

Elaboração de Cerveja Artesanal a Partir da Substituição Parcial do Malte por Mel

^{1,*} Mariana Oliveira, Carolina Rocha Faber, Manuel Salvador Vicente Plata-Oviedo

¹ Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, Paraná – Brazil

* maryy_2106@hotmail.com

Resumo: Nos últimos anos, duas tendências têm se destacado no universo cervejeiro: a obtenção de cervejas a partir de mostos concentrados e a elaboração de cervejas utilizando adjuntos especiais, os quais podem aromatizar ou não as mesmas, visando a obtenção de atributos sensoriais singulares nos produtos obtidos. O mel de *Apis mellifera*, constitui-se em matéria-prima bastante favorável à fermentação alcoólica por ser rica em carboidratos, minerais e apresentar baixa acidez. O presente trabalho teve por objetivo elaborar cerveja artesanal, empregando o mel como substituinte parcial do malte e como aromatizante natural de cervejas artesanais. Foram elaboradas quatro formulações diferentes de cerveja, sendo uma isenta de substituição do malte por mel e outras três formulações, com respectivamente 10%, 20% e 30% de mel. Com base nos resultados observados concluiu-se que o uso do mel nos três níveis de substituição permitiu a obtenção de cervejas de maior teor alcoólico (5,21, 5,76 e 5,57 % v/v) em relação a cerveja convencional (4,86%, v/v). De acordo com os testes sensoriais a bebida se mostrou com potencial de consumo, já que as cervejas apresentaram características distintas e as amostras contendo mel foram as mais aceitas. Tendo em vista que este tipo de cerveja não é tradicionalmente consumida no Brasil, este trabalho visa ampliar conhecimentos científicos na área de tecnologia de fabricação de cervejas de mel, já que o assunto é de grande relevância para ampliar o mercado deste produto.

Palavras-chaves: Cerveja artesanal; mel; açúcares; análise sensorial, substituição..

Craft Beer elaboration from partial replacement of malt by honey: In recent years, two trends has excelled in the universe Brewer: getting beer from concentrated musts and the elaboration of beer using special assistants, which may or not aromatize the same, in order to obtain unique sensory attributes in products obtained. The honey of *Apis mellifera*, is raw material quite favorable to the alcoholic fermentation for being rich in carbohydrates, minerals and low acidity. The present study aimed to develop artisanal beer, using honey as malt and partial substituent as natural flavouring of craft beers. Four different formulations were made of beer, being a replacement for malt-free honey and three other formulations, with respectively 10%, 20% and 30% of honey. Based on the results observed it was concluded that the use of honey in the three levels of substitution allowed obtaining higher-alcohol beers (5.21, 5.76 and 5.57% v/v) in respect of conventional beer (4.86%, v/v). According to the sensory tests the drink proved with consumption potential, since the beers showed distinct features and samples containing honey were the most accepted. Considering that this type of beer is not traditionally consumed in Brazil, this work aims to broaden scientific knowledge in the area of manufacturing technology of honey beers, since the subject is of great importance to enlarge the market of this product.

Keywords: artisanal Beer; Honey; Sugars; Sensory analysis, Replacement.

Recebido: 2 de Fevereiro de 2015; aceito: 8 de Maio de 2015, publicado: 17 de Dezembro de 2015.
DOI: 10.14685/rebrapa.v6i3.3475

INTRODUÇÃO

A legislação brasileira define cerveja como sendo a bebida carbonatada obtida pela fermentação alcoólica de mosto oriundo de malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 1997). Durante a fabricação, podem ser adicionados adjuntos que são definidos como matérias-primas ricas em carboidratos que substituem parcialmente o malte. São utilizados para melhorar a qualidade físico-química e sensorial da cerveja acabada (VENTURINI FILHO, CEREDA, 1996).

O sabor da cerveja é determinado pela matéria-prima, pelo tipo de processo e pela levedura utilizada, além dos compostos produzidos durante a fermentação e maturação, que exercem maior impacto. As denominações comumente usadas no meio cervejeiro para designar a cerveja quanto a fermentação são de baixa fermentação (*bottom*) e de alta fermentação (*top*). A levedura de baixa fermentação é a responsável pela produção da cerveja Pilsen, a mais consumida no Brasil (VENTURINI FILHO, CEREDA, 1996). As cervejas fabricadas com leveduras de alta fermentação genericamente são classificadas de tipo Ale (AQUARONE, BORZANI, SCHIMIDELL, LIMA, 2001).

No atual mercado massificado, as cervejas das várias cervejarias existentes ficaram largamente intercambiáveis. A grande parte dos consumidores sente que as cervejarias fazem cervejas com uma qualidade igualmente boa. Elas são produzidas com o mesmo malte e matérias-primas de boa qualidade e com “água tratada”. Como a cerveja tem essa qualidade uniforme, o consumidor de cerveja não corre nenhum risco quando compra o produto em uma mesma base de valor. Porém muitos apreciadores já não sentem que a cerveja é um produto individual, produzido com matérias-primas providas pela natureza e preparada com perícia, baseada em receitas que datam de vários séculos atrás. Os consumidores têm a sensação de estar perdendo a característica da individualidade, ou seja, de a cerveja ter sido elaborada com características ímpares, assim

como tem sido feita há centenas e, por que não, milhares de anos (TSCHOPE, 2001).

Devido a esses e muitos outros fatores, os apreciadores de uma boa cerveja tendem a procurar as microcervejarias, tentando encontrar uma cerveja elaborada com a intenção de agradar exclusivamente, a seu paladar, com uma receita única e um sabor totalmente diferenciado (TSCHOPE, 2001).

Para essa elaboração, são utilizados os adjuntos que servem como fonte de carboidratos não malteados de composição e propriedades adequadas ao uso como matérias-primas complementares para o principal componente, o malte. E este adjunto pode ser o mel.

O mel é uma substância viscosa, aromática e açucarada obtida a partir do néctar das flores e/ou exsudatos sacarínicos que as abelhas melíferas produzem. Os principais componentes do mel são os açúcares, sendo que os monossacarídeos frutose e glicose representam 80% da quantidade total. Já os dissacarídeos sacarose e maltose somam 10%, tornando-se um bom produto para ser usado na elaboração de bebidas fermentadas (EMBRAPA, 2006).

O presente estudo objetivou avaliar as características físico-químicas de cervejas elaboradas com diferentes teores de mel e o nível de aceitação desses produtos através de análises sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das Amostras

As matérias-primas usadas na produção de cerveja foram água (isenta de cloro, proveniente de poço artesiano que abastece a Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Campus* Campo Mourão), malte (Malte Pilsen Holandês), lúpulo aromático (lúpulo Saaz pellet 2,5% alfa ácido), lúpulo amargor (lúpulo Gallena pellet 12,5% alfa ácidos), levedura (fermento cervejeiro de alta fermentação - Fermentis S-04), clarificante (Whirlfloc - base carragena), mel

(comercializada com a marca MEL – sabor das flores, 80,5% de sólidos solúveis).

Obtenção das cervejas

Foram elaborados quatro tratamentos de cerveja, três deles utilizando mel como substituto parcial do malte, e um tratamento isento de mel. Tais tratamentos estão descritos na Tabela 1. Seguiu-se então a metodologia descrita por Plata-Oviedo (2010) com algumas alterações devido às diferenças de formulação.

O malte seco em grão (6 kg) foi moído em moinho de disco até a granulometria desejada (aparência de trigo moído para kibe) e, na seqüência foi feita a mosturação, que se baseou em depositar 24 litros de água potável sem cloro em uma panela de inox, adicionando lentamente o malte moído, sempre agitando com uma colher de inox. Com isso, iniciou-se o aquecimento até 60°C, onde a mistura foi mantida sob agitação branda por 20 minutos. Esta etapa objetivou privilegiar a ação da beta amilase, para produzir maltose.

Após aguardar o tempo determinado a temperatura de 60°C, o aquecimento aumentou até atingir 70°C por 1 hora, sempre sob constante agitação. Esta etapa serviu para favorecer a alfa amilase que produziu dextrina (responsável pelo corpo da cerveja). Em outra panela, 18 litros de água foram aquecidos a 76°C.

Ao terminar os 60 minutos, elevou-se a temperatura para 76°C por 10 minutos, ocorrendo a inativação das enzimas alfa e beta amilase.

O mosto foi separado do bagaço de malte por processo convencional de filtração e a torta de filtro lavada com 18 litros de água aquecida a 76°C.

Foram preparadas três formulações contendo mel, onde 10, 20 e 30% do volume do mosto (12°Brix) foram substituídos por iguais volumes de solução de mel (12°Brix). A formulação controle não foi adicionada mel (Tabela 1).

Tabela 1- Formulações utilizadas na fabricação da cerveja artesanal utilizando mel como substituto parcial do malte, ambos a 12°Brix.

Formulação	Extrato de malte	Solução de mel
1 – (0%)	8 litros	-
2 – (10%)	7,2 litros	0,8 litro
3 – (20%)	6,4 litros	1,6 litros
4 – (30%)	5,6 litros	2,4 litros

Os quatro recipientes contendo a mesma quantidade de líquido (8 L) foram submetidos à fervura por 20 minutos, visando a precipitação das proteínas. Na continuação iniciou-se o processo de lupulagem ao adicionar em cada formulação 5 g de lúpulo tipo amargor. Este ponto foi considerado o tempo zero da lupulagem. Com isso, marcou-se 50 minutos de fervura e 6 g de lúpulo tipo aromático foram adicionados a cada mosto no final da ebulição e, aos 55 minutos acrescentou-se 0,27g de carragena e deixou-se ferver até os 65 minutos e o fogo foi desligado.

Terminada a fervura – lupulagem, o mosto foi agitado por 5 minutos de forma circular para formar um redemoinho que proporcionou que as proteínas coaguladas sedimentassem no centro da panela. Após esta etapa o mosto permaneceu em repouso por 20 minutos.

Em seguida efetuou-se a extração do mosto limpo através de um sistema de sucção por meio de um sifão acoplado a uma mangueira de silicone, cuidadosamente retirando somente o mosto acima da camada de proteínas precipitadas (trub). O filtrado seguiu diretamente para o balde fermentador. A borra residual no fundo da panela foi filtrada com o uso de filtros de papel. O filtrado recuperado foi depositado no balde fermentador. O teor de sólidos solúveis do extrato foi corrigido para aproximadamente 14°Brix em cada tratamento, mediante adição de água potável sem cloro.

Os mostos foram rapidamente resfriados ao colocar os baldes fermentadores em banho de

água com gelo. Em todos os tratamentos foram adicionados o fermento na forma de “inóculo pré-ativado” em 80 mL de solução de sacarose a 5%, na concentração de 2,87 gramas de levedura seca para 8 litros de mosto à temperatura de 25°C.

O recipiente de plástico foi tampado com um batoque hidráulico e deixado em repouso, fermentando a temperatura ambiente (23 a 28°C) durante sete dias no laboratório, em local com baixa luminosidade. Após isso, os recipientes foram colocados dentro de uma geladeira regulada a 12°C e ficaram descansando por 14 dias.

No engarrafamento, as garrafas, previamente lavadas e sanitizadas com vapor, receberam 10,0 mL de solução de açúcar comercial (0,48 g/mL) previamente fervida e resfriada. Em seguida as garrafas foram posicionadas na torneira (recipiente de plástico fermentador) e preenchidas até 4,0 a 4,5 mL antes do gargalo. Para a carbonatação, as garrafas foram armazenadas de pé em local com pouca luminosidade e temperatura ambiente, durante 4 dias e mais 3 dias em estufa aquecida à temperatura de 28°C para que completasse a carbonatação. Após este prazo, as cervejas foram guardadas na geladeira a temperatura de 5°C à espera das análises.

Metodologias de Análises

Análise físico-química

Para as análises físico-químicas as amostras foram descarboxatadas e realizadas seguindo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

Análise de pH

Os valores de pH das formulações foram determinados utilizando-se um pH-metro.

Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (°Brix) da cerveja foi determinado com auxílio de um refratômetro.

Extrato real

O extrato real foi resultado da pesagem do resíduo seco de um volume de 10 mL de cerveja submetido a evaporação.

$$\frac{100 \times P}{V} = \text{extrato real \% m/v}$$

V

Onde: P = massa do resíduo, em g

V = volume da amostra, em mL

2.3.1.4 Extrato primitivo

O extrato primitivo em cervejas foi obtido por meio de cálculo envolvendo os valores de teor alcoólico e extrato real.

$$\text{EP, em \% m/m} = \frac{[(P \times 2,088) + \text{Er}] \times 100}{[100 + (P \times 1,066)]}$$

Sendo EP = Extrato primitivo;

Cálculo

P =% de álcool em peso

Er =% de extrato real

Grau real de fermentação

Para o grau real de fermentação, foi feito cálculo baseado na porcentagem de álcool e extrato primitivo.

$$\text{Grau de fermentação} = \frac{100 \times A \times 2,0665}{C}$$

Cálculo

A =% de álcool em peso

C =% de extrato primitivo

Teor alcoólico

O teor de alcoólico das cervejas foi determinado pela técnica de crioscopia (PLATA-OVIEDO, 2009). Inicialmente 50 mL de cerveja

previamente descarbonatada foram destilados até completar um volume aproximado de 90 mL. A seguir o destilado foi aferido com água destilada a 100 mL usando um balão volumétrico de 100 mL. Para a determinação do ponto de congelamento 10 mL do destilado foram diluídos até um volume final de 25 mL. Neste caso o fator de diluição de amostra foi cinco. O ponto de congelamento da amostra diluída foi determinado em aparelho Crioscópio MC 5400.

O teor alcoólico das cervejas foi quantificado através da equação da curva de calibração, mostrada abaixo, que relaciona o teor de etanol (%v/v) com o descenso no ponto de congelamento. A curva de calibração foi elaborada com teores etanol de 0,8 a 2,8% v/v.

$$\% \text{Etanol (v/v)} = [(2,944467 \times \Delta t \text{ } ^\circ\text{H}) + 0,021435] \times \text{fator de diluição } r^2=0,9989 \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: $\Delta t^\circ\text{H}$ = diminuição do ponto de congelamento

Acidez

A análise de acidez total foi realizada através de técnica de titulação com solução de NaOH 0,1N. O cálculo utilizado para a obtenção do resultado foi:

$$\text{Acidez total em g de ácido acético em 100 mL} = \frac{n \times M \times f \times MM}{10 \times V}$$

Cálculo

n = volume gasto na titulação da solução de hidróxido de sódio, em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

MM = massa molar do ácido acético (60g)

V = volume tomado da amostra, em mL

Análise Sensorial

Utilizou-se teste de ordenação para verificar a preferência dos consumidores. Para realizar a ordenação os avaliadores deveriam observar as seguintes características específicas das cervejas: cor, sabor e aspecto global.

As formulações estudadas foram realizadas em escala laboratorial por 50 provadores não treinados, 18 a 50 anos, de ambos os sexos.

As amostras foram servidas em copos descartáveis contendo um volume de aproximadamente 50 mL de líquido com espuma e, codificados com três dígitos extraídos de uma tabela de números aleatórios e apresentadas simultaneamente aos provadores seguidos de um modelo de ficha individual para preenchimento solicitado a ordená-las em seqüência 1º, 2º 3º e 4º lugar de acordo com a preferência. Foi fornecido água em copos descartáveis e biscoito para que os provadores limpassem o palato a cada nova cerveja testada.

Juntamente com esse teste pediu-se ao avaliador que também desse uma nota quanto a sua intenção de compra para cada produto.

Os julgadores participantes foram estudantes, professores e funcionários do *Campus* da UTFPR – Campo Mourão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises Físico-Químicas

Os valores apresentados na tabela 2, representam as médias de três repetições para cada uma das quatro formulações de cervejas elaboradas com formulação padrão (puro malte), com 10, 20 e 30% de substituição do malte por mel, respectivamente.

O resultados obtidos das análises dos sólidos solúveis ($^\circ\text{Brix}$), o pH, extrato real, extrato primitivo, grau real de fermentação, teor alcoólico e acidez total, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças das médias comparadas através do teste de

Tukey em nível de 5% de probabilidade para verificar possível diferença entre as cervejas.

Tabela 2- Resultados de análises físico-químicas de cervejas com substituição do malte por mel e da formulação controle.

Análise	Amostras			
	* 01	*♣02	*♣03	*♣04
pH	4,49 ^a	4,44 ^a	4,37 ^{ab}	4,26 ^b
Brix ° final	6,75 ^a	6,08 ^b	6,0 ^b	6,08 ^b
Extrato real (% m/v)	5,16 ^a	4,45 ^{ab}	4,01 ^b	3,96 ^b
Extrato primitivo (%m/m)	15,7 ^b	16,8 ^{ab}	18,4 ^a	17,8 ^{ab}
Grau real de fermentação	63,8 ^c	64,2 ^b	64,42 ^a	64,49 ^a
Teor alcoólico (%v)	4,9 ^b	5,2 ^{ab}	5,8 ^a	5,6 ^a
Acidez (g. ác. acético/ 100mL)	0,11 ^a	0,1 ^a	0,11 ^a	0,11 ^a

* Amostra 100% malte, com valor médio de três determinações.

♣ Amostras 02, 03 e 04, substituição, respectivamente, de 10, 20 e 30% do volume do mosto de malte (12 °Brix) por um volume equivalente de solução de mel de 12 °Brix.

Análise de pH

De acordo com Compton (1978), a cerveja deve apresentar o pH dentro da faixa de 3,8 a 4,7 para ser considerada normal. A produção de ácidos orgânicos durante a fermentação alcoólica é responsável pela queda de pH observada entre o mosto e a cerveja (REINOLD, 1997).

Os resultados obtidos mostraram que ao aumentar a quantidade de mel na fabricação de cerveja, o pH decresce e, isso ocorreu porque o

mel apresenta-se levemente ácido com o valor de pH entre 3,5 – 4,0 (WILSON, 2011). E, segundo Venturini Filho (2000) há uma tendência de queda de pH para cervejas produzidas com adjunto em relação às puro malte.

A análise estatística demonstrou que houve interferência da concentração do mel nos valores de pH, onde a formulação contendo 30% de mel foi a que mais diferiu das outras, ficando semelhante com a formulação de 20%. Mesmo assim todas as formulações se apresentaram dentro do padrão, levando à concluir que a adição de mel pode ajudar na conservação da cerveja, pois com o pH mais baixo a proliferação de microrganismos também diminui (WILSON, 2011), e sem comprometer as características da cerveja.

Teor de sólidos solúveis (°Brix final)

Para que a elaboração das cervejas fosse iniciada de forma equivalente, o teor sólidos do extrato foi corrigido para 14°Brix em cada tratamento, mediante adição de água potável sem cloro. Normalmente, essas são fabricadas com mostos a 12°Brix, pois este teor é o indicado para a obtenção de cerveja considerada como “comum” pela legislação brasileira em vigor (BRASIL, 1997).

Em relação ao °Brix final, Compton (1978) diz que valores de 2,0 – 4,8°Brix estão dentro dos limites. Os resultados medidos ficaram acima do estabelecido em todas as formulações. Essa ocorrência pode ser resultado do °Brix inicial que foi ajustado em valores mais altos. Outra hipótese, segundo SANTANA (2003) é a alta atividade enzimática do malte, demonstrando a ocorrência da hidrólise. Esse fato pode ter acontecido no estágio de aquecimento do mosto a 70°C produzindo uma maior quantidade de dextrinas que não são fermentescíveis aumentando desta maneira o teor final de sólidos solúveis (°Brix) da cerveja.

Foi percebido também que as formulações apresentaram diferenças significativas entre si, onde a formulação 01 (puro malte) obteve a

maior quantidade de sólidos solúveis, diferenciando-se das amostras com substituição de malte por mel que ficaram semelhantes entre si.

Extrato real

Segundo Aquarone *et al* (2001), as cervejas de baixa fermentação apresentam valores de extrato real de 3,7 a 4,8%. Nas cervejas obtidas no presente trabalho os valores de extrato real variaram de 3,9 a 5,19%. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1997), o percentual de extrato real indica a quantidade de ingredientes não transformados em álcool que são encontrados na cerveja depois da fermentação. São eles que proporcionam corpo, cor, estabilidade da espuma e sabor à cerveja.

Foi observado que a adição de mel causou uma diminuição dos valores de extrato real nas formulações, onde o controle foi maior (5,19%) do que o limite superior (4,8%) preconizado por Aquarone *et al* (2001). Não houve diferença significativa entre a formulação controle e a com 10 % de mel. As formulações com 20 e 30% de mel, todavia apresentaram extrato real significativamente menor do que a formulação controle, sendo que para estas, o valor estava dentro dos limites normalmente aceitos para cervejas.

O resultado acima do esperado para a amostra controle pode ser explicado pela quantidade de malte que é maior, o que aumenta o teor de sólidos solúveis não fermentescíveis, enquanto que nas outras formulações a substituição parcial do malte por mel aumenta o teor de sólidos fermentescíveis. O valor de °Brix esta diretamente relacionado ao percentual de extrato real (SLEIMAN, 2006), observando-se que a formulação controle apresentou em relação as outras os maiores valores de °Brix (6,75) e extrato real (5,16%).

Extrato primitivo

O extrato primitivo mede a quantidade de substâncias dissolvidas (extrato) do mosto que dão origem à cerveja (CARVALHO, 2007). De acordo com o teor do extrato primitivo as cervejas podem ser classificadas em leve (5 a 10,5%), comum (10,5 a 12,5%), extra (12,5 a 14%) e forte ($\geq 14,5\%$) (BRASIL, 1997).

Baseado nos valores de extrato primitivo obtidos na Tabela 1, pode-se dizer que todas as formulações se classificam como forte, sendo que as mesmas diferiram entre si. A amostra 100% malte foi a que ficou com o percentual mais baixo (15,74%), porém não diferindo ($p>0,05$) das amostras com 10 e 30% de substituição do malte e diferindo da amostra com 20% de substituição do malte por mel. As cervejas elaboradas em substituição do malte por mel de abelha em teores de 10, 20 e 30% apresentaram teores de extrato primitivo, respectivamente de 16,78, 18,43 e 17,84 % que não diferiram entre si ($p>0,05$).

Como a taxa de extrato primitivo se refere à quantidade de ingredientes diferentes da água utilizados na preparação da cerveja, inclusive ao carboidrato (açúcar), percebe-se através dos resultados que a adição de mel aumentou o extrato primitivo, em relação a formulação controle.

Outro dado que deve ser observado é o teor alcoólico, pois quanto maior a % de álcool, igualmente aumenta o extrato primitivo.

Grau real de fermentação

Segundo Nielsen e Erdal (2005), as cervejas apresentam grau de fermentação entre 65 e 85%. Os resultados estatísticos obtidos das cervejas apontam que todas as formulações ficaram abaixo do padrão. A substituição do malte por mel causou interferência no grau de fermentação em relação a formulação 01 (puro malte), indicando que o mel é uma boa fonte de açúcares fermentescíveis.

Em teoria, a cerveja elaborada com isenção de mel pode ter ficado com a taxa de fermentação abaixo do esperado, provavelmente por conter mais malte, o que causou um aumento no extrato real e, conseqüentemente, uma diminuição no grau de fermentação (BOTELHO, 2009).

Teor alcoólico

A partir do teor alcoólico as cervejas podem ser classificadas em sem álcool (< 0,5%), baixo teor alcoólico (0,5 a 2,0%), médio teor alcoólico (2,0 a 4,5%) e alto teor alcoólico (4,5 a 7,0%) (BRASIL, 1997).

Os cálculos realizados mostraram que houve diferença significativa entre as amostras. Apesar de todas ficarem na classificação de alto teor alcoólico, as cervejas elaboradas contendo mel apresentaram maior concentração de álcool que a puro malte, que não diferiu somente da amostra 02 (10% de mel).

Como citado acima, o teor alcoólico esta relacionado com a maioria das características da cerveja, como a quantidade de sólidos solúveis, pois quanto mais álcool a levedura produzir, mais sólidos consumirá, diminuindo o °Brix (BOTELHO, 2009). No caso do extrato real e primitivo ocorre o contrário, pois esses valores que aumentam.

Acidez

A acidez total das cervejas se situa dentro dos valores de 0,09 a 0,15% para cervejas de baixa fermentação (lager) (COMPTON, 1978). Para estes parâmetros não se observou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, onde todas as cervejas se mantiveram dentro do padrão.

O responsável pela acidez da cerveja é o ácido carbônico, resultante da reação entre o CO_2 e a H_2O , que eleva a acidez da bebida, podendo ser responsável pelo aumento da acidez nas cervejas mais carbonatadas. A maioria dos ácidos presentes na cerveja já existe no mosto, porém

em proporções distintas, e suas concentrações variam em função da matéria-prima, da variedade do malte e das condições de maltagem (VENTURINI FILHO, 2000).

Análise Sensorial

Os resultados obtidos da análise sensorial foram feitos com base na tabela de Newel e MacFarlane, onde foi observado que o número tabelado de valor crítico para comparação com os módulos das diferenças entre as somas das ordens ao nível de 5% de significância é 34. A Tabela 3 apresenta os resultados do teste de preferência.

Tabela 3 - Resultado da análise sensorial do teste de ordenação de preferência.

Formulações	Médias
A2	139 ^a
A3	128 ^a
A4	124 ^a
A1	109 ^a

^a Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, $p > 0,05$.

Observando a Tabela 3, têm-se os resultados do teste de ordenação para verificar a preferência dos consumidores em relação aos atributos cor, sabor e aspecto global das formulações estudadas. Baseado nisso, a análise estatística não aponta diferença significativa entre as cervejas elaboradas. Mesmo assim, a formulação contendo 10% de mel foi a mais pontuada, seguindo da amostra 03 (20% de mel) e a amostras 04 (30% de mel). A amostra 01 (puro malte) foi considerada a menos preferida. A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de intenção de compra.

Tabela 4 - Resultado da análise sensorial do teste de intenção de compra.

Formulacões	Médias
A1	3,46 ^b
A2	4,54 ^a
A3	4,04 ^a
A4	4,38 ^a

^a Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, $p > 0,05$.

Para este teste, foi solicitado aos provadores que atribuíssem uma nota para cada cerveja avaliada de acordo com a escala de 5 pontos, onde a nota 5 = Certamente eu compraria e a nota 1 = Certamente eu não compraria. De acordo com a maioria dos provadores as cervejas eram diferentes, mas estavam mais fortes do que as cervejas comerciais e, em alguns casos um pouco mais amargas.

Mesmo assim, a avaliação estatística estabeleceu uma média razoável, em que houve diferença significativa na intenção de compra e a formulação contendo 10% de mel foi a que recebeu a maior nota, seguindo da amostra 04 (30% de mel) e a amostras 03 (20% de mel), que obtiveram semelhança. A amostra 01 (puro malte) novamente foi teve nota menor, diferindo das outras ao nível de 5% de confiança.

CONCLUSÃO

As análises físico-químicas mostraram que essa substituição pode ser favorável ao processo, sem prejudicar as características organolépticas da cerveja. Entretanto, o custo de produção da bebida sofreria pequena elevação, pois o mel tem um valor de mercado mais alto que o malte. Por outro lado aplicação pode ser uma das alternativas para agregar maior valor ao mel,

que no Brasil é pouco consumido e é vendido em sua grande parte ainda *in-natura*.

O uso do mel nos três níveis de substituição permitiu a obtenção de cervejas de maior teor alcoólico (5,21, 5,76 e 5,57 % v/v) em relação a cerveja convencional (4,86%, v/v). E de acordo com os testes sensoriais a bebida mostrou boa aceitação do público, já que não houve diferença significativa de preferência entre as formulações contendo mel e a formulação padrão. Adicionalmente, as formulações contendo mel tiveram maior intenção de compra em relação à formulação padrão.

De acordo com os dados experimentais obtidos durante a realização deste trabalho, pode-se concluir que a substituição parcial malte por mel torna as cervejas atrativas e que pode ser explorado por microcervejarias que visem ofertar um produto singular e com personalidade para um público consumidor de cervejas especiais.

REFERÊNCIAS

AQUARONE, E. BORZANI, W. SCHIMIDELL, W. LIMA, U. de A. **Biociência industrial: vol 4 – Biociência na produção de alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher, 2001. 533p.

BOTELHO, B. G. **Perfil e teores de aminos bioativas e características físico-químicas em cervejas**. 2006. 75 f. Dissertação de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos - Universidade Federal de Minas Gerais. Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG, 2009.

BRASIL. Decreto n. 2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a lei n 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 5 set. 1997.

COMPTON, J. Beer quality and taste methodology. In: BRODERICK, H. M. (Ed.) **The practical brewer: a manual for the brewing**

industry. 2 ed. Madison: MBAA, 1978. cap.15, p.288-308. p.288-308.

CARVALHO, L. G. **Produção de cerveja**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007. (Dossiê Técnico). Disponível em:< <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>>. Acesso em: 10 maio 2011.

EMBRAPA: **Tecnologia para Obtenção Artesanal de Hidromel do Tipo Doce**. Belém, PA, 2006.

IAL-INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v.1, 1985.

NIELSEN, H.; ERDAL, K. The degree of fermentation. **Scandinavian brewers review**. Vol 63, n. 3, p 34-39, 2005.

PLATA-OVIEDO, M. **Métodos de quantificação de etanol em destilados pelo método crioscópico**. Técnica de laboratório – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão: UTFPR, 2009.

PLATA-OVIEDO, M. **Fabricação de cerveja artesanal** In: minicurso de fabricação de fabricação de cerveja artesanal – SIMTEA II. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2010.

REINOLD, M. R. **Manual prático de cervejaria**. São Paulo: Aden Editora, 1997.

SANTANA, J. C. C. **Recuperação das enzimas α -amilases em sistema bifásico aquoso PEG/CaCl₂ para uso como biocatalizador amiláceos**. Campinas SP, FEQ/ UNICAMP, 2003. (Dissertação de Mestrado)

SLEIMAN, M. Determinação do percentual de malte de cevada em cervejas tipo pilsen utilizando os isótopos estáveis do carbono (¹³C) e do nitrogênio (¹⁵N). Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2006. (Tese de doutorado em Agronomia).

TSCHOPE, Egon Carlos. **Microcervejarias e Cervejarias: A História, a Arte e a Tecnologia**. 1.ed. São Paulo: Aden, 2001. 223p.

VENTURINI FILHO, W. G., CEREDA, M. P. **Farinhas de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja: avaliação físico-química e sensorial**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.16, n.1, p.42-47, 1996.

VENTURINI FILHO, W.G. **Tecnologia de cerveja**. Funep: Botucatu, 2000. 83p.

WILSON, T. **Produção de mel**, como tudo funciona. Disponível no site:< <http://ciencia.hsw.uol.com.br/abelha6.htm>> Acesso em maio de 2011.