

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

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ENERGÉTICA E
SENSORIAL DE HIDROMEL**

LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP-Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Agosto – 2015

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

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ENERGÉTICA E
SENSORIAL DE HIDROMEL**

LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

Orientador: Prof. Dr. Waldemar Gastoni Venturini Filho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP-Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Agosto – 2015

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

B894p Brunelli, Luciana Trevisan, 1986-
Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel / Luciana Trevisan Brunelli. - Botucatu : [s.n.], 2015
vii, 85 f. : grafs. color.; ils. color.; tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2015
Orientador: Waldemar Gastoni Venturini Filho
Inclui bibliografia

1. Bebidas alcoólicas. 2. Mel - Derivados. 3. Saccharomyces cerevisiae. 4. Avaliação sensorial. I. Venturini Filho, Waldemar Gastoni. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

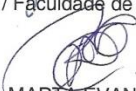
TÍTULO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ENERGÉTICA E SENSORIAL DE HIDROMEL


AUTORA: LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Profa. Dra. REGINA MARTA EVANGELISTA
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Profa. Dra. MAGALI CONCEICAO MONTEIRO DA SILVA
Departamento de Alimentos e Nutrição / Faculdade de Ciências Farmacêuticas


Prof. Dr. RICARDO DE OLIVEIRA ORSI
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu


Prof. Dr. Ricardo Figueira

Data da realização: 19 de agosto de 2015.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	V
LISTA DE FIGURA.....	VII
RESUMO	1
SUMMARY.....	2
CAPÍTULO I.....	5
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
1.1 INTRODUÇÃO.....	6
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
1.2.1 Histórico do hidromel	7
1.2.2 Legislação brasileira para hidromel	10
1.2.3.1 Mel	11
1.2.3.2 Água	19
1.2.3.3 Matérias-primas não previstas pela legislação brasileira	20
1.2.3.4 Aditivos	20
1.2.2 Microbiologia do hidromel	21
1.2.3 Processamento do hidromel	21
1.2.3.1 Preparo do mosto.....	22
1.2.3.2 Fermentação	25
1.2.3.3 Descuba	26
1.2.3.4 Maturação.....	27
1.2.3.5 Tráfega e clarificação	27
1.2.3.6 Operações finais	28
1.2.4 Problemas associados com a produção de hidromel.....	28
1.2.5 Qualidade do hidromel.....	29
1.3 REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO II.....	35
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE HIDROMÉIS ELABORADOS COM MÉIS DE DIFERENTES ORIGEM BOTÂNICAS.....	36
2.1 INTRODUÇÃO.....	38
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1.1 Material.....	39
2.1.2 Método	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
2.3.1 Caracterização físico-química do mel de laranjeira, eucalipto e silvestre.....	43
2.3.2 Caracterização físico-química dos mostos e dos hidroméis	43

2.3.3 Caracterização sensorial dos hidroméis.....	48
2.4 CONCLUSÃO.....	50
CAPÍTULO III.....	54
PRODUÇÃO DE HIDROMEL A PARTIR DE CINCO TIPOS DE LEVEDURA ALCOÓLICA.....	55
3.1 INTRODUÇÃO.....	57
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3.2.1 Material.....	58
3.1.2 Método.....	59
3.2.4 Análise sensorial.....	62
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
3.3.1 Caracterização físico-química do mel eucalipto.....	62
3.3.2 Cinética da fermentação dos cinco tipos de leveduras alcoólicas.....	63
3.3.3 Caracterização físico-química dos mostos e dos hidroméis.....	63
3.3.4 Caracterização sensorial dos hidroméis.....	67
3.4 CONCLUSÃO.....	8272
3.5 REFERÊNCIAS.....	68
CAPÍTULO IV.....	71
ANÁLISE CALORIMÉTRICA DE DIFERENTES TIPOS DE HIDROMEL.....	72
4.1 INTRODUÇÃO.....	74
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	75
4.2.1 Material.....	75
4.2.2 Método.....	75
4.2.3 Análises químicas.....	78
4.2.4 Determinação do valor energético.....	78
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
4.4 CONCLUSÃO.....	82
4.5 REFERÊNCIAS.....	82
CAPÍTULO V.....	84

LISTA DE TABELA

	Página
CAPÍTULO I.....	10
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
Tabela 1.1 Denominação dos diferentes tipos de hidroméis e suas matérias-primas.....	14
Tabela 1.2. Denominação do hidromel ao redor do mundo.....	15
Tabela 1.3. Padrão de identidade e qualidade do hidromel.....	16
Tabela 1.4. Evolução da produção mundial de mel de 2007 a 2013 (toneladas).....	17
Tabela 1.5. Padrão de identidade e qualidade do mel.....	20
Tabela 1.6. Composição do mel floral brasileiro (g 100 g ⁻¹), valores médios, mínimo e máximo das regiões.....	22
Tabela 1.7. Suplementos nutricionais usados na produção de hidromel.....	29
CAPÍTULO II.....	40
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE HIDROMÉIS ELABORADOS COM MÉIS DE DIFERENTES ORIGEM BOTÂNICAS.....	41
Tabela 2.1. Comparação entre cor, mm Pfund e Absorbância.	47
Tabela 2.2. Análise físico-química do mel de laranjeira, eucalipto e silvestre utilizado na fabricação dos hidroméis.....	48
Tabela 2.3. Caraterização físico-química dos mostos obtidos a partir do mel de laranjeira, eucalipto e silvestre.....	49
Tabela 2.4. Caraterização físico-química dos hidroméis obtidos a partir de mel de laranjeira, eucalipto e silvestre.....	52
Tabela 2.5. Aceitação sensorial de hidroméis elaborados com diferentes tipos de mel (laranjeira, eucalipto e silvestre).....	55
CAPÍTULO III.....	59
PRODUÇÃO DE HIDROMEL A PARTIR DE CINCO TIPOS DE LEVEDURA ALCOÓLICA.....	60
Tabela 3.1. Comparação entre cor, mm Pfund e Absorbância.....	66
Tabela 3.2. Caracterização do mel de eucalipto empregado na elaboração de hidroméis.....	67
Tabela 3.3. Caraterização físico-química do mosto utilizado na elaboração dos hidroméis.....	69

Tabela 3.4. Caraterização físico química dos hidroméis.....	70
Tabela 3.5. Caraterização sensorial dos hidroméis.....	72
CAPÍTULO IV.....	76
ANÁLISE CALORIMÉTRICA DE DIFERENTES TIPOS DE HIDROMEL.....	77
Tabela 4.1. Composição centesimal e calorimétrica de hidroméis produzidos com mel de laranjeira, silvestre e eucalipto e mostos com diferentes teores de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix).....	85
Tabela 4.2. Composição centesimal e calorimétrica de hidroméis produzidos a partir de cinco cepas de levedura alcoólica.....	86

LISTA DE FIGURA

	Página
CAPÍTULO I.....	10
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
Figura 1.1. Participação dos principais estados na produção do mel brasileiro.....	18
Figura 1.2. Fluxograma do processamento do hidromel.....	27
CAPÍTULO III.....	59
PRODUÇÃO DE HIDROMEL A PARTIR DE CINCO TIPOS DE LEVEDURA ALCOÓLICA.....	60
Figura 3.1. Atenuação limite dos cinco tipos de fermentos (panificação, vinho branco, vinho tinto, hidromel e cerveja) na produção de hidromel.....	68

RESUMO

O hidromel é uma boa opção de renda para os produtores de mel (agregação de valor), permitindo o desenvolvimento de uma bebida pouco conhecida comercialmente em vários países, mas que possui um grande potencial comercial. O objetivo principal do presente trabalho foi produzir e caracterizar físico-quimicamente, energeticamente e sensorialmente hidromel. Na etapa 1, o objetivo foi produzir e analisar físico-química e sensorialmente os fermentados de mel elaborados a partir da combinação de três tipos de mel (eucalipto, laranjeira e silvestre) e diferentes concentrações de sólidos solúveis no mosto inicial (20, 30 e 40 °Brix). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos e três repetições, totalizando 27 unidades experimentais. Na etapa 2, o objetivo foi produzir hidromel a partir de cinco cepas (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel) de levedura alcoólica, as bebidas foram elaboradas com a concentração de sólidos solúveis de 30 °Brix. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 15 unidades experimentais. Os hidroméis (etapa 1 e etapa 2) foram analisados quanto aos valores de pH, acidez total, volátil e fixa, teor alcoólico, açúcares redutores totais (ART), extrato seco, extrato seco reduzido, cor, turbidez, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, além da quantificação dos valores energéticos. A análise

sensorial foi por teste de aceitação - escala hedônica. O aumento da proporção de mel na formulação interfere nos parâmetros físico-químicos e sensoriais dos hidroméis. As bebidas elaboradas com maior concentração de matéria-prima (mel) apresentam maior aceitabilidade. Os hidroméis elaborados com as leveduras recomendadas para fabricação de vinho (tinto e branco) e hidromel apresentaram características físico-químicas e sensorial com maior aceitação pelo painel de provadores. Os hidroméis foram analisados quimicamente e a partir dessas análises os valores energéticos foram quantificados. O aumento na concentração de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix) na elaboração de hidroméis eleva o valor calórico das bebidas, além de influenciar a composição centesimal das mesmas. Os teores de álcool foram determinantes nos valores energéticos dos hidroméis elaborados com diferentes tipos de leveduras alcoólicas, sendo possível observar uma relação direta entre essa determinação do hidromel e o seu valor calórico.

Palavras-chave: Bebida alcoólica, bebida de mel, *Saccharomyces cerevisiae*, teste de aceitação.

PRODUCTION OF MEAD: PHYSICO-CHEMICAL, ENERGY AND SENSORY CHARACTERISTICS. Botucatu, 2015. 88p.

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

Author: LUCIANA TREVISAN BRUNELLI

Adviser: WALDEMAR GASTONI VENTURINI FILHO

SUMMARY

Mead is a good income option for honey producers (value added), allowing the development of a commercially little known drink in several countries, but it has great commercial potential. The objective of this study was to produce and characterize physicochemically, energetically and sensory mead. Step 1, the objective was to produce and analyze physicochemical and sensory fermented honey produced from the combination of three types of honey (eucalyptus, orange and sylvan) and different soluble solids concentrations in the initial must (20, 30 and 40 °Brix).. The experimental design was completely randomized with nine treatments and three repetitions, totaling 27 experimental units. Step 2, the objective was to produce mead from five strains of alcohol yeast (baking, white wine, red wine, beer and mead), the drinks were prepared with the concentration of soluble solids of 30 °Brix . The experimental design was completely randomized, with five treatments and three repetitions, totaling 15 experimental units. The meads (step 1 and step 2) were analyzed for pH, total, volatile and fixed acidity, alcohol content, total reducing sugars (TRS), dry extract, reduced dry extract, color, turbidity, moisture, ash , lipids , proteins, carbohydrates, beyond the quantification of the energy values. Sensory analysis was by acceptance testing - hedonic scale. The increase in the

proportion of honey in the formulation interferes in physicochemical and sensory parameters of meads. Beverages prepared with higher concentrations of raw material (honey) have higher acceptability. The meads made with the yeast recommended for wine making (red and white) and mead had physicochemical and sensory characteristics with greater acceptance by the tasting panel. The increase in the concentration of soluble solids (20, 30 and 40 °Brix) in the preparation of meads, raises the calorie drinks and influence the chemical composition of drinks. The alcohol content were essential in energy values of meads made with different types of alcoholic yeast, it is possible to observe a direct relationship between this determination in mead and its caloric value.

Keywords: Alcoholic beverage, honey drink, *Saccharomyces cerevisiae*, acceptance testing.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A apicultura, arte de criar abelhas do gênero *Apis*, é uma das atividades campestres mais antigas do mundo. A primeira representação da relação do homem com as abelhas é uma pintura de uma figura humana tentando retirar com a mão um favo de mel com larvas, na Cova da Aranha, em Valença, Espanha, por volta de 15 mil anos a.C. (IOIRICH, 1981).

A atividade da apicultura além de gerar empregos, proporciona o aumento na renda, sobretudo para a agricultura familiar de base ecológica, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida no meio rural. Além dos diversos produtos (mel, geleia real, própolis, pólen apícola, cera e apitoxina), as abelhas exercem importante ação polinizadora, proporcionando o aumento na produtividade de pomares e lavouras (WOLFF, 2007). Além disso, o Brasil possui grande potencial para esta atividade, devido às características edafoclimáticas, elevada extensão territorial e uma flora muito diversificada (MARCHINI, 2001).

Dentre os produtos fornecidos pelas abelhas, o mel é sem dúvida o mais conhecido e difundido. O mel é um produto natural, versátil e altamente fermentescível, com sabor e aroma característicos, e devido à grande variação de cores e sabores, é um ingrediente e adoçante que pode ser utilizado na produção de bebida, promovendo um sabor diferenciado (CRANE, 1987). O mel é responsável por fornecer notas florais de aroma à bebida, por meio dos néctares utilizados em sua produção, assim como a adição de outros constituintes, como o pólen (SMITH, 2009).

A arte de produção de bebidas alcoólicas é desenvolvida pelas civilizações há milhares de anos antes de Cristo, e a tecnologia no processo de elaboração destas bebidas se desenvolveu em conjunto com evolução da sociedade. Além dos aspectos sociais, sendo responsável pela geração de empregos e capital, a produção de bebidas alcoólicas envolve uma tradição de regiões produtoras, podendo ressaltar os vinhos europeus (franceses, italianos e portugueses), as famosas cachaças brasileiras, as tequilas mexicanas e as cervejas alemãs e belgas.

O hidromel, segundo o Decreto n. 6871 de 4 de julho de 2009, “... é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável”

(BRASIL, 2009). É uma bebida elaborada de forma artesanal e em pequena escala, na maioria das vezes por apicultores. Essa bebida ainda não motiva o interesse comercial por parte da indústria brasileira de bebidas, sejam elas de grande, médio ou pequeno porte.

Os apicultores que se dedicam à produção dessa bebida como atividade complementar à produção de mel, a fazem de modo informal. A produção de hidromel pode se constituir numa atividade econômica rentável. A partir de um quilo de mel é possível produzir três litros de hidromel, e cada litro dessa bebida é comercializado em média por R\$20,00. Entretanto há a necessidade de qualificar os apicultores em relação à tecnologia de produção da bebida, com isso haverá um reflexo positivo na qualidade sanitária, química e sensorial da bebida comercializada.

Considerando a importância do mercado de bebidas alcoólicas no Brasil, a influência nas condições de produção sobre a qualidade e a aceitação do produto, bem como, a possibilidade de incremento da cadeia produtora de mel, este trabalho tem por objetivo principal produzir hidromel proveniente de mel de três diferentes floradas e cinco cepas de levedura alcoólica.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Histórico do hidromel

A origem do hidromel provavelmente vem dos países africanos e, mais tarde, passou a ser produzido em toda a bacia do Mediterrâneo e Europa, desempenhando um papel importante nas antigas civilizações. As bebidas fermentadas de mel provavelmente são as mais antigas bebidas alcoólicas conhecidas pelo homem, sendo produzidas há milhares de anos antes do vinho e cerveja, com relatos de coletas de mel por volta de 8.000 a.C. (IGLESIAS et al., 2014).

Há evidência arqueológica da elaboração de hidromel a 7.000 a.C., pois nesse período, no norte da China foram encontrados vasos de cerâmicas com provável mistura de hidromel, arroz e outras frutas, com sinais de compostos orgânicos oriundos de fermentação (GUPTA; SHARMA, 2009).

A primeira descrição conhecida de hidromel foi encontrada no *Rigved*, livro dos *Hinos*, que foi escrito por volta de 1.700 – 1.100 a.C.; é o documento mais antigo da literatura hindu. Na mitologia celta, anglo-saxões e vikings, o hidromel era parte importante dos rituais, por ser considerado a bebida dos nobres e deuses. Para esses povos, essa bebida proporcionava a imortalidade, conhecimento e dom da poesia, e

acreditava-se ter poderes mágicos e de cura, capazes de aumentar força, virilidade e fertilidade (GUPTA; SHARMA, 2009).

Os escritores romanos, *Lucius Junius Moderatus (Columella)* conhecido por se dedicar à agricultura, em seu livro *De Re Rustica* (42 d.C.) e o naturalista *Plínio (Velho)*, em sua obra *Naturalis Historia* (77 d.C.), relataram o uso empírico de mel para a produção de hidromel, fornecendo uma descrição detalhada do procedimento utilizado para a elaboração da bebida tradicional (IGLESIAS et al., 2014).

Embora o hidromel seja o mais antigo produto fermentado utilizado pelo homem, é difícil encontrá-lo comercialmente nos tempos atuais (GUPTA; SHARMA, 2009). A queda na produção de hidromel na Polônia, um dos países que culturalmente produz e consome esta bebida, ocorreu devido à escassez de estudo científico referente à tecnologia de produção de bebidas fermentadas de mel (SROKA; TUSZYNSKI, 2007). Atualmente há estudos científicos propendendo melhorias na produção de hidromel que incluem o desenvolvimento de formulações com aditivos e melhorias nas condições do processamento, como o uso da ultrafiltração, pasteurização e fermentação com células imobilizadas (IGLESIAS et al., 2014).

O hidromel é pouco conhecido em alguns países, mas que pode apresentar um grande potencial comercial. O hidromel é uma bebida que pode ter elevado valor agregado. O preço de uma garrafa de 750 mL de hidromel no exterior está na faixa de US\$ 10,00 a US\$ 20,00, podendo chegar a custar US\$ 70,00 dependendo da qualidade da bebida, enquanto que no mercado brasileiro uma garrafa de mesma capacidade pode apresentar preço de R\$ 50,00 (BERRY, 2007).

Além disso, essa bebida é uma opção aos consumidores que buscam apreciar novos produtos. O grande potencial de comercialização do hidromel já é evidente em alguns países, como por exemplo, nos Estados Unidos, onde há em torno de 45 hidroméis comerciais e este número continua a aumentar (IGLESIAS et al., 2014).

A elaboração de hidromel tradicional é bem simples e se baseia na diluição do mel em água (IGLESIAS et al., 2014). No preparo do mosto desta bebida, o mel pode ser diluído em diferentes proporções de água, como por exemplo, 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3 (mel: água).

No decorrer do tempo, surgiram várias alterações na elaboração dessa bebida (Tabela 1.1), partindo do método tradicional (mel e água) e dando origem às misturas complexas com sucos de frutas e especiarias (pimentas, cravos, baunilha, entre

outras). A legislação brasileira não prevê a utilização de sucos de frutas e especiarias na fabricação do hidromel; esta prática é exercida em outros países produtores; mas a incorporação desses ingredientes não deve mascarar o sabor e aroma característico de mel (MCCONNELL; SCHRAMM, 1995). Outra variação encontrada é a produção de hidromel gaseificado (hidromel espumante), no qual o dióxido de carbono dissolvido no produto engarrafado é decorrente da segunda fermentação realizado após o engarrafamento da bebida (INGLESIAS et al., 2012). A legislação brasileira permite a gaseificação do hidromel.

Tabela 1.1 Denominação dos diferentes tipos de hidroméis e suas matérias-primas.

Denominação	Ingredientes
Mead	Bebida fermentada de água e mel
Great mead	Hidromel envelhecido
Melomel	Hidromel com adição de frutas (exceto uvas)
Pymment	Hidromel com adição de uvas (preferencialmente uvas viníferas)
Cyser	Hidromel com adição de maçã
Metheglin	Hidromel com adição de especiarias, lúpulo e até pétalas de rosa
Braggot	Hidromel com adição de malte
Hippocras	Hidromel com adição de pimentas

Fonte: Berry (2007).

Há outras bebidas alcoólicas elaboradas a partir de mel, como o hidromel *braggot* feito com grãos de malte (mosto cervejeiro) e mel; hidromel *brandy*, uma bebida que se assemelha ao licor, pois após a etapa de fermentação há adição de mel e aguardente de mel, obtida pela destilação do hidromel (IGLESIAS et al., 2014). Na Tabela 1.2 está descrito a denominação do hidromel em alguns países.

Tabela 1.2. Denominação do hidromel ao redor do mundo.

Nome	Países
Aguamiel	Espanha
Chouchen	França (mel e suco de maçã)
Hidromel	França (mel e água)
Hidromel	Portugal
Idromele	Itália
Madhu	Índia
Mede	Holanda
Medovukha	Rússia
Medu/Met	Alemanha
Miòd	Polônia

Fonte: Solorb (2015).

1.2.2 Legislação brasileira para hidromel

O Hidromel, segundo o Decreto n. 6871 de 4 de julho de 2009, “... *é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável*” (BRASIL, 2009). A Instrução Normativa n. 34 de 29 novembro de 2012 estabelece os parâmetros legais para o hidromel (Tabela 1.3), além de ressaltar que não é permitido o uso de açúcar (sacarose) para a elaboração dessa bebida (Brasil, 2012). De acordo com este instrumento legal, o hidromel pode ser classificado em seco ou suave, de acordo a quantidade de açúcar na bebida (BRASIL, 2012).

Tabela 1.3. Padrão de identidade e qualidade do hidromel.

Itens	Parâmetros	Limite		Classificação
		Mínimo	Máximo	
1	Acidez fixa, em mEq L ⁻¹	30	---	
2	Acidez total, em mEq L ⁻¹	50	130	
3	Acidez volátil, em mEq L ⁻¹	---	20	
4	Anidrido sulfuroso, em g L ⁻¹	---	0,35	
5	Cinzas, em g L ⁻¹	1,5	---	
6	Cloretos totais, em g L ⁻¹	---	0,5	
7	Extrato seco reduzido, em g L ⁻¹	7	---	
8	Gradação alcoólica, em % v/v a 20 °C	4	14	
9	Teor de açúcar, em g L ⁻¹	---	≤ 3	Seco
		> 3	---	Suave

Fonte: Instrução Normativa n. 34 (BRASIL, 2012).

1.2.3 Matérias-primas para produção de hidromel

1.2.3.1 Mel

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. A legislação brasileira não permite a adição de açúcares e/ou outras substâncias que alterem a composição original do mel (BRASIL, 2000). Em relação às características sensoriais, a cor do mel é variável de quase incolor a pardo-escuro, devendo ter sabor e aroma característicos de acordo com a sua origem e a consistência variável de acordo com o estado físico em que o mel se apresenta (BRASIL, 2000).

A produção de mel brasileira nos últimos anos apresentou um discreto aumento (Tabela 1.4). O Brasil se encontra no 11º lugar no ranking de produção mundial de mel, com uma produção de 41.578 toneladas ao ano. A China lidera o ranking com a produção de 466.300 toneladas ao ano (FAO, 2015), dez vezes maior que a produção brasileira.

Tabela 1.4. Evolução da produção mundial de mel de 2007 a 2013 (toneladas).

Posição	País	Produção mundial de mel natural (toneladas)						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1°	China	357.220	407.219	407.367	409.149	446.089	462.203	466.300
2°	Turquia	73.935	81.364	82.003	81.115	94.245	89.162	94.694
3°	Argentina	81.000	72.000	62.000	59.000	76.000	80.000	80.000
4°	Ucrânia	67.700	74.900	74.100	70.900	70.300	70.134	73.713
5°	Rússia	53.655	57.440	53.598	51.535	60.010	64.898	68.446
6°	Estados Unidos	67.286	74.293	66.413	80.042	67.294	64.544	67.812
7°	Índia	51.000	55.000	55.000	60.000	60.000	60.000	61.000
8°	México	55.459	59.682	56.071	55.684	57.783	58.602	56.907
9°	Etiópia	42.180	42.000	41.525	53.675	39.892	45.905	45.000
10°	Irã	47.000	41.000	46.000	47.000	47.500	45.000	44.000
11°	Brasil	34.747	37.792	38.974	38.017	41.578	34.747	41.578
12°	Canadá	31.489	29.440	31.920	33.710	35.520	41.113	34.640

Fonte: FAO (2015). Elaboração própria.

No primeiro trimestre de 2015, as exportações de mel brasileiro apresentaram crescimento de 6,8 %, perfazendo uma diferença positiva de US\$ 1,4 milhão em relação ao mesmo período do ano de 2014. De acordo com dados publicados pela Associação Brasileira de Exportadores de Mel (Abemel) somente no mês de janeiro de 2015 foi exportado um montante de US\$ 7,3 milhões (PORTAL BRASIL, 2015).

Os Estados Unidos são o principal comprador do mel brasileiro, chegando a adquirir cerca de 72,7 % das exportações. Em segundo lugar aparecem os países da Europa com 15,13 % do valor exportado no primeiro trimestre de 2015. Os estados de São Paulo e Santa Catarina são os líderes de vendas (exportação) e juntos representam 52,97 % do valor exportado para os EUA e 63,92 % do total exportado para a Europa (PORTAL BRASIL, 2015).

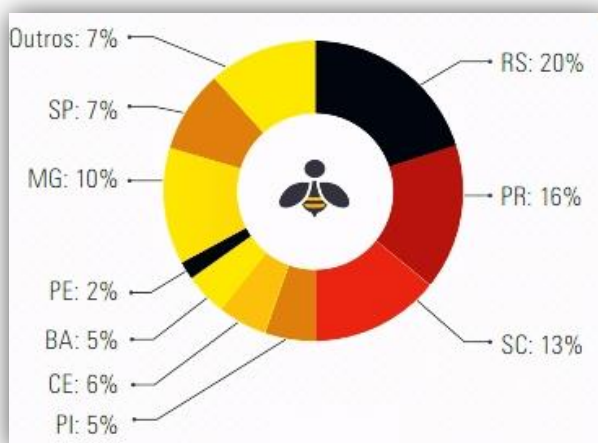


Figura 1.1. Participação dos principais estados na produção do mel brasileiro. Fonte: SEBRAE (2014).

No país, a maior parte da produção advém de pequenos e médios apicultores que possuem, em média, menos de 100 colmeias, com produtividade estimada em torno de 30 quilos anuais de mel por colmeia (PORTAL BRASIL, 2015). A região Sul representa 49 % da produção de mel do país (Figura 1.1), enquanto que o somatório dos principais estados do Nordeste e Sudeste representam 18 % e 17 %, respectivamente (SEBRAE, 2014).

1.2.3.1.1 Legislação brasileira do mel

Segundo a Instrução Normativa n. 11 de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000), o mel é 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 colmeia.*”

O mel é classificado pela legislação vigente (BRASIL, 2000) quanto a sua origem, procedimento de obtenção e apresentação/processamento.

- Segundo sua origem

1. Mel floral: obtido dos néctares das flores. a) Mel unifloral ou monofloral: quando o produto procede principalmente de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e

possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias. b) Mel multifloral ou polifloral: obtido a partir de diferentes origens florais.

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

- Segundo o procedimento de obtenção de mel

1. Mel escorrido: obtido por escorrimento dos favos desoperculados, sem larvas.
2. Mel prensado: obtido por prensagem dos favos, sem larvas.
3. Mel centrifugado: obtido por centrifugação dos favos desoperculados, sem larvas.

- Segundo sua apresentação e/ou processamento:

1. Mel: produto em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado.
2. Mel em favos ou mel em secções: produto 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.
3. Mel com pedaços de favo: produto que contém um ou mais pedaços de favo com mel, isentos de larvas.
4. Mel cristalizado ou granulado: produto que sofreu um processo natural de solidificação, como consequência da cristalização dos açúcares.
5. Mel cremoso: produto com estrutura cristalina fina e que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que o torne fácil de untar.
6. Mel filtrado: produto submetido a um processo de filtração, sem alterar o seu valor nutritivo.

Os padrões de identidade e qualidade (PIQ) do mel são mostrados na Tabela 1.5 (BRASIL, 2000).

Tabela 1.5. Padrão de identidade e qualidade do mel.

Parâmetro	Especificação	
	Mel floral	Melato
Açúcares redutores (g 100 g ⁻¹)	Mínimo 65	Mínimo 60
Sacarose aparente (g 100 g ⁻¹)	Máximo 6	Máximo 15
Umidade (g 100 g ⁻¹)	Máximo 20	
Sólidos insolúveis em água (g 100 g ⁻¹)	Máximo 0,1	
Minerais (g 100 g ⁻¹)	Máximo 0,6	Máximo 1,2
Acidez (mEq 100 g ⁻¹)	Máximo 50	
Hidroximetilfurfural (mg 100 kg ⁻¹)	Máximo de 60	

Fonte: Adaptado de Brasil (2000).

1.2.3.1.2 Composição físico-química do mel

O mel é a principal matéria-prima para a produção de hidromel conseqüentemente, influencia diretamente a produção e as características dessa bebida (RAMALHOSA et al., 2011).

A composição química do mel pode interferir na qualidade do hidromel (ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006). Há uma grande variação na composição química e física do mel, devido principalmente, das fontes vegetais (origem floral) das quais o mel é elaborado, mas também de diferentes fatores, como o solo, a espécie da abelha, o estado fisiológico da colônia, o estado de maturação do mel, as condições meteorológicas quando da colheita, além das condições de processamento e armazenamento (SILVA et al., 2004; ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006).

A composição química do mel é complexa, incluindo mais de 200 substâncias (ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006), sendo os carboidratos e a água os principais constituintes. Além dos açúcares em solução, o mel também contém ácidos orgânicos, enzimas, vitaminas, flavonóides, minerais e uma extensa variedade de compostos orgânicos, que contribuem para sua cor, odor e sabor (FINOLA et al., 2007; ESTEVINHO et al., 2012; IGLESIAS et al., 2012).

Os carboidratos (Tabela 1.6) correspondem a aproximadamente 80% (m/m) da composição total do mel (WHITE, 1975). Os principais açúcares são a frutose, glicose, e sacarose. Outros açúcares como maltose, isomaltose e polissacarídeos podem ser encontrados em pequenas quantidades, mas a soma destes carboidratos não é

superior a 12 % (m/m) (ANKLAM, 1998; FINOLA et al., 2007). Os diferentes teores desses tipos de açúcares podem proporcionar modificações físicas, tais como: viscosidade, densidade, granulação, higroscopicidade, valor energético e cristalização no mel (CAMPOS, 1987; ANKLAM, 1998).

A porcentagem de frutose em relação à glicose depende da fonte de néctar (ANKLAM, 1998). Os meis multiflorais tendem a apresentar conteúdo de frutose e glicose semelhante, enquanto nos monoflorais, os teores de frutose são significativamente maiores. A proporção frutose: glicose pode influenciar no sabor do mel (FINOLA et al., 2007), pois a frutose é mais doce que a glicose (CRANE, 1987). Além disso, o mel com maiores taxas de frutose:glicose permanecem no estado líquido por períodos mais longos, isso porque a glicose é menos solúvel em água do que a frutose. Assim, o teor de glicose no mel influencia expressivamente na cristalização do mel (FINOLA et al., 2007).

A água é o segundo componente mais importante do mel e depende não apenas dos fatores climáticos, mas também dos tratamentos aplicados durante a colheita e armazenamento (OLAITAN et al., 2007). O conteúdo de água influencia na sua viscosidade, peso específico, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (SEEMANN; NEIRA, 1988 apud MARCHINI, 2001).

O teor de umidade é considerado um importante parâmetro de qualidade por prognosticar a vida de prateleira do produto, além da capacidade do mel em permanecer estável e livre de fermentação indesejável (VARGAS, 2006). A legislação brasileira estabelece um teor de umidade máximo de 20 % para meis florais ou de melato (BRASIL, 2000). O alto teor de água no mel, associado à presença dos microrganismos osmofílicos do gênero *Saccharomyces* (tolerantes ao açúcar), presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento, podem com o aumento no teor de umidade neste alimento, produzindo etanol e dióxido de carbono; com a presença de oxigênio, o etanol poderá ser convertido em ácido acético, prejudicando o aroma e sabor do mel (WHITE, 1975).

Tabela 1.6. Composição do mel floral brasileiro (g 100 g⁻¹), valores médios, mínimo e máximo das regiões.

	REGIÕES				
	SUDESTE	SUL	NORDESTE	CENTRO	NORTE
Umidade (%)	18,4 (15,1–23,4)	18,2 (15,9-20,5)	18,1 (13,2-24,0)	18,7 (16,7-23,4)	17,6 (16,6-18,6)
Condutividade (S cm ⁻¹)	647,9 (160,7-2865,0)	681,1 (261,7-2383,3)	425,9 (154,7-1667,7)	513,3 (178,0-1157,0)	434,4 (258,7-521,0)
pH	4,05 (2,6-4,6)	3,8 (3,4-4,7)	3,6 (3,1-5,3)	3,7 (3,3-4,3)	3,4 (3,3-3,5)
Acidez (mEq kg ⁻¹)	26,8 (6,0-75,5)	25,5 (12,0-49,7)	23,6 (6,0-81,3)	16,5 (15,0-47,7)	34,1 (27,3-42,7)
Viscosidade (mPa.s)	1702,6 (98,0-5520,0)	1912,7 (280,0-6430,0)	1907,2 (140,0-6770,0)	1690,9 (380,0-3850,0)	1997,5 (1320,0-2840,0)
HMF (mg kg ⁻¹)	16,05 (0,0-247,0)	7,8 (0,1-157,3)	24,5 (0,4-268,4)	31,9 (0,9-191,6)	42,5 (0,9-157,3)
Cinzas (%)	0,275 (0,02-0,92)	0,246 (0,02-1,58)	0,164 (0,01-0,66)	0,192 (0,05-0,60)	0,144 (0,09-0,21)
ART (%)	76,5 (67,8-88,3)	77,4 (71,0-84,0)	79,7 (59,2-89,2)	79,5 (67,9-86,8)	73,3 (70,5-75,6)
AR (%)	73,6 (66,4-80,0)	74,5 (65,0-81,6)	76,4 (61,7-88,7)	76,0 (67,3-83,0)	71,3 (69,2-74,6)
Sacarose (%)	2,7 (0,1-27,4)	3,7 (0,1-7,2)	3,1 (0,1-11,4)	3,3 (0,3-7,2)	1,9 (0,9-2,9)
Proteínas (%)	0,288 (0,04-0,72)	0,280 (0,115-0,485)	0,252 (0,06-0,706)	0,281 (0,17-0,50)	0,253 (0,13-0,32)

Sudeste: São Paulo (205 amostras) e Minas Gerais (42 amostras); Sul: Santa Catarina (20 amostras), Paraná (9 amostras) e Rio Grande do Sul (15 amostras); Nordeste: Bahia (173 amostras),

Piauí (38 amostras) e Ceará (52 amostras); Centro-Oeste: Tocantins (21 amostras), Mato Grosso (8 amostras) e Mato Grosso do Sul (17 amostras); Norte: Rondônia (04 amostras). Fonte:

MARCHINI et al. (2004).

A água disponível, que determina atividade de água (a_w), é o fator que influencia na estabilidade microbiológica do mel. Outros fatores como pH, compostos fenólicos e o teor de peróxido de hidrogénio também influenciam a estabilidade microbiológica do produto. O valor de a_w do mel pode variar entre 0,55 a 0,75. Os meis com uma $a_w \leq 0,60$ são biologicamente estáveis. A simples e rápida determinação do teor de água, que é o cálculo realizado pela subtração do valor de sólidos solúveis totais (°Brix) de 100, comprovou ser suficiente para estimar o risco de fermentação de mel (RAMALHOSA et al., 2011).

O uso de HMF (Hidroximetilfurfural) como um índice de qualidade é baseado no fato de que, como este composto geralmente é encontrado em pequenas quantidades em meis recém-colhidos (mel fresco), os valores elevados de HMF podem indicar alterações importantes provocadas por armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta e/ou superaquecimento, além das adulterações provocadas por adição de açúcar invertido (SILVA et al., 2004). Segundo Fallico et al. (2004), a formação de HMF ocorre devido a desidratação de hexose catalisada por ácidos, aliada as propriedades químicas do mel (pH, umidade, acidez total e minerais).

Os ácidos orgânicos (cerca de 0,57% m/m da composição do mel) são responsáveis pela acidez do mel e contribuem para o seu sabor único (ANKLAM, 1998). O principal ácido é o glucônico que é produzido pela ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose e está em equilíbrio com a glicolactona (OLAITAN et al., 2007). Este equilíbrio caracteriza a acidez lactônica, isto é, uma reserva potencial de acidez, que juntamente com a acidez livre constitui a acidez total do mel (WHITE, 1975; CRANE, 1990; VALBUENA, 1996). Segundo Bogdanov et al. (2010), a glicolactona está diretamente relacionada com a propriedade antimicrobiana do mel. Em menor quantidade, podem-se encontrar outros ácidos como o fórmico, acético, butírico, láctico, oxálico, cítrico, entre outros (WHITE, 1975; MENDES; COELHO, 1983).

O valor de pH do mel varia entre 3,4 e 6,1, com uma média de 3,9 (IURLINA; FRITZ, 2005). No entanto, o pH não está diretamente relacionado com a acidez, devido à ação de tamponamento de ácidos e sais minerais encontrados no mel (DE RODRIGUEZ et al., 2004).

O teor de proteína do mel é geralmente em torno de 0,2% (m/m), sendo que algumas proteínas são derivadas de abelhas, enquanto que outras vêm do néctar (ANKLAM, 1998; IURLINA; FRITZ, 2005). Uma pequena porção desta fração consiste

das enzimas invertase, amilase, oxidase de glucose, catalase a-glucosidase, e b-glicosidase (ANKLAM, 1998).

Os minerais (cinzas) estão presentes no mel em pequenas quantidades. Os teores de cinzas, em geral, variam de 0,1% (m/m) a 1,0% (m/m) (BOGDANOV, 1999). O potássio é o mineral mais abundante, seguido do cálcio, cobre, ferro, manganês e fósforo (OLAITAN et al., 2007).

A cor varia do quase transparente ao âmbar escuro e o gosto e níveis de açúcar dependem do paladar, da espécie, da época, da região e, principalmente, da florada (AZEREDO et al., 1999). Além da origem botânica, a cor pode variar com a idade e as condições de armazenagem do mel. No entanto, a transparência ou claridade do mel depende da quantidade de partículas em suspensão, tais como o pólen (OLAITAN et al., 2007).

Os constituintes voláteis de mel são responsáveis pelo seu sabor típico (FINOLA et al., 2007). Muitos destes compostos provêm do néctar de flores. Mais de 300 compostos foram identificados, incluindo ácidos, álcoois, cetonas, aldeídos, ésteres e terpenos (CASTRO-VÁSQUEZ et al., 2009). A presença destes compostos pode fornecer informações sobre a origem botânica do mel (ESCRICHE et al., 2009).

O mel contém grande diversidade de compostos fenólicos (ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006; ESTEVINHO et al., 2008). O conteúdo de flavonoide atinge cerca de 6000 mg Kg⁻¹, que consiste principalmente de flavanonas e flavonas (ANKLAM, 1998). Os principais flavonoides são: miricetina, triacetina, quercetina, hesperidina, luteolina, kaempferol, pinocembrin, crisin e pinobanksin (ANKLAM, 1998; BERTONCELJ et al., 2007; ESTEVINHO et al., 2012). A concentração de ácidos fenólicos pode variar de 0,01 a 10 mg g⁻¹ (ANKLAM, 1998). Os ácidos dominantes são o ácido gálico e o ácido p-cumárico, seguidos pelos caféico, ferúlico, elágico, clorogênico, siríngico, vanílico, ácidos cinâmicos, e p-hidroxibenzóico (BERTONCELJ et al., 2007; ESTEVINHO et al., 2008).

1.2.3.2 Água

Para a produção de hidromel a água necessariamente deve ser potável, transparente, incolor, inodora e livre de qualquer sabor e aroma estranho e/ou desagradável. A Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas, entre elas o

hidromel ressalta que a água utilizada na elaboração dessa bebida a base de mel “ *deve obedecer às normas e aos padrões aprovados pela legislação específica para água potável e estar condicionada, exclusivamente, à padronização da graduação alcoólica do produto final*” (BRASIL, 2012).

Com isso, a água empregada no processo deve ser apropriada para o consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2012). No caso de uso de água da rede pública, é aconselhável a filtração com carvão ativo para a eliminação do cloro, pois este elemento em excesso pode resultar em aromas indesejados na bebida.

1.2.3.3 Matérias-primas não previstas pela legislação brasileira

A legislação brasileira define como ingredientes básicos para a produção de hidromel apenas mel de abelhas, os sais nutrientes e a água (BRASIL, 2012). No entanto, em outros países há tipos de hidroméis que apresentam em sua formulação a adição de frutas na forma de suco ou polpa, especiarias aromáticas, tais como pimenta, camomila, baunilha, canela, noz moscada, cravo da Índia, entre outros. Estas devem ser adicionadas ao processamento do hidromel em forma de extrato ou diretamente em qualquer etapa no processamento da bebida (GUPTA; SHARMA, 2009).

O lúpulo, matéria-prima cervejeira, é usualmente adicionado ao hidromel. Esse ingrediente proporciona um sabor diferenciado, além disso, suas resinas, óleos, taninos e pectina podem auxiliar na clarificação e estabilização da bebida (GUPTA; SHARMA, 2009).

1.2.3.4 Aditivos

Os aditivos alimentares são todo e qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos sem o propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento (BRASIL, 1997).

Na elaboração do hidromel, os aditivos mais relevantes são os conservadores, pois eles auxiliam na prevenção e inibição da deterioração da bebida por microrganismos contaminantes. Os sulfitos, bissulfito e metabissulfito de sódio ou de

potássio são comumente usados como conservantes na etapa de engarrafamento para evitar uma fermentação indesejável (GUPTA; SHARMA, 2009).

1.2.2 Microbiologia do hidromel

As características sensoriais, principalmente o aroma e o sabor das bebidas alcoólicas estão diretamente relacionadas com o tipo de levedura utilizada no processo fermentativo. O etanol é o principal composto produzido pelas leveduras durante a fermentação; entretanto, este álcool apresenta baixa influência no sabor da bebida. Os compostos que conferem aroma e sabor à bebida são formados no metabolismo secundário da levedura (GUERRA, 2010).

As leveduras empregadas no processo de fermentação do hidromel pertencem ao gênero *Saccharomyces*. Elas devem apresentar alta velocidade de fermentação, tolerância à elevada concentração de álcool, açúcares e ácidos orgânicos, elevado poder floculante, além de produzir compostos aromáticos que contribuam com o aroma e sabor da bebida.

Quanto à flora indesejável, as leveduras selvagens e as bactérias contaminantes, principalmente as pertencentes ao grupo láctico são relevantes. As leveduras selvagens são qualquer espécie de levedura distinta do cultivo utilizado na produção do hidromel, sendo que podem ser originárias das matérias-primas, equipamentos e do próprio ambiente. Já as bactérias contaminantes podem produzir ácidos láctico e acético, dióxido de carbono, etanol, glicerol e diacetil. As contaminações podem influenciar negativamente na velocidade de fermentação, atenuação limite, produção de álcool, floculação e no sabor e aroma da bebida (GUERRA, 2010).

1.2.3 Processamento do hidromel

A elaboração do hidromel depende de diversos fatores, entre eles a qualidade das matérias-primas, o tipo de microrganismos fermentativo, aditivos, práticas de vinificação, processo de maturação, etc. (GUPTA; SHARMA; 2009).

O método básico para a elaboração de hidromel (Figura 1.2), com teor alcoólico em torno de 12 % v/v, consiste na diluição do mel em água para obter um mosto com teor de sólidos solúveis de 22 °Brix (JOSHI et al., 1990).

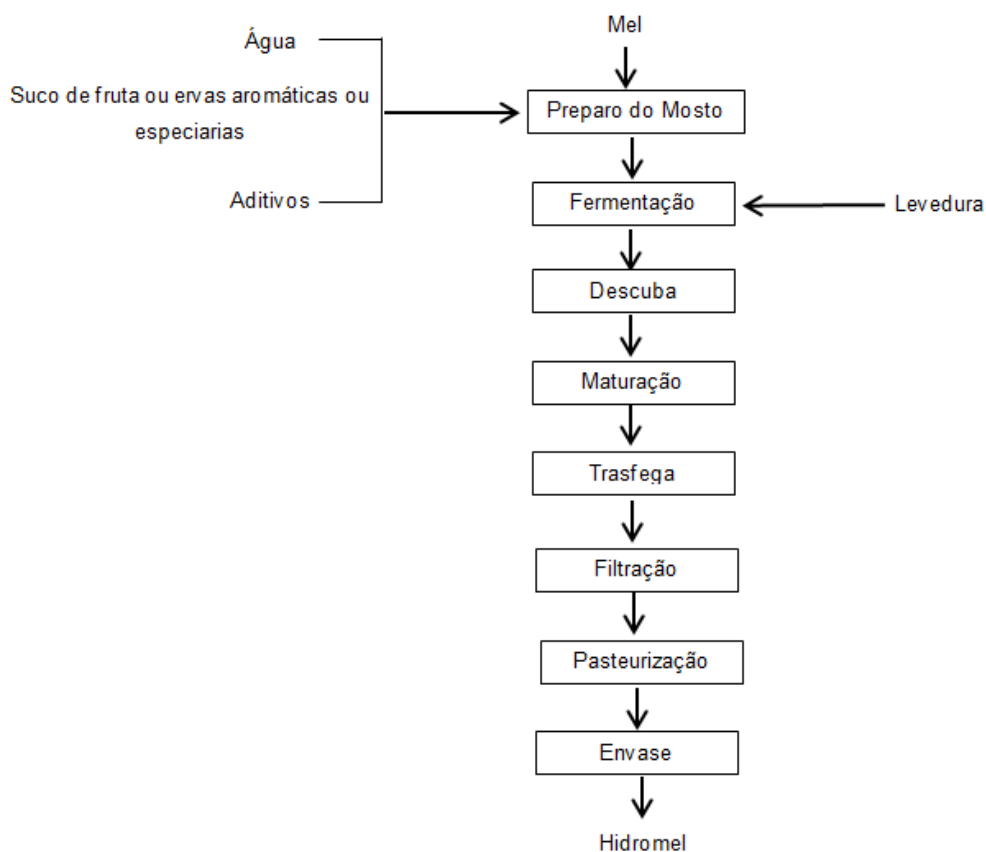


Figura 1.2. Fluxograma do processamento do hidromel. Fonte: Adaptado de Gupta e Sharma (2009).

1.2.3.1 Preparo do mosto

No processamento do hidromel, as diluições (mel:água) mais usuais são 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3. As misturas (1:0,5 e 1:1) que contêm concentrações mais elevadas de açúcar podem ocasionar a inibição da levedura alcoólica, devido à pressão osmótica excessiva; assim, é necessário fracionar a quantidade de mel durante o processo de fermentação (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007). Caso o mel esteja cristalizado, pode ser aquecido até 60-65 °C para sua liquefação, antes da sua diluição em água.

Na elaboração de hidroméis com frutas (*Melomel*, *Cyser*) ou especiarias aromáticas (*Metheglin*), é nessa etapa em que a polpa ou suco de frutas (maçã, damasco, pêsego, ameixa, uvas, mirtilo, framboesa, cerejas, groselhas, etc.) entram no processo (GUPTA; SHARMA, 2009).

É importante manter o valor do pH do mosto dentro de uma faixa de 3,7 - 4,0 para iniciar a fermentação (MCCONNELL; SCHRAMM, 1995). Os aditivos indicados para o ajuste do pH são: o carbonato de cálcio, carbonato de potássio,

bicarbonato de potássio, ácido tartárico, cítrico ou láctico (Tabela 1.7). Os sais apresentam reação alcalina e elevam o pH do mosto; porém, quando em excesso podem interferir negativamente no sabor (MCCONNELL; SCHRAMM, 1995). A adição de ácidos orgânicos, além de reduzir o pH do mosto, favorece o crescimento das leveduras, auxilia no controle de microrganismos contaminantes e promove o equilíbrio da acidez fixa na bebida final.

Com o intuito de favorecer o metabolismo da levedura alcoólica, diferentes nutrientes podem ser adicionados ao mosto. Gupta e Sharma (2009) recomendam que para cada litro de mosto deve-se adicionar 5g de ácido cítrico; 1,5 g de fosfato de monoamônio; 1g de bitartarato de potássio; 0,25 g de cloreto de magnésio e 0,25 g de cloreto de cálcio, além de 100 mg g⁻¹ de SO₂. O enriquecimento do mosto com sais é uma prática tecnologicamente adequada e está prevista na legislação brasileira.

O mel é deficiente em nitrogênio, minerais e nutrientes importantes para o crescimento das leveduras; o que pode comprometer a fermentação alcoólica (GUPTA; SHARMA, 2009). Por isso, é necessário o emprego de suplementos nutricionais com a finalidade de otimizar as condições de fermentação (MENDES-FERREIRA et. al., 2010). De acordo com Morse (1980), a adição de ingredientes nutricionais em mosto de hidromel reduz o tempo de fermentação, evita o desenvolvimento de microrganismos contaminantes responsáveis pela produção de odores indesejáveis e, além disso, favorece o aumento da vida útil do produto. A Tabela 1.7 mostra as diferentes formulações de suplementos nutricionais que podem ser usados na produção de hidromel, em países da Ásia e Europa.

A adição de grão de pólen (10 a 50 g L⁻¹) no mosto do hidromel pode promover melhora nas taxas de fermentação, na produção de álcool e nos atributos sensoriais da bebida. Além disso, seu uso do pólen proporciona a redução da acidez total na bebida (ROLDA'N et al., 2011). O uso de mel com maior quantidade de pólen em sua composição resulta em fermentação mais rápida, pois os pólenes são fornecedores de compostos nitrogenados para as leveduras (VIDRIH; HRIBAR, 2007).

Há estudos científicos que recomendam o pré-aquecimento do mosto antes da fermentação, isto é, pasteurizá-lo. Este tratamento térmico ocasiona o aumento na vida de prateleira da bebida (UKPABI, 2006).

Tabela 1.7. Suplementos nutricionais usados na produção de hidromel.

País	Preparação do mosto	Tempo de fermentação (Dias)	Levedura	Temperatura de fermentação (°C)
India	C ₆ H ₁₂ O ₆ MgSO ₄ ZnSO ₄ KH ₂ PO ₄ Extrato de levedura Peptona	> 90	<i>S. cerevisiae</i>	18-30
Portugal	(NH ₄) ₂ HPO ₄	5	<i>S. cerevisiae</i> (QA23 3 ICV D47)	25
Portugal	Suplemento 1: nutrientes comerciais (Enovit®) e C ₄ H ₆ O ₆ . Suplemento 2: NH ₄ H ₂ PO ₄ KNaC ₄ H ₄ O ₆ .4H ₂ O MgSO ₄ .7H ₂ O CaSO ₄ C ₄ H ₆ O ₆ Bentonita	25-30	<i>S. cerevisiae</i>	20-22
Portugal	Ácido málico (NH ₄) ₂ HPO ₄	11-14	<i>S. cerevisiae</i> <i>UCD522</i>	25
Portugal	Nutrientes comerciais SO ₂	15	<i>S. cerevisiae</i> ph.r. <i>bayanus PB2002</i>	20-25 e 30
Eslováquia	Sem adição	60-90	<i>Saccharomyces</i>	15-22
Espanha	K ₂ S ₂ O ₅ Polén		<i>S. cerevisiae</i> , <i>ENSIS-LES®</i>	25

Fonte: Adaptado de Iglesias et al. (2014).

Outros métodos menos agressivos com o intuito de reduzir a carga microbiana do mosto estão sendo recomendados, tais como o uso de sais de metabissulfito de sódio ou potássio, os quais liberam dióxido de enxofre, que inibem ou podem eliminar a maioria dos microrganismos (MCCONNEL; SCHRAMM, 1995; ROLDA'N et al, 2011).

Gupta e Sharma (2009) recomendam a adição de 100 mg g⁻¹ SO₂ antes do processo de fermentação; já Roldán et al. (2011) propõem 50 mg L⁻¹ de metabissulfito de potássio.

1.2.3.2 Fermentação

As leveduras usadas na produção de hidromel devem ser cepas utilizadas na produção de vinho ou cerveja, pois conferem aroma e sabor agradáveis à bebida. Há diversas cepas diferentes de leveduras enológicas, em sua maioria da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (SCHULLER; CASAL, 2005). Entretanto, as leveduras para a produção de hidromel precisam apresentar uma certa habilidade de propagação em meios com elevada concentração de açúcares (PEREIRA et al., 2009).

O processo fermentativo mais comum é descontínuo e a temperatura indicada é de 18°C (GUPTA; SHARMA; 2009). De acordo com Sroka e Tuszynski (2007), a quantidade de levedura seca ativa para iniciar a fermentação não pode ser inferior a 0,5 % m/v, Gupta e Sharma (2009) recomendam a concentração de 3 a 5 % m/v. Barone (1994) sugere a utilização de fermento seco na concentração entre 0,20 e 0,30 g L⁻¹. Observa-se que as proporções de inóculo recomendadas pelos diversos autores são altamente discrepantes; a diferença da maior quantidade de para a menor chega a 250 vezes.

Pereira et al. (2014) informam que quanto maior o inóculo (10⁸ UFC mL⁻¹), menor será o tempo de fermentação; entretanto, a clarificação do hidromel é prejudicada. Em contrapartida, estes autores afirmam que o uso de menor concentração de inóculo (10⁵ UFC mL⁻¹) resultam em uma bebida com maior concentração de compostos que interferem benéficamente no perfil aromático, tais como álcoois superiores, ésteres, fenóis voláteis.

O alto teor de açúcar no mosto pode interferir nessa etapa, pois a fermentação tende a ser mais lenta, isto podendo desencadear a refermentação do mosto por bactérias, que produzem ácido lático e acético. Estes compostos podem elevar o teor de acidez e a produção de ésteres voláteis (CASELLAS, 2005). A presença desses compostos (ácidos lático e acético) modifica a qualidade organoléptica do hidromel, em particular o aroma e sabor, interferindo sua aceitabilidade.

Pereira (2008) e Mendes-Ferreira et al. (2010) avaliaram o desempenho fermentativo de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* na elaboração de hidromel. Os resultados não apontaram diferença significativa no desempenho

fermentativo das leveduras, sugerindo que a seleção de leveduras deve estar associada às características sensoriais do produto.

A temperatura é um fator relevante na etapa de fermentação, na Tabela 1.7 observa-se que para cada tipo de levedura, há uma temperatura ótima apropriada. Na elaboração de vinhos, temperaturas mais baixas proporcionam alto rendimento alcoólico e interferem na formação de ésteres responsáveis pelo aroma frutado. Para a levedura *S. cerevisiae*, as taxas mais elevadas de fermentação são obtidas em temperaturas entre 20 e 30 °C, enquanto as temperaturas inferiores a 15 °C estão associadas a reduções significativas na sua velocidade. No entanto, é importante observar que a taxa de fermentação também diminui quando a temperatura é superior a 30 °C. A fim de otimizar a velocidade de fermentação e obter uma bebida com ótimas características químicas (concentração de etanol entre 11,5% a 12,3%, ácido acético 0,10-0,65 g L⁻¹, glicerol 6,0 a 7,0 g L⁻¹, glucose 2,5 a 3,5 g L⁻¹, frutose 5,0 a 10,0 g L⁻¹), é importante que a fermentação ocorra a 24 °C (GOMES et al., 2013).

A fermentação é dada por encerrada com a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix) do fermentado.

1.2.3.3 Descuba

Com o término da fermentação alcoólica, cessa o desprendimento de gás carbônico, o que favorece a sedimentação de partículas em suspensão, tais como células de leveduras, sais insolúveis, proteínas, polifenóis, agentes clarificadores, entre outros, resultando num fermentado mais límpido. Esses depósitos, que recebem a denominação de borra, são indesejáveis por serem fontes de contaminação e por favorecerem reações químicas e bioquímicas que podem originar substâncias causadoras de aroma e sabor impróprios à bebida (MANFROI, 2010).

A descuba é uma etapa indispensável ao processo de elaboração de hidromel, pois é a operação que consiste na separação da borra (sólido) do fermentado (líquido). A remoção da fração líquida de um fermentador para outro recipiente é realizada pela gravidade ou por meio do bombeamento. Esta operação deve ser realizada após 7 a 10 dias do término da fermentação; nesse período a borra já se depositou no fundo do recipiente e o líquido permanece por um tempo mínimo em contato com ela, não havendo prejuízos para a qualidade da bebida.

1.2.3.4 Maturação

O fermentado, após a descuba, é mantido em repouso para maturar, na ausência de ar, a uma temperatura entre 10 a 12°C, por 1 a 6 meses, em recipiente equipado com botoque hidráulico ou válvula de Müller (GUPTA; SHARMA; 2009).

Essa etapa é importante na produção da bebida, principalmente em relação ao desenvolvimento de compostos aromáticos que irão compor o buquê do hidromel. Nesta fase, o processo de clarificação da bebida continua em função da sedimentação dos sólidos em suspensão.

É necessário cuidado com os teores de acetato de etila, pois esse composto em concentração elevada pode conferir odor de solvente na bebida final (MENDES-FERREIRA et al., 2010). Os teores de acetato de etila estão diretamente relacionados aos de ácido acético; assim, hidroméis com maiores valores de acidez volátil apresentam concentrações mais acentuadas de acetato de etila (ROLDAN et al., 2011).

1.2.3.5 Trasfega e clarificação

Após a maturação, o fermentado é trasfegado, isto é, o líquido é transferido para outro recipiente, separando-o da borra depositada no fundo. A época e a quantidade de trasfegas realizadas na produção do hidromel ficam a cargo do técnico responsável pelo processamento; entretanto, podem variar com as características da matéria-prima, tipo de bebida, metodologia de elaboração (uso de agente clarificante), temperatura da maturação e o tipo de recipiente.

Nos EUA e na Europa, a primeira trasfega do hidromel é realizada no período de um a três meses após a descuba. A segunda trasfega dentro de quatro a seis meses após a primeira, seguida do engarrafamento (UKPABI, 2006).

A clarificação do hidromel, além das operações de trasfega, pode ser beneficiada com o emprego da filtração e o uso de agentes clarificantes. A filtração tem a finalidade de remover leveduras e material em suspensão. Além da filtração, a clarificação do hidromel pode ser feita mediante uso de agentes clarificantes como a argila bentonita; neste caso, os sólidos insolúveis da bebida são removidos por sedimentação. Esses processos de clarificação podem ser empregados isoladamente ou em conjunto (GUPTA; SHARMA; 2009).

Após a primeira trasfega, o hidromel pode ser maturado a uma temperatura 2-3°C por duas ou mais semanas (GUPTA; SHARMA; 2009).

1.2.3.6 Operações finais

Segundo Ukpabi (2006), a vida de prateleira do hidromel pode ser prolongada quando se realiza trasfega e filtração, além de acondicioná-lo em garrafas de vidro hermeticamente fechadas, a fim de garantir condição de anaerobiose à bebida.

Outra operação recomendada ao processo de obtenção de hidromel é a pasteurização, na qual a bebida é mantida na temperatura de 62,5 °C por 15 minutos ou 63 °C por 5 minutos e envase a quente, para aumentar a vida de prateleira da bebida (MORSE, 1980; GUPTA; SHARMA; 2009).

Rivaldi et al. (2009) armazenaram hidromel em garrações de vidro e em tonel de carvalho, com a finalidade de avaliar as diferenças nas características sensoriais da bebida. Os hidroméis envelhecidos em tonel de carvalho apresentaram características sensoriais mais aceitáveis ao paladar em relação aos envelhecidos em frasco de vidro.

1.2.4 Problemas associados com a produção de hidromel

Durante a etapa de fermentação, podem ocorrer diversos problemas, sendo que os mais comuns são teores alcoólicos inferiores ao pretendido e processo de fermentação longo, tendo como consequência a heterogeneidade do produto final (REDDY et al., 2013; PEREIRA et al., 2014).

A ocorrência da fermentação secundária por leveduras selvagens e/ou bactérias contaminantes resulta na produção de ácido láctico e ácido acético, aumentando a produção de ésteres voláteis indesejáveis e, como consequência, o surgimento de aroma desagradável (CASELLAS, 2005; RAMANHOSA, 2013). Os compostos indesejáveis mais rotineiros associados com sabores estranhos (*off-flavor*) são o acetato de etila, ácido octanóico e ácido hexanóico. A combinação destes compostos modifica negativamente a qualidade sensorial do hidromel.

De acordo com o descrito por Gupta e Sharma (2009), a metodologia convencional usada na produção de hidromel, que envolve longos períodos de exposição do mosto, mel e da bebida acabada ao calor, está diretamente relacionada com a produção de sabor desagradável (sabor de borracha e resina).

Além disso, a presença de leveduras remanescentes no produto após a fermentação, devido a procedimentos de filtração ineficazes, pode produzir odores

indesejáveis, entre os quais os de ésteres, ácidos ou de sulfeto de hidrogênio, este último associado ao odor de ovo podre (BOYLE, 2013).

1.2.5 Qualidade do hidromel

De acordo com KAHOUN et al. (2008), os parâmetros mais importantes para avaliar a qualidade hidromel são o hidroximetilfurfural (HMF) e conteúdo fenólico. O HMF é um aldeído cíclico formado pela degradação de açúcares, resultando na redução do valor nutricional do mel e conseqüentemente do hidromel. Este composto resulta da desidratação de hexoses em condições ácidas e a sua cinética de formação varia diretamente com a temperatura, assim é um indicador de superaquecimento e armazenamento em condições impróprias do mel e do hidromel (VARGAS, 2006; FALLICO et al., 2008; KAHOUN et al., 2008).

A ausência da maioria dos compostos fenólicos comuns (miricetina, triacetina, quercetina,) é indicador de aquecimento excessivo durante a produção do mel e do hidromel (RAMALHOSA et al., 2011).

Entretanto, na legislação brasileira, mais precisamente nos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) do hidromel (BRASIL, 2012), não há referência para as determinações de HMF e compostos fenólicos nesta bebida.

1.3 REFERÊNCIAS

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

ARRÁEZ-ROMÁN, D.; GÓMEZ-CARAVACA, A.M.; GÓMEZ-ROMERO, M.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Identification of phenolic compounds in rosemary honey using solid-phase extraction by capillary electrophoresis–electrospray ionization–mass spectrometry. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Münster, v. 41, p. 1648-1656, 2006.

AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. da C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 3-7, 1999.

BARONE, M. C. **Influência da condução do processo de fermentação sobre a qualidade e produtividade do hidromel**. 1994. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

BERRY, B. **The global mead market: opportunities for canadian mead exporters**. Ottawa, Ontário; Agriculture and Agri-Food Canada, 2007. Disponível em: <

<http://www.agr.gc.ca/eng/programs-and-services/list-of-programs-and-services/agri-food-trade-service/?id=1410965065217>>. Acesso em: 10 de maio de 2014.

BERTONCELJ, J.; DOBERSˆEK, U.; JAMNIK, M.; GOLOB, T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. **Food Chemistry**, Oxford, v. 105, p. 822-828, 2007.

BOGDANOV, S. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. **Bee World**, Treforest, v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: physical properties of honey. In. Bee-hexagon (Cord.). **Physical Properties of Honey**. Bee Product Science, 2010, chapter 4, p 1-5.

Disponível

em: <<http://www.beehexagon.net/files/file/fileE/Honey/4PhysicalPropertiesHoney.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2014.

BOYLE, P. et al. **Alcohol: science, policy and public health 2013**. Oxford: Oxford University Press, 2013.

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. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em: 01 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

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

CASELLAS, G. B. Effect of low temperature fermentation and nitrogen content on wine yeast metabolism. 2005. 240 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Biotecnologia) - Universitat Rovira i Virgili, Barcelona, Espanha, 2005.

CASTRO-VÁSQUEZ, L.; DÍAZ-MAROTO, M.C.; GONZÁLEZ-VIÑAS, M.A.; PÉREZ-COELLO, M.S. Differentiation of monofloral citrus, roemary, eucalyptus, lavender, thyme

and Heather honey based on volatile composition and sensory descriptive analysis. **Food Chemistry**, Oxford, v. 112, p. 1022-1030, 2009.

CRANE, E. **Bees and beekeeping: 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.; FERRER, B.S.; FERRER, A. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, Oxford, n. 84, p. 499-502, 2004.

ESCRICHE, I.; VISQUERT, M.; JUAN-BORRÁS, M.; FITO, P. Influence of simulated industrial thermal treatments on the volatile fractions of different varieties of honey. **Food Chemistry**, Oxford, v. 112, p. 329-338, 2009.

ESTEVINHO, L. M.; FEÁS, X.; SEIJAS, J. A.; VÁZQUEZ-TATO, M. P. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 50, n. 34, p. 258-264, 2012.

ESTEVINHO, L.; PEREIRA A.P.; MOREIRA, L.; LUÍS G. DIAS, L.G.; PEREIRA, E. Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 46, p. 3774-3779, 2008.

FALLICO, B.; ARENA, E.; ZAPPALA, M. Degradation of 5-hydroxymethylfurfural in honey. **Journal Food Science**, Malden, v. 73, p. 625-631, 2008.

FINOLA, M. S., LASAGNO, M. C., MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, Oxford, v. 100, p. 1649 -1653, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS - FAO. **FAOSTAT** – Statistics Database. 2015. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/foostat>>. Acesso em: 01 maio de 2015.

GOMES, T.; BARRADAS, C.; DIAS, T.; VERDIAL, J. MORAIS, J. S.; RAMALHOSA, E.; ESTEVINHO, L. M. Optimization of mead production using response surface methodology. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 59, p. 680-686, 2013.

GUERRA, C.C. Vinho Tinto. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 11, p 209-233.

GUPTA, J. K.; SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: a review. **Natural Product Radiance**, New Delhi, v. 8, p. 345-355, 2009.

IGLESIAS, A.; FEÁS, X.; RODRIGUES, S.; SEIJAS, J.A.; VÁZQUEZ-TATO, M.P.; DIAS, L.G.; ESTEVINHO, L.M. Comprehensive study of honey with protected

denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specifications. **Molecules Basel**, Basel, v. 17, p. 8561–8577, 2012.

IGLESIAS, A.; PASCOAL, A.; CHOUPINA, A.B.; CARVALHO, C.A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L.M. Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. **Molecules Basel**, Basel, v. 19, n. 8, p. 12577-12590, 2014.

IOIRICH, N. P. **As abelhas farmacêuticas com asas**. 2. ed. União da Vitória: Editora MIR, 1981, 183 p.

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

JOSHI, V.K.; ATTRI, B.L.; GUPTA, J.K.; CHOPRA, S.K. Comparative fermentation behaviour, physico-chemical characteristics and qualities of various fruit-honey wines. **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v. 47, p. 49-54, 1990.

KAHOUN, D.; REZKOVÁ, S.; VESKRNOVÁ, K.; KRÁLOVSKY, J.; HOLCAPEK, M. Determination of phenolic compounds and hydroxymethylfurfural in meads using high performance liquid chromatography with coulometric–array and UV detection. **Journal of Chromatography**, Oxford, v. 1202, p. 19-33, 2008.

MANFROI, V. Vinho Branco. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia*. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 7, p143-164.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. *Mel Brasileiro: composição e normas*. Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004. 111p.

MARCHINI, L.C. **Caracterização de amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758** (Hymenoptera: Apidae) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físicos-químicos e biológicos. 2001. 111f. Tese (Livre Docência) - ESALQ - USP, Piracicaba, 2001.

MCCONNELL, D. S.; SCHRAMM, K. D. Mead success: ingredients, processes and techniques. **Zymurgy**, Boulder, v. 4, p. 33–39, 1995.

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.

MENDES-FERREIRA, A.; COSME, F.; BARBOSA, C.; FALICO, V.; INÊS, A.; MENDES-FAI, A. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 144, p. 193–198, 2010.

MORSE, R. A. **Mead honey wine: history, recipes, methods and equipment**. Ithaca: Wicwas Press, 1980. 127p.

OLAITAN, P. B.; ADELEKE, O. E.; OLA, I. O. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. **African Health Sciences**, Ajol, v. 7, p. 159-165, 2007.

PEREIRA, A. P. R. **Caraterização de mel com vista à produção de hidromel**. 2008. 81 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Escola Superior Agrária de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2008.

PEREIRA, A. P.; MENDES-FERREIRA A; OLIVEIRA, J. M. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilisation on mead production. **LWT- Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 56, p. 21–30, 2014.

PORTAL BRASIL. Codevasf investe R\$ 41 milhões para fortalecer a apicultura no Brasil. Brasília, 2015. **Disponível em:** <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/03/codevasf-investe-r-41-milhoes-para-fortalecer-a-apicultura-no-brasil>>. Acesso em: 16 maio de 2015.

RAMALHOSA, E; GOMES, T.; PEREIRA, P.P; DIAS, T.; ESTEVINHO, L.M. Mead production: tradition versus modernity. **Advances in Food and Nutrition Research**, Amsterdam, v. 63, p. 101–118, 2011.

REDDY, L. V.; REDDY, Y. H. K.; REDDY, L. P. A.; REDDY, O. V. S. Wine production by novel yeast biocatalyst prepared by immobilization on watermelon (*Citrullus vulgaris*) rind pieces and characterization of volatile compounds. **Process Biochemistry**, London, v. 43, p. 748–752, 2008.

RIVALDI, J. D.; SILVA, M.M.; COELHO, T.C.; OLIVEIRA, C.T.; MANCILHA, I.M. Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por *Saccharomyces cerevisiae* IZ 888. **Brazilian Journal of Food Techonology**, Campinas, VII BMCFB, p. 58-63, 2009.

ROLDÁN, A.; MUISWINKEL, G.; LASANTA, C.; PALACIOS, V.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, Oxford, v. 126, p. 574-582, 2011.

SEBRAE. Oportunidades para o mercado de mel. Resposta Técnica, 2014?. **Disponível em:** <http://wp.ufpel.edu.br/apicultura/files/2010/05/Oportunidade_Mercado_Mel.pdf>. Acesso em: 8 maio. 2015.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista brasileira eng. Agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2-3, p. 260-26, 2004.

SCHULLER, D.; CASAL, M. The use of genetically modified *Saccharomyces cerevisiae* strains in the wine industry. Mini-review. **Applied Microbiology Biotechnology**, Münster, v. 68, p. 292-304, 2005.

SOLORD. The Mead Maker's Page.2015?. **Disponível em:** <<http://www.solorb.com/mead/>>. Acesso em: 21 de julho 2015.

SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, Oxford, v. 104, p. 1250–1257, 2007.

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.

UKPABI, U. J. Quality evaluation of meads produced with cassava (*Manihot esculenta*) floral honey under farm conditions in Nigeria. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Mérida, v. 6, p. 37- 41, 2006.

VALBUENA, A. O. **Contribución a la denominación de origen de la miel de la Alcarria**. 1996. 250 f. Tese (Doutorado em Biología) - Facultad de Ciencias Biológicas de La Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1996.

VARGAS, T. Avaliação da qualidade do mel produzido na Região dos Campos Gerais do Paraná. 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

VIDRIH, R.; HRIBAR, J. Studies on the sensory properties of mead and the formation of aroma compounds related to the type of honey. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 36, n. 2, p. 151-162, 2007.

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

WOLFF, L. F. Apicultura sustentável na propriedade familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 64.). Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE HIDROMÉIS ELABORADOS COM MÉIS DE DIFERENTES ORIGEM BOTÂNICAS

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi produzir e analisar físico-química e sensorialmente os fermentados de mel elaborados a partir da combinação de três tipos de mel (eucalipto, laranjeira e silvestre) e diferentes concentrações de sólidos solúveis no mosto inicial (20, 30 e 40 °Brix). Após a diluição do mel, a inoculação foi realizada com levedura seca. A fermentação ocorreu em temperatura ambiente e acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix). Após o final da fermentação, foi feita a descuba. Os fermentados foram deixados em repouso à temperatura ambiente. Depois desse período, foi realizada a primeira trasfega, os fermentados permaneceram em repouso por 30 dias. Na segunda trasfega as bebidas foram acondicionadas em garrafas de vidro verde. Os hidroméis foram analisados quanto aos valores de pH, acidez total, volátil e fixa, teor alcoólico, açúcares totais, extrato seco, extrato seco reduzido, cor e turbidez. A análise sensorial foi por teste de aceitação (escala hedônica). Os resultados das análises físico-químicas dos mostos e dos hidroméis foram expressos por meio de média e desvio padrão, e foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os teores alcoólicos dos hidroméis variaram entre 10,46 a 14,36% v/v. O aumento da proporção de mel na formulação interfere nos parâmetros físico-químicos e sensoriais dos hidroméis. Quanto maior a quantidade de mel na formulação das bebidas (20, 30 e 40 °Brix), maiores foram os teores de açúcares redutores, acidez total, extrato seco, extrato seco reduzido e turbidez. Dentro das condições em que foram conduzidos os testes experimentais, os hidroméis obtidos a partir de mel de laranjeira, eucalipto e silvestre, e três proporções de mel (20, 30 e 40 °Brix) na formulação, foram aprovados pelo painel de provadores, apresentaram aceitação sensorial entre “gostei ligeiramente” a “gostei regularmente”. Os hidroméis produzidos apresentaram características físico-químicas de acordo com a legislação brasileira (PIQ).

Palavra-chave: Bebida fermentada, mel de eucalipto (*Eucalyptus* spp), mel de laranjeira (*Citrus* spp), mel silvestre, escala hedônica.

PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF MEADS MADE WITH DIFERENTE TYPES OF HONEY

SUMMARY

Mead is a good income option for honey producers (value added), allowing the development of a commercially little known drink in several countries, but it has great commercial potential. The objective of this work was to produce and analyze physicochemical and sensory fermented honey produced from the combination of three types of honey (eucalyptus, orange and sylvan) and different soluble solids concentrations in the initial must (20, 30 and 40 °Brix). The experimental design was completely randomized with nine treatments and three repetitions, totaling 27 experimental units. After dilution of the honey, inoculation was carried out with dry yeast. Fermentation took place at room temperature (18-25° C) and monitored daily until the stabilization of the soluble solids content (°Brix). After the end of the fermentation drawing off a was made. The fermentation was held at room temperature (18-22°C). After this period, the first racking was made and fermented beverage remained at rest for 30 days. In the second separation, beverages were bottled in green glass bottles of 750 ml capacity. The meads were analyzed for pH, total, volatile and fixed acidity, alcohol content, total reducing sugars (TRS), dry extract, reduced dry extract, color and turbidity. Sensory analysis was made by acceptance testing - hedonic scale. The statistical analysis (ANOVA) for physicochemical and sensory analysis was done by F test and the treatment means compared by Tukey test at 5% probability. The increase in the proportion of honey in the formulation interferes in physicochemical and sensory parameters of meads. Beverages prepared with higher concentrations of raw material (honey) have higher acceptability.

Keywords: Brew, characterization, cceptance, hedonic scale.

2.1 INTRODUÇÃO

O hidromel, segundo Decreto n. 6871 de 4 de julho de 2009, “... é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (BRASIL, 2009). A Instrução Normativa n. 34 de 29 novembro de 2012 estabelece os limites legais para o hidromel, além de ressaltar que o uso de açúcar (sacarose) para a elaboração dessa bebida não é permitido (BRASIL, 2012). Essa bebida alcoólica é produzida de forma artesanal e em pequena escala, na maioria das vezes por apicultores. Ainda não motiva o interesse comercial por parte da indústria brasileira de bebidas.

A origem do hidromel provavelmente sucedeu nos países africanos e mais tarde, elaborado em toda a bacia do Mediterrâneo e na Europa. As bebidas fermentadas de mel possivelmente são as mais antigas bebidas alcoólicas conhecidas pelo homem, sendo produzidas há milhares de anos antes do vinho e cerveja, pois há relatos de coletas de mel por volta de 8.000 a.C. (IGLESIAS et al., 2014).

A elaboração de hidromel tradicional é bem simples e é baseada na diluição do mel em água (IGLESIAS et al., 2014). O mel pode ser diluído em diferentes proporções, como por exemplo, 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3 (mel: água). As misturas que contêm concentrações mais elevadas de açúcar podem causar a inibição do processo fermentativo, devido às pressões osmóticas excessivas, assim é necessário fracionar a quantidade de mel desejada durante o processo de fermentação (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007).

A produção de hidromel pode se constituir numa atividade econômica rentável, pois a partir de um quilo de mel é possível produzir três litros de hidromel, e cada litro dessa bebida pode ser comercializado em torno de R\$20,00. Entretanto há a necessidade de qualificar os produtores de hidroméis em relação à tecnologia de produção da bebida, assim haverá um reflexo positivo na qualidade sanitária, química e sensorial da bebida comercializada.

O mel é a principal matéria-prima para a produção de hidromel; conseqüentemente, influencia diretamente a produção e características dessa bebida (RAMALHOSA et al., 2011). A composição química do mel pode interferir na qualidade do hidromel (ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006). Há uma grande variação encontrada na composição química e física do mel, devido à sua origem floral, condições climáticas, estágio de maturação, além das condições de processamento e armazenamento (SILVA et al., 2004; ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006).

A composição química deste produto natural é complexa, incluindo mais de 200 substâncias (ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2006), sendo os carboidratos e a água os principais constituintes, seguidos pelos sais minerais, ácidos orgânicos, aminoácidos, proteínas, vitaminas, lipídios, compostos fenólicos, o 5-hidroximetilfurfural (HMF), pigmentos, grãos de pólen, várias enzimas entre outros compostos (FINOLA et al., 2007; ESTEVINHO et al., 2012; IGLESIAS et al., 2012).

A Instrução Normativa n. 11 de 20 de outubro de 2000 (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⁻¹.

Considerando a importância do mercado de bebidas alcoólicas 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, o presente trabalho tem como objetivo produzir e caracterizar físico-quimicamente e sensorialmente hidroméis elaborados a partir da combinação de três tipos de mel (eucalipto, laranjeira e silvestre) e diferentes concentrações de sólidos solúveis no mosto inicial (20, 30 e 40 °Brix).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Material

Os méis de eucalipto (*Eucalyptus* spp), laranjeira (*Citrus* spp) e silvestre utilizados na elaboração do hidroméis foram adquiridos na empresa Lambertucci, situada no município de Rio Claro, São Paulo. Utilizou-se água proveniente da rede pública e filtrada em carvão ativo. A Levedura (*Saccharomyces Cerevisiae*) usada foi de panificação na forma seca ativa, marca Fleischmann. Os equipamentos foram: barrilhetes de policloreto de vinil (PVC) com capacidade de 20 litros, garrafas de vidro de 4,5 litros para atesto e maturação da bebida; garrafas de vidro de verde com capacidade de 750 mL para armazenamento da bebida; bomba peristáltica; rolhas de cortiça; arrolhador manual para rolhas de cortiça; válvula de Müller (*airlock*).

2.1.2 Método

Planejamento experimental e análise estatística

O ensaio de produção de hidromel foi realizado por meio da produção de bebidas a partir de três tipos de mel (laranjeira, eucalipto e silvestre) e com três diferentes concentrações de sólidos solúveis no mosto (20, 30 e 40 °Brix). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos e três repetições, totalizando 27 unidades experimentais. Os resultados das análises físico-químicas dos mostos e dos hidroméis foram expressos por meio de média e desvio padrão, e foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade (VIEIRA, 2006) com auxílio do *software* estatístico ASSITAT (SILVA; AZEVEDO, 2009). Os resultados das análises físico-químicas do mel foram expressos como médias seguidas de desvio padrão.

Processamento do hidromel

A elaboração das bebidas (hidromel) foi baseada no método clássico para de fabricação do vinho (CATALUÑA, 1991; GUERRA, 2010).

Os méis (eucalipto, laranjeira e silvestre) tiveram o teor de sólidos solúveis mensurado, e iniciou-se o preparado dos mostos com concentrações de sólidos solúveis de 20, 30 e 40 °Brix, com adição de água, conforme previsto nos tratamentos. Para esta correção, utilizou-se o seguinte balanço de massa (Equação 2.1 e 2.2):

$$\begin{aligned} \text{Mel} + \text{Água} &= \text{Mosto} \\ B_1.M_1 + B_2.M_2 &= B_3.M_3 \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$M_1 + M_2 = M_3 \quad (2.2)$$

Onde:

B₁: °Brix do mel;

M₁: massa do mel;

B₂: °Brix da água;

M₂: massa da água;

B₃: °Brix do mosto;

M₃: massa do mosto.

Após a diluição do mel, a mistura foi transferida para barrilete (fermentadores). A inoculação foi realizada com levedura seca, na concentração de 5 g L⁻¹. A levedura foi suspensa em 1 L de mosto a 35 °C por 10 minutos e depois misturada ao restante do mosto, sob agitação, por 1 minuto. A fermentação ocorreu em temperatura ambiente (18- 25 °C) e foi acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix). Após o final da fermentação, indicado pela atenuação limite, foi realizado a descuba, separando-se o fermentado da borra decantada (levedura e sólidos insolúveis). A descuba foi realizada no sexto dia para os tratamentos diluídos a 20 °Brix, décimo dia para os tratamentos 30 °Brix e décimo segundo dia para o tratamento 40 °Brix. Nessa etapa, o fermentado foi transferido para garrações de vidro verde, por meio de bomba peristáltica, a fim de separá-lo do resíduo decantado. A seguir, foi realizado o atesto e os garrações foram fechados com válvulas de Müller. Os fermentados foram deixados em repouso à temperatura ambiente (18-25 °C) por 45 dias, quando a bebida apresentou aspecto transparente e límpido. Depois desse período, foi realizada a primeira trasfega, com o mesmo propósito da descuba, sendo que os fermentados permaneceram em repouso por mais 30 dias, para a separação da borra. Na segunda trasfega as bebidas foram acondicionadas em garrafas de vidro. As garrafas foram vedadas com rolha de cortiça e armazenadas em temperatura ambiente.

Análises físico-químicas

O mel foi analisado quanto ao teor de umidade, extrato (sólidos solúveis), açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose, pH, acidez livre, lactônica e total (BRASIL, 2005). A determinação de intensidade de cor foi realizada com leitura em espectrofotômetro (Biochrom UV-visível, modelo Libra S60) no comprimento de onda de 650 nm de uma solução 50 % (m/v) de mel em água destilada (cubeta quadrada, 10 mm em vidro óptico) e com auxílio da Tabela 2.1 foi realizada a correspondência da Absorbância lida com a cor do mel (MONTENEGRO et al., 2005).

Tabela 2.1. Comparação entre cor, mm Pfund e Absorbância.

Cor do Mel	Faixa de cor (Inc)*
Branco água	Menos de 0,125
Extra branco	Mais de 0,125 a 0,148
Branco	Mais de 0,148 a 0,195
Âmbar extra claro	Mais de 0,195 a 0,238
Âmbar claro	Mais de 0,238 a 0,333
Âmbar	Mais de 0,333 a 0,411
Escuro	Mais de 0,411

* incidência (absorbância a 650 nanômetros em espectrofotômetro) Fonte: Montenegro et al. (2005).

Os mostos foram analisados quanto pH, acidez total, volátil e fixa (BRASIL, 2005), açúcares totais por titulometria, conforme o método de Lane-Eynon descrito por Copersucar (2001), turbidez (a leitura foi realizada em turbidímetro de bancada: marca Hach, modelo 2100N, e os valores obtidos foram expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). A determinação da intensidade de cor foi realizado o mesmo procedimento do mel.

Nas bebidas foram analisados os mesmos parâmetros físico-químicos citados para os mostos, acrescido de: teor alcoólico (método da destilação com uso de densímetro digital (marca Mettler; modelo KEM DA-310) e tabela de conversão densidade/teor alcoólico, segundo Brasil (2005)), extrato seco e extrato seco reduzido de acordo com CATALUÑA (1991).

Análise Sensorial

As bebidas foram analisadas sensorialmente usando teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada pelas extremidades de nota 1 (desgostei extremamente) e nota 9 (gostei extremamente) (BRASIL, 2005; BEHRENS, 2011). Foram avaliados os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor e impressão global. Para cada provador, foram oferecidas três amostras (20, 30 e 40 °Brix) das bebidas, elaborados com mel de mesma florada (laranjeira, eucalipto ou silvestre), água potável, biscoito de água e sal, a ficha de avaliação e o termo de consentimento livre e esclarecido (comitê de ética em pesquisa). As amostras foram servidas em taças de vidro

contendo 20 mL, na temperatura aproximada de 5°C. Os testes foram conduzidos com balanceamento de amostras, sob luz branca.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Caracterização físico-química do mel de laranjeira, eucalipto e silvestre

O mel floral de laranjeira, eucalipto e silvestre utilizados na elaboração das bebidas (Tabela 2.2) apresentaram teores de umidade, açúcar redutor, sacarose e acidez total dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2000). O mel é a principal matéria-prima para a produção de hidromel consequentemente, influencia diretamente a produção e as características dessa bebida (RAMALHOSA et al., 2011).

Tabela 2.2. Análise físico-química do mel de laranjeira, eucalipto e silvestre utilizado na fabricação dos hidroméis.

Parâmetros	Laranjeira	Eucalipto	Silvestre
Sólidos Solúveis (°Brix)	81,60 ± 0,02	80,40 ± 0,04	81,00 ± 0,04
Umidade (%)	16,20 ± 0,12	17,40 ± 0,21	17,00 ± 0,18
Açúcar Redutor (% m/v)	69,09 ± 0,21	71,66 ± 0,27	72,31 ± 0,32
Açúcares Totais (%m/v)	74,10 ± 0,43	78,10 ± 0,14	78,82 ± 0,21
Sacarose (%m/v)	5,90 ± 0,32	6,13 ± 0,54	6,48 ± 0,32
Acidez Livre (meq Kg⁻¹)	14,16 ± 0,21	16,16 ± 0,15	21,32 ± 0,20
Acidez Lactônia (meq Kg⁻¹)	1,28 ± 0,21	1,32 ± 0,94	2,34 ± 0,26
Acidez Total (meq Kg⁻¹)	15,51 ± 0,43	17,21 ± 0,25	22,81 ± 0,43
pH	4,18 ± 0,01	4,39 ± 0,02	4,23 ± 0,01
Faixa de cor (A_{650 nm})*	0,254	0,363	0,341
Cor do mel	Âmbar claro	Âmbar	Âmbar

Dados expressos média de 3 repetições ± desvio padrão. * incidência (absorbância a 650 nanômetros em espectrofotômetro).

2.3.2 Caracterização físico-química dos mostos e dos hidroméis

Os valores de AT (açúcares totais) determinados nos mostos elaborados com os três tipos de mel (laranjeira, eucalipto e silvestre), apresentaram concentrações de açúcares finais de acordo com o proposto no planejamento experimental (Tabela 2.3). Além disso, o aumento da quantidade de mel na formulação da bebida (20, 30

e 40 °Brix) elevou significativamente as quantidades de açúcares totais nos mostos (Tabela 2.3); comportamento esperado, pois os principais componentes do mel são os açúcares, sendo os monossacarídeos frutose e glicose, responsáveis por 80% da quantidade total (WHITE, 1975 apud CAMARGO et al., 2006).

Tabela 2.3. Caracterização físico-química dos mostos obtidos a partir do mel de laranjeira, eucalipto e silvestre.

Parâmetros	Laranjeira		
	20 °Brix	30 °Brix	40 °Brix
pH	3,55 ± 0,05a	3,53 ± 0,01ab	3,51 ± 0,01b
Acidez Total (meq L ⁻¹)	13,24 ± 0,78c	18,12 ± 0,89b	23,56 ± 0,17a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	2,63 ± 0,65c	3,50 ± 0,57b	4,23 ± 0,63a
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	11,63 ± 0,32c	14,5 ± 0,28b	19,53 ± 0,68a
Açúcares Totais (% m/v)	18,24 ± 0,78c	28,12 ± 0,89b	39,56 ± 0,17a
Turbidez (NTU)	20,80 ± 0,11c	29,17 ± 0,14b	39,80 ± 0,21a
	Eucalipto		
pH	3,62 ± 0,06a	3,55 ± 0,03ab	3,50 ± 0,02b
Acidez Total (meq L ⁻¹)	11,05 ± 1,06c	16,57 ± 0,89b	21,67 ± 0,91a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	2,00 ± 0,45c	3,38 ± 0,56b	4,13 ± 0,24a
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	10,25 ± 0,21c	13,25 ± 0,32b	18,38 ± 0,32a
Açúcares Totais (% m/v)	18,05 ± 1,06c	28,57 ± 0,89b	38,67 ± 0,91a
Turbidez (NTU)	91,4 ± 0,76c	112,78 ± 0,56b	120,7 ± 0,45a
	Silvestre		
pH	3,56 ± 0,07a	3,54 ± 0,06ab	3,52 ± 0,01b
Acidez Total (meq L ⁻¹)	13,20 ± 0,40c	18,62 ± 0,85b	23,78 ± 0,45a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	2,33 ± 0,30c	3,58 ± 0,43b	4,38 ± 0,12a
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	11,75 ± 0,32c	14,93 ± 0,32b	19,50 ± 0,54a
Açúcares Totais (% m/v)	19,05 ± 1,06c	28,47 ± 0,89b	39,57 ± 0,91a
Turbidez (NTU)	42,80 ± 9,07c	43,02 ± 0,14b	52,8 ± 0,21a

Dados expressos com média de 9 medidas ± desvio padrão. Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores de pH dos mostos foram significativamente diferentes devido ao aumento na concentração de mel na formulação (Tabela 2.3), sendo os mostos elaborados com 30 e 40 °Brix os que apresentaram os menores valores. Segundo Iurlina e Fritz (2005), o mel apresenta valor de pH médio de 3,9; assim com o aumento da quantidade de mel na formulação há uma queda nos valores de pH dos mostos. Os valores de pH dos mostos estão próximos dos valores sugeridos por Gupta e Sharma (2009) para produção de hidromel, que devem ser de 3,4 a 4,0 (Tabela 2.3).

Os teores de acidez total, fixa e volátil foram maiores com a elevação da concentração de mel (Tabela 2.3), fato esperado, pois os valores de pH devem apresentar uma relação inversa aos de acidez total. O mel é constituído por cerca de 0,57 % de ácidos orgânicos (o ácido glucônico está presente em maior quantidade); são eles os responsáveis pela acidez do mel, além de contribuem consideravelmente para o seu sabor característico (ANKLAM, 1998; CAMARGO et al, 2006).

O aumento na concentração de mel na elaboração dos mostos proporcionou a elevação nos valores de turbidez (Tabela 2.3). Esse comportamento pode ser devido à presença de maior quantidade de sólidos insolúveis ou compostos coloidais no mel. Os sólidos insolúveis são sedimentos (ceras, grão de polém e outros componentes) presentes normalmente nos méis ou possíveis contaminações provenientes do processo de colheita e processamento do mel (ARAÚJO et al., 2006).

Os hidroméis apresentaram valores de pH inferiores a 4,0 (Tabela 2.4); caracterizando-os como bebida ácida, o que favorece sua conservação (EVANGELISTA, 2008). Os valores de pH dos hidroméis decaíram em relação aos respectivos mostos (Tabela 2.3), fato explicado devido a elevação dos teores de acidez total, fixa e volátil após o processo fermentativo.

Os teores de acidez total, fixa e volátil das bebidas aumentaram devido às diferentes concentrações de mel (20, 30 e 40 °Brix). Esse comportamento pode ser devido à maior concentração de ácidos orgânicos nos mostos com maior quantidade de mel (Tabela 2.3) e ao metabolismo secundário das leveduras, as quais liberam ácidos orgânicos durante o seu metabolismo (JONES et al., 1981). Os teores de acidez total, fixa e volátil das bebidas encontram-se dentro dos limites permitidos pela legislação, entre 50 a 130 meq L⁻¹, mínimo de 30 meq L⁻¹ e máximo de 20 meq L⁻¹, respectivamente.

Os baixos valores de acidez volátil encontrados nas bebidas demonstram que as matérias-primas (água e mel) estavam em bom estado de sanidade e que

o processamento das bebidas foi tecnologicamente apropriado (HASHIZUME, 2001). A acidez volátil é constituída predominantemente pelo ácido acético, e na maioria das vezes é produzida durante a fermentação do mosto pelas leveduras e outros microrganismos; além disso, o seu teor pode aumentar durante conservação do vinho, devido a contaminação microbiológica, como por exemplo, a fermentação acética provocada pela bactéria acética (OUGH, 1988).

Em relação aos valores de AR (açúcar redutor) dos hidroméis, observou-se que as bebidas elaboradas com a menor concentração de mel na formulação (20 °Brix) apresentaram uma fermentação completa por exibirem teores de AR inferiores de 1 g de glicose por 100mL^{-1} , enquanto que as bebidas elaboradas com maior concentração inicial de mel (30 e 40 °Brix) demonstraram uma fermentação incompleta por exibirem teores de AR superiores a 6 g de glicose por 100mL^{-1} e 24 g de glicose por 100mL^{-1} , respectivamente (Tabela 2.4). Esse fato demonstra que a presença de açúcar (AR) na bebida final indica o efeito inibitório tanto da concentração de etanol produzido na fermentação quanto do açúcar em excesso presente no mosto. Segundo Sroka e Tuszyński (2007) mostos que contêm concentrações mais elevadas de açúcar podem causar a inibição do processo fermentativo, devido às pressões osmóticas excessivas.

Os valores de extrato seco apresentaram relação direta com o aumento da concentração de mel da formulação dos hidroméis (Tabela 2.4). Como o extrato seco (ES) é composto por açúcares, ácidos fixos, sais orgânicos, sais minerais, polialcoóis, compostos fenólicos, compostos nitrogenados e polissacarídeos (RIZZON; MIELE, 1996), esperava-se que as bebidas elaboradas apresentassem diferença significativa em relação aos teores de ES, pois quanto maior a quantidade de mel na formulação (20, 30 e 40 °Brix,) maiores foram os teores de AR e de acidez total.

O extrato seco reduzido (ESR) está diretamente relacionado com os teores de ES, pois a sua determinação se dá pela subtração dos teores de açúcares redutores dos valores de extrato seco presentes na bebida. A legislação brasileira não estabelece valores para extrato seco; entretanto o hidromel deve apresentar teores de extrato seco reduzido no mínimo de 7 g L^{-1} (Brasil, 2009). Hashizume (2001) afirmou que o teor de extrato seco determina o corpo do vinho e que bebidas com menos de 20 g L^{-1} de extrato são consideradas leves e, acima de 25 g L^{-1} , encorpadas. Dessa forma, os hidroméis poderão ser percebidos sensorialmente como bebidas mais encorpadas.

Tabela 2.4. Caracterização físico-química dos hidroméis obtidos a partir de mel de laranjeira, eucalipto e silvestre.

Parâmetros	Laranjeira		
	20 °Brix	30 °Brix	40 °Brix
pH	3,31 ± 0,05c	3,43 ± 0,01b	3,53 ± 0,01a
Acidez Total (meq L ⁻¹)	63,25 ± 0,78c	83,00 ± 0,89b	95,50 ± 0,91a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	6,63 ± 0,45c	11,50 ± 0,32b	19,23 ± 0,65a
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	56,63 ± 0,23c	72,50 ± 0,46b	76,53 ± 0,54a
Açúcares Redutores (% m/v)	0,94 ± 0,21c	7,32 ± 0,45b	27,68 ± 0,56a
Extrato Seco (g L ⁻¹)	27,04 ± 0,45c	87,02 ± 0,53b	267,54 ± 0,67a
Extrato Seco Reduzido (g L ⁻¹)	29,95 ± 0,34c	105,41 ± 0,76b	290,40 ± 0,21a
Teor Alcoólico (% v/v)	10,86 ± 0,04b	13,94 ± 0,02a	10,50 ± 0,05b
Turbidez (NTU)	11,10 ± 0,09c	20,03 ± 0,08b	61,40 ± 0,05a
Faixa de cor (A _{650 nm})*	0,191 ± 0,56b	0,299 ± 0,68a	0,350 ± 0,67a
Cor do hidromel	Branco	Âmbar claro	Âmbar
		Eucalipto	
pH	3,30 ± 0,06c	3,36 ± 0,03ab	3,42 ± 0,02a
Acidez Total (meq L ⁻¹)	61,25 ± 0,96c	76,63 ± 0,89b	89,75 ± 0,17a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	8,00 ± 0,43c	12,38 ± 0,32b	18,13 ± 0,47a
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	51,25 ± 0,56c	64,25 ± 0,96b	68,38 ± 0,45a
Açúcares Redutores (% m/v)	0,57 ± 0,21c	6,90 ± 0,16b	29,01 ± 0,32a
Extrato Seco (g L ⁻¹)	27,97 ± 0,45c	87,07 ± 0,56b	261,87 ± 0,76a
Extrato Seco Reduzido (g L ⁻¹)	27,40 ± 0,63c	80,17 ± 0,56b	232,86 ± 0,54a
Teor Alcoólico (% v/v)	11,28 ± 0,05b	14,08 ± 0,08a	10,46 ± 0,06c
Turbidez (NTU)	13,98 ± 0,69c	19,98 ± 0,98b	64,05 ± 0,74a
Faixa de cor (A _{650 nm})*	0,233 ± 0,05c	0,384 ± 0,08b	0,450 ± 0,04a
Cor do hidromel	Âmbar claro	Âmbar	Escuro
		Silvestre	
pH	3,34 ± 0,07b	3,56 ± 0,06ab	3,66 ± 0,01a
Acidez Total (meq L ⁻¹)	63,38 ± 0,40c	83,50 ± 0,85b	96,88 ± 0,45a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	6,63 ± 0,45c	12,58 ± 0,54b	19,38 ± 0,67a
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	56,75 ± 0,34c	72,93 ± 0,54b	85,50 ± 0,67a
Açúcares Redutores (% m/v)	0,87 ± 0,23c	6,54 ± 0,18b	24,73 ± 0,16a
Extrato Seco (g L ⁻¹)	27,57 ± 0,43c	87,63 ± 0,56b	260,98 ± 0,54a
Extrato Seco Reduzido (g L ⁻¹)	26,70 ± 0,56c	81,09 ± 0,65b	236,25 ± 0,59a
Teor Alcoólico (% v/v)	10,98 ± 0,06a	14,36 ± 0,07b	11,72 ± 0,06a
Turbidez (NTU)	12,50 ± 0,26c	22,70 ± 0,43b	62,60 ± 0,34a
Faixa de cor (A _{650 nm})*	0,306 ± 0,05c	0,411 ± 0,06b	0,699 ± 0,09a
Cor do hidromel	Âmbar claro	Âmbar	Escuro

Dados expressos com média de 9 medidas \pm desvio padrão. * incidência (absorbância a 650 nanômetros em espectrofotômetro). Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os teores alcoólicos dos hidroméis variaram entre 10,46 a 14,36 % v/v. Os teores alcoólicos das bebidas elaborados a partir do mel silvestre e eucalipto com concentração de açúcar inicial de 30 °Brix ultrapassaram o limite máximo de 14,0 % v/v permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2009). As bebidas elaboradas com concentração inicial de 40 °Brix apresentaram teores alcoólicos semelhantes às elaboradas com 20 °Brix. Esse fato demonstra que a concentração de açúcar elevada no mosto inicial, aumenta a pressão osmótica do meio de fermentação, o que causa plasmólise das células de levedura, inibindo assim a fermentação alcoólica (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007).

A intensidade de cor, tanto do mosto (Tabela 2.3) como do hidromel (Tabela 2.4) aumenta em função da quantidade de mel na formulação, indicando que o mel é fonte de cor para a bebida final. As bebidas apresentaram intensidade de cor inferiores aos dos respectivos mostos, fato que pode estar relacionado ao processo fermentativo, em que a remoção de cor pode estar associada à eliminação da matéria corante na espuma durante o processo de fermentação, ação redutora das leveduras sobre os taninos oxidados (DE CLERK, 1958), à remoção dos sólidos insolúveis durante as trafegas e a mudança nos valores de pH. Segundo Kunze (2006), a diminuição do pH promove a perda de algumas substâncias corantes e além disso, o pH interfere na coloração de diversos pigmentos polifenóis.

O aumento na concentração de mel na elaboração das bebidas elevou os valores de turbidez (Tabela 2.4). Esse comportamento pode ser devido à presença de maior quantidade de sólidos insolúveis ou compostos coloidais no mel. Observou-se também que os valores de turbidez das bebidas em relação aos respectivos mostos (Tabela 2.3) reduziram, demonstrando que as operações de repouso (decantação da borra) favoreceram a remoção de substâncias coloidais que causam turbidez nos hidroméis.

2.3.3 Caracterização sensorial dos hidroméis

O painel de provadores foi composto por 70 voluntários não selecionados e não treinados, sendo 42 homens e 28 mulheres e a faixa etária de 23 a 42 anos. As bebidas tiveram boa aceitação por parte do painel de provadores. Este atribuiu à nota média 6,79 para as elaboradas com mel de laranja; 6,87 para mel de eucalipto e

6,63 para mel silvestre. As médias estiveram entre 6 e 7, indicando que as bebidas foram classificadas como “gostei ligeiramente” a “gostei regularmente”.

Os resultados da Tabela 2.5 mostram que a concentração de açúcar na formulação dos hidroméis interferiu na aceitação dos provadores para os todos os atributos sensoriais avaliados (aparência, aroma, sabor e avaliação geral) sendo que as bebidas com maior concentração de mel (30 e 40 °Brix) obtiveram a maior aceitação. Este comportamento demonstra a preferência da equipe de provadores por bebidas mais adocicadas.

Os resultados da Tabela 2.5 mostram que a concentração de açúcar na formulação dos hidroméis interferiu na aceitação dos provadores para os todos os atributos sensoriais avaliados (aparência, aroma, sabor e avaliação geral) sendo que as bebidas com maior concentração de mel (30 e 40 °Brix) obtiveram a maior aceitação. Este comportamento demonstra a preferência da equipe de provadores por bebidas mais adocicadas.

A maior concentração de mel na elaboração das bebidas elevou os valores de turbidez e a intensidade de cor (Tabela 2.4); esses parâmetros estão diretamente relacionados com o atributo aparência. As bebidas mesmo com valores de turbidez maiores, não apresentaram borra (materiais insolúveis decantados).

Além disso, o aumento da proporção de mel interferiu nos atributos aroma e sabor. Com o aumento da quantidade de mel na formulação das bebidas (20, 30 e 40 °Brix), provavelmente houve aumento nos teores de compostos relacionados com o aroma e sabor proveniente do mel e do metabolismo da levedura e da fermentação, fato observado com o aumento dos teores de acidez total nas bebidas (Tabela 2.3 e 2.4).

Tabela 2.5. Aceitação sensorial de hidroméis elaborados com diferentes tipos de mel (laranjeira, eucalipto e silvestre).

Atributos	Laranjeira		
	20 °Brix	30 °Brix	40 °Brix
Aparência	6,86 ± 0,50b	6,89 ± 0,16b	7,30 ± 0,18a
Aroma	6,76 ± 0,18b	6,80 ± 0,12ab	6,98 ± 0,17a
Sabor	6,47 ± 0,16b	6,51 ± 0,12b	6,89 ± 0,13a
Avaliação Global	6,31 ± 0,10b	6,67 ± 0,24a	6,73 ± 0,12a
Eucalipto			
Aparência	6,57 ± 0,32b	6,61 ± 0,32b	7,10 ± 0,32a
Aroma	6,56 ± 0,24b	6,77 ± 0,43b	7,07 ± 0,25a
Sabor	6,70 ± 0,11b	6,97 ± 0,12a	6,97 ± 0,32a
Avaliação Global	6,75 ± 0,14b	7,14 ± 0,13a	7,17 ± 0,12a
Silvestre			
Aparência	6,10 ± 0,23c	6,75 ± 0,32b	7,52 ± 0,23a
Aroma	6,39 ± 0,21b	6,64 ± 0,21a	6,80 ± 0,32a
Sabor	6,12 ± 0,14b	7,00 ± 0,23a	6,74 ± 0,32a
Avaliação Global	6,18 ± 0,23b	6,74 ± 0,31a	7,01 ± 0,33a

Dados expressos com média de 70 medidas ± desvio padrão. Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

2.4 CONCLUSÃO

Dentro das condições em que foram conduzidos os testes experimentais, os hidroméis obtidos a partir de mel de laranjeira, eucalipto e silvestre, e três proporções de mel (20, 30 e 40 °Brix) na formulação, foram aprovados pelo painel de provadores, apresentaram aceitação sensorial entre “gostei ligeiramente” a “gostei regularmente”. O aumento da proporção de mel na formulação das bebidas elevou os teores de acidez (total, fixa e volátil), teor alcoólico, turbidez e açúcares redutores. Os hidroméis produzidos apresentaram características físico-químicas de acordo com a legislação brasileira (PIQ). As bebidas elaboradas com maior concentração de mel (30 e 40 °Brix) apresentam a tendência de ser mais aceitas pelos consumidores.

2.5 REFERÊNCIAS

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

ARRÁEZ-ROMÁN, D.; GÓMEZ-CARAVACA, A.M.; GÓMEZ-ROMERO, M.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Identification of phenolic compounds in rosemary honey using solid-phase extraction by capillary electrophoresis–electrospray ionization–mass spectrometry. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, Münster, v. 41, p. 1648-1656, 2006.

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

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. 2014.

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. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acessado em: 01 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

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.

CAMARGO, R. C. R. de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; WOLFF, L. F. **Mel: características e propriedades**. Embrapa Meio-Norte: Documentos 150, 2006. 30p.

CATALUÑA, E. **As Uvas e os Vinhos**. 3. ed. São Paulo: Globo, 1991. 215 p.

COPERSUCAR. Métodos analíticos. In: COPERSUCAR. **Manual de Controle Químico da Fabricação de Açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 2001. cap. 4, p. 1-51.

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

ESTEVINHO, L. M.; FEÁS, X.; SEIJAS, J. A.; VÁZQUEZ-TATO, M. P. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 50, n. 34, p. 258-264, 2012.

EVANGELSITA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 652 p.

FINOLA, M. S., LASAGNO, M. C., MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, Oxford, v. 100, p. 1649 -1653, 2007.

GUERRA, C.C. Vinho Tinto. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 11, p 209-233.

GUPTA, J. K.; SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: A review. **Natural Product Radiance**, New Delhi, v. 8, p. 345-355, 2009.

HASHIZUME, T. Tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. (Coords.). **Biotechnologia Industrial: Biotechnologia na Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. cap. 2, p. 21-68.

IGLESIAS, A.; FEÁS, X.; RODRIGUES, S.; SEIJAS, J.A.;VÁZQUEZ-TATO, M.P.;DIAS, L.G.; ESTEVINHO, L.M. Comprehensive study of honey with protected denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specifications. **Molecules Basel**, Basel, v. 17, p. 8561–8577, 2012.

IGLESIAS, A.; PASCOAL, A.; CHOUPINA, A.B.; CARVALHO, C.A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L.M. Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. **Molecules Basel**, Basel, v. 19, n. 8, p. 12577-12590, 2014.

IURLINA, M.O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *Int. J. Food Microbiology*, Elieser, v. 105, p. 297–304, 2005.

JONES, R. P.; PAMMENT, N.; GREENFIELD, P. F. Alcohol fermentation by yeasts. The effect of environmental and other variables. **Process Biochemistry**, Elsevier, v. 16, p.42-49, 1981.

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

MONTENEGRO, S.B., AVALLONE, C.M., CRAZOV, A., AZTARBE, M. Variación del color en miel de abejas (*Apis melifera*). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, **Resumen**: T-070. 2005.

OUGH, C.S. AMERINE, M. A. **Methods for Análisis of Musts and Wine**, 2º ed., 1988, 377p.

RAMALHOSA, E; GOMES, T.; PEREIRA, P.P; DIAS, T.; ESTEVINHO, L.M. Mead production: tradition versus modernity. **Advances in Food and Nutrition Research**, Amsterdam, v. 63, p. 101–118, 2011.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 297-300, 1996.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: <<http://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=1&AID=29066&CID=wcon2009&T=2>>. Acesso em: 7 nov. 2014.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista brasileira eng. Agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2-3, p. 260-26, 2004.

SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, Elsevier, v. 104, p. 1250–1257, 2007.

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

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO DE HIDROMEL A PARTIR DE CINCO TIPOS DE LEVEDURA ALCOÓLICA

RESUMO

O hidromel é uma bebida prevista pela legislação brasileira, entretanto, pouquíssimos brasileiros a conhecem. É uma bebida fermentada de mel elaborada de forma artesanal e em pequena escala, na maioria das vezes por apicultores. Este trabalho teve por objetivo principal produzir hidromel a partir de cinco cepas de levedura alcoólica (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel). Na produção do hidromel, as bebidas foram elaboradas com a concentração de sólidos solúveis de 30 °Brix e a partir de cinco cepas de leveduras alcoólicas do gênero *Saccharomyces cerevisiae*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 15 unidades experimentais. Após a diluição do mel, o mosto transferido para cinco barrilete de PVC com capacidade de 10 litros. A inoculação foi realizada com as leveduras secas na concentração de 3 g L⁻¹. A fermentação decorreu em temperatura de 18±2 °C e acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix). Após o final da fermentação foi feita a descuba. Os fermentados foram deixados em repouso à temperatura de 10±2 °C por 30 dias. Depois desse período, foi realizada a primeira trasfega, e os fermentados permaneceram em repouso por mais 30 dias. Na segunda trasfega as bebidas foram acondicionadas em garrafas de vidro transparente com capacidade de 600 mL. As garrafas foram vedadas com rolha de cortiça e armazenadas em temperatura de 5±2 °C. Os hidroméis foram analisados quanto aos valores de pH, acidez total, volátil e fixa, teor alcoólico, açúcares redutores totais (ART), extrato seco, extrato seco reduzido, cor e turbidez. A análise sensorial foi por teste de aceitação - escala hedônica. A análise estatística (ANOVA), para as análises físico-químicas e sensoriais, foi feita pelo teste F e as médias dos tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade. Os hidroméis elaborados com as leveduras recomendadas para fabricação de vinho (tinto e branco) e hidromel apresentaram características físico-químicas e sensoriais com maior aceitação pelo painel de provadores.

Palavras-chave: Fermentação, bebida de mel, *Saccharomyces cerevisiae*, teste de aceitação.

MEAD PRODUCTION FROM FIVE STRAINS OF ALCOHOL YEAST

SUMMARY

Mead is a beverage provided by Brazilian law, however, few Brazilians know. It is a fermented honey beverage made by hand on a small scale, mostly by beekeepers. This work is primarily engaged in producing mead from five strains of alcohol yeast (baking, white wine, red wine, beer and mead). In Mead production, the drinks were prepared with the soluble solids concentration of 30° °Brix and from five strains of alcoholic yeast of the genus *Saccharomyces cerevisiae*. The experimental design was completely randomized, with five treatments and three repetitions, totaling 15 experimental units. After dilution of the honey, must was transferred to five plastic 10 liters barrels. Inoculation was performed with dry yeasts at concentration of 3 g.L⁻¹. Fermentation was held in temperature of 18 ± 2°C and monitored daily until the stabilization of the soluble solids content (°Brix). After the end of the fermentation was made drawing off. The fermented was kept at temperature of 10 ± 2°C for 30 days to rest. After this period, the first racking was made and fermented remained to rest for another 30 days. In the second racking drinks were stored in transparent glass bottles of 660 ml capacity. The bottles were sealed with cork stoppers and stored at a temperature of 5 ± 2°C. The meads were analyzed for pH, total, volatile and fixed acidity, alcohol content, total reducing sugars (TRS), dry extract, reduced dry extract, color and turbidity. Sensory analysis was by acceptance testing - hedonic scale. The statistical analysis (ANOVA) for physico-chemical and sensory analysis was done by F test and the treatment means compared by Tukey test at 5% probability. The meads made with the yeast recommended for wine making (red and white) and Mead had physicochemical and sensory characteristics with greater acceptance by the tasting panel.

Keywords: Fermentation, honey drink, *Saccharomyces cerevisiae*, acceptance testing.

3.1 INTRODUÇÃO

A atividade da apicultura é responsável pela geração de empregos, além de proporcionar o aumento na renda, sobretudo para a agricultura familiar de base ecológica, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida no meio rural. Além dos diversos produtos (mel, geleia real, própolis, pólen apícola, cera e apitoxina), as abelhas exercem importante ação polinizadora, proporcionando o aumento na produtividade de pomares e lavouras. Além disso, o Brasil possui grande potencial para esta atividade, devido às características edafoclimáticas, elevada extensão territorial e uma flora muito diversificada (MARCHINI, 2001; WOLFF, 2007).

O mel é um produto natural, versátil e altamente fermentescível, com sabor e aroma característicos, e devido à grande variação de cores e sabores, é um ingrediente e adoçante que pode ser utilizado na produção de bebida, contribuindo para o sabor (CRANE, 1987). O mel é responsável por fornecer notas florais de aroma à bebida, por meio dos néctares utilizados em sua produção, assim como a adição de outros constituintes, como o pólen (SMITH, 2009).

Instrução Normativa n. 11 de 20 de outubro de 2000 (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⁻¹.

Embora o hidromel está regulamentado na legislação brasileira (BRASIL, 2009), entretanto, pouquíssimos brasileiros a conhecem. É uma bebida fermentada de mel elaborada de forma artesanal e em pequena escala, na maioria das vezes por apicultores. Essa bebida ainda não motiva o interesse comercial por parte da indústria brasileira de bebidas, sejam elas de grande, médio ou pequeno porte. Os apicultores que se dedicam à produção dessa bebida como atividade complementar à produção de mel, a fazem na informalidade, isto é, sem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A produção de hidromel pode se constituir numa atividade econômica rentável aos apicultores, mas é preciso qualifica-los na tecnologia de produção da bebida, o que terá reflexo positivo na qualidade sanitária, química e sensorial da bebida a ser comercializada.

As características sensoriais, principalmente o aroma e o sabor, das bebidas alcoólicas estão diretamente relacionadas com o tipo de levedura utilizada no

processo fermentativo. O etanol é o principal produto excretado pelas leveduras durante a fermentação; entretanto, este álcool apresenta baixa influência no sabor da bebida. Os compostos que conferem aroma e sabor à bebida são formados durante o metabolismo secundário da levedura (GUERRA, 2010).

As leveduras empregadas no processo de fermentação do hidromel pertencem ao gênero *Saccharomyces* (SCHULLER; CASAL, 2005). Elas devem apresentar alta velocidade de fermentação, tolerância à elevada concentração de álcool, açúcares e ácidos orgânicos, elevado poder flocculante, além de produzir componentes de aroma que contribuam com o aroma e sabor da bebida.

Considerando a importância do mercado de bebidas alcoólicas no Brasil, a influência nas condições de produção sobre a qualidade e a aceitação do produto este trabalho tem por objetivo produzir hidromel a partir de cinco cepas (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel) de levedura alcoólica.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material

O mel de eucalipto (*Eucalyptus* spp) empregado na elaboração dos hidroméis foi adquirido na empresa Lambertucci, situada no município de Rio Claro, São Paulo. Utilizou-se água proveniente da rede pública e filtrada em carvão ativo. As bebidas foram elaboradas a partir de mosto com a concentração de 30 °Brix. As leveduras alcoólicas (*Saccharomyces Cerevisiae*) usada foram: Levedura de panificação seca ativa, marca Fleischmann; Levedura cervejeira de alta fermentação seca ativa, marca Lallemand, Windson; Levedura para vinificação de vinho branco seca ativa, marca Blastosel, FR 95; Levedura para vinificação de vinho tinto seca ativa, marca Blastosel, GrandCru; Levedura hidromel seca ativa, marca Red Star, Cote des Blancspanificação na forma seca ativa, marca Fleischmann. Os equipamentos foram: barrilhetes de policloreto de vinil (PVC) com capacidade de 20 litros, garrafões de vidro de 4,5 litros para atesto e maturação da bebida; garrafas de vidro de verde com capacidade de 750 mL para armazenamento da bebida; bomba peristáltica; rolhas de cortiça; arrolhador manual para rolhas de cortiça; válvula de Müller (*airlock*).

3.1.2 Método

Planejamento experimental e análise estatística

Na produção do hidromel, as bebidas foram elaboradas com a concentração de sólidos solúveis de 30 °Brix e a partir de cinco cepas de leveduras alcoólicas do gênero *Saccharomyces cerevisiae*: Levedura de panificação seca ativa, marca Fleischmann; Levedura cervejeira de alta fermentação seca ativa, marca Lallemand, Windson; Levedura para vinificação de vinho branco seca ativa, marca Blastosel, FR 95; Levedura para vinificação de vinho tinto seca ativa, marca Blastosel, GrandCru; Levedura hidromel seca ativa, marca Red Star, Cote des Blancs.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 15 unidades experimentais. Os resultados das análises físico-químicas da matéria-prima (mel) foram apresentados como médias seguidas de desvio padrão. A análise estatística (ANOVA), para as análises físico-químicas dos mostos e dos hidroméis elaborados, foi feita pelo teste F e as médias dos tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade (VIEIRA, 2006) com auxílio do *software* estatístico ASSITAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Processamento do hidromel

A elaboração das bebidas (hidromel) foi baseada no método clássico para de fabricação do vinho (CATALUÑA, 1991; GUERRA, 2010).

As bebidas (hidromel) foram preparadas a partir da mistura de mel de eucalipto, adquirida na empresa Lambertucci (Rio Claro/SP) e água filtrada, para obter um mosto (30 L) com concentração de 30 °Brix; conforme o balanço de massa mostrado a seguir (Equação 2.1).

O mel de eucalipto teve o teor de sólidos solúveis (°Brix) mensurado, e iniciou-se o preparado dos mostos com a concentração de 30 °Brix adicionando a água filtrada, conforme previsto nos tratamentos. Para esta correção, utilizou-se o seguinte balanço de massa (Equação 2.1 e 2.2):

$$\begin{aligned} \text{Mel} + \text{Água} &= \text{Mosto} \\ B_1.M_1 + B_2.M_2 &= B_3.M_3 \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$M_1 + M_2 = M_3 \quad (2.2)$$

Onde:

B_1 : °Brix do mel;

M_1 : massa do mel;

B_2 : °Brix da água;

M_2 : massa da água;

B_3 : °Brix do mosto;

M_3 : massa do mosto.

Após a diluição do mel, o mosto foi fracionado (5L) e transferido para cinco barrilete de PVC com capacidade de 10 litros. A inoculação foi realizada com as leveduras secas (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel), na concentração de 3 g L⁻¹. Para cada barrilete, a levedura foi suspensa em 1 L de mosto a 35°C por 10 minutos e depois misturada ao restante do mosto, sob agitação, por 1 minuto. A fermentação decorreu em temperatura de 18±2 °C e acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix). Após o final da fermentação, realizou a descuba, separando-se o fermentado da borra decantada (levedura e sólidos insolúveis). O término na fermentação foi diferente para cada tipo de fermento, assim a descuba foi realizada no nono dia para o tratamento elaborado com levedura de hidromel; décimo dia para os tratamentos com leveduras de cerveja, vinho branco e vinho tinto; e décimo terceiro dia para o tratamento com levedura de panificação. Nessa etapa, o fermentado foi transferido para garrações de vidro verde (4,5 L), por meio de uma bomba peristáltica, a fim de separá-lo do resíduo decantado. A seguir, foi realizado o atesto e os garrações formam fechados com válvulas de Müller. Os fermentados foram deixados em repouso à temperatura de 10±2 °C por 30 dias, quando a bebida apresentou aspecto de transparência e limpidez. Depois desse período, foi realizada a primeira trasfega, com o mesmo propósito da descuba, sendo que os fermentados permaneceram em repouso por mais 30 dias, para a separação da borra. Na segunda trasfega as bebidas foram acondicionadas em garrafas de vidro transparentes com capacidade de 600 mL. As garrafas foram vedadas com rolha de cortiça e armazenadas em temperatura de 5±2 °C.

Análises físico-químicas

O mel foi analisado quanto ao teor de umidade, extrato (sólidos solúveis), açúcares redutores, açúcares redutores totais, sacarose, pH, acidez livre, lactônica e total (BRASIL, 2005). A determinação de intensidade de cor foi realizada com leitura em espectrofotômetro (Biochrom UV-visível, modelo Libra S60) no comprimento de onda de 650 nm de uma solução 50 % (m/v) de mel em água destilada (cubeta quadrada, 10 mm em vidro óptico) e com auxílio da Tabela 2.1 foi realizada a correspondência da Absorbância lida com a cor do mel (MONTENEGRO et al., 2005).

Tabela 3.1. Comparação entre cor, mm Pfund e Absorbância.

Cor do Mel	Faixa de cor (Inc)*
Branco água	Menos de 0,125
Extra branco	Mais de 0,125 a 0,148
Branco	Mais de 0,148 a 0,195
Âmbar extra claro	Mais de 0,195 a 0,238
Âmbar claro	Mais de 0,238 a 0,333
Âmbar	Mais de 0,333 a 0,411
Escuro	Mais de 0,411

* incidência (absorbância a 650 nanômetros em espectrofotômetro) Fonte: Montenegro et al. (2005).

Os mostos foram analisados quanto pH, acidez total, volátil e fixa (BRASIL, 2005), açúcares totais por titulometria, conforme o método de Lane-Eynon descrito por Copersucar (2001), turbidez (a leitura foi realizada em turbidímetro de bancada: marca Hach, modelo 2100N, e os valores obtidos foram expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). A determinação da intensidade de cor foi realizado o mesmo procedimento do mel.

Nas bebidas foram analisados os mesmos parâmetros físico-químicos citados para os mostos, acrescido de: teor alcoólico (método da destilação com uso de densímetro digital (marca Mettler; modelo KEM DA-310) e tabela de conversão densidade/teor alcoólico, segundo Brasil (2005)), extrato seco e extrato seco reduzido de acordo com CATALUÑA (1991).

3.2.4 Análise sensorial

Os hidroméis foram analisados sensorialmente pelo teste de aceitação de escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada pelas extremidades de nota 1 (desgostei extremamente) e nota 9 (gostei extremamente) (BRASIL, 2005; BEHRENS, 2011). Foram avaliados os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor e impressão global. No teste sensorial foi avaliado os seguintes atributos: aparência, odor, sabor e avaliação global. Para cada provador, foram oferecidas as cinco amostras (tratamentos) das bebidas elaboradas, água potável e biscoito água e sal, a ficha de avaliação e o termo de consentimento livre e esclarecido (comitê de ética em pesquisa). As amostras foram servidas em taças de vidro contendo 20 mL da bebida a temperatura aproximada de 5 °C. Os testes foram conduzidos com balanceamento de amostras, sob luz branca.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Caracterização físico-química do mel eucalipto.

O mel floral eucalipto utilizado na elaboração das bebidas (Tabela 3.2) apresentou teores de umidade, açúcar redutor, sacarose e acidez total dentro dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2000).

Tabela 3.2. Caracterização do mel de eucalipto empregado na elaboração de hidroméis.

Parâmetros	Eucalipto
Sólidos Solúveis (°Brix)	80,10 ±0,02
Umidade (%)	16,10±0,11
Açúcar Redutor (% m/v)	70,86±0,21
Açúcares Totais (%m/v)	77,50±0,13
Sacarose (%m/v)	6,02±0,14
Acidez Livre (meq Kg⁻¹)	15,16±0,15
Acidez Lactônia (meq Kg⁻¹)	1,32±0,942
Acidez Total (meq Kg⁻¹)	16,21±0,25
pH	4,49±0,02
Faixa de cor (A_{650 nm})*	0,363
Cor do mel	Âmbar

Dados expressos média de 3 repetições ± desvio padrão. * incidência (absorbância a 650 nanômetros em espectrofotômetro).

3.3.2 Cinética da fermentação dos cinco tipos de leveduras alcoólicas.

A Figura 3.1 mostra a cinética de consumo de substrato de cinco tipos de levedura alcoólica do gênero *Saccharomyces cerevisiae* (panificação, vinho branco, vinho tinto, hidromel e cerveja) durante a fermentação de hidromel. Observa-se que a levedura recomendada para a produção de hidromel apresenta o melhor desempenho cinético, bem como maior eficiência na conversão de açúcar em etanol. A levedura de panificação apresenta comportamento inferior tanto na cinética como na eficiência fermentativa. As demais leveduras apresentam desempenho intermediário.

Pereira et al. (2009) e Mendes-Ferreira et al. (2010) avaliaram o desempenho fermentativo de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* na elaboração de hidromel. Os resultados não apontaram diferença significativa no desempenho fermentativo das leveduras, recomendando que a seleção de leveduras para a produção de hidromel deve estar associada às características sensoriais do produto.

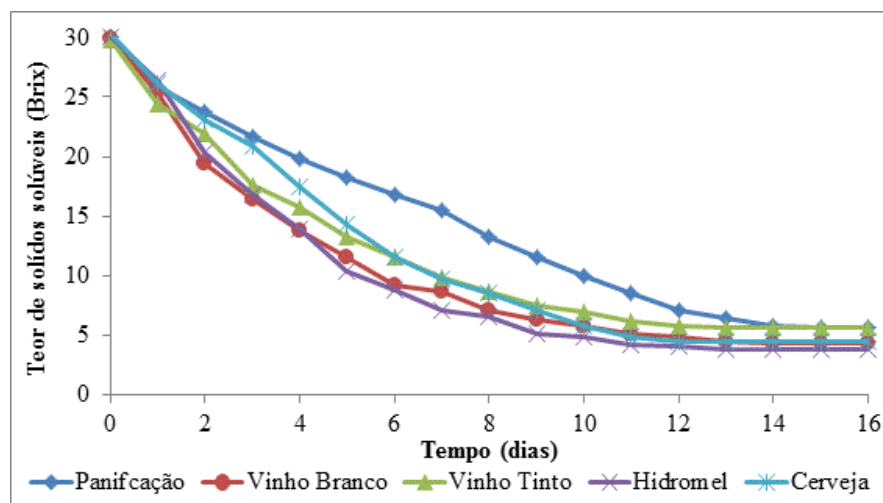


Figura 3.1. Atenuação limite dos cinco tipos de fermentos (panificação, vinho branco, vinho tinto, hidromel e cerveja) na produção de hidromel.

3.3.3 Caracterização físico-química dos mostos e dos hidroméis

Os teores de sólidos solúveis e ART (açúcar total) demonstram que o mosto elaborado apresentou concentração final, de 30 °Brix, de acordo com o proposto no planejamento experimental (Tabela 3.3).

Tabela 3.3. Caracterização físico-química do mosto utilizado na elaboração dos hidroméis.

Parâmetros	EUCALIPTO 30 °°Brix
pH	3,75±0,02
Acidez Total (meq L⁻¹)	13,34±0,29
Acidez Volátil (meq L⁻¹)	3,38±0,46
Acidez Fixa (meq L⁻¹)	10,25±0,13
Açúcares Totais (% m/v)	29,57±0,78
Turbidez (NTU)	30,00±0,02
pH	31,02±0,57

Dados expressos com média de 3 medidas ± desvio padrão. Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os hidroméis produzidos com fermentos recomendados para a produção de vinho (branco e tinto) produziram as maiores taxas de acidez total e fixa (Tabela 3.4). Esse comportamento pode estar associado ao metabolismo das leveduras, as quais liberam ácidos orgânicos durante o processo fermentativo (JONES et al., 1981). Os teores de acidez fixa (≥ 30 meq L⁻¹), total (≤ 130 meq L⁻¹) e volátil (≤ 20 meq L⁻¹) dos hidroméis encontram-se em conformidade aos limites permitidos pela legislação em vigor (BRASIL, 2012). Os baixos teores de acidez volátil indicam que as bebidas não apresentaram alterações microbiológicas (HASHIZUME, 2001).

Observou-se que apenas as bebidas elaboradas com fermento indicados para a fabricação de cerveja apresentaram os maior valores de pH e os menor valor de acidez total. Esperava que os hidroméis, não apenas os produzidos com fermentos para cervejas, apresentassem relação inversa entre pH e acidez total; entretanto, o pH do mel não está diretamente relacionado com a sua acidez total, devido à ação de tamponamento de ácidos e sais minerais presentes no mel (DE RODRIGUEZ et al., 2004).

Tabela 3.4. Caracterização físico química dos hidroméis.

Parâmetros	Fermento				
	Panificação	Vinho Branco	Vinho Tinto	Hidromel	Cerveja
Ph	3,42±0,05c	3,63±0,04b	3,72±0,03ab	3,77±0,02a	3,81±0,03a
Acidez Total (meq L ⁻¹)	78,13±0,21d	92,63±0,32a	87,50±0,21b	80,73±0,32c	79,13±0,58d
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	11,78±0,12d	15,12±0,15a	13,43±0,46b	12,65±0,43c	10,82±0,43d
Acidez Fixa (meq L ⁻¹)	66,23±0,52d	77,47±0,41a	74,25±0,16b	69,43±0,25c	67,35±0,46d
Açúcares Redutores (% m/v)	5,90±0,16a	4,80±0,11b	6,10±0,08a	4,30±0,14b	4,67±0,15a
Extrato Seco (g L ⁻¹)	91,07±0,56a	85,17±0,56b	91,63±0,56a	84,32±0,56b	86,27±0,56b
Extrato Seco Reduzido (g L ⁻¹)	32,17±0,56b	37,26±0,43a	31,54±0,21b	41,34±0,45a	39,68±0,25a
Teor Alcoólico (% v/v)	13,78±0,08b	14,67±0,23a	13,86±0,32b	14,65±0,52a	14,56±0,33a
Turbidez (NTU)	12,98±0,98a	5,14±0,12b	13,75±0,41a	4,8±0,24b	5,26±0,19b
Faixa de cor (A _{650 nm})*	0,364±0,08a	0,332±0,34b	0,367±0,31a	0,342±0,20b	0,346±0,28b
Cor do hidromel	Âmbar	Âmbar	Âmbar	Âmbar	Âmbar

Dados expressos com média de 9 medidas ± desvio padrão. * incidência (absorbância a 650 nanômetros em espectrofotômetro). Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os fermentos recomendados para a elaboração de vinho branco, hidromel e cerveja foram mais eficientes na fermentação do açúcar, pois seus hidroméis apresentam maiores teores de etanol (Tabela 3.4), fato relevante por demonstrar que esses três tipos de leveduras estudadas apresentaram o mesmo comportamento em relação ao consumo de açúcar (atenuação limite) e sua conversão em álcool. A maior concentração de álcool nas bebidas fermentadas contribui para sua melhor conservação. Os hidroméis fermentados a partir de mosto com teor de sólidos solúveis de 30 °Brix resultam em uma bebida com teor alcoólico máximo de 14,67% (levedura recomendada para vinho branco) e mínimo de 13,78 % (levedura de panificação). A legislação brasileira estabelece que o hidromel deva apresentar teores alcoólicos de 4 a 14 %v/v (BRASIL, 2012).

Em relação aos valores de AR (açúcar redutor) dos hidroméis (Tabela 3.4), observou-se que as bebidas demonstraram uma fermentação incompleta por exibirem teores de AR superiores a 4,30 g de glicose 100mL⁻¹. Esse fato demonstra que a presença de açúcar (AR) na bebida final indica o efeito inibitório tanto da concentração etanol produzido na fermentação quanto do açúcar em excesso presente no mosto. Segundo Sroka e Tuszyński (2007) mostos que contêm concentrações mais elevadas de açúcar podem causar a inibição do processo fermentativo, devido às pressões osmóticas

excessivas. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2012), hidromel com concentração de açúcar superior a 3 g L^{-1} , é classificado com bebida suave.

As leveduras usadas na produção de hidromel devem ser cepas utilizadas na produção de vinho ou cerveja, pois conferem aroma e sabor agradáveis à bebida. Há diversas cepas diferentes de leveduras enológicas, em sua maioria da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (SCHULLER; CASAL, 2005). Entretanto, as leveduras para a produção de hidromel precisam apresentar a habilidade de propagação em meios com elevada concentração de açúcares (PEREIRA et al., 2009).

O extrato seco (ES) é constituído por ácidos fixos, sais orgânicos, sais minerais, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, açúcares e polissacarídeos (RIZZON; MIELE, 1996). Esperava-se que os tratamentos com a maior concentração de acidez fixa e AR (açúcar redutor) apresentassem os maiores valores de ES. Entretanto, como a determinação do ES é realizada por método gravimétrico, e as bebidas não foram filtradas; é provável que a presença de leveduras remanescentes na bebida tenha interferido nos valores de extrato seco (ES) e conseqüentemente nos teores de extrato seco reduzido (ESR).

O valor do ESR está diretamente relacionado aos teores de ES (BRASIL, 2005). A legislação brasileira admite que os hidroméis devem apresentar uma concentração de ES no mínimo de 7 g L^{-1} . Hashizume (2001) afirmou que o teor de extrato seco determina o corpo do vinho e que bebidas com menos de 20 g L^{-1} de extrato são consideradas leves e, acima de 25 g L^{-1} , encorpadas. Dessa forma, os hidroméis poderão ser percebidos sensorialmente como bebidas mais encorpadas.

Os hidroméis elaborados com fermento de vinho branco, hidromel e cerveja (Tabela 3.4) apresentam os menores valores de turbidez; esse comportamento indica que essas leveduras possivelmente apresenta maior poder flocculante em relação aos demais fermentos. Há cepas de leveduras que possuem a habilidade de se agregarem espontaneamente e formarem flocos que sedimentam no fundo dos fermentadores ao final da fermentação. Esse fenômeno (floculação) ocorre devido a fatores genéticos, isto é, genes que expressam proteínas conhecidas como flocculinas as quais permitem que essas leveduras cresçam de forma flocculada (STEWART; RUSSEL, 1975). O processo de floculação das leveduras é observado em indústria de bebidas alcoólicas como um fenômeno benéfico, pois facilita a separação do fermento em suspensão do mosto fermentado, favorecendo a clarificação (JIN; SPEERS, 1998).

Os diferentes tipos de fermento influenciaram significativamente a intensidade de cor das bebidas (Tabela 3.4). Segundo De Clerk (1958), as leveduras influenciam a intensidade de cor em cerveja, pois durante o processo fermentativo há eliminação de material corante na espuma, além da ação redutora das leveduras sobre os taninos oxidados.

3.3.4 Caracterização sensorial dos hidroméis

O painel de provadores foi composto por 80 voluntários não selecionados e não treinados, sendo 43 mulheres e 37 homens e a faixa etária de 23 a 42 anos. As bebidas tiveram boa aceitação por parte do painel de provadores. As notas atribuídas para os hidroméis elaborados foram: em média 5,93 para as bebidas elaboradas com fermentos de panificação; 7,37 para vinho tinto e 7,48 para vinho branco, 7,69 para hidromel, 6,60 para cerveja. As médias estiveram entre 5 e 8, indicando que as bebidas foram classificadas como “nem gostei e nem degostei” a “gostei muitíssimo”.

Os resultados da Tabela 3.5 mostram que o tipo de levedura utilizada na elaboração dos hidroméis interferiu na aceitação dos provadores para os todos os atributos sensoriais avaliados (aparência, aroma, sabor e avaliação geral) sendo que as bebidas elaboradas com leveduras indicadas para fabricação de vinho (tinto e branco) e hidromel obtiveram a maior aceitação.

Tabela 3.5. Caracterização sensorial dos hidroméis.

Tipos de Fermento	Aparência	Aroma	Sabor	Avaliação Geral
Panificação	5,95 ± 0,82 c	5,98 ± 0,45 c	5,92 ± 0,45 c	5,87 ± 0,67 c
Cerveja	6,83 ± 1,30 b	6,57 ± 0,76 b	6,53 ± 0,56 b	6,47 ± 1,20 b
Hidromel	7,58 ± 0,87 a	7,55 ± 1,23 a	7,78 ± 0,78 a	7,83 ± 0,97 a
Vinho Branco	7,48 ± 1,23 a	7,30 ± 0,76a	7,58 ± 0,95 a	7,55 ± 0,65 a
Vinho Tinto	7,12 ± 0,76 ab	7,33 ± 0,65 a	7,53 ± 1,24 a	7,48 ± 0,47 a

Dados expressos com média de 70 medidas ± desvio padrão. Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As bebidas elaboradas com os fermentos recomendados para a produção de vinho branco e hidromel apresentaram maiores notas para o atributo aparência e avaliação geral (Tabela 3.5). Esse fato pode ser compreendido, pois essas bebidas apresentaram menores valores de turbidez (Tabela 3.4).

Os hidroméis elaborados com fermentos para vinho (tinto, branco) e hidromel apresentaram maiores notas para os atributos aroma e sabor (Tabela 3.5). Isso pode estar relacionado com os maiores valores de acidez total apresentado por essas bebidas (Tabela 3.4). Como as bebidas foram elaboradas com a mesma concentração de mel na formulação (30 °Brix), os compostos de aroma provenientes do metabolismo das leveduras de vinho (tinto, branco) e hidromel durante o processo de fermentação influenciaram diretamente no aroma e sabor das bebidas. As características organolépticas, principalmente o aroma e o sabor, das bebidas alcoólicas estão diretamente relacionadas com o tipo de levedura utilizada no processo fermentativo. O etanol é o principal produto excretado pelas leveduras durante a fermentação. Entretanto, o etanol apresenta baixa influência no sabor da bebida. Os compostos que conferem aroma e sabor à bebida são formados no metabolismo secundário da levedura (GUERRA, 2010).

3.4 CONCLUSÃO

Os hidroméis elaborados com leveduras recomendadas para fabricação de vinho (tinto e branco) e hidromel apresentaram características físico-químicas e sensorial com maior aceitação pelo painel de provadores.

3.5 REFERÊNCIAS

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. 2014.

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. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acessado em: 01 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

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

CATALUÑA, E. **As Uvas e os Vinhos**. 3. ed. São Paulo: Globo, 1991. 215 p.

COPERSUCAR. Métodos analíticos. In: COPERSUCAR. **Manual de Controle Químico da Fabricação de Açúcar**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 2001. cap. 4, p. 1-51.

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

DE CLERK, J. Theory of fermentation. In: DE CLERK, J. **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**, Oxford, n. 84, p. 499-502, 2004.

DIAS, D.R.; PANTOJA, L.; SCHWAN, R.F. Fermentados de fruta. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 5, p 85-111.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 652 p.

GUERRA, C.C. Vinho Tinto. In: VENTURINI FILHO, W. G (Coord.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. cap. 11, p 209-233.

HASHIZUME, T. Tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. (Coords.). **Biotechnologia Industrial: Biotechnologia na Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. cap. 2, p. 21-68.

JIN, Y.L.; SPEERS, R. A. Flocculation of *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, Ottawa, v.31, n. 6 -7, p. 421-440, 1998.

JONES, R. P.; PAMMENT, N.; GREENFIELD, P. F. Alcohol fermentation by yeasts. The effect of environmental and other variables. **Process Biochemistry**, Elsevier, v. 16, p.42-49, 1981.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. **Mel Brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004. 111p.

MONTENEGRO, S.B., AVALLONE, C.M., CRAZOV, A., AZTARBE, M. Variación del color en miel de abejas (*Apis mellifera*). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, **Resumen**: T-070. 2005.

- PEREIRA, A. P.; MENDES-FERREIRA A; OLIVEIRA, J. M. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilisation on mead production. **LWT- Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 56, p. 21–30, 2014.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 297-300, 1996.
- SCHULLER, D.; CASAL, M. The use of genetically modified *Saccharomyces cerevisiae* strains in the wine industry. Mini-review. **Applied Microbiology Biotechnology**, Münster, v. 68, p. 292-304, 2005.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: <<http://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=1&AID=29066&CID=wcon2009&T=2>>. Acesso em: 7 nov. 2014.
- 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.
- SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, Elsevier, v. 104, p. 1250–1257, 2007.
- STEWART, G.G.; RUSSEL, I. Centenary review: one hundred years reseaech and development in the brewing industry. **Jounal Institute of Brewing**, London, v.81, p. 248-257, 1975.
- VIEIRA, S. **Análise de Variância: (Anova)**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.
- WOLFF, L. F. Apicultura sustentável na propriedade familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 64.). Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE CALORIMÉTRICA DE DIFERENTES TIPOS DE HIDROMEL

RESUMO

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. Na indústria alimentícia, o valor energético dos alimentos é majoritariamente determinado através da aplicação de um método empírico (indireta). O objetivo do presente trabalho foi caracterizar energeticamente hidroméis elaborados com fermento de panificação e mel de três diferentes floradas hidroméis elaborados com cinco cepas de levedura alcoólica (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos, combinação de três tipos de mel (eucalipto, laranjeira e silvestre) e diferentes concentrações de sólidos solúveis no mosto inicial (20, 30 e 40 °Brix), e três repetições, totalizando 27 unidades experimentais (Etapa 1); cinco cepas de levedura alcoólica (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel), e três repetições, totalizando 15 unidades experimentais (Etapa 2). Os hidroméis foram analisadas quimicamente e a partir dessas análises os valores energéticos foram quantificados. Os resultados das análises químicas e valor energético dos hidroméis foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. O aumento na concentração de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix) na elaboração de hidroméis eleva o valor calórico das bebidas, além de influenciar a composição centesimal das mesmas. Os teores de álcool foram determinantes nos valores energéticos dos hidroméis elaborados com diferentes tipos de leveduras alcoólicas, sendo possível observar uma relação direta entre essa determinação do hidromel e o seu valor calórico.

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

CALORIMETRIC ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF MEAD

SUMMARY

The energy value of a food can be determined directly by bomb calorimeter, indirect by proximate calculation and composition table for food and drinks. In the food industry, energy value of food is largely determined by applying an empirical method (indirect). The objective of this study was to characterize energy of meads made with baking yeast and honey from three different blossoms and meads made with five strains of alcohol yeast (baking, white wine, red wine, beer and mead). The experimental design was completely randomized with nine treatments, combination of three types of honey (eucalyptus, orange and sylvan) and different soluble solids concentrations in the initial must (20, 30 and 40 °Brix), and three repetitions, totaling 27 experimental units (Step 1); five strains of alcohol yeast (baking, white wine, red wine, beer and mead) and three repetitions, totaling 15 experimental units (Step 2). Meads were chemically analyzed and from these analyzes the energy values were quantified. The results of chemical analyzes and energy value of the meads were subjected to analysis of variance (F test) and means were compared by Tukey test at 5% probability. The increase in the concentration of soluble solids (20, 30 and 40 °Brix) in the preparation of meads, raises the calorie drinks and influence the chemical composition of drinks. The alcohol content were essential in energy values of meads made with different types of alcoholic yeast, it is possible to observe a direct relationship between this determination in Mead and its caloric value.

Keywords: Alcoholic beverage, chemical composition, calorific value and energy value.

4.1 INTRODUÇÃO

A composição dos alimentos é essencial para adquirir segurança nutricional e alimentícia. As informações descritas na tabela de composição de alimentos são fundamentais para o controle da qualidade dos alimentos bem como a avaliação da ingestão de nutrientes pelos consumidores. Por meio delas, é possível realizar a rotulagem nutricional a fim de auxiliar consumidores na escolha dos alimentos, além de permitir as autoridades de saúde pública em estabelecer metas nutricionais e guias alimentares que levem a uma dieta mais saudável (TACO, 2006).

A caloria é determinada como sendo o calor trocado quando a massa de 1g de água passa de 14,5°C para 15,5°C. Entretanto, quando o termo caloria é utilizado para se mencionar o valor energético dos alimentos, significa a quantidade de calor necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1 kg (equivalente a 1L) de água. O correto neste caso seria utilizar quilocaloria (kcal); contudo o uso constante em nutrição fez com que se modificasse a medida. Assim, quando se diz que uma pessoa precisa de 2.500 calorias, na verdade são 2.500.000 calorias que corresponde a 2.500 kcal (CURI, 2012).

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. Na indústria alimentícia, o valor energético dos alimentos é majoritariamente determinado por meio da aplicação de um método empírico introduzido no final do século XIX (ATWATER, 1986; MERRIL; WATT, 1973)

A determinação do valor energético de forma indireta ou empírico (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 (SOUTHGATE; DURNIN, 1970; MOREIRA et al., 2005).

O Hidromel, segundo o Decreto nº 6871, “... é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (BRASIL, 2009). A Instrução Normativa nº 34 estabelece os parâmetros legais para o hidromel, além de ressaltar que o uso de açúcar (sacarose) para a elaboração dessa bebida não é permitido (Brasil, 2012).

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar energeticamente hidroméis produzidos com mel de três diferentes floradas (eucalipto, silvestre e laranja) elaborados com fermento de panificação e hidroméis elaborados com cinco cepas de levedura alcoólica (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel).

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Material

Os méis de eucalipto (*Eucalyptus* spp), laranja (*Citrus* spp) e silvestre utilizados na elaboração do hidroméis foram adquiridos na empresa Lambertucci, situada no município de Rio Claro, São Paulo. Utilizou-se água proveniente da rede pública e filtrada em carvão ativo. As leveduras alcólicas (*Saccharomyces Cerevisiae*) usada foram: Levedura de panificação seca ativa, marca Fleischmann; Levedura cervejeira de alta fermentação seca ativa, marca Lallemand, Windson; Levedura para vinificação de vinho branco seca ativa, marca Blastosel, FR 95; Levedura para vinificação de vinho tinto seca ativa, marca Blastosel, GrandCru; Levedura hidromel seca ativa, marca Red Star, Cote des Blancspanificação na forma seca ativa, marca Fleischmann. Os equipamentos foram: barrilhetes de policloreto de vinil (PVC) com capacidade de 20 litros, garrações de vidro de 4,5 litros para atesto e maturação da bebida; bomba peristáltica; rolhas de cortiça; arrolhador manual para rolhas de cortiça; válvula de Müller (*airlock*).

4.2.2 Método

Planejamento experimental e análise estatística

Os ensaios de produção de hidromel foram feitos em duas etapas: Etapa 1: foram elaborados nove tratamentos (bebidas), combinação de três tipos de mel (laranja, eucalipto e silvestre) e de concentrações de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix). Etapa 2: as bebidas foram elaboradas com a concentração de sólidos solúveis de 30 °Brix e a partir de cinco cepas de leveduras alcólicas do gênero *Saccharomyces cerevisiae* (panificação, cervejeira de alta fermentação, hidromel e vinificação de vinho branco e vinho)

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos e três repetições, totalizando 27 unidades experimentais (Etapa 1), e com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 15 unidades experimentais (Etapa 2). Nos resultados das análises químicas e energéticas (calorimétricas) foram realizadas análises de

variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade (VIEIRA, 2006) com auxílio do *software* estatístico ASSITAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Processamento do hidromel

A elaboração das bebidas (hidromel) foi baseada no método clássico para a fabricação do vinho (CATALUÑA, 1991).

As bebidas (hidromel) foram preparadas a partir da mistura de mel e água filtrada, conforme o balanço de massa mostrado a seguir (Equação 4.1). Os meios foram adquiridos na empresa Lambertucci (Rio Claro/SP).

$$\begin{aligned} \text{Mel} + \text{Água} &= \text{Mosto} \\ B_1.M_1 + B_2.M_2 &= B_3.M_3 \end{aligned} \quad (4.1)$$

Onde:

B_1 : °Brix do mel;

M_1 : massa do mel;

B_2 : °Brix da água;

M_2 : massa da água;

B_3 : °Brix do mosto;

M_3 : massa do mosto.

Na etapa 1 os hidroméis foram elaborados a partir de mel das floradas: laranjeira, eucalipto e silvestre combinados com três concentrações de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix), como descrito no item planejamento experimental; enquanto que na etapa 2 utilizou-se apenas o mel de eucalipto com concentração de 30 °Brix e cinco tipos de leveduras alcoólicas.

Etapa 1: Após a diluição do mel, a mistura foi transferida para barrilete de PVC com capacidade de 20 litros. A inoculação foi realizada com levedura seca, na concentração de 5 g L⁻¹. A levedura foi suspensa em 1 L de mosto a 35°C por 10 minutos e depois misturada ao restante do mosto, sob agitação, por 1 minuto. A fermentação ocorreu em temperatura ambiente (18-25 °C) e acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix). Após o final da fermentação, indicado pela atenuação limite, foi feita a descuba, separando-se o fermentado da borra decantada

(levedura e sólidos insolúveis). A descuba foi realizada no sexto dia para os tratamentos diluídos a 20 °Brix, décimo dia para os tratamentos 30 °Brix e décimo segundo dia para o tratamento 40 °Brix. Nessa etapa, o fermentado foi transferido para garrações de vidro verde (4,5 L), por meio de bomba peristáltica, a fim de separá-lo do resíduo decantado. A seguir, foi realizado o atesto e os garrações foram fechados com válvulas de Müller. Os fermentados foram deixados em repouso à temperatura ambiente (18 -22°C) por 45 dias, quando a bebida apresentou aspecto de transparência e limpidez. Depois desse período, foi realizada a primeira trasfega, com o mesmo propósito da descuba, sendo que os fermentados permaneceram em repouso por mais 30 dias, para a separação da borra. Na segunda trasfega as bebidas foram acondicionadas em garrafas de vidro verde com capacidade de 750 mL. As garrafas foram vedadas com rolha de cortiça e armazenadas em temperatura ambiente.

Etapa 2: Após a diluição do mel, o mosto fracionado (5L) e transferido para cinco barrilete de PVC com capacidade de 10 litros. A inoculação foi realizada com as leveduras secas (panificação, vinho branco, vinho tinto, cerveja e hidromel), na concentração de 3 g L⁻¹. Para cada barrilete, a levedura foi suspensa em 1 L de mosto a 35°C por 10 minutos e depois misturada ao restante do mosto, sob agitação, por 1 minuto. A fermentação decorreu em temperatura de 18±2 °C e acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix). Após o final da fermentação, indicado pela atenuação limite, foi feita a descuba, separando-se o fermentado da borra decantada (levedura e sólidos insolúveis). A descuba foi realizada no nono dia para o tratamento elaborado com levedura de hidromel; décimo dia para os tratamentos com leveduras de cerveja, vinho branco e vinho tinto; e décimo terceiro dia para o tratamento com levedura de panificação. Nessa etapa, o fermentado foi transferido para garrações de vidro verde (4,5 L), por meio de uma bomba peristáltica, a fim de separá-lo do resíduo decantado. A seguir, foi realizado o atesto e os garrações forma fechados com válvulas de Müller. Os fermentados foram deixados em repouso à temperatura de 10±2 °C por 30 dias, quando a bebida apresentou aspecto de transparência e limpidez. Depois desse período, foi realizada a primeira trasfega, com o mesmo propósito da descuba, sendo que os fermentados permaneceram em repouso por mais 30 dias, para a separação da borra. Na segunda trasfega as bebidas foram acondicionadas em garrafas de vidro transparente com capacidade de 600 mL. As garrafas foram vedadas com rolha de cortiça e armazenadas em temperatura de 5±2 °C.

4.2.3 Análises químicas

Os hidroméis foram analisados quanto ao teor alcoólico (% m/m), umidade (% m/m), proteína (% m/m), lipídio (% m/m), cinzas (% m/m). A partir da determinação dessas análises foram calculados os teores de carboidrato (% m/m).

- 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).
- 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 4.2.

$$\text{Teor alcoólico} = \frac{(V \text{ etanol} \times D \text{ etanol})}{(V \text{ sol} \times D \text{ sol})} \quad (4.2)$$

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

4.2.4 Determinação do valor energético

Os valores calorimétricos dos hidroméis foram calculados e os resultados expressos em kcal e kJ. Esses valores foram determinados a partir da

composição centesimal; por meio da determinação dos teores de proteína, lipídio, carboidrato e álcool, e utilizou os fatores energéticos de conversão proposto por Southgate e Durnin (1970).

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

Os valores energéticos expressos em kJ foram estimados a partir dos valores em kcal multiplicado diretamente pelo fator de conversão 4,184 (Equação 4.3).

$$VE = FC \cdot CN \quad (4.3)$$

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).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento na proporção de mel (20, 30 e 40 °Brix) na formulação das bebidas, independente do tipo de mel empregado, promove queda nos valores de umidade (Tabela 4.1). Esse fato provavelmente está relacionado com a presença de açúcar não metabolizado nas bebidas finais elaboradas com maiores valores de sólidos solúveis (30 e 40 °Brix), indicado pelos maiores valores de carboidratos (Tabela 4.1). Segundo Sroka e Tuszyński (2007), mostos que contêm concentrações mais elevadas de açúcar podem causar a inibição do processo fermentativo, devido às pressões osmóticas excessivas. Esse comportamento demonstra que as bebidas elaboradas com maior concentração de mel (30 e 40 °Brix) apresentam fermentação incompleta, devido ao efeito inibitório tanto da concentração de etanol produzido na fermentação quanto do açúcar em excesso presente no mosto.

Tabela 4.1. Composição centesimal e calorimétrica de hidroméis produzidos com mel de laranjeira, silvestre e eucalipto e mostos com diferentes teores de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix).

Parâmetros									
Mel	°Brix	Umidade (% m/m)	Cinzas (% m/m)	Lipídios (% m/m)	Proteínas (% m/m)	Álcool (% v/v)	Carboidratos (% m/m)	Valor Energético (kcal)	Valor Energético (kJ)
Laranjeira	20	95,67	2,18	0,04	0,56	10,86	7,20	30,20	126,34
	°Brix	± 0,03a	±0,04a	±0,02a	±0,06a	±0,41b	±0,86c	±1,23c	±0,89c
	30	88,54	4,89	0,06	0,75	13,94	17,27	69,09	289,09
	°Brix	± 0,03b	±0,04b	±0,04a	±0,04b	±0,23a	±0,87b	±0,87b	±1,2b
	40	80,23	5,34	0,06	0,82	10,50	26,10	102,57	429,15
	°Brix	0,04c	±0,03b	±0,02a	±0,07b	±0,35b	±0,89a	±0,95a	±0,78a
Eucalipto	20	95,64	2,24	0,03	0,52	11,28	7,23	30,01	125,55
	°Brix	±0,06a	±0,05a	±0,04a	±0,06a	±0,7b	±0,99c	±0,83c	±1,23c
	30	88,34	5,08	0,05	0,72	14,08	17,62	70,21	293,75
	°Brix	±0,04b	±0,05b	±0,03a	±0,05b	±0,54a	±1,2b	±0,91b	±0,96b
	40	80,26	5,35	0,05	0,85	10,46	26,09	102,47	428,72
	°Brix	±0,05b	±0,04b	±0,01a	±0,03b	±0,21c	±1,23a	±1,43a	±0,76a
Silvestre	20	95,59	2,21	0,03	0,59	10,98	7,33	30,73	128,55
	°Brix	±0,02a	±0,04a	±0,05a	±0,5a	±0,56b	±1,00c	±1,21c	±1,20c
	30	88,32	5,06	0,04	0,79	14,36	17,71	70,90	296,66
	°Brix	±0,03b	±0,03b	±0,03a	±0,06b	±0,41a	±1,40b	±1,54b	±1,14b
	40	80,20	5,47	0,05	0,88	11,72	26,32	103,61	433,51
	°Brix	±0,04c	±0,03b	±0,04a	±0,02b	±0,32b	±0,96a	±1,32a	±1,02a

Dados expressos com média de 9 medidas ± desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas na coluna indicam diferença significativas entre tratamentos pelo teste de Turkey ($p < 0,05$).

Os teores de cinzas, proteínas, carboidratos apresentam relação direta com a quantidade de mel na formulação isto é, com o aumento da concentração de sólidos solúveis nas bebidas há o aumento dos teores de cinzas, proteínas e carboidratos (Tabela 4.1). Esse comportamento era esperado, pois esses componentes estão presentes no mel. O teor de proteína do mel é geralmente em torno de 0,2% (m/m), sendo que algumas proteínas são derivadas de abelhas, enquanto que outras vêm do néctar (ANKLAM, 1998; IURLINA; FRITZ, 2005); já os minerais (cinzas) estão presentes no mel em pequenas quantidades. Os teores de cinzas, em geral, variam de 0,1% (m/m) a 1,0% (m/m) (BOGDANOV, 1999).

Os teores alcoólicos dos hidroméis variaram entre 10,46 a 14,36% v/v. As bebidas elaboradas com 40 °Brix apresentaram teores alcoólicos semelhantes das elaboradas com 20 °Brix; esse fato demonstra que a concentração de açúcar elevada no

mosto inicial, proporciona elevação na pressão osmótica do meio de fermentação o que causa plasmólise das células de levedura, inibindo assim a fermentação alcoólica (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007).

Tabela 4.2. Composição centesimal e calorimétrica de hidroméis produzidos a partir de cinco cepas de levedura alcoólica.

Parâmetros	Fermento				
	Panificação	Vinho Branco	Vinho Tinto	Hidromel	Cerveja
Umidade (% m/m)	88,51 ± 0,03a	88,45 ± 0,05a	88,47 ± 0,04a	88,54 ± 0,03a	88,32 ± 0,04a
Cinzas (% m/m)	4,87 ± 0,04a	4,84 ± 0,03a	4,85 ± 0,01a	5,00 ± 0,07a	4,96 ± 0,03a
Proteínas (% m/m)	0,77 ± 0,04a	0,74 ± 0,03a	0,76 ± 0,04a	0,75 ± 0,01a	0,72 ± 0,07a
Lipídios (% m/m)	0,05 ± 0,02a	0,04 ± 0,04a	0,06 ± 0,02a	0,05 ± 0,06a	0,06 ± 0,03a
Álcool (% v/v)	13,78 ± 0,03b	14,67 ± 0,06a	13,86 ± 0,04b	14,56 ± 0,4a	14,65 ± 0,06a
Carboidratos (% m/m)	17,29 ± 0,08a	17,29 ± 0,70a	17,31 ± 0,65a	17,41 ± 0,76a	17,44 ± 0,96a
Valor Energético (kcal)	68,90 ± 1,04b	69,65 ± 0,09a	68,02 ± 1,00b	69,67 ± 1,23a	69,7 ± 0,98a
Valor Energético (kJ)	288,30 ± 0,90b	291,62 ± 1,03a	288,66 ± 1,02b	289,32 ± 0,79a	291,53 ± 1,87a

Dados expressos com média de 9 medidas ± desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas na coluna indicam diferença significativas entre tratamentos pelo teste de Turkey ($p < 0,05$).

Na etapa 2 observou-se que os hidroméis elaborados com fermentos recomendados para a produção vinho branco, hidromel e cerveja apresentaram os maiores valores energéticos (Tabela 4.2). Esse comportamento está diretamente relacionado com os valores de teores alcoólicos, pois as demais determinações (umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos) não apresentaram diferença estatística significativa. Os fermentos recomendados para a elaboração de vinho branco, hidromel e cerveja foram mais eficientes na fermentação do açúcar, pois seus hidroméis apresentam maiores teores de etanol. Fato relevante por demonstrar que esses três tipos de leveduras

estudadas apresentaram o mesmo comportamento em relação ao consumo de açúcar (atenuação limite) e sua conversão em álcool.

Assim, os teores de álcool foram predominantes na determinação dos valores energéticos dos hidroméis elaborados com diferentes tipos de fermentos, sendo possível observar uma relação direta entre esse componente químico e o valor calórico das bebidas.

4.4 CONCLUSÃO

O aumento na concentração de sólidos solúveis (20, 30 e 40 °Brix) na elaboração de hidroméis eleva o valor calórico das bebidas, além de influenciar a composição centesimal das bebidas.

Os teores de álcool foram predominantes nos valores energéticos dos hidroméis elaborados com diferentes tipos de leveduras alcoólicas.

4.5 REFERÊNCIAS

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

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D.; **The Chemical Composition of American Food Materials**, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.

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.

BOGDANOV, S. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. **Bee World**, Treforest, v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.

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. 2014.

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. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acessado em: 01 fev. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das bebidas fermentadas: fermentado de fruta; fermentado de fruta licoroso; fermentado de fruta composto; sidra; hidromel; fermentado de cana; saquê ou sake. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2012. Seção 1, p. 3.

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.

CATALUÑA, E. **As Uvas e os Vinhos**. 3. ed. São Paulo: Globo, 1991. 215 p.

CURI, R.C.; VENTURINI FILHO, W. G. Análise calorimétrica de cervejas produzidas utilizando cevada como adjunto de malte. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, 27, n.4, p. 109-120, 2012

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.

MERRILL, A. L.; WATT, B. K.; **Energy Value of Foods: Basis and Derivation**, revised; U. S. Department of Agriculture; Agriculture Handbook n.º 74, 1973.

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

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.

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

SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, Oxford, v. 104, p. 1250–1257, 2007.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. **Proceedings...** St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: <<http://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=1&AID=29066&CID=wcon2009&T=2>>. Acesso em: 7 nov. 2014.

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

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O hidromel é uma bebida pouco conhecida do público brasileiro e também pouco estudada pelos tecnólogos de alimentos deste país, além de ser uma boa opção de renda para os produtores de mel (agregação de valor). Estudos devem ser realizados na área econômica e da tecnologia de produção dessa bebida. Trabalhos sobre a viabilidade econômica de projetos de produção de hidromel serão benéficos, para que o empreendedor, seja ele apicultor ou não, obtenha lucro com este tipo de atividade. Pesquisas sobre as matérias-primas (mel e água), agentes de fermentação (cepas apropriadas de leveduras) e processamento (uso de novas tecnologias) devem ser feitas com o intuito de melhorar a qualidade e o desenvolvimento de padrões para o hidromel.