

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE CERVEJA COM MEL: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS, ENERGÉTICA E SENSORIAL**

LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE CERVEJA COM MEL: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS, ENERGÉTICA E SENSORIAL**

LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

Orientador: prof. Dr. Waldemar Gastoni Venturini Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B894p Brunelli, Luciana Trevisan, 1986-
Produção de cerveja com mel : características físico-
químicas, energética e sensorial / Luciana Trevisan
Brunelli. - Botucatu : [s.n.], 2012
xi, 90 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012
Orientador: Waldemar Gastoni Venturini Filho
Inclui bibliografia

1. Cerveja. 2. Mel. 3. Cerveja - Análise sensorial. 4.
Características físico-químicas. 5. Bebida alcoólica. 6.
Fermentação. I. Venturini Filho, Waldemar Gastoni. II.
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.
III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

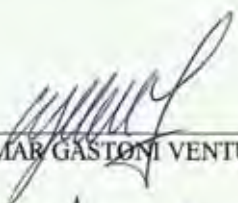
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "PRODUÇÃO DE CERVEJA COM MEL: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS, ENERGÉTICA E SENSORIAL"**

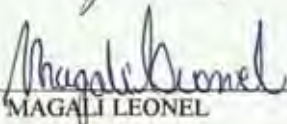
ALUNA: LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

ORIENTADOR: PROF. DR. WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO

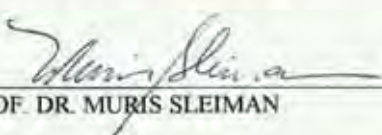
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO



PROFA. DRA. MAGALI LEONEL



PROF. DR. MURIS SLEIMAN

Data da Realização: 29 de fevereiro de 2012.

Aos meus pais

João Alberto e Sibebe

... que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, que iluminaram os meus caminhos obscuros com afeto e dedicação para que os trilhassem sem medo e cheios de esperanças, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudessem realizar os meus. Pela longa espera e compreensão durante nossas longas viagens.

DEDICO!

Às minhas irmãs,

...pelo amor, amizade e companheirismo.

OFEREÇO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, acima de tudo e de todos, agradeço a Deus e a nossa mãe “Maria”, por me acompanhar mesmo quando eu me perco nos momentos de angústia que me atormentam.

Ao meu orientador Prof. Dr. Waldemar Gastoni Venturini Filho pelo carinho, confiança, amizade, paciência e incentivo na realização deste trabalho. Muito Obrigada por fazer parte da minha vida!

À Profa. Dra. Magali Leonel e ao Dr. Muris Sleiman, pelas sugestões apresentadas na qualificação e na defesa as quais enriqueceram o trabalho apresentado.

Ao Prof. Toshio Nojimoto pela orientação nas análises estatísticas.

A minha família, presente em todos os momentos, dividindo as tristezas, “choros” e as novas conquistas. Em especial aos meus pais pela educação, respeito, perseverança, e exemplos de vida, essa conquista não seria possível sem o apoio e o amor de vocês. Muito, muito obrigada!

Às minhas irmãs Gabi (meu anjo da guarda) e Flavinha, e aos meus irmãozinhos de coração Bruno e Fabiano pela amizade, carinho e companheirismo.

Ao Laboratório de Bebidas em especial a Andressa, Maíra, Alexandre, Juliano, Bruno e Marcos, pela força e companheirismo.

As pessoas especiais que entraram na minha vida durante essa jornada: Maria Rosa (Faíska), Priscila Suman, Charleny, Maíra, Natália (Trans), Josiani, Érica (Girda), Viviane (Tadinha), André Oliveira. Muito Obrigada pela amizade! Vocês são anjinhos na minha vida.

A FAPESP, pela bolsa concedida para a realização deste trabalho (Processo nº 2009/11639-7).

Por fim a todos que participaram e contribuíram para a realização desse trabalho, mesmo em pensamentos, agradeço a força!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
CAPÍTULO I	5
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
1.1 INTRODUÇÃO.....	6
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
1.2.1 Mercado de cerveja.....	7
1.2.2 Legislação brasileira de cerveja.....	9
1.2.3 Características físico-químicas e nutricionais da cerveja	13
1.2.4 Matérias-primas cervejeiras.....	15
1.2.4.1 Água	15
1.2.4.2 Malte.....	16
1.2.4.3 Lúpulo.....	16
1.2.4.4 Adjunto	17
1.2.4.5 Mel.....	18
1.2.5 Levedura cervejeira	25
1.2.6 Processamento	25
1.2.6.1 Moagem	25
1.2.6.2 Mosturação	25
1.2.6.3 Filtração do mosto	27
1.2.6.4 Fervura.....	27
1.2.6.5 Clarificação do mosto	27
1.2.6.6 Resfriamento do mosto.....	28
1.2.6.7 Fermentação.....	28
1.2.6.8 Maturação	28
1.2.6.9 Engarrafamento	29
1.2.6.10 Pasteurização	29

1.3 REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO II.....	34
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL ..	35
2.1 INTRODUÇÃO.....	37
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
2.2.1 Planejamento experimental.....	38
2.2.2 Elaboração da cerveja.....	38
2.2.3 Análises físico-químicas.....	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
2.3.1 Análises químicas das matérias-primas.....	41
2.3.2. Análises físico-químicas do mosto	42
2.3.3 Análises físico-químicas da cerveja	45
2.4 CONCLUSÃO.....	51
2.5 REFERÊNCIAS	51
CAPÍTULO III	54
ANÁLISE ENERGÉTICA DE CERVEJA ELABORADA COM MEL.....	55
3.1 INTRODUÇÃO.....	57
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	58
3.2.1 Planejamento experimental.....	58
3.2.2 Protocolo da fabricação da cerveja.....	59
3.2.3 Análises químicas	61
3.2.4 Determinação do valor energético	62
3.3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	62
3.4 CONCLUSÃO.....	68
3.5 REFERÊNCIAS	68
CAPÍTULO IV	71
ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL	72
4.1 INTRODUÇÃO.....	74
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	76
4.2.1 Planejamento experimental.....	76
4.2.2 Elaboração da cerveja.....	76

4.2.3 Análise sensorial.....	80
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4.4 CONCLUSÃO.....	87
4.5 REFERÊNCIAS	87
CAPÍTULO IV	89
CONSIDERAÇÕES FINAIS	90

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	5
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
Tabela 1.1. Consumo mundial de bebidas por categoria.	8
Tabela 1.2. Composição das cervejas.	15
Tabela 1.3. Composição do grão de cevada e do malte.	16
Tabela 1.4. Composição básica do mel.	22
Tabela 1.5. Temperatura e pH de atenuação das enzimas durante a mosturação.	26
CAPÍTULO II.....	34
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL .	35
Figura 2. 1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.	38
Tabela 2.2. Análise do malte utilizado na fabricação das cervejas.	42
Tabela 2.3. Análise físico-química dos mostos.	42
Tabela 2.4. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para as análises químicas realizadas nos mostos.	42
Tabela 2.5. Efeito da interação das diferentes concentrações de extrato primitivo e proporções de mel no mosto na sua fermentabilidade e turbidez.....	45
Tabela 2.6. Análise físico-química das cervejas.....	46
Tabela 2.7. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para as análises químicas realizadas nas cervejas.....	47
Tabela 2.8. Efeito da interação do extrato primitivo e do mel na cor, turbidez, densidade de espuma e total de espuma das cervejas.....	50
CAPÍTULO III	52
ANÁLISE ENERGÉTICA DE CERVEJA ELABORADA COM MEL.....	53
Tabela 3.1. Composição centesimal e valor energético de cerveja comum (11°Brix), extra (13°Brix) e forte (15°Brix) por 100 gramas de bebida.	63
Tabela 3.2. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para as análises químicas e valores energéticos realizadas nas cervejas.....	64

Tabela 3. 3. Efeito do mel, do extrato primitivo e da interação nos teores de umidade e cinzas das cervejas.....	66
Tabela 3.4. Efeito do extrato primitivo, do mel e da interação no valor energético da cerveja.	67
CAPÍTULO IV	69
ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL	70
Tabela 4.1. Média das notas da análise sensorial para os atributos: aparência, aroma, sabor e avaliação global.	81
Tabela 4.2. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para os atributos: aparência, aroma, sabor e avaliação global.....	82

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II.....	34
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL .	35
Figura 3.1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.....	36
CAPÍTULO III	52
ANÁLISE ENERGÉTICA DE CERVEJA ELABORADA COM MEL.....	53
Figura 3.1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.....	59
CAPÍTULO IV	69
ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL	70
Figura 4.1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.....	76
Figura 4.2. Fluxograma da produção das cervejas.	79
Figura 4.3. Ficha do teste de escala hedônica.	80
Figura 4.4. Médias dos resultados do atributo aparência em relação à porcentagem de mel....	83
Figura 4.5. Médias dos resultados do atributo aroma. A - comparação das médias da porcentagem de mel na formulação dentro do nível de concentração de extrato no mosto. B - comparação das médias de concentração de extrato no mosto dentro do nível da porcentagem de mel na formulação.	84
Figura 4.6. Médias dos resultados do sabor em relação à porcentagem de mel.....	85
Figura 4.7. Médias dos resultados da avaliação global em relação à porcentagem de mel.....	85
Figura 4.8. Médias dos resultados do atributo avaliação global. A – comparação das médias da porcentagem de mel na formulação dentro do nível concentração de extrato no mosto. B - comparação das médias de concentração de extrato no mosto dentro do nível da porcentagem de mel na formulação.	86

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi produzir e caracterizar físico-quimicamente, energeticamente e sensorialmente cervejas elaboradas com mel.. Os ensaios de produção de cerveja foram feitos com nove tratamentos, combinação de três concentrações de extrato original no mosto (11, 13 e 15 °Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40%). O experimento foi inteiramente casualizado com duas repetições, perfazendo dezoito parcelas experimentais. A mosturação foi realizada pelo processo de infusão. O mel foi adicionado na etapa de fervura. Depois de clarificado, o mosto teve seu teor de extrato corrigido e foi inoculado com levedura de baixa fermentação. A fermentação ocorreu a 10 °C. A cerveja foi engarrafada manualmente e armazenadas em freezer à temperatura de 0 °C por 15 dias. As cervejas foram analisadas físico-quimicamente, além da quantificação dos valores energéticos. A análise sensorial foi realizada por meio do teste de escala hedônica estruturada de nove pontos. A presença de mel como matéria prima cervejeira aumenta a fermentabilidade dos mostos e das cervejas, além de favorecer a formação de CO₂ e elevar a densidade de espuma e total de espuma nas cervejas. Além disso, o mel diminui os teores de acidez total, de amargor e de turbidez, promovendo uma melhor clarificação na cerveja, em relação às cervejas puro malte. Todas as cervejas foram consideradas claras, pois a

intensidade de cor está abaixo de 20 EBC. As cervejas comuns apresentaram os menores valores energéticos em relação às cervejas fortes e as extras. A cerveja forte elaborada sem o mel na formulação apresentou o maior valor energético. Os teores de álcool, dextrina e proteína foram predominantes nos valores energéticos das cervejas. Todas as cervejas elaboradas foram aprovadas pela equipe sensorial, sendo que a presença de mel na formulação das cervejas comum (11°Brix) e extra (13°Brix) não interferiu na aceitação dos provadores para todos os atributos sensoriais avaliados. Entretanto, as cervejas fortes (15°Brix) com mel em sua composição obtiveram maior aceitação dos provadores.

Palavras-chave: bebida alcoólica, adjunto cervejeiro, valor energético e escala hedônica.

PRODUCTION OF BEER WITH HONEY: PHYSICO-CHEMICAL, ENERGY AND SENSORY CHARACTERISTICS. Botucatu, 2012. 90p.

Dissertação (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista).

Author: LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

Adviser: WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO

SUMMARY

The objective of this study was to produce and characterize physico-chemically, energetically and sensory beer made with honey. The tests of beer production were made with nine treatments, three combination of the original extract concentrations in the wort (11, 13 and 15 ° Brix) and three percentages of honey in the wort formulation (0, 20 and 40%). The experiment was completely randomized with two replications, totaling eighteen plots. The mashing process was performed by infusion. The honey was added in the boiling step. After clarified, the wort had its extract contents corrected and was inoculated with low fermentation yeast. The fermentation occurred at 10 ° C. The beer was manually bottled and stored in a freezer at the temperature of 0 °C for 15 days. The beers were physico-chemically analyzed, beyond the energy values quantification. Sensory analysis was performed by means of the nine-points hedonic scale. The presence of honey as an beer increases the musts and beers fermentability, besides encourage the CO₂ formation and increasing the foam density and total foam in beers. In addition, honey decreases the total acidity levels, bitterness and turbidity, promoting a better beer clarification, regarding to pure malt beers. All beers were considered clear, since the color intensity is below 20 EBC. The common beers had the lowest

energy value in relation to strong and extra beers. The strong beer produced without honey in the formulation had a higher energy value. The alcohol, dextrin and protein amounts were predominant in the beers energy values. All produced beers were approved by the sensory panel, while the honey presence in the formulation of common (11 ° Brix) and extra (13 ° Brix) beers did not affect the panelists acceptance for all sensory attributes evaluated. However, strong beers (15 °Brix) with honey in its composition had better acceptance from the tasters.

Keywords: alcoholic beverage, malt adjunct, energy value e hedonic scale.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, estima-se que há mais de 20 mil diferentes formulações de cervejas. Essa grande variedade é obtida a partir de mudanças na fabricação da bebida; como o tempo e temperatura nas etapas de mosturação, fermentação, maturação e o uso de ingredientes diferenciados como trigo, milho, centeio, arroz, mel, mandioca, frutas, etc (SOARES, 2011).

A cerveja tipo *Pilsen* (ou *Pilsener*) é a líder absoluta na preferência dos consumidores em nível mundial. No Brasil, corresponde a 98% do total consumido. A tendência do mercado cervejeiro brasileiro é a segmentação, pois os consumidores estão mais interessados em experimentar produtos diferenciados. Assim, os diversos tipos de cerveja existentes estão mais acessíveis. Com isso, os fabricantes são estimulados a produzir e disponibilizar inúmeras variações da bebida no mercado, buscando atender esse novo desejo do consumidor (SOARES, 2011).

Esta tendência, confirmada por especialistas, fabricantes e cervejeiros, segue o movimento iniciado em outras partes do mundo, como nos Estado Unidos, onde uma revolução fez aumentar o número de microcervejarias no país. O processo de crescimento do número de microcervejarias brasileiras está apenas no início e o mercado deve estar amadurecido em cerca de cinco anos. Entretanto, muitos gargalos ainda precisam ser resolvidos como a educação do consumidor, que contava com apenas um tipo de cerveja disponível no mercado e agora com vários para conhecer e apreciar, à falta de equipamentos de boa qualidade voltados para a pequena escala, carga tributária excessiva, burocracia dos órgãos fiscalizadores, legislação trabalhista ultrapassada, dificuldade na aquisição de matérias-primas e equipamentos (SOARES, 2011).

Alguns países já disponibilizam cervejas com mel no mercado, o que indica o grande potencial desse ingrediente na elaboração de cerveja. A Cervejaria inglesa Fuller's, comercializa a cerveja Honey Dew, a microcervejaria argentina Buller, produz artesanalmente sete tipos de cerveja, entre elas a Honey Beer e no Brasil há a cerveja Appia, elaborada com trigo e mel, criada pela cervejaria Colorado.

O mel é um ingrediente versátil e altamente fermentescível, com sabor e aroma característicos, promovendo um sabor diferenciado à bebida ou alimento (CRANE, 1987). O mel é responsável por fornecer notas florais de aroma à cerveja, por meio dos pólenes e néctares utilizados pelas abelhas na sua produção (SMITH, 2009).

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 utilização de mel como matéria-prima cervejeira vem de encontro à necessidade das microcervejarias em produzir uma cerveja diferenciada, trazendo novas perspectivas à cadeia produtiva de mel.

Considerando a importância do mercado cervejeiro no Brasil, a influência das condições de produção sobre a qualidade tecnológica e a aceitação do produto, bem como, a possibilidade de incremento da cadeia produtora de mel, este trabalho teve por objetivo principal produzir cervejas elaboradas com mel.

Para atingir o objetivo principal, foram realizados experimentos que estão apresentados em capítulos com os seguintes objetivos específicos: analisar as características físico-químicas de cervejas elaboradas com mel; realizar análise energética de cervejas elaboradas com mel e analisar sensorialmente as cervejas elaboradas com mel.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Mercado de cerveja

No segmento de bebidas, as categorias que mais se destacam, em termos de volume de consumo (litros por habitante/ano) no mundo são o chá quente, água engarrafada, leite branco, bebidas carbonatadas e cerveja (Tabela 1.1) (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EXPORTADORES DE SUCO DE CÍTRUS, 2011).

A cerveja encontra-se em destaque nesse segmento, além de ocupar a quinta posição no *ranking* de consumo de bebidas mundial, entre as bebidas alcoólicas é a mais consumida.

Tabela 1.1. Consumo mundial de bebidas por categoria.

Produto	Consumo (bilhões de litros)		Consumo (%)
	2009	2010	2010
Chá quente	328	337	20,9
Água engarrafada	234	246	15,3
Leite branco	202	205	12,7
Bebidas carbonatadas	195	198	12,3
Cerveja	170	174	10,8
Café quente	148	153	9,5
Outros	109	116	7,2
Bebidas a base de leite	58	63	3,9
Refresco	36	39	2,4
Suco e néctares	38	39	2,4
Vinho	34	35	1,7
Leite aromatizado	9	6	0,9

Fonte: Associação Nacional de Exportadores de Suco de Cítrus (2011).

A China com o volume de produção de 44,8 bilhões de hectolitros ocupa a primeira posição no *ranking* de produção mundial de cerveja, seguida dos EUA (22,7 bilhões de hectolitros), Brasil (11,4 bilhões de hectolitros), Rússia (10,2 bilhões de hectolitros) e Alemanha (9,8 bilhões de hectolitros) (BARTH..., 2011).

No Brasil, a cerveja é a terceira colocada em consumo *per capita* no segmento de bebidas. O consumo brasileiro, em 2008, foi de 351 litros por habitantes de bebidas comerciais, sendo o refrigerante responsável por 22,5 % desse consumo, a água engarrafada por 19,9% e a cerveja por 15,7% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTE E DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS, 2009).

O consumo *per capita* de cerveja no Brasil passou de 54 litros em 2007 para 64,4 litros em 2010, correspondendo um crescimento de 19,2%. Esse comportamento fez com que o Brasil passasse do 48º colocado no ranking global de 2007 para a 23ª posição em 2010. A República Tcheca é campeã de consumo com 151,2 litros por habitantes. A Alemanha vem em segundo, com 108,2 litros e os Estados Unidos vêm em 10º lugar, com 77,3 litros em 2010 (ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE SUPERMERCADOS, 2010).

O mercado brasileiro, segundo especialistas, fabricantes e cervejeiros, está passando por mudanças. Um exemplo disso é a segmentação das cervejas tipo *Premium*,

que cresceram três vezes mais que as cervejas *Pilsen*, respondendo por 5% do mercado nacional e com grande potencial de crescimento (GONÇALVES, 2009).

Estima-se que no Brasil existam cerca de 40 microcervejarias, com produção média de 100 mil litros por mês cada uma (PARRA, 2006). Segundo Pardi (2006), as pequenas cervejarias estão ganhando cada vez mais espaço. A participação de mercado das pequenas cervejarias ,em 1995, era apenas de 1,5% (1,2 milhões de hectolitros) e em 2005, essa participação alcançou 10,2%, atingindo o volume de venda de 9,2 milhões de hectolitros (PARDI, 2006).

1.2.2 Legislação brasileira de cerveja

O Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009), de 4 de junho de 2009, artigo 36, define cerveja como 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.”

§ 1º O malte de cevada usado na elaboração de cerveja e o lúpulo poderão ser substituídos por seus respectivos extratos.

§ 2º Malte é o produto obtido pela germinação e secagem da cevada, devendo o malte de outros cereais ter a designação acrescida do nome do cereal de sua origem.

§ 3º Extrato de malte é o resultante da desidratação do mosto de malte até o estado sólido, ou pastoso, devendo, quando reconstituído, apresentar as propriedades do mosto de malte.

§ 4º Parte do malte de cevada poderá ser substituído por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a quarenta e cinco por cento em relação ao extrato primitivo.

§ 5º Consideram-se adjuntos cervejeiros 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.

§ 6º Quando se tratarem de açúcares vegetais diferentes dos provenientes de cereais, a quantidade máxima de açúcar empregada em relação ao seu extrato primitivo será:

I - na cerveja clara, menor ou igual a dez por cento em peso;

II - na cerveja escura, menor ou igual a cinquenta por cento em peso, podendo conferir ao produto acabado as características de adoçante; e

III - na cerveja extra, menor ou igual a dez por cento do extrato primitivo.

§ 7º Carboidratos transformados são os derivados da parte amilácea dos cereais obtidos por meio de transformações enzimáticas.

§ 8º Mosto cervejeiro é a solução, em água potável, de carboidratos, proteínas, glicídios e sais minerais, resultantes da degradação enzimática dos componentes da matéria-prima que compõem o mosto.

§ 9º Mosto lupulado é o mosto fervido com lúpulo ou seu extrato, e dele apresentando os princípios aromáticos e amargos, ficando estabelecido que:

I - lúpulo são os cones da inflorescência do *Humulus lupulus*, em sua forma natural ou industrializada, aptos para o consumo humano; e

II - extrato de lúpulo é o resultante da extração, por solvente adequado, dos princípios aromáticos ou amargos do lúpulo, isomerizados ou não, reduzidos ou não, devendo o produto final estar isento de solvente.

§ 10. Extrato primitivo ou original é o extrato do mosto de malte de origem da cerveja.

Art. 37. Das características de identidade da cerveja deverá ser observado o seguinte:

I - a cor da cerveja deverá ser proveniente das substâncias corantes do malte da cevada, sendo que:

a) para corrigir ou intensificar a cor da cerveja, é permitido o uso do corante caramelo, e de corantes naturais previstos em legislação específica;

b) na cerveja escura será permitido somente o uso de corante caramelo;

c) admite-se a utilização de corante natural, autorizados pela legislação própria, com a finalidade de padronizar a cor das cervejas definidas nos arts. 40, 41 e 42;

II - para fermentação do mosto, será usada a levedura cervejeira;

III - a cerveja deverá ser estabilizada biologicamente por processo físico apropriado, podendo ser denominada de Chope ou *Chopp* a cerveja não submetida a processo de pasteurização para o envase;

IV - a água potável empregada na elaboração da cerveja poderá ser tratada com substâncias químicas, por processo físico ou outro que lhe assegure as características desejadas para boa qualidade do produto, em conjunto ou separadamente; e

V - a cerveja deverá apresentar, a vinte graus *Celsius*, pressão mínima de atmosfera de gás carbônico proveniente da fermentação, sendo permitida a correção por dióxido de carbono ou nitrogênio, industrialmente puros.

Art. 38. As cervejas são classificadas:

I - quanto ao extrato primitivo, em:

a) cerveja leve, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a cinco por cento em peso e menor que dez e meio por cento em peso, podendo denominar-se cerveja *light* a cerveja leve que cumpra também, cumulativamente, os requisitos constantes dos itens 1 e 2, seguintes:

1. redução de vinte e cinco por cento do conteúdo de nutrientes ou do valor energético com relação a uma cerveja similar do mesmo fabricante (mesma marca comercial), ou do valor médio do conteúdo de três cervejas similares conhecidas e que sejam produzidas na região; e

2. valor energético da cerveja pronta para o consumo deve ser no máximo de trinta e cinco quilocalorias por cem mililitros;

b) cerveja ou cerveja comum, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a dez e meio por cento em peso e menor que doze por cento em peso;

c) cerveja extra, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior ou igual a doze por cento em peso e menor ou igual a quatorze por cento em peso; ou

d) cerveja forte, definida como sendo a cerveja cujo extrato primitivo é maior que quatorze por cento em peso;

II - quanto à cor, em:

a) cerveja clara, a que tiver cor correspondente a menos de vinte unidades EBC (European Brewery Convention);

b) cerveja escura, a que tiver cor correspondente a vinte ou mais unidades EBC (European Brewery Convention); ou

c) cerveja colorida, a que, pela ação de corantes naturais, apresentar coloração diferente das definidas no padrão EBC (European Brewery Convention);

III - quanto ao teor alcoólico, em:

a) cerveja sem álcool, quando seu conteúdo em álcool for menor ou igual a meio por cento em volume, não sendo obrigatória a declaração no rótulo do conteúdo alcoólico; ou

b) cerveja com álcool, quando seu conteúdo em álcool for superior a meio por cento em volume, devendo obrigatoriamente constar no rótulo o percentual de álcool em volume;

IV - quanto à proporção de malte de cevada, em:

a) cerveja de puro malte, aquela que possuir cem por cento de malte de cevada, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

b) cerveja, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a cinquenta e cinco por cento em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares; ou

c) “cerveja de ...”, seguida do nome do vegetal predominante, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que vinte por cento e menor que cinquenta e cinco por cento, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares;

V - quanto à fermentação, em:

a) de baixa fermentação; ou

b) de alta fermentação.

Art. 39. De acordo com o seu tipo, a cerveja poderá ser denominada: *Pilsen, Export, Lager, Dortmunder, Munchen, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter, Weissbier, Alt* e outras denominações internacionalmente reconhecidas que vierem a ser criadas, observadas as características do produto original.

Art. 40. A cerveja poderá ser adicionada de suco ou extrato de vegetal, ou ambos, que poderão ser substituídos, total ou parcialmente, por óleo essencial, essência natural ou destilado vegetal de sua origem.

Art. 41. A cerveja adicionada de suco de vegetal deverá ser denominada “cerveja com ...”, acrescida do nome do vegetal.

Art. 42. Quando o suco natural for substituído total ou parcialmente pelo óleo essencial, essência natural ou destilado do vegetal de sua origem, será denominada “cerveja sabor de ...”, acrescida do nome do vegetal.

Art. 43. Ficam proibidas as seguintes práticas no processo de produção de cerveja:

- I - adicionar qualquer tipo de álcool, qualquer que seja sua procedência;
- II - utilizar saponinas ou outras substâncias espumíferas, não autorizadas expressamente;
- III - substituir o lúpulo ou seus derivados por outros princípios amargos;
- IV - adicionar água fora das fábricas ou plantas engarrafadoras habilitadas;
- V - utilizar aromatizantes, flavorizantes e corantes artificiais na elaboração da cerveja;
- VI - efetuar a estabilização ou a conservação biológica por meio de processos químicos;
- VII - utilizar edulcorantes artificiais; e
- VIII - utilizar estabilizantes químicos não autorizados expressamente.

1.2.3 Características físico-químicas e nutricionais da cerveja

A cerveja é constituída por 91 a 92% de água, o componente mais importante quantitativamente nessa bebida. A necessidade de água do ser humano é em torno de 2 a 3 litros por dia, que pode ser ingerido de várias formas. Segundo Kunze (2006) a cerveja é uma forma de suprir essa necessidade.

O álcool, com 4,5 a 5,5% v/v, é um dos componentes mais importantes na cerveja. O álcool é absorvido diretamente pelo corpo e convertido em energia, assim quanto mais lenta é a absorção da cerveja, menor é o nível de álcool no sangue. O efeito de baixas quantidades de álcool pode se manifestar com a eliminação progressiva de inibidores psicológicos favorecendo a sensação de bem estar, entretanto altas quantidades de álcool conduzem a embriaguez, a qual cada pessoa reage de maneira diferente (KUNZE, 2006).

O álcool presente na cerveja, não é unicamente o etanol, e sim o conjunto desse com alcoóis superiores, que são formados pelo metabolismo da levedura durante o processo da fermentação. Os principais alcoóis superiores são: amílico (60,1 mg/L), 2-fenil etanol (19,8) mg/L), n – propanol (9,8 mg/L) e isobutanol (9,6 mg/L) (KUNZE, 2006).

O extrato na cerveja é composto por aproximadamente 75 a 80% de carboidratos, especialmente dextrinas, além de minerais, taninos, compostos amargos e ácidos orgânicos (KUNZE, 2006).

Os componentes fenólicos nas cervejas, em especial os antocianógenos, são substâncias de baixo peso molecular e tem efeito bactericida, estimula a atividade cardíaca, contribuem com a absorção de ferro e magnésio, além do forte poder de redução impedindo a oxidação (KUNZE, 2006).

O valor de pH das cervejas deve estar dentro do intervalo de 4,3 a 4,7, já as cervejas de trigo apresentam pH menor 4,3 a 4,5 (KUNZE, 2006).

As cervejas acabadas devem apresentar, seja qual for o método empregado para efetuar a sua carbonatação, nível de dióxido de carbono (CO₂) entre 2,5 a 2,8 v/v (CARVALHO, 2007).

As cervejas apresentam importância nutricional e fisiológica. Essa bebida extingue o anseio de líquido melhor quando comparado outras bebidas, estimula o apetite e favorece o processo de digestão dos alimentos (as enzimas responsável pela digestão são estimuladas pela baixas quantidades de álcool e CO₂ liberados), além de ter forte efeito diurético. Apesar das leveduras absorverem durante a fermentação quase todo o conteúdo de vitamina B1 do mosto, a cerveja contém vitaminas B1, B2 e PP, sendo que as cervejas não filtradas tendem a oferecer maiores quantidades de vitaminas (KUNZE, 2006).

Tabela 1.2. Composição das cervejas.

Características	Valores
Álcool (ml 100ml ⁻¹)	4,8-5,1
Extrato (g 100g ⁻¹)	3,9-4,1
Água (g Kg ⁻¹)	920
Energia (kJ Kg ⁻¹)	400-440
Carboidrato (g Kg ⁻¹)	27-30
Proteína (g Kg ⁻¹)	4,3
Vitaminas (mg L ⁻¹)	200-220
Dióxido de carbono (g 100g ⁻¹)	0,5

Fonte: Kunze (2006).

O valor energético de cerveja *Pilsen* puro malte, pode variar de 143,6 a 172,0 kJ 100g⁻¹ segundo Briggs (2004). Moreia et al. (2005) e TACO (2006) citam valores próximos de 32 kcal 100g⁻¹ e 41 kcal 100g⁻¹, respectivamente.

1.2.4 Matérias-primas cervejeiras

1.2.4.1 Água

A água é a matéria-prima mais importante quantitativamente na produção de cerveja. Além disso, é indispensável para efetuar limpeza, gerar calor e frio nas fábricas (VENTURINI FILHO, 2000).

A água cervejeira deve apresentar requisitos básicos como a potabilidade, transparência, ausência de cor, odor, estar livre de qualquer sabor estranho, apresentar ausência de nitratos, metais pesados e amoníaco. Na fonte, a água deve apresentar alcalinidade máxima de 50 ppm, podendo-se trabalhar com pH na faixa de 4 a 9 e possuir aproximadamente 50 ppm de cálcio (VENTURINI FILHO, 2000).

Além disso, a água deve assegurar um pH desejável na mistura de malte e adjunto durante a mosturação, promover a extração dos componentes amargos e aromáticos do lúpulo, bem como uma boa coagulação do *trub* (material mucilaginoso) durante a fervura do mosto, a fim de permitir uma fermentação asséptica e desenvolver cor, aroma e sabor característicos do tipo de cerveja a ser fabricada (BERNSTEIN; WILLOX, 1977).

1.2.4.2 Malte

O malte é o produto obtido pela germinação e secagem da cevada (*Hordeum vulgare* L.), devendo o malte de outros cereais ter a designação acrescida do nome do cereal de sua origem (BRASIL, 2009).

O amido presente no grão maltado de cevada encontra-se em cadeias menores, tornando-o menos duro e mais solúvel. A Tabela 1.3 apresenta a composição média do grão de cevada em comparação ao malte, ou seja, grão de cevada após o tratamento da malteação.

Tabela 1.3. Composição do grão de cevada e do malte.

Características	Cevada	Malte
Massa do grão (mg)	32 – 36	29 - 33
Umidade (%)	10 – 14	4 - 6
Amido (%)	55 – 60	50 - 55
Açúcares (%)	0,5 - 1,0	8 - 10
Nitrogênio total (%)	1,8 - 2,3	1,8 - 2,3
Nitrogênio solúvel (% de N total)	10 – 12	35 - 50
Poder diastásico, °Lintner	50 – 60	100 - 120
α - amilase, unidades de dextrina	Traços	30 - 60
Atividade proteolítica	Traços	15 - 30

Fonte: Cereda (1983).

Segundo Hough (1985), o malte é a principal matéria-prima da cerveja, qualitativamente, fornecendo enzimas e substrato adequado para produção do mosto. A boa fermentação, o sabor, o aroma, a cor, o corpo, e a estabilidade do produto acabado dependem da composição do mosto. Para este autor, é possível classificar o grão como sendo de boa qualidade, utilizando o teor de extrato, relação do nitrogênio solúvel pelo total e a dureza do grão. O malte deve, ainda, fornecer casca que será utilizada como auxiliar de filtração na clarificação do mosto (VENTURINI FILHO, 1993).

1.2.4.3 Lúpulo

O lúpulo é constituído pelos cones da inflorescência do *Humulus lupulus*, em sua forma natural ou industrializada, aptos para o consumo humano. (BRASIL, 2009). As resinas e os óleos essenciais (lupulina), presentes em glândulas das flores femininas, são responsáveis pelo amargor e o aroma, característico das cervejas (HOUGH, 1985).

O lúpulo pode ser comercializado na forma de flores secas, em péletes e como extrato, sendo os dois últimos mais concentrados e facilmente armazenados e manipulados (VENTURINI FILHO, 2000).

Segundo Grant (1977), o lúpulo atua, também, como antisséptico apresentando efeito bacteriostático e contribui para a coagulação de proteínas, para a estabilidade do sabor e para a retenção de espuma na cerveja acabada. As dosagens de lúpulo são de 1,5 a 4,5 g/L (ALMEIDA E SILVA, 2005).

1.2.4.4 Adjunto

O Decreto nº 6.871 define adjuntos cervejeiros como sendo a cevada cervejira e os demais cereais aptos para o consumo humano, malteados ou não-malteados, bem como os amidos e açúcares de origem vegetal. A legislação brasileira permite que parte do malte de cevada poderá ser substituído por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a quarenta e cinco por cento em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2009).

Conforme o tipo de carboidrato que predomina em sua composição, os adjuntos são classificados em amiláceos e açucarados (VENTURINI FILHO, 2000).

Os cereais mais utilizados como adjunto cervejeiro são: milho, arroz, cevada, trigo, sorgo e tritcale, adicionados na fase de preparação do mosto cervejeiro. Destes, talvez o milho seja o principal deles, a partir do qual se produz o xarope de maltose (HMCS), considerado o adjunto mais utilizado pela indústria cervejira nacional (VENTURINI FILHO, 2000).

O adjunto melhora a estabilidade físico-química da cerveja, reduzindo a sua turvação (POLLOCK, 1979). É, também, responsável por conferir à cerveja cor mais clara, corpo mais leve, sabor e aroma mais suave, uma vez que, com seu uso, ocorre redução das concentrações de extrato do malte (HOUGH, 1985; VENTURINI FILHO, 2000).

O adjunto, quando utilizado em excesso, pode causar alguns problemas, tais como, mosto com baixo teor de nitrogênio, prejudicando o metabolismo da levedura; elevada viscosidade, retardando a filtração; e cerveja “aguada” e com baixa qualidade de espuma (BRADEE, 1977).

1.2.4.5 Mel

1.2.4.5.1 Legislação brasileira do mel

O regulamento técnico de identidade e qualidade do mel está descrito na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000).

1. Alcance

1.1 Objetivo

Estabelecer a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deve cumprir o mel destinado ao consumo humano direto. Este Regulamento não se aplica para mel industrial e mel utilizado com ingrediente em outros alimentos.

1.2 Âmbito de Aplicação: O presente Regulamento Técnico se aplicará em todo território dos Estados Partes, no comércio entre eles e nas importações extra-zona.

2. Descrição

2.1 Definição: Entende-se por mel o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colméia.

2.2. Classificação:

2.2.1. Por sua origem:

2.2.1.1. Mel flora: é o mel obtido dos néctares das flores.

a) Mel unifloral ou monoflora: quando o produto procede principalmente da origem de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias.

b) Mel multifloral ou poliflora: é o mel obtido a partir de diferentes origens florais.

2.2.1.2. Melato ou Mel de Melato: é o mel obtido principalmente a partir de secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas.

2.2.2. Segundo o procedimento de obtenção de mel do favo:

2.2.2.1. Mel escorrido: é o mel obtido por escorrimento dos favos desoperculados, sem larvas.

2.2.2.2. Mel prensado: é o mel obtido por prensagem dos favos, sem larvas.

2.2.2.3. Mel centrifugado: é o mel obtido por centrifugação dos favos desoperculados, sem larvas.

2.2.3. Segundo sua apresentação e/ou processamento:

2.2.3.1. Mel: é o mel em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado.

2.2.3.2. Mel em favos ou mel em secções: é o mel armazenado pelas abelhas em células operculadas de favos novos, construídos por elas mesmas, que não contenha larvas e comercializado em favos inteiros ou em secções de tais favos.

2.2.3.3. Mel com pedaços de favo: é o mel que contém um ou mais pedaços de favo com mel, isentos de larvas.

2.2.3.4. Mel cristalizado ou granulado: é o mel que sofreu um processo natural de solidificação, como consequência da cristalização dos açúcares.

2.2.3.5. Mel cremoso: é o mel que tem uma estrutura cristalina e fina que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que o torne fácil de untar.

2.2.3.6. Mel filtrado: é o mel que foi submetido a um processo de filtração, sem alterar o seu valor nutritivo.

2.3. Designação (denominação de venda):

2.3.1. O produto definido no item 2.2.1.1. se designará Mel, podendo se agregar sua classificação, segundo indicado no item 2.2.2 e 2.2.3, em caracteres não maiores do que o da palavra Mel

2.3.2. O produto definido no item 2.2.1.2, e sua mistura com mel floral se designará Melato ou Mel de Melato podendo se agregar sua classificação, segundo indicado no item 2.2.2 e 2.2.3, em caracteres não maiores do que os da palavra Melato ou Mel de Melato.

4. Composição e Requisitos

4.1. Composição: O mel é uma solução concentrada de açúcares com predominância de glicose e frutose. Contém ainda uma mistura complexa de outros hidratos de

carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen, podendo conter cera de abelhas procedente do processo de extração.

4.1.1. O produto definido neste regulamento não poderá ser adicionado de açúcares e/ou outras substâncias que alterem a sua composição original.

4.2. Requisitos

4.2.1. Características Sensoriais

4.2.1.1. Cor: é variável de quase incolor a pardo-escura, segundo definido em 2.2.1.

4.2.1.2. Sabor e aroma: deve ter sabor e aroma característicos com a sua origem, segundo definido em

4.2.1.3. Consistência: variável de acordo com o estado físico em que o mel se apresenta.

4.2.2. Características físico-químicas:

4.2.2.1. Maturidade:

Açúcares redutores (calculados como açúcar invertido);

Mel floral: mínimo 65g/100 g.

Melato ou Mel de Melato e sua mistura com mel floral: mínimo 60g/100 g.

Umidade: máximo 20g/100 g.

Sacarose aparente:

Mel floral: Máximo 6g/100g.

Melato ou Mel de Melato e sua mistura com mel floral: máximo 15g/100 g

4.2.2.2. Pureza:

a) Sólidos insolúveis em água: máximo 0,1 g/100 g., exceto no mel prensado, que tolera-se até 0,5 g/100g., unicamente em produtos acondicionados para sua venda direta ao público.

b) Minerais (cinzas): máximo 0,6 g/100 g. No melato ou mel de melato e suas misturas com mel floral, tolera-se até 1,2 g/100 g.

c) Pólen: o mel deve, necessariamente, apresentar grãos de pólen.

4.2.2.3. Deterioração

a) Fermentação: O mel não deve ter indícios de fermentação.

b) Acidez: máxima de 50 milequivalentes por quilograma.

c) Atividade diastásica: como mínimo, 8 na escala de Göthe. Os méis com baixo conteúdo enzimático devem ter como mínimo uma atividade diastásica correspondente a 3 na escala de Göthe, sempre que o conteúdo de hidroximetilfurfural não exceda a 15 mg/kg.

d) Hidroximetilfurfural: máximo de 60 mg/kg.

4.2.3. Acondicionamento:

O mel pode apresentar-se a granel ou fracionado. Deve ser acondicionado em embalagem apta para alimento, adequada para as condições previstas de armazenamento e que confira uma proteção adequada contra contaminação. O mel em favos e o mel com pedaços de favos só devem ser acondicionados em embalagens destinadas para sua venda direta ao público.

5. Aditivos

É expressamente proibida a utilização de qualquer tipo de aditivos.

6. Contaminantes

Os contaminantes orgânicos e inorgânicos não devem estar presentes em quantidades superiores aos limites estabelecidos pelo Regulamento Técnico MERCOSUL correspondente.

7. Higiene

7.1. Considerações Gerais:

As práticas de higiene para elaboração do produto devem estar de acordo com o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos.

7.2 Critérios Macroscópicos e Microscópios

O mel não deve conter substâncias estranhas, de qualquer natureza, tais como insetos, larvas, grãos de areia e outros.

8. Pesos e Medidas

Aplica-se o Regulamento Técnico MERCOSUL específico.

9. Rotulagem

Aplica-se o Regulamento Técnico MERCOSUL para a Rotulagem de Alimentos Envasados Res. GMC Nº 36/93.

9.1. O produto se denominará Mel, Melato ou mel de Melato, de acordo com o item 2.3.

9.2. O Mel floral conforme item 2.2.1.1. item a) poderá designar-se Mel Flores de, preenchendo-se o espaço existente com a denominação da florada predominante.

9.3. O Melato ou Mel de Melato conforme item 2.2.1.2 poderá designar-se Melato de ou Mel de Melato de, preenchendo-se o espaço existente com o nome da planta de origem.

1.2.4.5.2 Composição

Segundo Campos (1987), a composição do mel pode ser resumida em três componentes principais: açúcares, água e diversos. Por detrás dessa aparente simplicidade, esconde-se um dos produtos biológicos mais complexos.

Tabela 1.4. Composição básica do mel.

Componentes	Média	Variação
Água (%)	17,2	13,4 - 22,9
Frutose (%)	38,19	27,25 - 44,26
Glicose (%)	31,28	22,03 - 40,75
Sacarose (%)	1,31	0,25 - 7,57
Maltose (%)	7,31	2,74 - 15,98
Outros (%)	3,1	0,00 - 13,20
pH	3,91	3,42 - 6,10
Acidez livre (mEq/Kg)	22,03	6,75 - 47,19
Acidez total (mEq/Kg)	29,12	8,68 - 59,49
Cinzas (%)	0,169	0,02 - 1,03
Nitrogênio (%)	0,041	0,00 - 0,13
Diástase	20,8	2,10 - 61,20

Fonte: Pereira et al. (2003).

Os principais componentes do mel são os açúcares, sendo que os monossacarídeos frutose e glicose representam 80% da quantidade total (WHITE, 1975).

O conteúdo de água do mel pode variar de 15% a 21%, sendo normalmente encontrados níveis de 17% (MENDES; COELHO, 1983). Apesar de a legislação brasileira permitir um valor máximo de 20%, valores acima de 18% já podem comprometer sua qualidade final. Entretanto, níveis bem acima desses valores já foram encontrados por diversos pesquisadores em diferentes tipos de mel.

Os ácidos orgânicos constituintes do mel são responsáveis pela acidez do mel e contribuem consideravelmente para o seu sabor característico (ANKLAM, 1998). Embora o pH do mel varie entre 3,42 e 6,10 (PEREIRA et al., 2003), este parâmetro não está diretamente relacionado com a acidez livre devido à ação tampão dos ácidos e minerais presentes no mel (DE RODRÍGUEZ et al., 2004).

O mel contém muito mais ácido glicônico do que qualquer outro ácido; este é produzido pela ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose; e está em equilíbrio com a glicolactona. Este tipo de equilíbrio caracteriza a acidez lactônica (WHITE, 1975; CRANE, 1990). Em menor quantidade, pode-se encontrar outros ácidos como: acético, butírico, láctico, oxálico, fórmico, málico, succínico, pirúvico, glicólico, cítrico, butiricolático, tartárico, maléico, piroglutâmico, alfa-cetoglutárico, 2- ou 3-fosfoglicérico, alfa- ou beta-glicerofosfato e vínico (WHITE, 1975; MENDES; COELHO, 1983).

1.2.4.5.3 Usos

O mel, dentre os produtos fornecidos pelas abelhas, é sem dúvida o mais conhecido e difundido. Atribuem-se várias propriedades medicinais ao mel, além de sua qualidade como alimento. Apesar de o homem fazer uso do mel para fins terapêuticos desde tempos remotos, sua utilização como um alimento, de características especiais, deveria ser o principal atrativo para o seu consumo.

Propriedades antissépticas, antibacterianas também são atribuídas ao mel, fazendo com que ele seja utilizado como coadjuvante na área terapêutica em diversos tratamentos profiláticos (STONOGA; FREITAS, 1991).

Com sua variedade de cores e sabores é provavelmente o mais interessante ingrediente e adoçante que pode ser utilizado na produção de bebidas (NATIONAL HONEY BOARD, 2006).

1.2.4.5.4 Mel como ingrediente cervejeiro

Desde tempos remotos, o mel é utilizado para elaboração de bebidas fermentadas, sendo o hidromel a mais conhecida. O mel, por ser basicamente uma solução saturada de açúcares e água (PEREIRA et al., 2003), é altamente fermentescível, e ao ser utilizado como matéria-prima na elaboração de bebidas alcoólicas promove o aumento no teor alcoólico dessas (KUNZE, 2006).

Alguns países comercializam cervejas com mel, como a Inglaterra, Canadá, Inglaterra, Estados Unidos e Argentina, o que indica o grande potencial desse ingrediente na elaboração de cerveja. A cervejaria inglesa Fuller's produz a Honey Dew. A microcervejaria argentina Buller produz artesanalmente sete tipos de cerveja, entre elas a Honey Beer. A cervejaria brasileira Colorado comercializa uma cerveja feita com trigo e mel. No Canadá há várias cervejas com mel, entre elas a Boréale Dorée, Granville Island Cypress Honey Lager, Miel Pilsner e Shaftesbury Honey Pale Ale. Nos Estados Unidos há a Blue Moon Honey Blonde.

Na cerveja, o mel garante uma doçura residual e um leve aroma característico, tornando-a uma bebida voltada ao público feminino. Esse tipo de cerveja deve ser pouco lupada, e mais forte, com 13 a 15 % de extrato primitivo, com a finalidade de aumentar o caráter vinoso à cerveja, por meio do maior teor de álcool e ésteres (KUNZE, 2006). A adição de mel em cerveja proporciona uma bebida menos encorpada e aumenta a quantidade de álcool (SMITH, 2009).

No ranking de cervejas no site Brejas, os avaliadores de cervejas relatam que a inglesa Fuller's Honey Drew possui uma coloração dourada, apresenta baixa turbidez, espuma branca e é bem carbonatada. O aroma de mel está presente em destaque, é pouco amarga e o sabor de mel é evidente. Uma belíssima cerveja, bem diferente do tradicionalmente encontrado no mercado (BREJAS, 2008a). Já cerveja chilena Kunstmann Miel da Cervceria Valdivia apresenta coloração dourada escura, carbonatação média e espuma de coloração bege. O mel é muito predominante no aroma e sabor, e devido a baixa intensidade do amargor resulta em uma cerveja enjoativa (BREJAS, 2008b).

A cervejaria Colorado, localizada em Ribeirão Preto, comercializa uma cerveja feita com trigo e mel. Esta cerveja utiliza em sua composição uma mistura equilibrada de méis de abelhas africanizadas e européias. Elaborada artesanalmente com maltes de trigo e

de cevada, mel, lúpulo, levedura de alta fermentação, e água, é ligeiramente doce, apresentando teor alcoólico de 5,5% (CERVEJARIA COLORADO, 2009).

1.2.5 Levedura cervejeira

As leveduras utilizadas na produção de cerveja são fungos unicelulares que se reproduzem vegetativamente por brotamento, pertencem ao gênero *Saccharomyces* e estão distribuídas na espécie *S. cerevisiae*. São responsáveis pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, metabolizando os açúcares fermentescíveis para produzir álcool, gás carbônico, energia na forma de ATP e calor (HOUGH, 1985).

Segundo Hough (1985) as leveduras são classificadas de acordo com seu comportamento durante a fermentação. Assim, no decorrer da fermentação, quando a levedura sobe à superfície do mosto, é denominada “de alta fermentação”; se no final, ela decanta, é denominada “de baixa fermentação”.

1.2.6 Processamento

1.2.6.1 Moagem

A moagem tem por objetivos triturar o grão de malte, expondo o endosperma amiláceo à ação enzimática. As cascas do malte moído são empregadas como elemento filtrante auxiliando a filtração do mosto (VENTURINI FILHO, 2000). Essa etapa tem relação direta com a rapidez das transformações físico-químicas, rendimento, clarificação e qualidade final da cerveja (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

A moagem do grão de malte pode ser realizada em moinhos de rolos, discos ou martelos. No primeiro caso, o número de rolos dos moinhos varia de dois a seis, de acordo com a necessidade de cada cervejaria industrial e microcervejaria (VENTURINI FILHO, 2000).

1.2.6.2 Mosturação

Mosturação é a operação que transforma as matérias-primas cervejeiras em mosto. Esta etapa tem como objetivo recuperar a maior quantidade possível de extrato, no mosto, a partir do malte ou da mistura de malte e adjuntos (VENTURINI FILHO, 2000).

O extrato de mosto é constituído por cerca de 10 - 15% de substâncias prontamente solúveis em água, e o restante (85 a 90%) por produtos de degradação de macromoléculas pelas enzimas (amilases, proteases, beta-gluconases, entre outras). As amilases são responsáveis pela hidrólise do amido em açúcares: fermentecíveis (maltose principalmente) e não fermentecíveis (dextrina); as proteases produzem peptídeos e aminoácidos, a partir da digestão de proteínas; e as beta-gluconase hidrolisam o carboidrato beta-glucano (goma presente na cevada que causa problema na filtração de mosto e cerveja). As reações enzimáticas dessas enzimas citadas iniciam-se no processo de maltagem e são aceleradas na mosturação, devido as ótimas condições de temperatura, pH, além da presença de água (VENTURINI FILHO, 2000).

Durante o processo de produção de mosto, as enzimas α e β amilases, presentes no malte, hidrolisam o seu amido e dos adjuntos amiláceos, convertendo-os em açúcares fermentescíveis e dextrinas infermentescíveis (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA (2010).

Tabela 1.5. Temperatura e pH de atenuação das enzimas durante a mosturação.

Enzimas	Temperatura ótima (°C)	pH ótimo	Substrato
Hemicelulose	40 - 45	4,5 - 4,7	Hemicelulose
Exopeptidases	40 - 50	5,2 - 8,2	Proteínas
Endopeptidases	50 - 60	5,0	Proteínas
Dextrinase	55 - 60	5,1	Amido
Beta-amilase	60 - 65	5,4 - 5,6	Amido
Alfa-amilase	70 - 75	5,6 - 5,8	Amido

Fonte: Dragone; Almeida e Silva (2010).

A mosturação pode ocorrer pelo processo de infusão ou por decocção, sendo que neste último há a possibilidade de se trabalhar com uma, duas ou três fervuras. Esses processos ocorrem em tanques cilíndricos de aço inoxidável, que devem ser dotados de sistemas de aquecimento e agitação, o sistema de agitação deve ser capaz de movimentar a massa contida em seu interior (VENTURINI FILHO, 2000).

1.2.6.3 Filtração do mosto

A filtração consiste em separar o mosto do bagaço de malte ou torta, que se constitui no meio filtrante; este mosto clarificado é chamado de *primário*. Após a extração do mosto primário, a torta é lavada com água quente a fim de se extrair o máximo possível de açúcares remanescentes; este mosto é denominado *secundário*. A mistura do mosto primário e secundário resulta no mosto misto (HORNSEY, 1999).

De acordo com Venturini Filho (2000), a filtração se dá em vários tipos de equipamentos. No Brasil, o mais utilizado é a tina de filtração (quando se usa o moinho de rolos para triturar o malte), construída em aço inoxidável, que apresenta um fundo falso, simulando uma peneira.

1.2.6.4 Fervura

O objetivo da fervura é extrair o aroma e o gosto amargo do lúpulo, dissolver o adjunto açucarado (quando utilizado), esterilizar, concentrar, desenvolver cor, inativar enzimas e coagular proteínas presentes no mosto. Durante a fervura, ocorre a destruição da flora bacteriana, a inativação das enzimas que ainda apresentavam alguma atividade e a eliminação de alguns compostos voláteis que conferem odor e sabor da cevada ou do malte (VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001). Durante essa etapa, lúpulo e adjuntos açucarados são adicionados (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

Segundo Venturini Filho (2000), esta operação é feita em tina de fervura, construída em aço inoxidável, sob pressão atmosférica, devendo durar de 60 a 120 minutos, sendo que para Reinold (1997) o tempo não deve superar 150 minutos.

1.2.6.5 Clarificação do mosto

A clarificação do mosto é uma operação realizada num tanque denominado *whirlpool* e é feita por meio da retirada do *trub* (material sedimentado). O mosto é bombeado tangencialmente à parede interna do *whirlpool*. Com esse movimento, as partículas sólidas de maior massa, principalmente resinas do lúpulo, proteínas coaguladas e taninos do malte são depositadas no centro do fundo cônico do tanque, de onde são retiradas. (HORNSEY, 1999).

Nas cervejarias industriais, as operações de mosturação, filtração, fervura e clarificação são feitas em tanques específicos; já nas microcervejarias e plantas pilotos, essas operações podem ser feitas em tanques combinados; por exemplo, uma tina de mostura pode funcionar como tina de fervura e *whirlpool* (SLEIMAN, 2002).

1.2.6.6 Resfriamento do mosto

Segundo Reinold (1997), o mosto deve ser resfriado para a temperatura de 10 a 15 °C, a fim de realizar a inoculação da levedura cervejeira. Mostos de cerveja do tipo *Lager* são usualmente resfriados para 7 -10°C, e os do tipo *Ale* são resfriados, em média, para 18 a 22°C (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

Essa operação é realizada, normalmente por meio de trocadores de calor, principalmente os de placas, que apresentam um estágio de resfriamento com água fria e outro com solução etanol ou água gelada, até a temperatura desejada, conforme afirma Reinold (1997).

1.2.6.7 Fermentação

Nesta fase ocorre a transformação dos açúcares fermentescíveis em etanol e gás carbônico sob condições anaeróbicas, além da síntese de compostos de aroma e sabor característicos de cerveja. Para Knundsen (1977), a temperatura ideal para as cervejas de baixa fermentação é de 8 a 11°C e a fermentação dura de cinco a sete dias (REINOLD, 1997). A temperatura ideal para as cervejas de alta fermentação é de 18 a 22°C, e essa etapa decorre em 3 a 5 dias (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

A fermentação pode ser conduzida por processo contínuo ou descontínuo, sendo este último mais utilizado. O processo fermentativo descontínuo ocorre em tanques cilíndricos fechados de aço inoxidável, com fundo cônico. Esses tanques, denominados fermentadores/maturadores, apresentam sistema de refrigeração, isolante térmico e painéis eletrônicos controladores de temperatura (VENTURINI FILHO, 2000).

1.2.6.8 Maturação

A maturação normalmente é feita a 0 °C e tem a duração de duas a quatro semanas (VENTURINI FILHO, 2000). O objetivo da maturação é refinar o sabor e o

aroma da cerveja pela redução do teor de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, além do aumento do teor de éster; carbonatar parcialmente o produto (por meio da fermentação secundária); evitar a ocorrência de oxidações que comprometam sensorialmente a bebida; e clarificar o líquido através de deposição do fermento e outros materiais em suspensão (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

1.2.6.9 Engarrafamento

O engarrafamento consiste no acondicionamento do produto em lata (alumínio), garrafa (vidro e pet) e barril (alumínio e aço inoxidável). Nas cervejarias industriais, esta operação, é realizada em enchedoras rotativas, livre de contato manual (VENTURINI FILHO, 2000).

1.2.6.10 Pasteurização

A pasteurização tem como objetivo conferir estabilidade biológica à bebida, devido à destruição de microorganismos que causam deterioração da cerveja. Empregam-se dois métodos de pasteurização: em trocadores de calor de placas modificadas e em túneis. No primeiro, a cerveja é pasteurizada antes do envase em garrafas ou latas. Neste processo, a cerveja é mantida a 75°C, por alguns segundos. No segundo, a cerveja é acondicionada em garrafas ou em latas e em seguida pasteurizadas. Nesta operação, a cerveja ao atravessar o túnel do pasteurizador recebe calor por aspersão de água quente, resultando uma temperatura interna nas garrafas em torno de 60 - 65°C, por alguns minutos (VENTURINI FILHO, 2000).

1.3 REFERÊNCIAS

ANKLAM, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, Elsevier, v.4, n.63, p. 549-562, 1998.

ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Tecnologia de bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. cap. 15, p. 347-382.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTE E DE BEBIDAS NÃO ALCÓOLICAS. **BNA-Brasil Relatório Anual 2009, ABIR**. Disponível em: <http://www.abir.org.br/article.php?id_article=4081>. Acesso em: 17 jan.2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS. **Bebidas**: consumo per capita de cerveja sobe 19%. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/clipping.php?area=10&clipping=17834>>. Acesso em: 16 nov. 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EXPORTADORES DE SUCO DE CÍTRUS. **Consumo mundial de suco de laranja**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Citricultura/28RO/App_Consumo_de_Suco.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2012.

BARTH Report. Hops 2010/2011. Nuremberg: Bart-Haas Group, 2011. Disponível em: <http://www.barthhaasgroup.com/images/pdfs/barthreport_20102011_englisch.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2011.

BERNSTEIN, L.; WILLOX, I. C. Água. In: BRODERICK, H. M. (Dir.). **El cervecero en la practica**: un manual para la industria cervecera. 2. ed. Lima: Graficas SUR, 1977. cap. 2, p. 18-28.

BRADDEE, L. H. Adjuntos. In: BRODERICK, H. M. (Dir.). **El cervecero en la practica**: um manual para la industria cervecera. 2. ed. Lima: Graficas SUR, 1977. cap. 4, p. 53-82.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. 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, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: <http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%2006871_09_01.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 23. Disponível em:

<<http://www.laboran.com.br/textos/legislacao/agricultura/mel/2.html>>. Acesso em: 18 nov. 2011.

BREJAS. Fuller's organic honey dew. 2008?a. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/ervejas/inglaterra/Fullers-Organic-Honey-Dew/>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

BREJAS. Kunstmam miel. 2008?b. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/ervejas/chile/kunstmann-miel/>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

BRIGGS, D. E. et al. Chemical and physical properties of beer. In: BRIGGS, D. E. et al. **Brewing: science and practice**. Cambridge: Woodhead, 2004. chap. 19, p. 662-712.

CAMPOS, R. G. M. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmacia de Coimbra**, Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.

CARVALHO, G.B.M. et al. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 3º parte: a maturação. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 27, p. 69-74, fev./mar. 2007.

CEREDA, M. P. Cervejas. In: AQUARONE, E.; ALMEIDA LIMA, U.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgar Blucher, 1983. p. 3-78.

CERVEJARIA COLORADO. As cervejas: Appia. 2009?. Disponível em: <http://www.cervejariacolorado.com.br/erveja_appia.php#topo>. Acesso em: 8 ago. 2009.

CRANE, E. **Bees and beeking: sciences practice and world resources**. New York: Cornell University Press, 1990. 720 p.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 226 p.

DE RODRÍGUEZ, G.O. et al. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, Oxford, n. 84, p. 499-502, 2004.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. cap. 2, p. 15-50.

GOLÇAVES, D. Proporcionalmente mercado de cerveja *Premium* cresce mais que *pilsen*. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 181, p. 15-20, 2009.

GRANT, H. L. Lúpulo. In: BRODERICK, H. M. (Dir.). **El cervecero en la practica: un manual para la industria cervecera**. 2. ed. Lima: Graficas SUR, 1977. cap. 8, p. 164-88.

HOUGH, J. S. **The biotechnology of malting and brewing**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. 159 p.

- HORNSEY, I. **Elaboración de cerveza**: microbiología, bioquímica y tecnología. Zaragoza: Acribia, 1999. 229 p.
- KNUNDSSEN, F. B. Fermentación: principios y practica. In: BRODERICK, H. M. (Dir.). **El cervecero en la practica**: un manual para la industria cervecera. 2. ed. Lima: Graficas SUR, 1977. cap. 10, p. 203-29.
- KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. **Tecnología para cervecedores y malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006. cap. 7, p. 826-885.
- MENDES, B. A.; COELHO, E. M. Considerações sobre características de mel de abelhas - análises e critérios de inspeção. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v. 9, n. 106, p. 56-67, 1983.
- MOREIRA, O. et al. **Tablas de composición de alimentos**. Madrid: Pirámide. 2005. 248 p.
- NATIONAL HONEY BOARD. **Honey in beverages**. Longmont, 2006. Disponível em: <<http://www.honey.com>>. Acesso em: 18 jan. 2012.
- PARDI, G. Crescimento e inovação reagem o ano no mercado de cerveja. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 151, p. 10-18, 2006.
- PARRA, C. D. Charme e magia das cervejas *Premium* conquistam consumidores. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 141, p. 10-12, 2006.
- PEREIRA, F. M. et al. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio Norte. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/mel.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2011.
- POLLOCK, J. R. A. **Brewing Science**. London: Academic Press. v.1, 1979. 604 p.
- REINOLD, M. R. **Manual prático de cervejaria**. São Paulo: Aden, 1997. 214 p.
- SLEIMAN, M. **Produção de cerveja com extrato de malte nas formas de xarope e pó**: análise físico-química, sensorial e energética. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.
- SMITH, B. **Brewing beer with honey**. Beer Smith Home brewing blog, 2009. Disponível em <<http://www.beersmith.com/blog/2009/09/05/brewing-beer-with-honey/>>. Acesso em: 08 nov. 2011.
- SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 205, p 14.22, 2011. Disponível em: <http://www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edicao_205.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

STONOGA, V. I.; FREITAS, R. J. S. D. Conteúdo de água e açúcares em mel de abelhas. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 9-16, 1991.

TABELA brasileira de composição de alimentos: TACO. Campinas: UNICAMP, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, 2006. 144 p.

VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; ALMEIDA LIMA, U.; AQUARONE, E. (Org.). **Biotechnologia industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4, p. 91 - 144.

VENTURINI FILHO, W. G. **Fécula de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja**. 1993. 233 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

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

WHITE, J. W. Physical characteristics of honey. In: CRANE, E. **Honey a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975. cap. 6, p. 207-239.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi produzir e caracterizar físico-quimicamente cervejas elaboradas com mel. Os ensaios de produção de cerveja foram feitos com nove tratamentos, combinação de três concentrações de extrato original (11, 13 e 15 °Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40%). O experimento foi inteiramente casualizado com duas repetições, perfazendo dezoito parcelas experimentais. A mosturação foi realizada pelo processo de infusão, sendo o mel adicionado na etapa de fervura. Depois de clarificado, o mosto teve seu teor de extrato corrigido, sendo inoculado com levedura de baixa fermentação. A fermentação ocorreu a 10 °C. A cerveja foi engarrafada manualmente e armazenadas em freezer à temperatura de 0 °C por 15 dias, para sua maturação. As cervejas foram analisadas quanto ao teor alcoólico, extrato real, extrato aparente, fermentabilidade aparente, fermentabilidade real, cor, amargor, turbidez, pH, acidez total e gás carbônico, densidade de espuma e total de espuma. Os resultados das análises físico-químicas das cervejas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Todas as cervejas foram consideradas claras. A presença de mel na formulação aumentou a fermentabilidade dos mostos e das cervejas, além de causar diminuição da turbidez. Também favoreceu a carbonatação, aumentou a densidade de espuma e total de espuma, mas em contra partida, as cervejas ficaram menos amargas e com menor acidez, características apreciadas pelo consumidor.

Palavras-chave: bebida alcoólica, análise físico-química, fermentação.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF BEER PRODUCED HONEY

SUMMARY

The objective of this study was to produce and characterize physico-chemically beer made with honey. The tests of beer production were made with nine treatments, three combination of the original extract concentrations (11, 13 and 15 °Brix) and three percentages of honey in the wort formulation (0, 20 and 40%). The experiment was completely randomized with two replications, totaling eighteen plots. The mashing process was performed by infusion, and the honey was added in the boiling step. After clarified, the wort had its extract contents corrected and was inoculated with low fermentation yeast. The fermentation occurred at 10 °C. The beer was manually bottled and stored in a freezer at the temperature of 0 °C for 15 days, for its maturation. The beers were analyzed for alcohol content, real extract, apparent extract, apparent fermentability, real fermentability, color, bitterness, turbidity, pH, total acidity and carbon dioxide, foam density and total foam. The physico-chemical analysis results were subjected to variance analysis and means were compared by Tukey test at 5% probability. All beers were considered clear. The honey presence in formulating increased the worts and beers fermentability, beyond causing turbidity decrease. In addition, it encouraged the carbonation, increased the foam density and total foam, but against starting the beers were less bitter and acidity.

Key words: alcoholic beverage, chemical analysis, fermentation.

2.1 INTRODUÇÃO

Segundo Kunze (2006), o mel possui elevado conteúdo de açúcar fermentescível e de substâncias aromáticas; devido a esses atributos, é ideal como matéria-prima para fabricação de cerveja. Para esse autor, o mel 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.

Cervejas elaboradas com mel devem ser pouco lupada, e mais forte, com 13 a 15 % de extrato primitivo, com a finalidade de aumentar o caráter vinoso à bebida, por meio do maior teor de álcool e ésteres. Os custos mais elevados dessa matéria-prima podem ser compensados pelo fato da cerveja de mel ter maior valor de mercado, e atrair consumidores interessados em apreciar uma bebida completamente diferente e nova (KUNZE, 2006).

A legislação brasileira (BRASIL, 2009) define cerveja como sendo “...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, isto é, extrato do mosto de malte de origem da cerveja.

As cervejas são classificadas, quanto ao extrato primitivo em: a) cerveja leve, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 5 % em peso e menor do que 10,5% em peso; b) cerveja ou cerveja comum, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 10,5% em peso e menor que 12% em peso; c) cerveja extra, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 12% em peso e menor ou igual a 14% em peso; d) cerveja forte, cujo extrato primitivo é maior que 14% em peso (BRASIL, 2009).

O objetivo do presente trabalho foi produzir e caracterizar físico-quimicamente cervejas elaboradas com mel, como adjunto de malte.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Planejamento experimental

Os ensaios de produção de cerveja foram feitos com nove tratamentos, combinação de três concentrações de extrato original (11, 13 e 15 °Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40 %). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no arranjo fatorial 3 x 3, com nove tratamentos e duas repetições, totalizando 18 unidades experimentais. A análise estatística (ANOVA) foi feita pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006). Os resultados das análises químicas das matérias-primas (mel e malte) foram apresentados como médias seguidas de desvio padrão.

2.2.2 Elaboração da cerveja

O malte, do tipo *Pilsen*, foi triturado, a seco, em moinho de dois rolos (marca Mec Bier). Em seguida, o malte moído (4 kg) foi introduzido na tina de mostura provida de controlador de temperatura e sistema de agitação, na presença de água (12 kg), sendo a mosturação realizada pelo processo de infusão, conforme Figura 2.1. Ao final da mosturação, realizou-se o teste de iodo, para confirmação da sacarificação do amido.

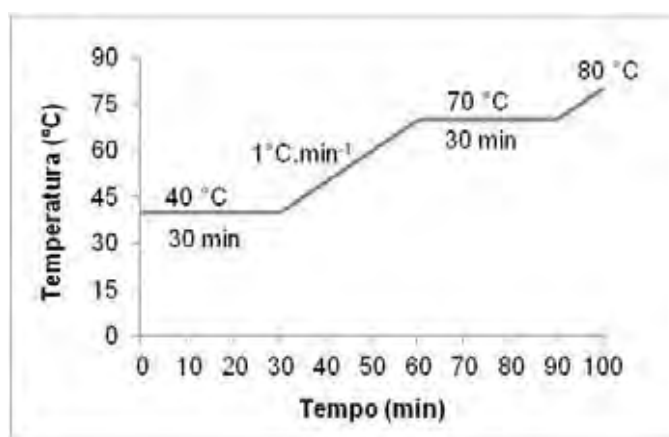


Figura 2. 1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.

Na tina de mosturação, equipada com fundo falso ranhurado, o mosto (primário) foi separado do bagaço do malte por meio de filtração convencional, sob pressão atmosférica, sendo a própria torta de filtração (bagaço de malte) usada como elemento

filtrante. Após a filtração do mosto primário, a torta foi lavada com 8 kg de água (80 °C), para extração do açúcar residual, obtendo o mosto secundário. A mistura de ambos (mosto misto) foi fervida (100°C) à pressão atmosférica durante 60 minutos, sendo que aos 15 minutos de ebulição, foi adicionado 1 g lúpulo em péletes; a segunda carga (2 g) foi adicionada aos 30 minutos e a última (1 g) foi feita aos 45 minutos; logo em seguida foi adicionado o mel ao mosto na proporção de 0, 20 e 40% da formulação, com base no extrato, sendo sua quantidade calculada a partir das equações 1 e 2. Terminada a fervura do mosto, realizou-se a operação do *whirlpool*, durante 5 minutos. Após esse período, ocorreu o repouso de 60 minutos visando a separação do *trub*, por decantação.

$$\% \text{ de mel} = \frac{M_{\text{extrato mel}}}{M_{\text{extrato mel}} + M_{\text{extrato mosto}}} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

% de mel = percentual de mel na formulação, na base do extrato;

M extrato mel = massa de extrato de mel;

M extrato mosto = massa de extrato de mosto.

A massa de extrato de mel deve ser convertida em massa de mel pela fórmula matemática que define Brix (Equação 2):

$$\text{Brix} = \frac{M_{\text{extrato mel}}}{M_{\text{mel}}} \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

Brix = teor de extrato do mel;

M extrato mel = massa de extrato de mel;

M mel = massa de mel a ser adicionada ao mosto de malte.

O mosto clarificado foi transferido para o fermentador, com controlador de temperatura, e seu teor de extrato foi corrigido para 11, 13 e 15 °Brix, através da adição de água, conforme equação 3. O mosto corrigido foi resfriado a 10 °C, e inoculado

com levedura cervejeira de baixa fermentação da espécie *Saccharomyces cerevisiae* centrifugada (4000 rpm / 5 min) na proporção de 1% m/m e iniciou-se o processo de fermentação.

$$B_1 \cdot M_1 + B_2 \cdot M_2 = B_3 \cdot M_3 \quad (3)$$

Onde:

B_1 = Brix do mosto inicial;

M_1 = massa do mosto inicial;

B_2 = Brix da água;

M_2 = massa de água;

B_3 = Brix do mosto final;

M_3 = massa do mosto final.

Antes da inoculação, 200 mL de mosto corrigido foi inoculado com aproximadamente 20 g de fermento cervejeiro centrifugado e colocado para fermentar em temperatura ambiente até a estabilização do teor de extrato (atenuação limite). A fermentação do mosto foi acompanhada diariamente, até o mosto apresentar o valor de 1 °Brix acima da atenuação limite. Posteriormente, a cerveja foi engarrafada manualmente em garrafas com capacidade de 600 mL, as quais foram armazenadas em freezer à temperatura de 0 °C por 15 dias, para que ocorresse a maturação. A carbonatação ocorreu na própria garrafa, através da fermentação do açúcar residual presente na cerveja, por ação de leveduras remanescentes.

2.2.3 Análises físico-químicas

O mel foi analisado quanto ao teor de umidade, extrato, açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose, pH, acidez livre e total (BRASIL, 2005).

O malte foi analisado quanto ao teor de extrato, odor, velocidade de sacarificação e velocidade de filtração (EBC, 2005).

No mosto, foram analisados o teor de extrato, fermentabilidade, cor, amargor, turbidez (EBC, 2005) e acidez total e pH (ASBC, 1958).

As cervejas foram analisadas quanto ao teor alcoólico, extrato real, extrato aparente, fermentabilidade aparente, fermentabilidade real, cor, amargor, turbidez e pH (EBC, 2005), acidez total e gás carbônico (ASBC, 1958), densidade de espuma e total de espuma (DE CLERK, 1958).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Análises químicas das matérias-primas

A Instrução Normativa nº 11 (BRASIL, 2000) estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deve cumprir o mel destinado ao consumo humano. O mel floral deve apresentar teor mínimo de açúcares redutores de 65%, umidade máxima de 20%, sacarose aparente máxima de 6% e acidez total máxima de 50 mEq/kg.

O mel floral de laranjeira utilizado na elaboração das cervejas (Tabela 2.1) apresentou teores de umidade, açúcar redutor, sacarose e acidez total dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2000).

Tabela 2.1. Análise do mel utilizado na fabricação das cervejas.

Umidade (%)	19,90 ± 1,53
Extrato (Brix)	80,10 ± 1,53
AR (% m/v)	74,03 ± 1,65
ART (% m/v)	78,43 ± 2,08
Sacarose (% m/v)	4,17 ± 0,74
pH	3,97 ± 0,17
Acidez Livre (mEq/ kg)	15,05 ± 1,46
Acidez Lactônia (mEq/ kg)	1,30 ± 0,85
Acidez Total (mEq/ kg)	16,36 ± 1,71

A análise química do malte mostrou teor de extrato (Tabela 2.2) inferior ao recomendado para malte tipo Pilsen (81% na base seca), conforme Briggs (2004b). A velocidade de sacarificação foi de 10 - 15 minutos e está de acordo com o valor proposto por esse autor.

A velocidade de filtração (normal) se completou em 1 hora (EBC, 2005). O odor (normal) correspondeu ao do malte tipo *Pilsen* (EBC, 2005).

Tabela 2.2. Análise do malte utilizado na fabricação das cervejas.

Teor de extrato (%), base seca	79,4 ± 0,69
Velocidade de sacarificação (min)	10-15 minutos
Velocidade de filtração	Normal
Odor	Normal

2.3.2 Análises físico-químicas do mosto

Os resultados das análises físico-químicas dos mostos são apresentados na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Análise físico-química dos mostos.

Parâmetros	Comum (11°Brix)			Extra (13°Brix)			Forte (15°Brix)		
	0%	20%	40%	0%	20%	40%	0%	20%	40%
pH	5,85	5,77	5,69	5,78	5,76	5,64	5,88	5,74	5,61
Acidez Total (% m/v)	0,14	0,13	0,10	0,15	0,13	0,12	0,17	0,13	0,09
Extrato (°Brix)	10,9	10,9	10,9	13,1	12,9	13,0	14,9	14,9	15,0
Cor (EBC)	19,88	19,75	19,79	20,81	21,31	21,38	20,56	20,50	20,58
Amargor (UA)	20,2	18,4	17,4	21,7	18,5	17,3	19,7	18,6	17,2
Turbidez (EBC)	24,45	21,83	21,18	28,80	26,01	23,40	29,65	26,65	23,26
Fermentabilidade (%)	70,39	77,73	89,00	70,37	78,08	89,55	73,00	80,34	89,64

Tabela 2.4. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para as análises químicas realizadas nos mostos.

Parâmetros	Concentração de extrato primitivo (11, 13 e 15°Brix)	Porcentagem de mel (0, 20 e 40%)	Interação extrato primitivo x porcentagem de mel
pH	ns	**	ns
Acidez Total (%)	**	**	ns
Extrato (%)	**	ns	ns
Fermentabilidade (%)	**	**	**
Cor (EBC)	**	ns	ns
Amargor (UA)	ns	**	ns
Turbidez (EBC)	**	**	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

O pH do mosto sofreu influência do teor de mel na formulação (Tabela 2.4). O mel é um alimento ácido, pH em torno de 4 (Tabela 2.3), contribui para a queda do pH nos mostos que receberam maior proporção dessa matéria-prima (0% - 5,83a; 20% - 5,77a e 40% - 5,65b). Os valores de pH dos mostos estão próximo do intervalo ideal (5,3 – 5,5), indicado por Kunze (2006). Para Briggs (2004a), valores inferiores a 5,0 podem prejudicar na clarificação da cerveja.

Tanto o extrato primitivo quanto o mel interferiram nos valores de acidez total dos mostos (Tabela 2.4). O extrato primitivo é composto por: açúcares, ácidos orgânicos e outros componentes solúveis. De acordo com Meilgaard (1978), a acidez livre, expressa em ácido láctico, representa de 0,5 a 1,0% dos sólidos solúveis do mosto. Dessa forma, quanto maior a concentração de extrato no mosto, maior deverá ser o seu teor em ácidos orgânicos provenientes do malte e do mel (comum - 0,11c; extra - 0,13b e forte - 0,15a).

A acidez total decresceu nos mostos que receberam mais mel (0% - 0,15a; 20% - 0,13b e 40% - 0,11b). O mel é constituído por cerca de 0,57% de ácidos orgânicos que são responsáveis pela acidez do mel e contribuem consideravelmente para o seu sabor característico (ANKLAM, 1998). Embora o pH do mel varie entre 3,4 e 6,1 com um valor médio de 3,9 (IURLINA; FRITZ, 2005), este parâmetro não está diretamente relacionado com a acidez livre devido à ação tampão dos ácidos e minerais presentes no mel (DE RODRÍGUEZ et al., 2004).

As diferentes concentrações de extrato no mosto interferiram nos teores de extrato (Tabela 2.4), estes estão de acordo com os propostos no planejamento experimental. De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2009), as cervejas são classificadas pelo extrato primitivo do mosto em comum (10,90c), extra (12,93b) e forte (14,95a).

A cor dos mostos foi influenciada pelo extrato primitivo (Tabela 2.4). Os compostos responsáveis pela coloração do mosto fazem parte do extrato, sendo que os compostos fenólicos estão entre os mais importantes. Meilgaard (1978) informou que o teor de substâncias fenólicas, nos sólidos solúveis do mosto, é de 0,1 a 0,2%. Com a elevação no teor de extrato, há o aumento na intensidade de cor nos mostos (comum - 19,56b, extra - 21,33a e

forte - 21,21a), em função do seu enriquecimento em compostos fenólicos e outras matérias corantes.

O mel interferiu no amargor dos mostos (Tabela 2.4). Os mostos elaborados com essa matéria-prima apresentaram menor intensidade de amargor (0% - 20,48a; 20% - 18,42b e 40% - 17,62c). Esse decréscimo não era esperado, pois a quantidade de lúpulo foi a mesma em todos os tratamentos. É possível que componentes do mel tenham interagido com as resinas amargas do lúpulo, durante a fervura do mosto. Os valores de amargor estão abaixo do intervalo, 20 - 40 UA, sugerido por Meilgaard (1978).

A fermentabilidade dos mostos sofreu influência do extrato primitivo, do mel e da interação de ambos (Tabela 2.4). Os mostos sem mel na formulação (0%) apresentaram menores valores de fermentabilidade em relação aos elaborados com essa matéria-prima (Tabela 2.5). Esse comportamento deve-se ao fato dos carboidratos do mel serem constituídos basicamente por açúcares fermentescíveis (34% de glicose, 41% de frutose e apenas 1,5% de dextrina) (PEREIRA et al., 2003), enquanto que o mosto de malte apresenta açúcares fermentescíveis e dextrina infermentescível (13,81% de maltotriose, 47,15% de maltose, 8,04% de glicose, 1,17% de frutose, 3,27% de sacarose e 26,54% de dextrina) (BRIGGS, 2004a). Como a concentração relativa de carboidratos (açúcares fermentescíveis e dextrina) nos mostos é constante dentro de cada categoria (0%, 20% e 40% de mel), esperava-se que os valores de fermentabilidade não variassem em função do teor de extrato primitivo.

Tabela 2.5. Efeito da interação das diferentes concentrações de extrato primitivo e proporções de mel no mosto na sua fermentabilidade e turbidez.

Concentração de extrato (°Brix)	Porcentagem de Mel (%)		
	0%	20%	40%
Fementabilidade (%)			
11	70,39 cC	77,73 bB	89,00 bA
13	71,37 bC	78,08 bB	89,55 aA
15	73,00 aC	80,34 aB	89,64a A
Turbidez (EBC)			
11	24,45 bA	21,83 bB	21,18 bB
13	28,80 aA	26,01 aB	23,40 aC
15	29,65 aA	26,65 aB	23,26 bC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A turbidez foi influenciada pelo teor de extrato primitivo, pela proporção de mel e pela interação (Tabela 2.4). A adição de mel no mosto promoveu a queda nos valores de turbidez (Tabela 2.5). Há duas hipóteses para explicar essa observação: os componentes coloidais do mel reagiram com os do mosto de malte favorecendo da formação de flocos sedimentáveis (*trub*), ou o mel apresenta menor concentração de substâncias coloidais que conferem turbidez em relação ao mosto de malte. Observa-se também que os mostos com menor concentração de extrato (11°Brix) apresentaram os menores valores de turbidez (Tabela 2.5); nesses mostos, todas as substâncias solúveis e no estado coloidal (responsáveis pela turbidez) encontram-se em menor concentração em função da maior concentração de água.

2.3.3 Análises físico-químicas da cerveja

Os resultados da análise físico-química das cervejas são apresentados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6. Análise físico-química das cervejas.

Parâmetros	Comum (11 °Brix)			Extra (13 °Brix)			Forte (15 °Brix)		
	0%	20%	40%	0%	20%	40%	0%	20%	40%
pH	5,22	4,80	4,52	5,00	4,93	4,43	5,09	4,88	4,67
Acidez Total (% m/v)	0,20	0,17	0,16	0,34	0,27	0,26	0,32	0,30	0,26
Teor Alcoólico (% v/v)	4,11	4,29	4,91	4,82	5,75	5,92	5,54	5,59	6,04
Extrato Aparente (° Brix)	3,12	2,64	1,51	3,45	2,05	1,37	3,75	2,20	1,45
Extrato Real (° Brix)	4,76	3,94	3,30	4,96	3,65	3,44	5,14	4,11	3,47
Fermentabilidade aparente (%)	71,02	76,02	86,27	73,23	84,23	89,44	75,00	85,33	90,35
Fermentabilidade real (%)	56,75	64,23	70,02	61,86	71,90	73,63	65,73	72,63	76,90
Cor (EBC)	7,63	4,75	4,63	10,63	9,56	9,06	12,83	8,63	7,13
Amargor (UA)	12,88	11,63	11,00	12,50	10,13	9,63	11,25	9,38	8,75
Turbidez (EBC)	12,83	7,69	6,81	13,26	10,10	7,83	14,48	12,45	10,58
CO ₂ (v/v)	1,75	2,62	2,97	1,70	2,89	3,10	1,80	2,94	3,12
Total de espuma (%)	29,36	33,39	41,92	31,96	32,21	42,39	32,68	39,65	43,96
Densidade da espuma	12,81	14,63	18,10	14,23	14,98	18,79	15,63	15,33	20,25

Tabela 2.7. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para as análises químicas realizadas nas cervejas.

Parâmetros	Concentração de extrato primitivo (11, 13 e 15°Brix)	Porcentagem de mel (0, 20 e 40%)	Interação extrato primitivo x porcentagem de mel
pH	ns	**	ns
Acidez Total (%)	**	**	ns
Teor Álcool (% v/v)	**	**	ns
Extrato Aparente (%)	ns	**	ns
Extrato real (%)	ns	**	ns
Fermentabilidade Aparente (%)	**	**	ns
Fermentabilidade Real (%)	**	**	ns
Cor (EBC)	**	**	**
Amargor (UA)	**	**	**
Turbidez (%)	**	**	**
CO ₂ (v/v)	ns	**	ns
Total de espuma (%)	**	**	**
Densidade de espuma	**	**	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

Segundo Kunze (2006), a cerveja tipo Pilsen alemã apresenta em média teor de extrato original de 11,57%, extrato aparente de 2,04%; extrato real de 3,84%, teor alcoólico de 5,07%, pH de 4,39 e cor de 7,0 EBC. Observa-se que as cervejas elaboradas com 20% de mel são as que mais se aproximam da cerveja Pilsen alemã.

Os valores de pH das cervejas tiveram influência do mel (Tabela 2.7), o mesmo comportamento observado nos mostos. As cervejas elaboradas com mel apresentaram os menores valores (0% - 5,10a; 20% - 4,87b e 40% - 4,54c). Os valores estão próximo do intervalo (3,8 - 4,7) citado por Meilgaard (1978) para cervejas americanas tipo *Lager*.

As diferentes concentrações de extrato primitivo e porcentagens de mel interferiram significativamente nos teores de acidez total (Tabela 2.7). As cervejas comuns apresentaram os menores teores de acidez (comum – 0,18b; extra – 0,29a; forte – 0,28a) em função de sua carência de extrato, fonte de ácidos orgânicos. As cervejas elaboradas com mel apresentaram teores de acidez total inferiores às cervejas puro malte (0% - 0,29a; 20% - 0,25b;

40% - 0,22c). Esse resultado se choca com os de pH, pois deveria existir uma relação inversa entre este e aquela. Esse mesmo fato ocorreu com o mosto. O poder tampão de cada cerveja pode estar por traz desse comportamento aparentemente anômalo.

O teor alcoólico das cervejas foi influenciado pelo mel e pela concentração de extrato (Tabela 2.7). Em função da elevada fermentabilidade do mel, esperava-se que as cervejas com maior proporção desta matéria-prima apresentassem teores alcoólicos mais elevados, mas isso apenas foi verificado nas cervejas com 40% de mel (0% - 4,82b; 20% - 5,21b e 40% - 5,62a). As cervejas elaboradas com o menor teor extrato primitivo (11°Brix), isto é, menor concentração de açúcar, apresentaram os menores teores alcoólicos (comum - 4,43b; extra - 5,50a e forte - 5,72a), resultado já esperado pela relação direta existente entre o açúcar e o etanol. As cervejas elaboradas apresentaram teores alcoólicos próximos das cervejas claras tipo *Lager*, 4,99% v/v (KUNZE, 2006).

Os valores do extrato aparente e real e da fermentabilidade aparente e real foram influenciados pela adição de mel nas cervejas (Tabela 2.7). As cervejas elaboradas com mel apresentaram os menores valores de extrato aparente (0% - 3,46a; 20% - 2,30b e 40% - 1,44c) e extrato real (0% - 4,95a; 20% - 3,90b e 40% - 3,40c); conseqüentemente, apresentaram as maiores fermentabilidade aparente (0% - 73,16c; 20% - 81,86 b e 40% - 88,67a) e real (0% - 61,44c; 20% - 69,59b e 40% - 73,50a). Comportamento esperado, pois os mostos das cervejas com mel apresentaram maior riqueza em açúcares fermentescíveis quando comparados ao mosto puro malte, que é rico em dextrina (infermentescível), já mencionado anteriormente.

As cervejas comuns apresentaram os menores valores de fermentabilidade aparente (comum - 77,77b; extra - 82,38a e forte - 83,52a) e fermentabilidade real (comum - 63,67c; extra - 69,10b e forte - 71,76a). Este fato não é esperado, pois a composição relativa de açúcares e dextrinas são constantes dentro de cada categoria de mosto (0%, 20% e 40% de mel), assim os valores de fermentabilidade não deveriam variar em função do teor de extrato primitivo. O resultado é anômalo, assim, como o do mosto. Os valores de fermentabilidade foram maiores aos encontrados por Andrade (2007) em cerveja com arroz preto e aos encontrados por Curi et al. (2009) em cervejas de malte e malte com cevada.

Os valores de amargor nas cervejas (Tabela 2.6) foram mais baixos em relação aos encontrados em seus respectivos mostos (Tabela 2.3), indicando que as substâncias amargas são eliminadas pela camada superior da espuma formada durante a fermentação, como afirma Reinold (1997). A adição de mel influenciou na intensidade de amargor (Tabela 2.7). As cervejas elaboradas com mel apresentaram valores inferiores de amargor (0% - 12,21a; 20% - 10,38b e 40% - 9,79b). Esse comportamento não tem qualquer relação com o processo de fermentação, mas sim com a mosturação. Deve-se lembrar (Tabelas 2.3 e 2.4) que os mostos que receberam mel apresentaram menores valores de amargor.

As diferentes porcentagens de mel interferiram significativamente na carbonatação da bebida (Tabela 2.7). As cervejas puro malte apresentaram os menores níveis de carbonatação (0% - 1,78c; 20% - 2,82b e 40% - 3,06a). Esse comportamento pode estar relacionado à menor fermentabilidade dessas cervejas. O teor de gás carbônico das cervejas com mel apresentaram-se próximos do intervalo 2,5 a 2,8 v/v, sugerido por Carvalho et al. (2007).

Os valores de cor das cervejas (Tabela 2.6) apresentaram um decréscimo em relação aos valores de cor dos mostos respectivos (Tabela 2.3). Isso se dá devido à eliminação da matéria corante na espuma durante o processo de fermentação e pela ação redutora das leveduras sobre os taninos oxidados (DE CLERK, 1958). A intensidade de cor das cervejas foi influenciada pelo extrato primitivo, pelo mel e pela interação (Tabela 2.7). A adição de mel promoveu a queda nos valores de pH nas cervejas; segundo Kunze (2006), a diminuição do pH promove a perda de algumas substâncias corantes; além disso, o pH interfere na coloração de diversos pigmentos polifenóis. De acordo com Briggs (2004a), a cor da cerveja é em grande parte devido à melanina e caramelo presente no malte; portanto, as cervejas com mel apresentaram menor concentração desses pigmentos (Tabela 2.8).

O aumento nos teores de extrato primitivo eleva a intensidade de cor nas cervejas (Tabela 2.8), reflexo do ocorrido nos respectivos mostos. Pela legislação brasileira, todas as cervejas foram consideradas claras, pois sua intensidade de cor está abaixo de 20 EBC (BRASIL, 2009).

Tabela 2.8. Efeito da interação do extrato primitivo e do mel na cor, turbidez, densidade de espuma e total de espuma das cervejas.

Concentração de extrato (°Brix)	Porcentagem de Mel (%)		
	0%	20%	40%
Cor (EBC)			
11	7,63cA	4,75 bB	4,63 bB
13	10,63 bA	9,56 aA	9,06 aA
15	12,83 aA	8,63 aB	7,13 aC
Turbidez (EBC)			
11	12,83 bA	7,69 cB	6,83 cC
13	13,28 bA	10,10 bB	7,83 bC
15	14,48 aA	12,45 aB	10,58 aC
Densidade de espuma			
11	12,81 cB	14,63 bB	18,11 bA
13	14,23 bC	14,98 abB	18,79 abA
15	15,63 aB	15,33 aB	20,25 aA
Total de espuma (%)			
11	29,36 aB	32,39 bB	41,92 bA
13	31,96 bC	33,21 bB	42,39 abA
15	32,68 aC	39,65 aB	43,96 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

As cervejas (Tabela 2.6) apresentaram menores valores de turbidez em relação aos mostos (Tabela 2.3), demonstrando que o processo de maturação da cerveja, realizado em baixa temperatura (0°C), favorece a remoção de substâncias coloidais que causam turbidez à cerveja (VENTURINI FILHO, 2000). Observa-se também que a adição de mel e as diferentes concentrações de extrato (Tabela 2.8) promoveram a queda nos valores de turbidez. As cervejas elaboradas com mel apresentam menor concentração de substâncias coloidais que conferem turbidez em relação às elaboradas com malte. Foram observados também que os mostos com menor concentração de extrato (11°Brix) apresentaram os menores valores de turbidez, em função do efeito diluidor da água.

A densidade da espuma e o total de espuma foram influenciados pela diferentes concentrações de extrato e de mel (Tabela 2.7). As cervejas fortes apresentaram os maiores valores da densidade da espuma e total de espuma (Tabela 2.8), esse fato pode ser devido à maior riqueza dessas bebidas em macromoléculas, proteínas principalmente, que

atuam na formação e estabilização de espumas (KUNZE, 2006). Em relação à adição de mel, as cervejas elaboradas com 40% de mel (Tabela 2.8), apresentaram os maiores valores de densidade da espuma e total de espuma, isso pode estar relacionado à maior carbonatação dessas bebidas. Segundo Morado (2009), a espuma se forma devido à dispersão do dióxido de carbono na cerveja e sua característica é influenciada pelo teor de proteínas, viscosidade da cerveja, temperatura e pressão durante o processo de fermentação, acondicionamento e até pela característica do corpo o qual a bebida é servida.

2.4 CONCLUSÃO

A presença de mel como matéria-prima cervejeira aumenta a fermentabilidade dos mostos e das cervejas, além de favorecer a sua carbonatação e formação de espuma nas cervejas. Além disso, o mel diminui a turbidez, promovendo uma melhor clarificação na cerveja, a sua acidez total, o seu pH e o seu amargor. Todas as cervejas foram consideradas claras, pois a intensidade de cor está abaixo de 20 EBC.

Enquanto que o aumento concentrações de extrato primitivo no mosto elevou os teores de acidez total, cor e turbidez nas cervejas.

2.5 REFERÊNCIAS

ANKLAM, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, Elsevier, v.4, n.63, p. 549 – 562, 1998.

AMERICAN Society of Brewing Chemists. **Methods of analysis of the American Society of Brewing Chemists**. Madison: ASBC, 1958. 209p.

ANDRADE, C.M.; SANTOS, C.D.O.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja produzida com arroz preto (*Oryza sativa*) como adjunto de malte. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Indústria de bebidas: Inovação, Gestão e Produção**. São Paulo: Blucher, 2011. Cap. 24, p. 487- 496.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. 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, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: <http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%2006871_09_01.pdf> . Acesso em: 20 nov. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 23.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico - Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

BRIGGS, D. E. et al. Chemistry of wort boiling. In: BRIGGS, D. E. et al. **Brewing: science and practice**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004a. Chap. 2, p. 11-51.

BRIGGS, D. E. et al. Malts, adjuncts and supplementary enzymes. In: BRIGGS, D. E. et al. **Brewing: science and practice**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004b. Chap. 2, p. 11-51.

CARVALHO, G.B.M. et al. Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 3º parte – A Maturação. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 27, p. 69-74, fev./mar. 2007.

CURI, R. A. et al. Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte: análises físico-química e sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 106-112, abr./jun. 2009.

DE CLERK, J. Theory of fermentation. In: _____ **A textbook of brewing**. London: Chapman & Hall, 1958. v.1, cap. 19, p. 366-402.

DE RODRÍGUEZ, G.O. et al. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, Elsevier, n. 84, p. 499-502, 2004.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica – EBC**. 5 ed. Zurique: Brauerei – und Getränke – Rundschau, 2005.

IURLINA, M.O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. **International Journal of Food Microbiology**, n.105, p. 297 – 304, 2005.

KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. **Tecnología para cerveceros y malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006. Cap. 7, p. 826-885.

MEILGAARD, M. Wort composition. In: BRODERICK, H. M. (Ed.). **The practical brewer: a manual for the brewing industry**. 2 ed. Madison: MBAA, 1978. Cap. 6, p. 99-116.

MENDES, B. A.; COELHO, E. M. Considerações sobre características de mel de abelhas - análises e critérios de inspeção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 106, p. 56-67, 1983.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009. 357p.

PEREIRA, F. M. et al. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio Norte, versão eletrônica. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/mel.htm>>. Acesso em 19 nov. 2011

REINOLD, M.R. **Manual prático de cervejaria**. São Paulo: Aden, 1997. 214p.

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

VIERA, S. **Análise de Variância: (ANOVA)**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.

CAPÍTULO III

ANÁLISE ENERGÉTICA DE CERVEJA ELABORADA COM MEL

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar energeticamente cervejas elaboradas com mel. Os ensaios de produção de cerveja foram feitos com nove tratamentos, combinação de três concentrações de extrato original (11, 13 e 15 °Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40%). O experimento foi inteiramente casualizado com duas repetições, perfazendo dezoito parcelas experimentais. A mosturação foi realizada pelo processo de infusão, sendo o mel adicionado na etapa de fervura. Depois de clarificado, o mosto teve seu teor de extrato original corrigido e foi inoculado com levedura de baixa fermentação. A fermentação ocorreu a 10 °C. A cerveja foi engarrafada manualmente e armazenadas em freezer à temperatura de 0 °C por 15 dias, para a sua maturação. As cervejas foram analisadas quimicamente e a partir dessas análises os valores energéticos foram quantificados. Os resultados das análises químicas e valor energético das cervejas foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As cervejas comuns apresentaram os menores valores energéticos (31,05 a 31,95 kcal 100g⁻¹) em relação às cervejas extras (36,42 a 38,42 kcal 100g⁻¹) e as fortes (38,20 a 40,17 a kcal 100g⁻¹). O aumento no teor de extrato primitivo nas cervejas elevou o valor calórico dessas. A presença de mel na formulação aumentou os valores energéticos nas cervejas comuns e extras e diminuiu nas fortes. Os teores de álcool e de carboidrato foram predominantes nos valores energéticos das cervejas, sendo possível observar uma relação direta entre esses componentes da cerveja e o seu valor calórico.

Palavras-chave: bebida alcoólica, composição centesimal, valor calórico e valor energético.

ENERGY ANALYSIS OF BEER PRODUCED HONEY

SUMMARY

The objective of this study was to characterize energetically beers made with honey. The tests of beer production were made with nine treatments, three combination of the original extract concentrations (11, 13 and 15 °Brix) and three percentages of honey in the wort formulation (0, 20 and 40%). The experiment was completely randomized with two replications, totaling eighteen plots. The mashing process was performed by infusion. The honey was added in the boiling step. After clarified, the wort had its extract contents corrected and was inoculated with low fermentation yeast. The fermentation occurred at 10 ° C. The beer was manually bottled and stored in a freezer at the temperature of 0 °C for 15 days. The results of chemical analysis and energy value of the beers were subjected to analysis of variance (F test) and means were compared by Tukey test at 5% probability. The common beers had the lowest energy value (31.05 to 31.95 kcal 100g⁻¹) in relation to extra (from 36.42 to 38.42 kcal 100g⁻¹) and strong (38.20 to 40.17 the kcal 100g⁻¹) beers. The increase in the original extract in beer raises its caloric value. The presence of honey in the formulation increased the energy values in common and extra beers and decreased in strong. The levels of alcohol and carbohydrate were predominant in the beer energy values, being possible to observe a direct relation among these components of beer and their caloric value.

Key words: alcoholic beverage, chemical composition, calorific value and energy value.

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil no ano de 2010, ultrapassou a Rússia no *ranking* da produção mundial de cerveja, alcançando o terceiro lugar. A China com o volume de produção de 44,8 bilhões de litros ocupa a primeira posição, seguida dos EUA (22,8), Brasil (11,4), Rússia (10,3) e Alemanha (9,6) (BARTH..., 2011).

A cerveja tipo *Pilsen* (ou *Pilsener*) é a líder absoluta na preferência dos consumidores mundiais e corresponde a 98% do mercado brasileiro de cerveja. A tendência do setor, confirmada por especialistas, fabricantes e cervejeiros, segue os passos de outras partes do mundo, como nos Estado Unidos, onde uma revolução no consumo fez aumentar o número de microcervejarias existentes no país. No Brasil, o processo é lento, mas está ocorrendo gradativamente e com mais intensidade nos últimos anos. A expansão das microcervejarias é resultado da curiosidade dos consumidores pelas chamadas cervejas especiais (SOARES, 2011).

A tendência do mercado cervejeiro brasileiro é sem dúvida a segmentação, devido aos consumidores dispostos a experimentar produtos diferenciados como cerveja sem álcool, de trigo, milho, com limão, mel, mandioca, misturada com frutas, como a framboesa, de baixa ou alta fermentação. Assim, os diversos tipos de cerveja existentes devem ficar mais populares, com os fabricantes voltados aos nichos específicos e disponibilizando inúmeras variações da bebida no mercado, justamente para atender a este novo perfil de consumidor (SOARES, 2011).

A composição dos alimentos é fundamental para obter a segurança alimentar e nutricional. As informações de uma tabela de composição de alimentos são essenciais para o controle da qualidade dos alimentos bem como a avaliação da ingestão de nutrientes de uma população. Por meio delas, é possível efetuar a rotulagem nutricional a fim de auxiliar consumidores na escolha dos alimentos, orientarem a produção agrícola e das indústrias de alimentos no desenvolvimento de novos produtos, além de permitir as autoridades de saúde pública de estabelecer metas nutricionais e guias alimentares que levem a uma dieta mais saudável (TACO, 2006).

O valor energético de um alimento pode ser determinado de forma direta por bomba calorimétrica, indireta por cálculo centesimal e pela tabela de composição de alimentos e bebidas. A determinação do valor energético de forma indireta (cálculo

centesimal) de um alimento é feita considerando o calor de combustão e a digestibilidade de proteínas, lipídios e carboidratos; e quando presente, pelo teor de álcool. O cálculo para obtenção do valor energético é feito a partir dos teores de carboidratos, proteínas, lipídeos e álcool, utilizando fatores de conversão de 3,75; 4; 9 e 7 Kcal g⁻¹ respectivamente (MOREIRA et al., 2005; SOUTHGATE; DURNIN, 1970).

A legislação brasileira (BRASIL, 2009) define cerveja como “...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, isto é, extrato do mosto de malte.

Quanto à proporção de malte de cevada, as cervejas podem ser classificadas em: a) cerveja de puro malte, aquela que possuir 100% de malte de cevada em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares; b) cerveja, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior ou igual a 55% em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares; c) “cerveja de ...”, seguida do nome do vegetal predominante, aquela que possuir proporção de malte de cevada maior que 20% e menor que 55%, em peso, sobre o extrato primitivo, como fonte de açúcares (BRASIL, 2009).

As cervejas são classificadas quanto ao extrato primitivo em: a) cerveja leve, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 5 % em peso e menor do que 10,5% em peso; b) cerveja ou cerveja comum, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 10,5% em peso e menor que 12% em peso; c) cerveja extra, cujo extrato primitivo é maior ou igual a 12% em peso e menor ou igual a 14% em peso; d) cerveja forte, cujo extrato primitivo é maior que 14% em peso (BRASIL, 2009).

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar energeticamente cervejas elaboradas com mel.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Planejamento experimental

Os ensaios da produção de cerveja foram feitos com nove tratamentos, combinação de três concentrações de extrato primitivo (11, 13 e 15 °Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40%). O delineamento experimental foi inteiramente

casualizado em esquema fatorial 3x3, com duas repetições, perfazendo dezoito parcelas experimentais. Os resultados das análises químicas e valor energético das cervejas foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006).

3.2.2 Protocolo da fabricação da cerveja

A moagem do malte foi a seco, em moinho de dois rolos. Na mosturação, utilizou-se o processo de infusão (Figura 3.1), sendo que a proporção malte (4Kg) e água (12Kg) foi de 1 para 3 (KUNZE, 2006). Ao final da mosturação realizou-se o teste de iodo, para confirmação da sacarificação do amido.

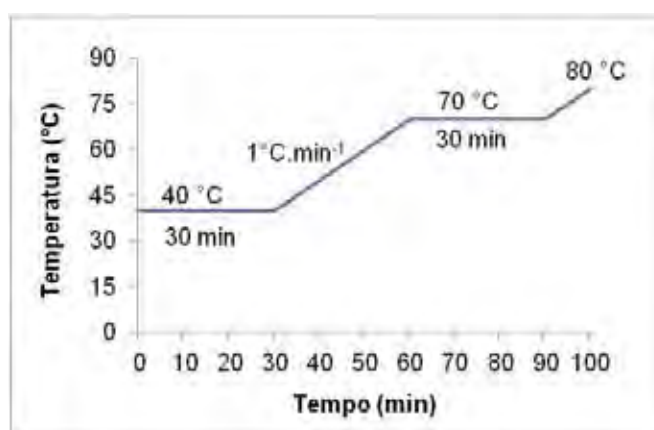


Figura 3. 1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.

O mosto (primário) foi separado do bagaço de malte por filtração convencional, sendo a torta de filtro lavada com 8 kg de água a 80°C, para extração do açúcar residual, obtendo o mosto secundário. A mistura de ambos (mosto misto) foi fervida à pressão atmosférica durante 60 minutos. Durante a fervura do mosto, adicionou-se lúpulo em péletes pelo método das três cargas (HUDSTON, 1977) e no mesmo instante da última carga de lúpulo, o mel de laranjeira foi adicionado ao mosto na proporção de 0, 20 e 40%, com base no extrato, sendo sua quantidade calculada a partir das equações 1 e 2.

$$\% \text{ de mel} = \left(\frac{M_{\text{extrato mel}}}{M_{\text{extrato mel}} + M_{\text{extrato malte}}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

% de mel = percentual de mel na formulação, na base do extrato;

M extrato mel = massa de extrato de mel;

M extrato malte = massa de extrato de malte.

$$\text{Brix} = \frac{\text{M extrato mel}}{\text{M mel}} \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

Brix = teor de extrato ou sólidos solúveis do mel;

M extrato mel = massa de extrato do mel;

M mel = massa de mel a ser adicionada ao mosto de malte.

Após a fervura, realizou-se a operação do *whirlpool*, durante 5 minutos. Após esse período, ocorreu o repouso de 60 minutos, visando a separação do *trub*, por decantação.

O mosto clarificado foi transferido para o fermentador, e seu teor de extrato foi corrigido para 11, 13 e 15 °Brix, através da adição de água, conforme equação 3. O mosto corrigido foi resfriado a 10 °C e inoculado com levedura cervejeira de baixa fermentação da espécie *Saccharomyces cerevisiae* centrifugada (4000 rpm / 5 min) na proporção de 1% m/m, iniciando o processo de fermentação.

$$B_1 \cdot M_1 + B_2 \cdot M_2 = B_3 \cdot M_3 \quad (3)$$

Onde:

B₁ = Brix do mosto inicial;

M₁ = massa do mosto inicial;

B₂ = Brix da água;

M₂ = massa de água;

B₃ = Brix do mosto final;

M₃ = massa do mosto final.

Antes da inoculação, 200 mL de mosto corrigido foi separado e inoculado com aproximadamente 20 g de fermento cervejeiro centrifugado e colocado para fermentar em temperatura ambiente até a estabilização do teor de extrato (atenuação limite). A fermentação foi acompanhada diariamente, até o mosto apresentar o valor de 1 °Brix acima da atenuação limite. Posteriormente, a cerveja foi engarrafada manualmente em garrafas âmbar de 600 mL e colocadas em freezer à temperatura de 0 °C por 15 dias, para maturação. A carbonatação ocorreu na própria garrafa, através da fermentação do açúcar residual presente na cerveja, por ação de leveduras remanescentes.

3.2.3 Análises químicas

As cervejas foram analisadas quanto à composição centesimal (umidade, proteína, lipídio, cinzas e carboidrato), ao teor alcoólico (% m/m) e posteriormente calculou-se o valor energético.

- Álcool: O teor alcoólico foi determinado pelo método da destilação. A densidade relativa do destilado foi determinada em densímetro digital e depois convertida em teor alcoólico (% v/v) por meio de tabela (BRASIL, 2005). O teor alcoólico em % v/v foi convertido em % m/m por meio da equação 4.

$$\text{Teor alcoólico} = \left(\frac{V_{\text{etanol}} \cdot D_{\text{etanol}}}{V_{\text{sol}} \cdot D_{\text{sol}}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

Onde:

V_{etanol} = volume de etanol do destilado, em mL;

D_{etanol} = densidade do etanol, 0,789 g.mL⁻¹;

V_{sol} = volume do destilado, 100 mL;

D_{sol} = densidade do destilado, em g.mL⁻¹

- Umidade: o teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa, através da perda de peso da amostra, quando aquecida a 105°C (BRASIL, 2005).

- Cinzas: o teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550°C (BRASIL, 2005).

- Lipídio: o lipídio total foi determinado pelo método proposto por Bligh e Dyer (1959).
- Proteína: o teor de proteína bruta foi determinado a partir do teor de nitrogênio total, usando fator 6,25, pelo método Kjeldahl modificado (BRASIL, 2005).
- Carboidrato: o teor de carboidrato foi calculado pela diferença entre 100 e a soma dos demais constituintes (umidade, proteínas, lipídios, cinzas e álcool) (TACO, 2006 e MOREIRA et al., 2005).

3.2.4 Determinação do valor energético

Os valores energéticos das bebidas foram expressos em kcal e kJ. Esses valores foram calculados a partir da concentração de proteína, lipídio, carboidrato e álcool, utilizando os fatores energéticos de conversão proposto por Southgate e Durnin (1970).

- Proteína: 4 kcal 100 g⁻¹;
- Lipídio: 9 kcal 100 g⁻¹;
- Carboidrato: 3,75 kcal 100 g⁻¹;
- Álcool: 7 kcal 100 g⁻¹.

Os valores energéticos expressos em kJ foram estimados a partir dos valores em kcal multiplicado diretamente pelo fator de conversão 4,184.

$$VE = FC \cdot CN \quad (5)$$

Onde:

VE = valor energético (kcal 100 g⁻¹);

FC = fator de conversão específico (kcal g⁻¹);

CN = concentração do componente nutricional na bebida (g 100g⁻¹).

3.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os valores médios da composição centesimal e valor energético das cervejas estão apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Composição centesimal e valor energético de cerveja comum (11°Brix), extra (13°Brix) e forte (15°Brix) por 100 gramas de bebida.

Brix	Proporção de Mel	Umidade (%)	Cinzas (g)	Proteína (g)	Lipídio (g)	Álcool (g)	Carboidrato (g)	Valor Energético (kcal)	Valor Energético (kJ)
11	0%	90,65	3,42	0,72	0,18	3,18	1,29	31,05	130,12
	20%	91,04	3,16	0,49	0,15	3,36	1,12	31,11	130,17
	40%	91,76	3,11	0,38	0,12	3,84	0,64	31,95	133,67
13	0%	90,18	3,67	0,74	0,16	3,78	1,48	36,42	152,38
	20%	90,77	3,16	0,50	0,11	4,50	0,96	38,12	159,50
	40%	90,63	3,30	0,42	0,10	4,63	0,92	38,42	160,76
15	0%	89,98	3,98	0,79	0,14	4,33	1,44	40,17	168,08
	20%	90,62	3,84	0,52	0,08	4,37	1,17	37,60	157,33
	40%	90,77	3,45	0,46	0,06	4,72	0,81	38,20	159,81

Tabela 3.2. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para as análises químicas e valores energéticos realizadas nas cervejas.

Parâmetros	Concentração de extrato primitivo (11, 13 e 15°Brix)	Porcentagem de mel (0, 20 e 40%)	Interação extrato primitivo x porcentagem de mel
Umidade	**	**	**
Cinzas	**	**	**
Proteína	ns	**	ns
Lipídios	ns	**	ns
Carboidrato	ns	**	ns
Álcool	**	**	ns
Valor Energético (Kcal)	**	**	**
Valor Energético (kJ)	**	**	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

O teor de proteína das cervejas foi influenciado pela adição de mel (Tabela 3.2). As cervejas elaboradas com mel apresentaram menores teores de proteína (0% - 0,75a; 20% - 0,50b e 40% - 0,42c). Fato já esperado devido os baixos teores desse nutriente no mel, em média 0,44% (PEREIRA et al., 2003), enquanto o malte, segundo Reinold (1995), deve apresentar no máximo 11,5%.

Os teores de lipídios das cervejas sofreram influência das diferentes porcentagens de mel na formulação (Tabela 3.2). O mel apresenta baixo teor de lipídios, em média 0,15% (SOUZA et al., 2005). Em função disso, as cervejas com mel apresentaram teores de lipídios inferiores às elaboradas apenas com malte (0% - 0,16a; 20% - 0,11b 40% - 0,08b). Essa observação indica que o mel não contribuiu com esse componente na produção dos mostos e cervejas.

O mel influenciou significativamente os teores de carboidrato das cervejas (Tabela 3.2). Os teores de carboidratos do mel são constituídos basicamente por açúcares fermentescíveis (34% de glicose, 41% de frutose e apenas 1,5% de dextrina)

(PEREIRA et al., 2003), enquanto que o mosto de malte apresenta açúcares fermentescíveis e dextrina infermentescível (13,81% de maltotriose, 47,15% de maltose, 8,04 % de glicose, 1,17% de frutose, 3,27% de sacarose e 26,54% de dextrina) (BRIGGS, 2004). Portanto, as cervejas elaboradas sem mel apresentaram os maiores teores de carboidrato (0% - 1,40a; 20% - 1,08b e 40% - 0,79c), em virtude da maior presença de carboidratos infermentescíveis (dextrina). Com o aumento dos teores de extrato no mosto.

Tanto o mel quanto o extrato primitivo interfeririam nos teores de álcool das cervejas (Tabela 3.2). As cervejas elaboradas com o menor teor de extrato primitivo (11°Brix), isto é, menor concentração de açúcares, apresentaram os menores teores alcoólicos (comum – 3,46c; extra – 4,30b e forte – 4,48a). As cervejas elaboradas com 40% de mel apresentaram teores alcoólicos superiores das elaboradas sem mel (0% - 3,76c; 20% - 4,08b e 40% - 4,40a), pois o mel é constituído basicamente por açúcares fermentescíveis enquanto que o mosto de malte apresenta açúcares fermentescíveis e dextrina infermentescível, como discutido anteriormente. Em função da elevada fermentabilidade do mel, esperava-se que as cervejas elaboradas com esta matéria-prima apresentassem teores alcoólicos mais elevados, mas isso apenas foi verificado nas cervejas com 40% de mel.

Tabela 3. 3. Efeito do mel, do extrato primitivo e da interação nos teores de umidade e cinzas das cervejas.

Concentração de extrato (°Brix)	Porcentagem de Mel (%)		
	0	20	40
Umidade (%)			
11	90,65 aC	91,04 aB	91,76 aA
13	90,18 bB	90,77 abA	90,63 bA
15	89,98 bB	90,62 bA	90,77 bA
Cinzas (%)			
11	3,42 bA	3,16 bB	3,11 bB
13	3,67 bA	3,16 bB	3,30 abB
15	3,98 aA	3,84 aA	3,45 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

As diferentes concentrações de extrato primitivo, as porcentagens de mel e a interação de ambos influenciaram os teores de umidade das cervejas (Tabela 3.2). As cervejas comuns apresentaram teores de umidade mais elevados (Tabela 3), pelo fato de terem sido fabricados com mostos mais diluídos (11 °Brix). As cervejas fabricadas com mel também apresentaram umidade mais elevadas (Tabela 3.3); ao contrário das cervejas elaboradas apenas com malte, que é rico em dextrina (carboidrato não fermentescível que permanece na cerveja como extrato). Os carboidratos do mel são fermentescíveis e convertidos em etanol durante a fermentação alcoólica; este por ser volátil será computado como parte da umidade da cerveja.

Os teores de cinzas das cervejas foram influenciados pelo extrato primitivo, pelo mel e a interação desses dois fatores (Tabela 3.2). As cervejas elaboradas apenas com malte apresentaram os maiores teores de cinzas (Tabela 3.3). Comportamento esperado, pois segundo Venturini Filho (1996) o malte é constituído por 1,97% de cinzas, enquanto o mel apresenta em média 0,17% de cinzas (PEREIRA et al., 2003). Os teores de cinzas nas cervejas fortes foram os maiores, tal comportamento pode ser devido ao aumento da

concentração de minerais, causado pelo aumento no teor de extrato na elaboração das bebidas (Tabela 3.2).

Tabela 3.4. Efeito do extrato primitivo, do mel e da interação no valor energético da cerveja.

Concentração de extrato (°Brix)	Porcentagem de Mel (%)		
	0	20	40
Valor Energético (Kcal)			
11	31,05 cB	31,11 bB	31,95 bA
13	36,42 bB	38,12 aA	38,42 aA
15	40,17 aA	37,60 aB	38,20 aB
Valor Energético (kJ)			
11	130,12 cB	130,17 bB	133,67 bA
13	152,38 bB	159,50 aA	160,76 aA
15	168,08 aA	157,33 aB	159,81 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Embora exista recomendação, há mais de 30 anos, para utilizar somente o *Joule*, como unidade de valor energético em alimentos e bebidas, cientistas, nutricionistas e consumidores ainda possuem dificuldade em recusar o termo caloria. Devido a esse fato, na rotulagem nutricional dos produtos alimentícios, os valores energéticos precisam ser expressos em ambas as unidades (FAO, 2003).

O valor energético de cerveja tipo *Pilsen* puro malte, pode variar de 143,6 a 172,0 kJ 100g⁻¹ segundo Briggs (2004). Moreia et al. (2005) e TACO (2006) citam valores próximos de 32 kcal 100g⁻¹ e 41 kcal 100g⁻¹, respectivamente.

A adição de mel, as diferentes concentrações de extrato primitivo e a interações entre ambos interfeririam significativamente no valor energético das cervejas (Tabela 3.2). As cervejas comuns (Tabela 3.4) apresentaram os menores valores energéticos (31,61 a 32,04 kcal 100g⁻¹) em relação às cervejas fortes (36,50 a 38,55 kcal 100g⁻¹) e às

extras (37,72 a 40,29 a kcal 100g⁻¹). Esses resultados indicam que as cervejas comuns, elaboradas com menor teor de extrato, apresentam menos dextrinas e álcool em sua composição e conseqüentemente são menos calóricas.

O valor calórico das cervejas foi influenciado pelo mel, extrato original e interação (Tabela 3.2). A adição de mel aumentou o valor calórico na cerveja extra e comum, devido ao aumento nos teores alcoólicos nas cervejas com 40% de mel (Tabela 3.4). Por outro lado, diminuiu na forte, pois as cervejas fortes sem mel apresentaram os menores teores de proteína e de carboidrato (dextrina). As cervejas extras e fortes, dentro de cada categoria de mosto (0%, 20% e 40% de mel), apresentaram maior valor energético em função de sua riqueza em álcool e carboidrato (dextrina) (Tabela 3.4).

3.4 CONCLUSÃO

As cervejas comuns apresentaram os menores valores energéticos em relação às cervejas fortes e as extras.

O aumento no teor de extrato primitivo eleva o valor calórico das cervejas.

A presença de mel na formulação aumentou os valores energéticos nas cervejas comuns e extras e diminuiu nas fortes.

Os teores de álcool e de carboidrato foram predominantes nos valores energéticos das cervejas, sendo possível observar uma relação direta entre esses componentes da cerveja e o seu valor calórico.

3.5 REFERÊNCIAS

BARTH Report. Hops 2010/2011. **Bart-Haas Group Publications**. Nuremberg, July 2011. Disponível em: <http://www.barthhaasgroup.com/images/pdfs/barthreport_20102011_english.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2011.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF, 2005. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. 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, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: <http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%206871_09_01.pdf> . Acesso em: 20 nov. 2011.

BRIGGS, D. E. et al. Chemical and physical properties of beer. In: BRIGGS, D. E. et al. **Brewing: science and practice**. Cambridge: Woodhead, 2004. chap. 19, p. 662-712.

FAO. **Food energy: methods of analysis and conversion factors**. Rome, 2003. 87 p.

HUDSTON, H. R. Ebullicion del mosto. In: BRODERICK, H. M. **El cervecero en la practica**. Lima: Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza, 1977. cap. 7, p. 150-186.

KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. **Tecnología para cervecedores y malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006. cap. 7, p. 826-885.

MOREIRA, O. et al. **Tablas de composición de alimentos**. Madrid: Pirámide. 2005. 248 p.

PEREIRA, F. M. et al. **Produção de mel**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/mel.htm>>. Acesso em 19 nov. 2011.

REINOLD, M. R. **O processo de elaboração do mosto**. São Paulo: Aden, 1995. 47 p.

SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, n. 205, p. 14-22, 2011. Disponível em: <http://www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edicao_205.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

SOUTHGATE, D. A. T.; DURNIN, J. V. G. A. Caloric conversion factors: an experimental evaluation of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 24, p. 517-535, 1970.

SOUZA, R. C. S. et al. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da Região Amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, p. 333-336, 2004.

TABELA brasileira de composição de alimentos: TACO. Campinas: UNICAMP, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, 2006. 144 p.

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.

VIERA, S. **Análise de variância: ANOVA**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJAS ELABORADAS COM MEL

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi produzir e analisar sensorialmente cerveja utilizando mel como matéria - prima cervejeira. Os tratamentos originaram-se de um fatorial 3x3 proveniente da combinação de três concentrações de extrato no mosto (11, 13 e 15°Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40%). A mosturação foi realizada pelo processo de infusão. O mel foi adicionado na etapa de fervura. Depois de clarificado, o mosto teve seu teor de extrato corrigido e foi inoculado com levedura de baixa fermentação. A fermentação ocorreu a 10 °C. A cerveja foi engarrafada manualmente e armazenadas em freezer a temperatura de 0 °C por 15 dias. A análise sensorial foi realizada por meio do teste de escala hedônica estruturada de nove pontos. Os atributos sensoriais analisados foram aparência, aroma, sabor e avaliação global. Os resultados obtidos, para cada atributo, foram submetidos à análise de variância para experimento inteiramente casualizado. Todas as cervejas elaboradas foram aprovadas pela equipe sensorial, sendo que a presença de mel na formulação das cervejas comuns (11°Brix) e extra (13°Brix) não interferiu na aceitação dos provadores para todos os atributos sensoriais avaliados. Entretanto, as cervejas fortes com mel em sua composição obtiveram maior aceitação dos provadores.

Palavras-chave: bebida alcoólica, escala hedônica, matéria-prima.

SENSORY ANALYSIS OF BEER PRODUCED WITH HONEY

SUMMARY

The objective of this study was to produce and sensory analyze beer using honey as brewer raw material. The treatments were derived from a 3 x 3 factorial combination of three extracts concentrations in the wort (11, 13 and 15 °Brix) and three percentages of honey in the wort formulation (0, 20 and 40%). The mashing process was performed by infusion, and the honey was added in the boiling step. After clarified, the wort had its extract contents corrected and was inoculated with low fermentation yeast. The fermentation occurred at 10 °C. The beer was manually bottled and stored in a freezer at the temperature of 0 °C for 15 days. Sensory analysis was performed using the nine-point hedonic scale. The sensory attributes analyzed were appearance, aroma, flavor and overall evaluation. The data for each attribute were subjected to variance analysis for completely randomized designs experiment. All beers were approved by the sensory panel, while the honey presence in the formulation of common (11 °Brix) and extra (13 °Brix) beers did not affect the panelists acceptance for all sensory attributes evaluated. However, the strong beers with honey in its composition had better acceptance from the tasters.

Key words: alcoholic beverage, hedonic scale, raw material.

4.1 INTRODUÇÃO

O mel é um ingrediente versátil e altamente fermentescível, com sabor e aroma característicos, conferindo sabor diferenciado à bebida ou alimento (CRANE, 1987). A adição de mel em cerveja proporciona uma bebida menos encorpada e aumenta a quantidade de álcool, além de uma sensação alcoólica suave se comparada à cerveja com açúcar comum (SMITH, 2009). O mel é responsável por fornecer notas florais de aroma à cerveja, por meio dos polens e néctares utilizados pelas abelhas na sua produção.

Na cerveja, o mel garante uma doçura residual e um leve aroma característico, tornando-a uma bebida voltada ao público feminino. Esse tipo de cerveja deve ser pouco lupada, e mais forte, com 13 a 15 % de extrato primitivo, com a finalidade de aumentar o caráter vinoso da bebida, por meio do maior teor de álcool e ésteres (KUNZE, 2006).

Alguns países, como a Canadá, Inglaterra, Estados Unidos e Argentina, comercializam cervejas com mel, o que indica o grande potencial desse ingrediente na elaboração da bebida. A cervejaria inglesa Fuller's produz a Honey Dew, a microcervejaria argentina Buller produz artesanalmente sete tipos de cerveja, entre elas a Honey Beer. A cervejaria brasileira Colorado, comercializa uma cerveja feita com trigo e mel. No Canadá há várias cervejas com mel, entre elas a Boréale Dorée, Granville Island Cypress Honey Lager, Miel Pilsner e Shaftebury Honey Pale Ale e nos Estados Unidos há Blue Moon Honey Blonde.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1993), *análise sensorial* é definida como: “... a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos: visão, olfato, gosto, tato e audição.”

Os métodos de análise sensorial são classificados em discriminativos, afetivos e descritivos. Os métodos discriminativos (ou de diferença) são empregados quando há necessidade de avaliar a existência de diferença sensorial entre duas ou mais amostras, em termos globais ou em um atributo específico; são indicados para testar diferença quando ocorre mudança no produto, como alteração de formulação ou mudança no processamento, para isso é necessário uma equipe de provadores selecionados com conhecimento técnico. Os métodos afetivos são utilizados para avaliarem a aceitação ou preferência pelo produto; diferente do anterior, os avaliadores não precisam de treinamento e são indicados quando há o

desenvolvimento de novos produtos ou até mesmo para comparar produtos concorrentes. Os métodos descritivos têm caráter qualitativo e quantitativo, pois avaliam e descrevem a intensidade dos atributos sensoriais dos alimentos e bebidas e necessitam de equipes de avaliadores selecionados e treinados (DUTCOSKY, 1996; BEHRENS, 2011).

A escala hedônica é o método afetivo mais empregado devido ao caráter informativo de seus resultados. A escala numérica estruturada de nove categorias foi a primeira versão desenvolvida desse método, seguida da escala linear de 9 ou 10 cm. Esse método de avaliação sensorial é utilizado quando pretende efetuar testes entre mais de um produto, sendo possível deduzir a preferência dos consumidores. Os dados obtidos por meio da escala hedônica mista numérica podem ser resumidos na forma de médias, e comparados estatisticamente por análise de variância, teste de Tukey, teste *t* de *student*, etc (BEHRENS, 2011).

De acordo com Rodrigues e Iemma (2009), “*Experimentos delineados em esquemas fatoriais são aqueles que envolvem combinações entre os níveis de dois ou mais fatores*”, assim os tratamentos com dois ou mais fatores (tratamento) em dois ou mais níveis (doses) são chamados fatoriais. Nos esquemas fatoriais cada combinação se torna um tratamento. Esses experimentos são vantajosos no estudo da interação entre os tratamentos, sendo utilizados em estudos com drogas terapêuticas, aditivos químicos, de fertilizantes etc.

A relação entre o produto e o consumidor se estabelece por intermédios das características organolépticas identificadas por análise sensorial. A qualidade sensorial das cervejas é a soma das características que possibilitam atrair e satisfazer os consumidores, sendo o aroma e sabor fatores decisivos da qualidade do produto. Portanto há necessidade de medir a qualidade sensorial para melhor conhecer e controlar o aroma e sabor no produto. As qualidades ou os defeitos memorizados pelo consumidor determinam sua atitude a este ou aquele produto (DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, 2010).

O objetivo deste trabalho foi produzir e analisar sensorialmente cerveja utilizando mel como matéria-prima cervejeira.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Planejamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com nove tratamentos e duas repetições. Os tratamentos originaram-se de um fatorial 3x3 proveniente da combinação de três concentrações de extrato no mosto (11, 13 e 15°Brix) e três porcentagens de mel na formulação do mosto (0, 20 e 40%).

4.2.2 Elaboração da cerveja

O malte (4 kg) foi moído em moinho de dois rolos e em seguida mosturado pelo processo de infusão, conforme Figura 4.1. Ao final da mosturação realizou-se o teste de iodo, para confirmação da sacarificação do amido.

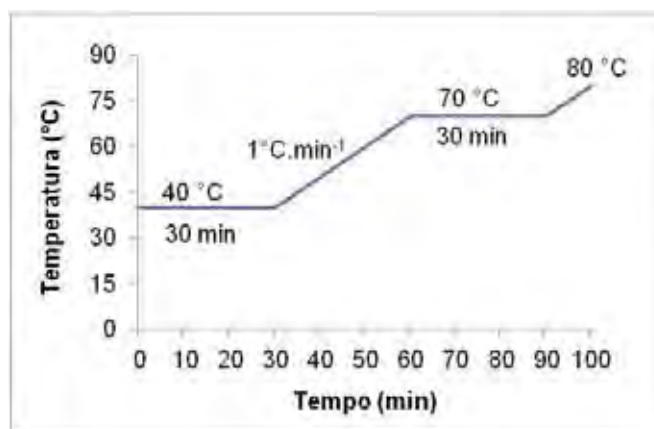


Figura 4. 1. Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação por infusão.

O lúpulo foi adicionado pelo método das três cargas (HUDSTON, 1977). Após a última carga de lúpulo, o mel de laranjeira foi adicionado ao mosto na proporção de 0, 20 e 40%, com base no extrato, sendo sua quantidade calculada a partir das equações 1 e 2.

$$\% \text{ de mel} = \left(\frac{M_{\text{extrato mel}}}{M_{\text{extrato mel}} + M_{\text{extrato malte}}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

% de mel = percentual de mel na formulação, na base do extrato;

M extrato mel = massa de extrato de mel;

M extrato malte = massa de extrato de malte.

A massa de extrato de mel foi convertida em massa de mel pela fórmula matemática que define Brix (Equação 2):

$$\text{Brix} = \frac{\text{M extrato mel}}{\text{M mel}} \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

Brix = teor de extrato ou sólidos solúveis do mel;

M extrato mel = massa de extrato do mel;

M mel = massa de mel a ser adicionada ao mosto de malte.

O mosto depois de clarificado teve o seu teor de extrato corrigido para 11, 13 e 15 °Brix, através da adição de água, conforme equação 3.

$$B_1 \cdot M_1 + B_2 \cdot M_2 = B_3 \cdot M_3 \quad (3)$$

Onde:

B₁ = Brix do mosto inicial;

M₁ = massa do mosto inicial;

B₂ = Brix da água;

M₂ = massa de água;

B₃ = Brix do mosto final;

M₃ = massa do mosto final.

Para a inoculação, utilizou-se levedura cervejeira de baixa fermentação da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, centrifugada (4000 rpm / 5 min) na proporção de 1% m/m. Antes da inoculação, 200 mL de mosto corrigido foi separado e inoculado com aproximadamente 20 g de fermento cervejeiro centrifugado e colocado para fermentar em

temperatura ambiente até a estabilização do teor de extrato (atenuação limite). A fermentação foi acompanhada diariamente, até o mosto apresentar o valor de 1 °Brix acima da atenuação limite. As cervejas foram envasadas manualmente em garrafas de 600 mL e colocadas em *freezer*, na temperatura de 0 °C, por 15 dias, para maturação. A carbonatação ocorreu na própria garrafa, através da fermentação do açúcar residual presente na cerveja, por ação de leveduras remanescentes.

O processamento da cerveja está sumarizado na Figura 4.2.

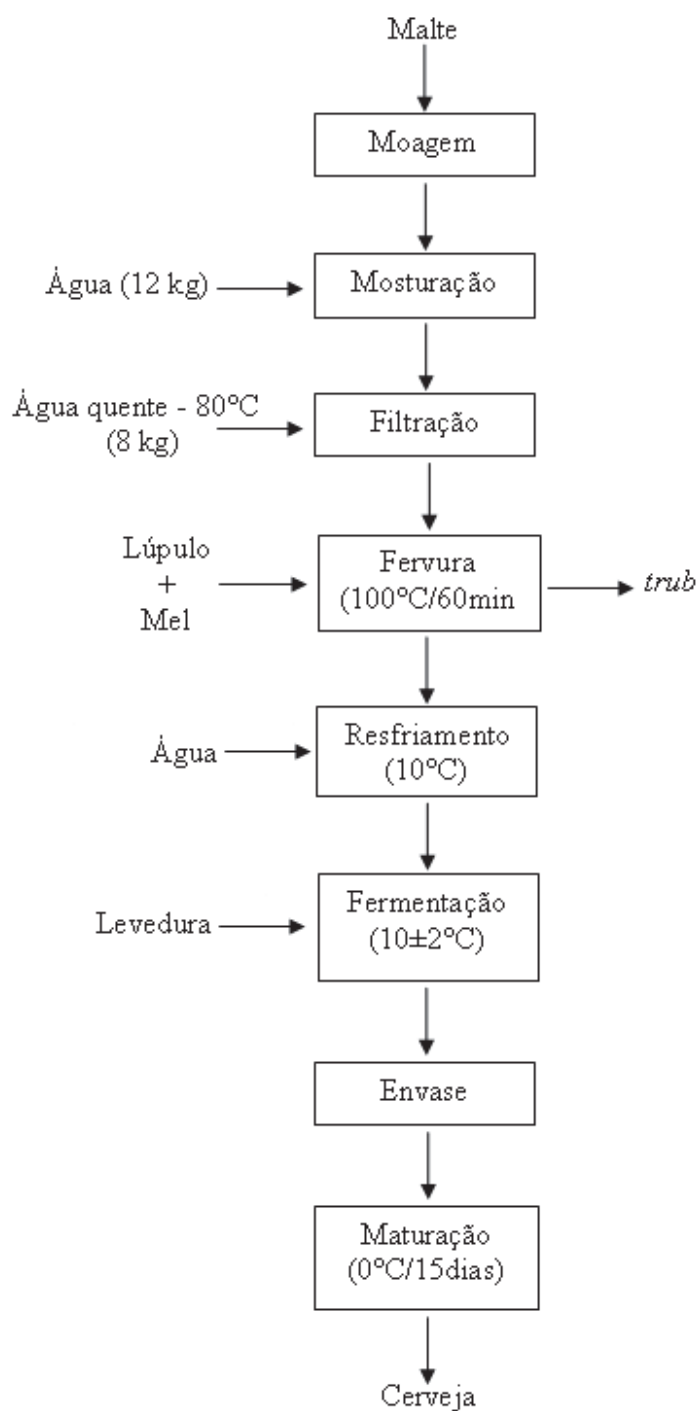


Figura 4. 2. Fluxograma da produção das cervejas.

4.2.3 Análise sensorial

A análise sensorial (BRASIL, 2005; BEHRENS, 2011) foi realizada por meio do teste de escala hedônica estruturada de nove pontos (Figura 4.3). O painel sensorial contou com 60 provadores não selecionados e não treinados de ambos os sexos, na faixa etária de 18 a 50 anos. Para cada provador, serviram-se 50mL de cerveja na temperatura aproximada de 5°C, em copos de vidro transparentes; água mineral e biscoito de água e sal. Foram avaliados no teste os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor e avaliação global (BRASIL, 2005).

Os dados obtidos, para cada atributo, foram submetidos à análise de variância para experimento inteiramente casualizado, conforme Vieira (2006). Foram calculadas as estatísticas F e p para verificar efeito de tratamento. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo três amostras codificadas de cerveja. Prove as amostras da esquerda para direita e, em seguida, utilizando a escala abaixo, avalie o quanto você desgostou ou degostou da mesma, utilizando a escala abaixo.

9	Gostei extremamente	4	Degostei ligeiramente
8	Gostei Muito	3	Degostei regularmente
7	Gostei regularmente	2	Degostei Muito
6	Gostei ligeiramente	1	Degostei extremamente
5	Não gostei nem degostei		

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Avaliação Global
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Comentário: _____

Figura 4. 3. Ficha do teste de escala hedônica.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos atributos analisados (aparência, aroma, sabor e avaliação global) da cerveja comum (11°Brix), cerveja extra (13°Brix) e cerveja forte (15°Brix) elaboradas com 0, 20 e 40% de mel, estão apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Média das notas da análise sensorial para os atributos: aparência, aroma, sabor e avaliação global.

Concentração de extrato no mosto	Atributos	Porcentagem de mel na formulação do mosto		
		0%	20%	40%
11 °Brix	Aparência	6,68	6,47	6,92
	Aroma	6,72	6,25	6,15
	Sabor	5,93	5,73	6,38
	Avaliação Global	6,37	6,15	6,63
13 °Brix	Aparência	6,13	6,35	6,5
	Aroma	6,15	6,08	5,92
	Sabor	5,6	5,83	6,13
	Avaliação Global	6,03	6,18	6,33
15 °Brix	Aparência	5,88	6,58	6,75
	Aroma	5,65	6,55	6,67
	Sabor	5,45	6,57	6,63
	Avaliação Global	5,68	6,71	6,72

As cervejas foram aprovadas pela equipe sensorial (Tabela 4.1), obtendo-se em média a nota 6,37 para cerveja comum, 6,10 para a cerveja extra e 6,32 para a cerveja forte. Em relação às diferentes porcentagens de mel, as cervejas obtiveram em média a nota 6,02 para cervejas com 0% de mel; 6,29 para 20% e 6,48% para 40%. Médias entre 6 e 7

significam que a equipe classificou sensorialmente as cervejas entre “gostei ligeiramente” a “gostei regularmente”.

Tabela 4.2. Significâncias estatísticas obtidas pelo teste F para os atributos: aparência, aroma, sabor e avaliação global.

Parâmetros	Concentração de extrato primitivo (11, 13 e 15°Brix)	Porcentagem de mel (0, 20 e 40%)	Interação extrato primitivo x porcentagem de mel
Aparência	ns	**	ns
Aroma	ns	ns	**
Odor	**	**	ns
Sabor	ns	**	ns
Avaliação Global	ns	**	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

- Atributo Aparência

A adição de mel (Tabela 4.2) interferiu significativamente na aparência das bebidas ($p = 0,0240$). A média das notas para o atributo aparência das cervejas elaboradas com 40 % mel e a das cervejas puro malte (0% de mel) foram significativamente diferentes (Figura 4.4). Esse comportamento pode ser devido a maior carbonatação e a maior presença de espuma nas cervejas com mel, além disso, a adição dessa matéria-prima diminui a turbidez, promovendo uma melhor clarificação e diminuir a intensidade de cor na cerveja.

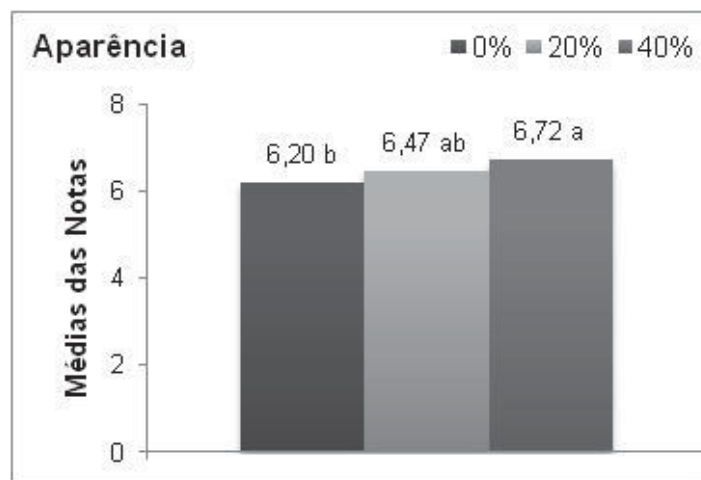


Figura 4.4. Médias dos resultados do atributo aparência em relação à porcentagem de mel.

- Atributo Aroma

No atributo aroma, a interação entre as diferentes porcentagens de mel na formulação das cervejas (0, 20 e 40%) e as diferentes concentrações de extrato no mosto (11, 13 e 15 °Brix) foi significativa para este atributo avaliado ($p = 0,0029$) (Tabela 4.2), deste modo efetuou a análise do desdobramento da porcentagem de mel dentro de cada nível da concentração do mosto e a análise do desdobramento da concentração do mosto dentro de cada nível da porcentagem de mel.

O efeito da porcentagem de mel no aroma das cervejas foi apenas significativo nas bebidas elaboradas com mosto a 15°Brix ($p = 0,0025$). Nas cervejas fortes (figura 4.5-A), as bebidas elaboradas com mel apresentaram médias superiores em relação a puro malte, indicando que as cervejas fortes carregam mais mel em sua composição, por isso, é provável que os componentes aromáticos dessa matéria-prima puderam ser percebidos pelos provadores, pois estavam em maior concentração nesse tipo de bebida.

O efeito da concentração do mosto dentro das diferentes proporções de mel só foi significativo nas cervejas elaboradas com 0% de mel ($p = 0,004$). Com o aumento da concentração de extrato no mosto, as médias das notas das cervejas puro malte decrescem (figura 4.5-B), demonstrando que os provadores prefeririam as cervejas com odor mais brando

de malte. Esse comportamento pode estar relacionado ao padrão de referência do painel de provadores. As cervejas do tipo *Pilsen* são as mais disponíveis e consumidas no mercado nacional (SOARES, 2011), e a maioria delas são fabricadas com malte e adjuntos (grits de milho).

O painel de provadores indicou preferência, para a cerveja puro malte (sem mel), as elaboradas com concentração de extrato de mosto a 11°Brix.

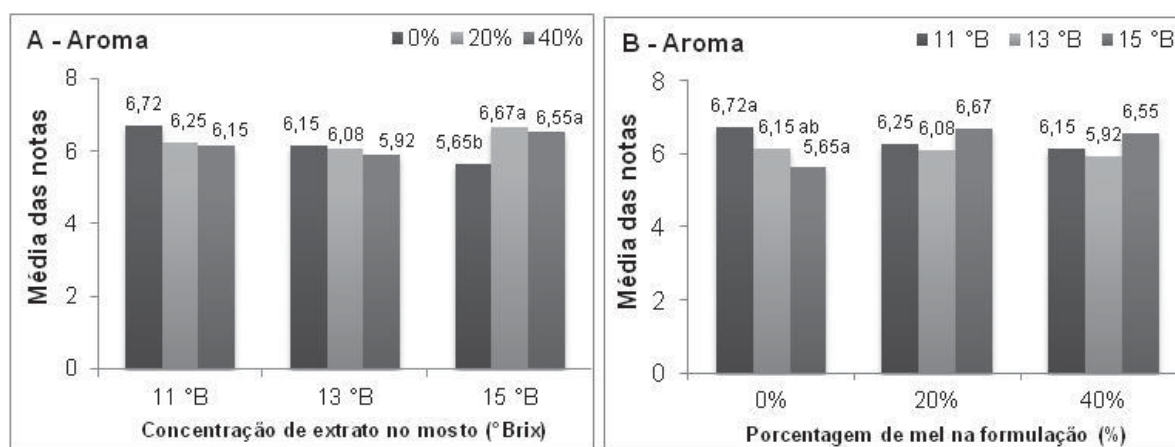


Figura 4.5. Médias dos resultados do atributo aroma. A- comparação das médias da porcentagem de mel na formulação dentro do nível de concentração de extrato no mosto. B - comparação das médias de concentração de extrato no mosto dentro do nível da porcentagem de mel na formulação.

- Atributo Sabor

Apenas a adição de mel interferiu no sabor da bebida ($p = 0,0016$) (Tabela 4.2). A média das notas para o atributo sabor das cervejas elaborada com 40 % mel foi maior que a das cervejas puro malte (Figura 4.6). Como sabor é uma interação de gosto (na língua) e aroma (no nariz), é provável que as cervejas com maior concentração de mel carreguem componentes de aroma e possam ser percebidos pelos provadores. De certa forma, esse resultado confirma o resultado para o atributo aroma.

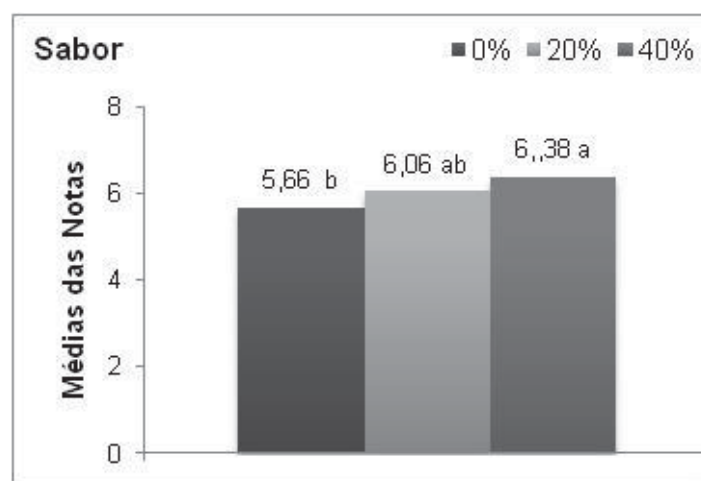


Figura 4.6. Médias dos resultados do sabor em relação à porcentagem de mel.

- Atributo Avaliação Global

A adição de mel interferiu significativamente na avaliação global das cervejas ($p = 0,0148$) (Tabela 4.2). Os provadores preferiram as cervejas produzidas com 40% de mel.

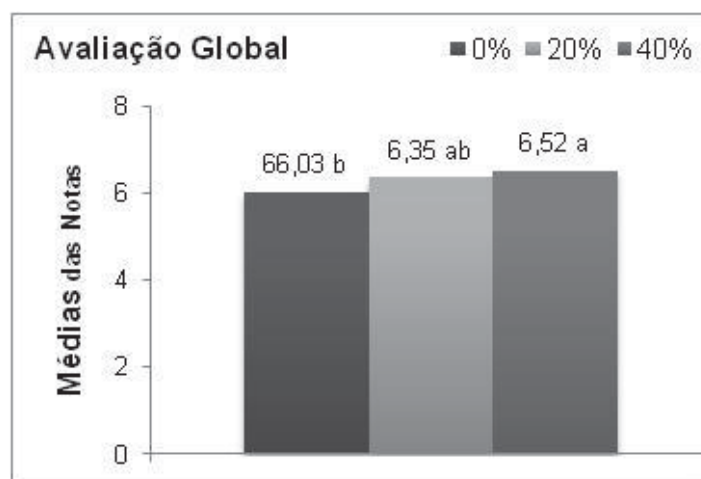


Figura 4.7. Médias dos resultados da avaliação global em relação à porcentagem de mel.

A interação entre as diferentes porcentagens de mel na formulação das cervejas e as diferentes concentrações de extrato no mosto foi significativa para este atributo

avaliado ($p = 0,047$). Desse modo, efetuou a análise do desdobramento da porcentagem de mel dentro de cada nível da concentração do mosto e a análise do desdobramento da concentração do mosto dentro de cada nível da porcentagem de mel.

O efeito da porcentagem de mel na avaliação global das cervejas apenas foi significativo nas cervejas fortes para esse atributo sensorial ($p = 0,0008$). As cervejas fortes (figura 4.8 - A) elaboradas com mel foram as preferidas pelo painel de provadores. Esse resultado está em concordância com aqueles dos atributos sabor e aroma, evidenciando a importância dos compostos aromáticos do mel na qualidade sensorial das cervejas. Mais uma vez, a preferência recaiu para as bebidas com maiores proporções de mel em sua composição.

O efeito da concentração do mosto dentro das diferentes proporções de mel não foi significativo para o atributo avaliação global.

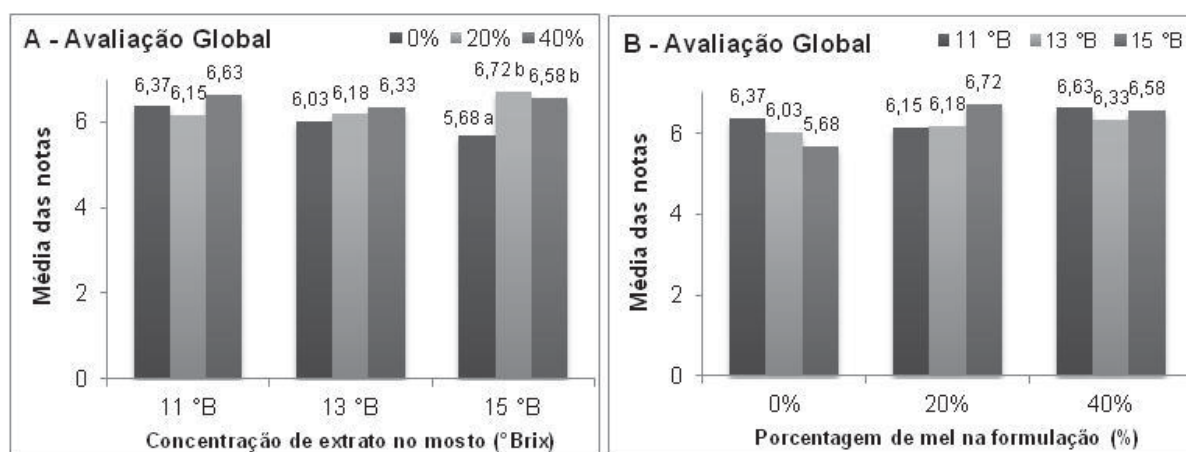


Figura 4.8. Médias dos resultados do atributo avaliação global. A – comparação das médias da porcentagem de mel na formulação dentro do nível concentração de extrato no mosto. B - comparação das médias de concentração de extrato no mosto dentro do nível da porcentagem de mel na formulação.

Nas cervejas fortes, cujo teor de extrato, e conseqüentemente concentração de componentes do mel, está acima daqueles encontrados nas cervejas comuns e extras, os compostos de sabor e aroma (voláteis) do mel puderam ser percebidos pela equipe sensorial. Neste caso, os provadores demonstraram maior aceitação pelas cervejas com mel em

sua composição, indicando que cervejas fabricadas com essa matéria-prima devem apresentar teores de extrato primitivo de 13 a 15%, como sugerido KUNZE (2006).

No ranking de cervejas do *site* Brejas, os avaliadores de cervejas relatam que a inglesa Fuller's Honey Drew possui uma coloração dourada, apresenta baixa turbidez, espuma branca e é bem carbonatada. O aroma de mel está presente em destaque, é pouco amarga e o sabor de mel é evidente. Uma belíssima cerveja, bem diferente das cervejas tradicionalmente encontradas no mercado (BREJAS, 2008a). Já cerveja chilena Kunstmann Miel da Cerveceria Valdivia, apresenta coloração dourada escura, carbonatação média e espuma de coloração bege. O mel é muito predominante no aroma e sabor, e devido a baixa intensidade do amargor resulta em uma cerveja enjoativa (BREJAS, 2008b).

O motivo pelo qual os provadores atribuíram notas entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei regularmente) é devido ao padrão de referência que existe em suas mentes, ou seja, as cervejas industriais do tipo *Pilsen*. Enquanto as *Pilsen* industriais são filtradas e pasteurizadas, o inverso aconteceu com as cervejas produzidas no presente estudo, resultando em notas abaixo do esperado.

4.4 CONCLUSÃO

Todas as cervejas elaboradas foram aprovadas pela equipe sensorial, sendo que a presença de mel na formulação das cervejas comuns (11°Brix) e extra (13°Brix) não interferiu na aceitação dos provadores para todos os atributos sensoriais avaliados. Entretanto, as cervejas fortes (15°Brix), com mel em sua composição, obtiveram maior aceitação dos provadores.

4.5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994**: métodos de análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993.2 p.

BEHRENS, J. Análise sensorial de bebidas. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Indústria de bebidas**: inovação, gestão e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 2011. cap. 9, p. 183-213.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. 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, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: <http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%2006871_09_01.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF, 2005a. 1018 p.

BREJAS. Fuller's organic honey dew. 2008?a. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/cervejas/inglaterra/Fullers-Organic-Honey-Dew/>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

BREJAS. Kunstmann Miel. 2008?b. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/cervejas/chile/kunstmann-miel/>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 226 p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. cap. 2, p. 15-50.

HUDSTON, H. R. Ebullicion del mosto. In: BRODERICK, H. M. **El cervecero en la practica**. Lima: Asociación Latinoamericana de Fabricantes de Cerveza, 1977. cap. 7, p.150-186.

KUNZE, W. La cerveza terminada. In: _____. **Tecnología para cervecedores y malteros**. Berlín: VLB Berlin, 2006. cap. 7, p. 826-885.

SMITH, B. **Brewing beer with Honey**. Beer Smith Home brewing blog, 2009. Disponível em <<http://www.beersmith.com/blog/2009/09/05/brewing-beer-with-honey/>>. Acesso em: 8 nov. 2011.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Noções sobre experimentos fatoriais. In: _____. **Planejamento de experimentos & otimização de processo**. 2. ed. Campinas: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009. cap. 3, p. 95-124.

SOARES, N. Tempo de mudança. **Engarrafador Moderno**, São caetano do Sul, n. 205, p. 14-22, 2011. Disponível em: <http://www.engarrafadormoderno.com.br/edicoes/Edicao_205.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

VIERA, S. Experimentos fatoriais. In: _____. **Análise de variância: ANOVA**. São Paulo: Atlas, 2006. cap. 10, p. 120-136.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor cervejeiro nacional manifesta tendência de expansão, com destaque para o segmento das microcervejarias e das cervejarias artesanais. Além da expansão do consumo das cervejas mais populares, o aumento do poder aquisitivo das pessoas eleva a procura por marcas especiais. Com isso, o mercado de cervejas *Premium*, de sabor mais apurado e valor mais alto, se ampliam para atender a esses novos consumidores, impulsionando não só o crescimento de microcervjarias, mas também as grandes cervejarias que estão investindo em novas marcas e produtos para atender ao público mais seletivo.

Embora existam cervejas elaboradas com mel produzidas e comercializadas em diversos países, o que indica o grande potencial desse ingrediente na elaboração de cerveja, não há literatura acadêmica abordando a influência do mel em cervejas. Em busca do desenvolvimento de cervejas com mel, foi desenvolvido, no laboratório de bebidas, além desse apresentado, um estudo com o objetivo de avaliar a influência dos diferentes tipos de mel (laranjeira, eucalipto e silvestre) na qualidade físico-química e sensorial de cervejas.

Entre os estudos que poderiam ser desenvolvidos futuramente, a comparação entre as diferentes etapas do processamento da cerveja em que o mel poderá ser adicionado (fervura; antes na fermentação, maturação), além do estudo e avaliação do custo de produção utilizando o mel como matéria-prima cervejeira, irão contribuir com o avanço das pesquisas nessa área.