi calculado através da diferença entre a concentração do extrato original do mosto (Eo), que é a soma de todas as

substâncias dissolvidas no mosto antes da fermentação, e a concentração do extrato aparente das amostras de cerveja ( $E_a$ ), sendo que os valores foram transformados em °P (graus Plato) e aplicados na Equação 3 (MELNIKOV, 2007).

$$\text{Grau aparente de fermentação (\%)} = \frac{E_o - E_a}{E_o} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

A turbidez das cervejas foi determinada em turbidímetro digital (Tecnal) com as amostras a temperatura ambiente. A cor instrumental foi analisada em colorímetro (Minolta), de acordo com a CIE (International Commission on Illumination), utilizando  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  como coordenadas (escala CIENLAB), onde  $L^*$  é a luminosidade ( $L^* = 100 =$  branco;  $L^* = 0 =$  preto),  $a^*$  é a intensidade do vermelho e verde e  $b^*$  é a intensidade do amarelo e do azul. As amostras de cerveja foram colocadas em placas de Petry (aproximadamente 1 cm de espessura de amostra) sob uma superfície branca. O colorímetro foi calibrado e as leituras foram feitas na superfície dos produtos, totalizando 5 leituras por amostra. O índice  $C$  (saturação) e  $h$  (tonalidade) foram calculados utilizando as Equações 4 e 5.

$$C_{ab} = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (\text{Equação 4})$$

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (\text{Equação 5})$$

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foi utilizado o *software* Statistica® 10.0 (STATSOFT INC.), sendo realizado o Teste de Tukey com nível de confiabilidade de 95%. As análises foram realizadas em duplicatas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL SILVESTRE, DO MEL DE EUCALIPTO E DO MEL DE UVA JAPONESA

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química dos méis utilizados na elaboração das cervejas.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química dos méis utilizados na elaboração das cervejas artesanais tipo Ale.

Parâmetro	Mel silvestre	Mel de eucalipto	Mel de uva japonesa
pH	3,90 <sup>a</sup> ± 0,00	3,90 <sup>a</sup> ± 0,09	3,80 <sup>a</sup> ± 0,12
°Brix	50,10 <sup>a</sup> ± 0,35	52,20 <sup>b</sup> ± 0,07	55,80 <sup>c</sup> ± 0,21
Hidroximetilfurfural (mg/Kg)	44,76 <sup>a</sup> ± 2,12	39,00 <sup>b</sup> ± 0,11	13,85 <sup>c</sup> ± 0,11
Acidez total (mEq/Kg)	48,39 <sup>a</sup> ± 2,71	47,99 <sup>a</sup> ± 0,70	47,11 <sup>a</sup> ± 3,85
Acidez livre (mEq/Kg)	37,42 <sup>a</sup> ± 0,09	38,49 <sup>a</sup> ± 0,01	39,14 <sup>a</sup> ± 1,08
Acidez lactônica (mEq/Kg)	10,97 <sup>a</sup> ± 2,80	9,50 <sup>a</sup> ± 0,71	7,98 <sup>a</sup> ± 4,93
Açúcares redutores (g/100g)	73,69 <sup>a</sup> ± 1,73	71,32 <sup>a</sup> ± 1,62	75,77 <sup>a</sup> ± 1,22
Reação de Lund (mL)	2,50 <sup>a</sup> ± 0,00	1,61 <sup>b</sup> ± 1,06	1,60 <sup>b</sup> ± 0,56
Reação de Lugol	Negativo	Negativo	Negativo
Atividade diastásica (escala Göthe)	3,41 <sup>a</sup> ± 0,14	5,70 <sup>b</sup> ± 0,38	5,71 <sup>b</sup> ± 0,38

NOTA: Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem em nível de 95% de confiança pelo Teste de Tukey. Média ± Desvio padrão.

Verifica-se que para o pH, as amostras não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). A Instrução Normativa nº 11 (BRASIL, 2000), especifica que o pH deve estar entre 3,3 e 4,6. Portanto, os valores de pH determinados estão de acordo com norma vigente. Estes valores de pH demonstram que o mel é caracterizado como ácido, sendo que esta acidez contribui para a conservação do mel e impede a proliferação de microrganismos patogênicos e deteriorantes (OSACHLO, 2004). Segundo Moura (2010), a acidez é extremamente importante, também, para a textura, a estabilidade do mel e por realçar seu sabor. O pH (concentração de íons  $H^+$  em solução) pode influenciar na formação de outros componentes do mel, como na velocidade de produção do HMF (hidroximetilfurfural). Todos os méis são ácidos e o pH é influenciado pela origem botânica, concentração de diferentes ácidos e pelo cálcio, sódio, potássio e outros constituintes das cinzas (SILVA e BANDEIRA, 2012).

Os valores médios de °Brix encontrados diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ), sendo que o mel de uva japonesa apresentou o maior valor (55,8 °Brix). A legislação vigente não determina um valor padrão para este parâmetro, porém, quando comparado a outros trabalhos, este apresentou valores menores, como Silva; Queiroz e Figueiredo (2004), que encontraram entre 76,07 a 80,80 °Brix, analisando méis de Apis, originários do estado do Piauí. O valor médio encontrado por Silva et al. (2009), foi de 83,28 °Brix. Em análise de 15 amostras provenientes de diferentes cidades do estado de Goiás, a média encontrada foi de 81,04 °Brix, sendo o maior e o menor resultado encontrado de 85 e 78,3° Brix, respectivamente (SILVA et al., 2003).

O HMF é formado pela reação de certos açúcares com os ácidos naturalmente presentes no mel (FALLICO et al., 2004). O seu conteúdo pode aumentar com a elevação da temperatura, armazenamento e adição de açúcar invertido. A sua concentração no mel pode ser afetada pela acidez, pH, água e minerais (CARVALHO et al., 2005). HMF é um importante indicador da qualidade do mel, pois o aumento em seu valor indica a queda do valor nutritivo, devido a destruição, por meio do aquecimento, de algumas vitaminas e enzimas. Como a formação de HMF é acelerada com a elevação da temperatura, este parâmetro é utilizado como um indicador de processos de aquecimento ou processamento

inadequado do mel. Méis mais antigos apresentam um teor elevado de HMF, e méis recentemente colhidos apresentam teores baixos de HMF (ARAÚJO; SILVA; SOUZA, 2006; BENDINI; SOUZA, 2008).

A legislação vigente (BRASIL, 2000) indica 60 mg/kg como valor máximo de HMF que pode estar presente no mel. Verifica-se na Tabela 1 que os três tipos de mel utilizados no presente estudo apresentaram valores abaixo do máximo estabelecido. A média dos valores encontrados de HMF para os três méis avaliados diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) embora os valores de HMF para os méis silvestre e de eucalipto estejam mais próximos entre si e também próximos aos encontrados por Silva e Bandeira (2012), que analisaram mel de abelhas *Apis Mellifera* e encontraram um valor médio de 46,43 mg/kg. O mel de uva japonesa apresentou um valor médio de HMF consideravelmente mais baixo (13,85 mg/kg) quando comparado com os demais, indicando a possibilidade de ter sido colhido mais recentemente do que os demais. Esta diferença também pode se dar pelo tipo de florada, pois segundo Fallico et al. (2004), a formação de HMF é influenciada também pelas propriedades químicas do mel (pH, acidez e conteúdo mineral), relacionadas com a origem floral.

Quanto a acidez total, os três tipos de méis não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) e permaneceram dentro do limite máximo estabelecido pela legislação, que é de 50 mEq/kg, porém apresentaram-se bem acima dos valores encontrados por Brunelli (2012), com valor médio de 16,36 mEq/kg em mel de laranja e Mansano (2010), cujos valores médios de acidez total foram de 29,1 mEq/kg para mel de laranja, 17,7 mEq/kg para mel de eucalipto e 19,0 mEq/kg para mel silvestre.

Os valores de acidez livre e lactônica não apresentaram diferenças estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre si, e comparando-se com os resultados encontrados por Silva e Bandeira (2012), que analisaram mel de *Apis Mellifera* e encontraram valores de acidez livre, lactônica e total de 33,65 mEq/kg, 8,57 mEq/kg e 42,22 mEq/kg, respectivamente, valores próximos aos do presente estudo.

Segundo Terrab, Díez e Heredia (2003), diversos fatores como a variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, atividade enzimática da glicose-oxidase, ação das bactérias durante a maturação e os minerais presentes na sua composição, determinam a presença da acidez no mel.

Para os açúcares redutores, as médias obtidas para os três tipos de mel apresentaram valores de acordo com a Instrução Normativa nº 11 (BRASIL, 2000), cujo valor mínimo deve ser de 65g/100g, e não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Segundo Gleiter, Horn e Isengard, (2006), os teores de açúcares redutores podem chegar a corresponder a 80% da quantidade total de açúcares do mel. A quantidade e os tipos de açúcares (como frutose, glicose, maltose, tetralose) são responsáveis por determinar vários fatores como a viscosidade, cristalização, densidade, entre outros (BÁREZ et al., 2000).

Segundo Pereira et al. (2003), o mel é constituído basicamente por açúcares fermentescíveis (41% de frutose, 34% de glicose, 1,31% de sacarose), contribuindo assim de forma efetiva para a fermentação da cerveja, pois os açúcares do mel e os extraídos dos grãos do malte fornecem alimentos e nutrientes para a levedura e são os precursores para a formação do álcool. A composição e a concentração do mosto é um dos fatores que influenciam a fermentação do mosto para a



produção da cerveja, sendo que a adição de adjuntos com altas concentrações de açúcares fermentescíveis como o mel constitui um método alternativo para aumentar a concentração de sólidos solúveis do mosto (VENTURINI FILHO, 2010).

Conforme Mendes et al. (2009), a reação de Lund identifica e precipita as substâncias albuminoides, que são derivados proteicos, naturalmente presentes no mel e indicam a presença de mel adulterado. Segundo Finco, Moura e Silva (2010), o resultado dessa análise sugere perdas ou adição de substâncias proteicas durante o processamento do produto.

Os valores obtidos indicam a presença de substâncias albuminoides nos méis analisados, apresentando-se dentro do limite estabelecido pela legislação, que é entre 0,6 e 3,0 mL de precipitado. O mel silvestre apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) em relação aos méis de eucalipto e uva japonesa. Chiapetti e Braghini (2013), que analisaram mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*), encontraram valores de 1,5 mL de precipitado, resultados próximos aos do mel de eucalipto e mel de uva japonesa, ambos com valores médios de 1,6 mL.

A reação de Lugol, outra análise que identifica possíveis adulterações, deve apresentar resultado negativo, sem alteração de cor. Quando ocorrer alteração de coloração, resultado considerado positivo, o mel é caracterizado como um produto fraudado (SCHLABITZ, SILVA; SOUZA, 2010). Segundo Coringa et al. (2009), um resultado positivo indica que amido ou dextrinas foram adicionados ao mel com fins fraudulentos, sendo que a reação de Lugol identifica a fraude apresentando um composto de coloração que pode variar do vermelho violeta ao azul. A análise da reação de Lugol demonstrou que os três tipos de mel utilizados não possuíam adulteração, pois os mesmos não apresentaram reação colorida, confirmando assim a ausência de deteriorantes dos méis de eucalipto, uva japonesa e silvestre.

A diastase é uma das enzimas do mel, que tem a função de digerir a molécula de amido. A diastase ( $\alpha$ -amilase) é formada principalmente pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas, sendo encontrada também, em baixa proporção, nos grãos de pólen (CARVALHO et al., 2005). A atividade diastásica é quantificada para que se possam detectar os possíveis aquecimentos que o mel possa ter sofrido durante seu processo, visto que a enzima é muito instável em temperaturas elevadas. A ausência da mesma constata adulterações realizadas no mel, tais como superaquecimento, adição de açúcar invertido, condições de armazenamento inadequadas. Entretanto, deve-se considerar que a diástase inativa-se à temperatura ambiente quando o armazenamento for prolongado, funcionando como indicativo de tempo de extração (período de validade) do mel (MELO; DUARTE; MATA, 2003).

O mínimo de atividade diastásica permitido pela legislação brasileira é de 8 na escala de Göthe. No caso de méis com baixo conteúdo enzimático, deve-se obter no mínimo 3 na escala de Göthe, se o teor de HMF não exceder a 15 mg/Kg (BRASIL, 2000). O mel de uva japonesa foi o único que apresentou valores dentro dos padrões da legislação, com atividade diastásica 5,4 na escala de Göthe e com teor de HMF de 13,9 mg/Kg. O mel silvestre apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) em relação aos méis de eucalipto e uva japonesa

Observa-se que o mel silvestre e o mel de eucalipto apresentaram resultados abaixo dos valores permitidos, demonstrando assim a possibilidade de

que quando foram adquiridos já estavam armazenados por um tempo prolongado ou talvez por terem sido aquecidos durante o beneficiamento. Porém, segundo alguns autores, existem ainda outros fatores que podem interferir nos valores da atividade da enzima diastase no mel. Carvalho et al. (2005) relatam que existe uma correlação entre a quantidade de pólen no mel e a atividade da diastase. Segundo Camargo et al. (2006), os méis produzidos em regiões quentes e secas apresentam menor atividade de enzimas do que os de regiões quentes e úmidas. Também se observa que o néctar com um conteúdo alto de açúcar necessita de menos manipulação pelas abelhas para serem convertidos em mel, apresentando assim uma tendência a níveis mais baixos de invertase e diástase.

A qualidade das cervejas está diretamente ligada com a qualidade e as propriedades dos insumos e adjuntos utilizados para a sua produção. As propriedades físico-químicas do mel, principalmente o pH, acidez e açúcares, podem contribuir para a obtenção de cervejas de qualidade. A adição de mel em cerveja proporciona uma bebida menos encorpada e aumenta a quantidade de álcool, devido o aumento da quantidade de açúcares no mosto (SMITH, 2009).

Segundo Venturini Filho (2000), o adjunto melhora a estabilidade físico-química da cerveja, reduzindo a sua turvação. É, também, responsável por conferir à cerveja cor mais clara, pois a redução de pH permite a perda de substâncias corantes.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS CERVEJAS SEM ADIÇÃO E COM ADIÇÃO DE MEL SILVESTRE, MEL DE EUCALIPTO E MEL DE UVA JAPONESA COMO ADJUNTOS

A Tabela 2 apresenta os resultados da caracterização físico-química das cervejas com e sem adição dos méis como adjuntos. Verifica-se que a média dos valores encontrados para extrato seco diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre si. O Decreto nº. 6.871 (BRASIL, 2009), que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, especifica que o extrato seco deve estar entre 2,0 e 7,0%. Portanto, os valores de extrato encontrados estão de acordo com a norma vigente.

Os valores de extrato seco do presente estudo são relativamente elevados, comparando com os resultados encontrados por Alves (2014), que analisou cervejas tipo Pilsen adquiridas do comércio, e encontrou um valor médio de 3,67%. Esta diferença se deve ao fato de que as cervejas elaboradas neste estudo são artesanais, não passando por etapas que proporcionam a eficiente filtração e clarificação como ocorre na indústria. Ferreira e Benka (2014) analisaram cerveja artesanal produzida a partir de malte e encontraram um valor médio de 5,1%, valor próximo ao da cerveja controle (C). Segundo estes autores, neste parâmetro analisado deve-se considerar a quantidade de células de levedura provenientes da fermentação não precipitadas durante o envase, pela ausência de um processo de clarificação e/ou centrifugação nas cervejas artesanais elaboradas. Outro fator observado é que as cervejas com adição de mel de eucalipto e mel de uva japonesa apresentaram valores de extrato seco maiores quando comparada a formulação com adição de mel silvestre. Estes resultados podem ser justificados

pelos valores de °Brix destes méis, que apresentaram uma quantidade maior de sólidos solúveis, conforme observado na Tabela 1.

**Tabela 2.** Caracterização físico-química das cervejas tipo Ale com e sem adição dos méis como adjuntos.

Parâmetros	C	CS	CE	CJ
Extrato seco (% m/v)	4,91 <sup>a</sup> ± 0,27	4,57 <sup>a</sup> ± 0,81	6,21 <sup>b</sup> ± 0,05	5,69 <sup>c</sup> ± 0,42
pH	4,38 <sup>a</sup> ± 0,31	4,43 <sup>a</sup> ± 0,30	4,36 <sup>a</sup> ± 0,20	4,33 <sup>a</sup> ± 0,14
Cinzas (%)	0,12 <sup>a</sup> ± 0,01	0,09 <sup>a</sup> ± 0,01	0,13 <sup>a</sup> ± 0,03	0,10 <sup>a</sup> ± 0,04
Açúcares totais (% m/v)	1,26 <sup>a</sup> ± 0,01	1,73 <sup>b</sup> ± 0,06	1,91 <sup>b</sup> ± 0,07	1,82 <sup>b</sup> ± 0,02
Acidez total (% m/v)	0,14 <sup>a</sup> ± 0,01	0,16 <sup>a</sup> ± 0,01	0,15 <sup>a</sup> ± 0,00	0,26 <sup>b</sup> ± 0,03
Densidade relativa	1,008	1,010	1,014	1,011
Teor alcoólico (% m/v)*	4,2	3,9	3,4	3,8
Turbidez (NTU)*	113	112	130	132
Grau aparente de fermentação (%)	79,5	74,4	64,3	71,9

NOTA: Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem em nível de 95% de confiança pelo Teste de Tukey. C é a cerveja controle, CS é a cerveja com adição de mel Silvestre, CE é a cerveja com adição de mel de Eucalipto e CJ é a cerveja com adição de mel de Uva Japonesa. \*Teor alcoólico obtido a partir dos valores de densidade inicial e final do mosto. Média ± Desvio Padrão.

Os valores de pH das cervejas não apresentaram diferença estatística entre si ( $p > 0,05$ ). Os resultados ficaram dentro do limite mencionado por Hardwick (1995), de 3,9 a 4,5 e Venturini Filho e Cereda (2001), com valores de pH de 3,8 a 4,7 para cervejas puro malte. Brunelli; Mansano; Venturini Filho (2014) analisaram cervejas elaboradas com mel em diferentes proporções e encontraram valores médios de pH de 4,66 em cervejas com 20% de mel e pH 4,54 em cervejas com 40% de mel na formulação. Oliveira, Faber e Plata-Oviedo (2015), verificaram que a adição de diferentes concentrações de mel (10%, 20% e 30%) no mosto da cerveja influenciou no valor de pH final, havendo uma diminuição do valor em relação ao aumento da concentração de mel. Importante ressaltar que os valores de pH encontrados foram inferiores a 4,5, valor limite para evitar-se contaminações por bolores e leveduras e por bactérias Gram positivas (pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Pediococcus*), que são as que, geralmente, oferecem maior risco de contaminação.

Os teores de cinzas das cervejas elaboradas não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ), portanto, a presença de mel não influenciou neste parâmetro. Este comportamento é esperado, pois, segundo Brunelli (2012), o malte é constituído por 1,97% de cinzas, enquanto o mel apresenta em média 0,17% (PEREIRA et al., 2003).

A quantidade de açúcares totais foi maior nas cervejas com adição de mel, apresentando diferença estatística ( $p < 0,05$ ) em relação à cerveja controle. Todas as formulações apresentaram resultados dentro dos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 2009) e próximos dos encontrados por Alves (2014), que analisou cervejas do tipo *Pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba, encontrando valores de açúcares totais entre 1,29 e 1,84%. Segundo Brunelli (2012), os mostos das cervejas com mel apresentam maior riqueza em açúcares fermentescíveis quando comparados ao mosto puro malte, que é rico em dextrina. Portanto, os resultados indicam que os microrganismos não consumiram

todo o substrato disponível, pois as cervejas com adição de mel apresentaram valores maiores de açúcares totais, conseqüentemente, menores valores para o teor alcoólico.

A acidez total foi influenciada pela adição de mel na formulação das cervejas. A cerveja CJ diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das demais. Os resultados encontrados para este parâmetro estão de acordo com a legislação (BRASIL, 2009), que estabelece uma variação de 0,1 a 0,3% de acidez nas cervejas. Brunelli; Mansano; Venturini Filho (2014) analisaram cervejas elaboradas com mel em diferentes proporções, e encontraram valores médios de acidez total de 0,25% em cervejas com 20% de mel e 0,22% em cervejas com 40% de mel na formulação, resultados próximos ao encontrado para a cerveja CJ. O valor de acidez total da cerveja CS (com adição de mel silvestre) é semelhante ao encontrado por Mansano (2010), que produziu e analisou cervejas com méis de diferentes origens botânicas, encontrando um valor de 0,16% de acidez total para a cerveja elaborada com mel silvestre. Segundo Sousa (2009), a acidez na cerveja é importante para a sua caracterização e padronização e para o controle de alterações indesejáveis por microrganismos no sabor e aroma da cerveja.

Os valores de densidade relativa não apresentaram diferenças significativas entre si. Os resultados estão dentro do limite da legislação (BRASIL, 2009), de 1,007 a 1,022. Alves (2014) encontrou valores de densidade muito próximos ao da cerveja C, numa variação de 1,0080 a 1,0088 em cervejas tipo Pilsen. Segundo Sousa (2009), a determinação da densidade da cerveja permite o acompanhamento da fermentação alcoólica, pois conforme a levedura consome os açúcares e produz o álcool, os valores de densidade diminuem, visto que os açúcares são mais densos do que o álcool. A densidade também permite saber a composição de sólidos contidos na bebida.

Os valores de teor alcoólico da cerveja (C), comparadas com as cervejas com adição de mel (CS), (CE) e (CJ) foram próximos. Dentre as cervejas com o adjunto, a cerveja CS foi a que apresentou o maior teor alcoólico. Os valores para este parâmetro ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, que é de 2,0 a 4,5 % v/v (BRASIL, 2009). Brunelli (2012) em seu estudo encontrou um teor alcoólico de 4,29% (v/v) em cervejas elaboradas com 20% de mel em sua formulação. Mansano (2010) obteve teores alcoólicos de 5,6, 5,5 e 5,2% para cervejas com adição de mel de laranjeira, mel de eucalipto e mel silvestre, respectivamente, caracterizadas como cervejas de alto teor alcoólico, conforme define a legislação (BRASIL, 2009). Oliveira, Faber e Plata-Oviedo (2015), na elaboração de cerveja artesanal a partir da substituição parcial do malte por mel, obtiveram 5,6% de álcool para a cerveja elaborada com 30% de mel. Estes valores são elevados em comparação com os resultados encontrados neste estudo. Para cervejas tipo Ale, o teor alcoólico é de 5,1%, portanto, todas as cervejas apresentaram menor teor alcoólico, que pode ser justificado pelos açúcares residuais, não consumidos pelas leveduras.

A cerveja que apresentou o maior teor alcoólico foi a cerveja controle (C), o que não era o esperado, pois as cervejas com adição de mel deveriam apresentar valores maiores devido a grande fermentabilidade do mel, conforme relatam Brunelli (2012) e Mansano (2010). Segundo Ferreira e Benka (2014), isto pode ter ocorrido devido a uma oxigenação demasiada do mosto da cerveja padrão antes da adição do inóculo, oxigenação esta que pode favorecer maior multiplicação das leveduras e conseqüentemente a atividade aeróbica em maior quantidade quando

comparada às demais formulações, resultando em mais células viáveis para a produção de ácidos metabólicos e, conseqüentemente, a maior produção de etanol. Outro fator que pode ter influenciado para os baixos teores alcoólicos nas cervejas com adição de mel é que altas concentrações de açúcares podem causar efeito de inibição denominado de fermentação lenta ou fermentação por arraste, justificando assim a menor produção de álcool devido ao excesso de substrato (VENTURINI FILHO, 2010). A inibição pelo substrato acontece devido o aumento da concentração de mel, assim conseqüentemente ocorre a diminuição da atividade enzimática, desta forma os centros ativos da enzima formadora do etanol permanecerão permanentemente ocupadas (MARQUES; YAMANAKA, 2008).

Em relação à turbidez, a cerveja (CE) e a cerveja (CJ) apresentaram valores próximos e consideravelmente maiores que os valores da cerveja controle (C) e da cerveja (CS). A legislação não define valores para este parâmetro analisado. Mansano (2010) também observou um aumento de turbidez nas cervejas com adição de mel, com resultados de 16,4, 21,4, 23,4 e 34,2 EBC em cerveja puro malte, cerveja com mel de laranja, com mel de eucalipto e com mel silvestre, respectivamente. Segundo este autor, o mel pode transferir sua turbidez para as respectivas cervejas devido a sua composição de substâncias coloidais. Outro fator que pode justificar esses valores elevados é o fato das cervejas não terem passado por processos padronizados de filtração e de clarificação, resultando em um número elevado e impreciso de células em suspensão, interferindo no valor deste parâmetro.

Os resultados para grau aparente de fermentação da cerveja controle (C) e da cerveja com adição de mel de eucalipto (CE) apresentaram diferenças. Nas cervejas CS e cervejas CJ o grau aparente de fermentação encontrados foram mais próximos entre si. A cerveja CE apresentou o menor grau de fermentação, em concordância com o seu teor alcoólico, sendo o menor valor encontrado. Brunelli (2012) encontrou um valor de 76,02% de fermentabilidade aparente em cervejas com 20% de mel na formulação. Mansano (2010) apresentou valores elevados de fermentabilidade aparente, sendo 87,9% para cerveja com mel de laranja, 86,9% para cerveja com mel de eucalipto e 87% para cerveja com mel silvestre.

O grau aparente de fermentação demonstrou que todas as cervejas enquadram-se como cervejas de alta fermentação (Ale), conforme define a legislação, resultado esperado devido as condições de temperatura que o mosto foi submetido. Porém, pode-se observar que as cervejas com a adição do mel apresentaram grau de aparente de fermentação inferiores à cerveja controle, valores estes relacionados aos teores alcoólicos encontrados, afirmando a influência do excesso de substrato nestes resultados.

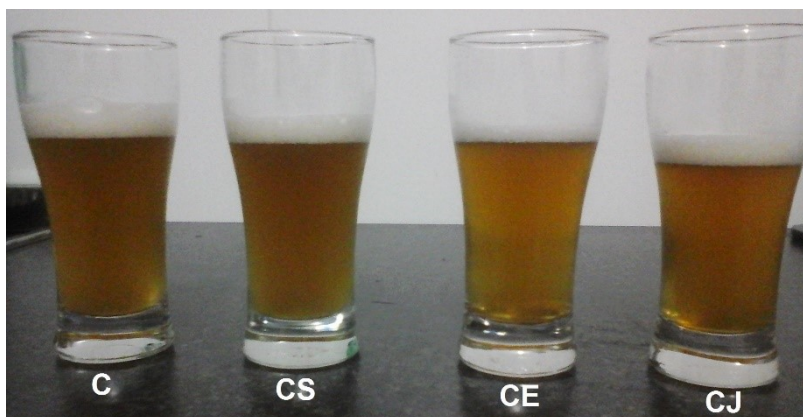
A Tabela 3 apresenta os resultados da análise de cor instrumental (parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  e  $h$ ) e a Figura 2 mostra o aspecto visual das cervejas obtidas com a adição de mel silvestre, mel de eucalipto e mel de uva japonesa.

Os valores encontrados para o grau de luminosidade não diferem estatisticamente ( $p > 0,05$ ). Os resultados encontrados para o parâmetro  $L^*$ , grau de luminosidade, são considerados elevados por estarem mais próximos a 100 ( $L^* = 100 =$  branco) e comparando-se com os resultados encontrados por Ferreira e Benka (2014), que analisaram cervejas artesanais elaboradas com malte germinado e encontraram valores entre 13,81 e 35,4 de luminosidade.

**Tabela 3.** Resultados da análise de cor instrumental (parâmetros L\*, a\*, b\*, C e h) das cervejas sem e com adição de diferentes méis como adjuntos.

	L*	a*	b*	C	H
C	62,39 <sup>a</sup> ± 5,02	-0,70 <sup>a</sup> ± 0,06	21,78 <sup>a</sup> ± 1,30	21,7 <sup>a</sup> ± 1,30	-88,1 <sup>a</sup> ± 0,12
CS	55,58 <sup>a</sup> ± 3,62	-0,40 <sup>b</sup> ± 0,10	22,72 <sup>a</sup> ± 0,90	22,7 <sup>a</sup> ± 0,91	-89,1 <sup>b</sup> ± 0,24
CE	58,67 <sup>a</sup> ± 5,44	-0,20 <sup>c</sup> ± 0,03	24,73 <sup>b</sup> ± 1,66	24,7 <sup>b</sup> ± 1,66	-89,5 <sup>c</sup> ± 0,06
CJ	60,58 <sup>a</sup> ± 3,41	0,30 <sup>d</sup> ± 0,05	27,44 <sup>c</sup> ± 1,07	27,4 <sup>c</sup> ± 1,07	89,4 <sup>d</sup> ± 0,11

NOTA: Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem em nível de 95% de confiança pelo Teste de Tukey. C é a cerveja controle, CS é a cerveja com adição de mel Silvestre, CE é a cerveja com adição de mel de Eucalipto e CJ é a cerveja com adição de mel de Uva Japonesa. Média ± Desvio Padrão.



**Figura 2.** Aspecto visual das cervejas artesanais tipo Ale obtidas com a adição de mel silvestre (CS), mel de eucalipto (CE) e mel de uva japonesa (CJ) e da cerveja controle (sem adição de mel - C).

Somente a cerveja CJ apresentou uma maior intensidade de coloração vermelha, conforme a Tabela 3, devido o parâmetro a\* ser positivo. Todos os valores para o parâmetro a\* diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ), sendo que os resultados negativos representam uma maior intensidade de cor verde. A adição do mel interferiu na diminuição da intensidade de coloração verde, onde os maiores valores foram os encontrados nas cervejas com o adjunto.

A intensidade de coloração amarela pode ser constatada em todas as cervejas, devido os valores da coordenada b\* serem positivos. Alguns valores diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ), sendo que a cerveja CJ apresentou a maior intensidade de coloração amarela e a cerveja C a menor intensidade, conforme a Tabela 3. Apenas as cervejas C e CS são iguais estatisticamente ( $p > 0,05$ ). Observa-se que a intensidade de coloração amarela foi maior em todas as cervejas com adição de mel, comparando-se com a cerveja C. Ferreira e Benka (2014) também encontraram valores positivos para o parâmetro b\*, demonstrando que suas cervejas de malte germinado apresentaram maior intensidade de coloração amarela, que segundo eles, é uma das cores características de cervejas artesanais.

Conforme Neiro et al. (2013), o croma ( $C^*$ ) expressa a saturação ou intensidade da cor, observar-se que as cervejas apresentaram intensidade de cor amarela, sendo que esta intensidade foi maior nas cervejas com adição de mel. As cervejas CE e CJ apresentaram a maior intensidade de cor e diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) e em relação as cervejas C e CS.

O ângulo de matiz ( $h^\circ$ ) indica a tonalidade, a cor observável, desta forma, através da análise dos valores de  $h^\circ$  pode-se observar que para C, CS e CE a coloração com maior tonalidade foi a amarela, já para a cerveja CJ a coloração mais observável foi a vermelha, conforme Tabela 3.

Os resultados da Tabela 3 demonstram que o uso do mel interferiu na cor das cervejas, fato que pode ser observado através dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , e na Figura 1. Mansano (2010) também encontrou valores maiores para a cor nas cervejas elaboradas com mel, sendo que seus resultados foram de 14,8 EBC para cerveja puro malte, 15,1 EBC para cerveja com mel de laranjeira, 19,5 EBC para cerveja com mel de eucalipto e 17,4 EBC para cerveja com mel silvestre. A cor das cervejas se deve aos açúcares presentes no mel associados à melanina e caramelo presentes no malte (BRIGGS et al., 2004).

## CONCLUSÃO

A cerveja produzida de forma artesanal é uma bebida difícil de ser padronizada devido aos vários parâmetros a serem controlados e, conforme o entendimento do processo, pode-se aperfeiçoar e melhorar a qualidade da bebida. Todas as cervejas produzidas apresentaram características físico-químicas coerentes com os padrões estabelecidos pela legislação. A adição de mel como adjunto cervejeiro, indiferente da florada, levou a cervejas de teor alcoólico inferiores a cerveja controle (sem adição de mel), porém, com valor aceitável para cervejas artesanais. O uso do mel nas formulações das cervejas promoveu uma maior acidez e um maior valor de açúcares totais residuais nas bebidas. Estudos de novas proporções do adjunto na formulação devem ser feitos para evitar possível inibição por excesso de substrato, levando a uma bebida com maior teor alcoólico. O uso de mel de diferentes floradas interferiu na cor das bebidas, conferindo menor luminosidade e tons mais amarelados.

## Craft beer production using honey of different flowerings as adjunct

### ABSTRACT

With the increasing consumption of craft beers, the use of different adjuncts is gaining prominence. Honey, because it has high content of fermentable sugars and flavorings can be an ideal agent in brewing. The objective of this work was to produce beers elaborate with honeys of different flowerings, as brewer's adjuncts and determine the physicochemical characteristics of honey and beer in order to verify the influence of the adjunct in the final product. Four beer formulations were produced: control (C), with wild honey beer (CS), beer with Japanese grape honey (CJ) and beer with eucalyptus honey (CE). The different types of honey showed values within the standards established by Brazilian law, except for the diastase activity in eucalyptus honey and wild honey, with 5.7 and 3.4 on the scale of Göthe, respectively, and hydroxymethylfurfural above of 15 mg/kg. The beers with honeys of different flowerings showed significant differences between them for to dry extract and residual sugar. The alcohol content values were between 3.4% and 4.2%, the latter being for beer control. The color of the beer was influenced by honey, with the values for a\* and b\* statistically different. Honey is an adjunct that can be used in beer production, but more studies must be performed to optimize the concentrations of each type of honey to be used.

**KEYWORDS:** physicochemical characteristics, wild honey, Japanese grape honey, eucalyptus honey.



## REFERÊNCIAS

ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba**. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato-CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol 6, n. 1, p. 51-55, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 16th ed. Arlington: A.O.A.C., 1995.

BÁREZ, J. A. G.; GARCIA-VILLANOVA, R. J.; GARCIA, S. E.; PALÁ, T. R.; PARAMÁS, A. M. G.; SÁNCHEZ, J. S. Geographical discrimination of honeys through the employment of sugar patterns and common chemical quality parameters. **European Food Research and Technology**, v. 210, p. 437-444, 2000.

BARTH, O. M. Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. **Revista Mensagem Doce**, n.81, 2005.

BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, vol. 38, n. 2, p. 565-567, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7797>>. Acesso em set. 2015.

BRASIL. Presidência da República. **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**. 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: out. de 2015.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. **Malts, adjuncts and supplementary enzymes**. Brewing: Science and Practice. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004.

BRUNELLI, L. T. **Produção de cerveja com mel: características físico-químicas, energética e sensorial**. 103 f. Dissertação - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, 2012.

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.

CAMARGO, R. C. R.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; WOLFF, L. F. **Mel: características e propriedades**. Embrapa Meio-Norte. 2006. Disponível em: [http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/documentos/2006/doc\\_150.pdf](http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/documentos/2006/doc_150.pdf)

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz de Almas: Universidade Federal da Bahia. Série Meliponicultura, 2005.

CHIAPETTI, E.; BRAGHINI, F. **Comparação das características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*)**. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **CAC/VOL III**, Suppl. 2. ed. 1. Rome:FAO/WHO, 1989.

CORINGA, E. A. O.; KONDO, D. B.; MENDES, C. R. J.; SANTOS, M. R. E. Qualidade físico-química de amostras de méis produzidos no Estado do Mato Grosso. **APL Apicultura**. Cuiabá, 2009.

CURI, R. A.; VENTURINI FILHO, W. G.; NOJIMOTO, T. Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte: análises físico-química e sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 106-112, 2009.

FALLICO, B.; ZAPPALÀ, M.; ARENA, E.; VERZERA, A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, v.85, n.2, p. 305-313, 2004.

FERREIRA, A. S.; BENKA, C. L. **Produção de cerveja artesanal a partir de malte germinado pelo método convencional e tempo reduzido de germinação**. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Francisco Beltrão, 2014.

FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.

GLEITER, R. A.; HORN, H.; ISENGARD, H-D. Influence of type and state of crystallization on the water activity of honey. **Food Chemistry**, v. 96, n. 3, p. 441-445, 2006.

HARDWICK, W.A. **Handbook of brewing**. New York: Marcel Dekker, 1995.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

KUNZE, W. **Tecnología para cerveceros y malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006.

MANSANO, A. R. **Produção de cerveja, utilizando méis de diferentes origens botânicas como adjuntos**. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - Botucatu, 2010.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. A produção de cerveja no Brasil. **Revista Hestia Ciência, Tecnologia, Inovação e Oportunidade**, v. 1, n. 1, p. 21-29, 2011.

MELNIKOV, G. M. D. **Fermentação primária para produção de cervejas de altas densidades por processo contínuo utilizando leveduras imobilizadas em bagaço de malte**. LORENA, 2007. 143p. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) – Universidade de São Paulo, Lorena.

MARQUES, P. R. B. DE O.; YAMANAKA, H. Biossensores baseados no processo de inibição enzimática. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1791-1799, 2008.

MELO, Z. F. N.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C. Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 1, p. 89-99, 2003.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises do mel: revisão. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.7-14, 2009.

MOURA, S. G. **Boas Práticas Apícolas e a Qualidade do Mel de Abelhas**. 76 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Piauí - Teresina, 2010.

NACHEL, M. **Cerveja para leigos**. Alta Books: Rio de Janeiro, 2014.

NEIRO, E. S.; NANNI, M. R.; ROMAGNOLI, F.; CAMPOS, R. M.; CEZAR, E.; CHICATI, M. L.; OLIVEIRA, R. B. Análise de cor de para discriminação de seis variedades de cana-de-açúcar em quatro épocas de colheita no ano. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Foz do Iguaçu, Brasil: Anais p. 274-281, 2013.

OLIVEIRA, M.; FABER, C. R.; PLATA-OVIEDO, M. S. V. Elaboração de cerveja artesanal a partir da substituição parcial do malte por mel. **Brazilian Journal of Food Reserach**, v. 6, n. 3, p. 01-10, 2015.

OLIVER, G. **A mesa do Mestre-Cervejeiro**. São Paulo: Senac, 2012.

OSACHLO, L. **Aplicação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle no processamento industrial de mel de abelhas (*Apis mellifera*)**. 67 f. Monografia (Especialização) - Universidade de Brasília, Brasília. 2004.

PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C. R.; VILELA, S. L. O. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio Norte. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/mel.htm>. Acesso em: 22 out. 2015.

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 80–90, 2010.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 2/3, p. 260-265, 2004.

SILVA, I. R.; BANDEIRA, M. L. S. F. Caracterização dos méis de abelha *Apis Mellifera* produzidos no extremo sul da Bahia. **Revista Eletrônica Multidisciplinar Pindorama do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia**, n.2, p. 1-15, 2012.

SILVA, R. A.; AQUINO, I. S.; RODRIGUES, A. E.; SOUZA, D. L. Análise físico-química de amostras de mel de abelhas Zamboque (*Frieseomelitta Varia*) da Região do Seridó do Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4; n. 4, p. 70–75, 2009.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. Composição e Propriedades Terapêuticas do Mel de Abelha. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n. 1, p.113- 120, 2006.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.

SMITH, B. **Brewing beer with honey**. 2009. Disponível em <http://beersmith.com/blog/2009/09/05/brewing-beer-with-honey/>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SOUSA, W.J.B. **Análise físico-química de cervejas**. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande, 2009.

TERRAB, A.; DÍEZ, M. J.; HEREDIA, F. J. Palynological physicochemical and colour characterization of Moroccan honeys. II. Orange (*Citrus* sp.) honey. **International Journal of Food Science and Technology**, v.38, n. 4, 387-394, 2003.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de cerveja**. Jaboticabal: Funep, 2000.

VENTURINI FILHO, W.G. **Bebidas Alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.

VENTURINI FILHO, W.G.; CEREDA, M.P. Cerveja. In: BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; 448 ALMEIDA LIMA, U.; AQUARONE, E. (Org.). **Biotechnologia Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

**Recebido:** 14 mar. 2016.

**Aprovado:** 16 mai. 2017.

**DOI:** 10.14685/rebrapa.v8n1.3812

**Como citar:**

KEMPA, A. P.; THOMÉ, B. C.; DE CONTO, R. M. Produção de cerveja artesanal tipo ale utilizando mel de diferentes floradas como adjunto. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n.1, p. 105-125, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

Aniela Pinto Kempa.

Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil.

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

