



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EVANDRO OLIVEIRA DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE HIDROMEL A PARTIR DE MEL ELABORADO PELAS ABELHAS
JATAÍ (*TETRAGONISCA ANGUSTULA*) DO MUNICÍPIO DE RIO BONITO DO
IGUAÇU - PR**

LARANJEIRAS DO SUL

2014

EVANDRO OLIVEIRA DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE HIDROMEL A PARTIR DE MEL ELABORADO PELAS ABELHAS
JATAÍ (*TETRAGONISCA ANGUSTULA*) DO MUNICÍPIO DE RIO BONITO DO
IGUAÇU - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique Polisel
Scopel.

LARANJEIRAS DO SUL

2014

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Santos, Evandro Oliveira dos
Produção de Hidromel a partir de mel elaborado pelas
abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de
Rio Bonito do Iguaçu - PR/ Evandro Oliveira dos Santos.
-- 2014.
53 f.:il.

Orientador: Fábio Henrique Polisel Scopel.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia De Alimentos , Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

1. Mel de abelhas Jataí. 2. Fermentação Alcoólica. 3.
Hidromel. 4. Caracterização Físico-química. I. Scopel,
Fábio Henrique Polisel, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

EVANDRO OLIVEIRA DOS SANTOS

**PRODUÇÃO DE HIDROMELA PARTIR DE MEL ELABORADO PELAS
ABELHAS JATAÍ (*Tetragonisca angustula*) DO MUNICÍPIO DE RIO BONITO
DO IGUAÇU-PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

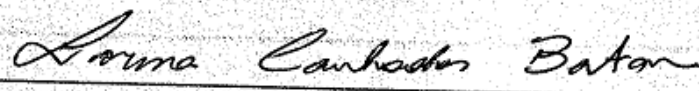
Orientador: Professor Dr. Fabio Henrique Poliseli Scopel

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 01/12/2014


BANCA EXAMINADORA



Prof. Fabio Henrique Poliseli Scopel



Prof. Larissa Canhadas Bertan



Prof. Thiago Bergler Bitencourt

Dedico aos meus pais Airton e Terezinha, porque a eles devo tudo o que sou hoje, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul por possibilitar a minha formação;

Ao professor Fábio, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste estudo;

Ao colega Dionei da Rosa, não só pelo auxílio nas atividades laboratoriais e ajuda para o êxito do trabalho, mas principalmente pelo apoio nas horas difíceis, amizade e companheirismo;

As abelhas, por produzirem este maravilhoso alimento energético, nutritivo e com diversas propriedades terapêuticas, que além de ser utilizado para alimentação própria, quando em excesso é utilizado para consumo humano e como matéria prima para produção de diversos tipos de alimentos;

Aos meus colegas de classe futuros excelentes profissionais;

E a Deus, por me iluminar em meu caminho e assim cumprir mais esta etapa da minha vida.

“Se as abelhas desaparecerem da superfície do planeta, então ao homem restariam apenas quatro anos de vida. Com o fim das abelhas, acaba a polinização, acabam as plantas, acabam os animais, acaba o homem.” (Albert Einstein, Primeira metade do séc. XX)

RESUMO

O mel é um produto oriundo da coleta de secreções de flores ou plantas pelas abelhas, possui características de fluido viscoso, com aroma e sabor agradável, sendo atribuídas ainda, propriedades terapêuticas e medicinais ao produto. As abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) são espécies de abelhas nativas sem ferrão que, apesar de produzir mel em pequena quantidade, possui grande importância por elaborar um produto diferenciado, principalmente por ser mais diluído e apresentar sabor e aroma peculiar. Existe uma diversidade de produtos que podem ser elaborados a partir do mel, dentre eles está uma das bebidas mais antigas que se tem conhecimento o hidromel, este é obtido pela fermentação alcoólica dos açúcares presentes em uma solução diluída de mel. O objetivo do presente trabalho foi verificar a possibilidade de utilização de mel de abelhas Jataí como fonte de açúcares fermentescíveis para a produção de hidromel. Na primeira parte deste estudo foram realizadas análises físico-químicas de pH, acidez, açúcares, cinzas e umidade para a caracterização do mel de abelhas Jataí. Em seguida, a bebida foi elaborada seguindo as etapas de higienização dos materiais, preparo do mosto, pé de cuba, fermentação, centrifugação e pasteurização. O produto obtido foi então submetido a análises físico-químicas de pH, acidez, açúcares, teor alcoólico, extrato seco, cinzas, densidade e cor. Através das análises físico-químicas verificou-se que o mel de abelhas Jataí possui algumas vantagens de utilização para o preparo do mosto fermentativo se comparado ao elaborado por abelhas africanizadas, dentre estas estão a menor proporção de açúcares fermentescíveis, elevado teor de umidade e mineral. A fermentação para produção do hidromel teve uma duração de 6 dias, obtendo-se um teor alcoólico de 8,33 % (v/v). A bebida elaborada a partir do mel de Jataí atendeu todas as especificações da legislação vigente para hidromel. Na produção de hidromel utilizando como fonte de açúcares fermentescíveis o mel de abelha Jataí o rendimento em etanol obtido foi de 45,43 % com uma eficiência de 88,90 %, superior a alguns autores que utilizaram o mel de abelhas africanizadas no preparo do fermentado. Deste modo, o presente trabalho verificou a viabilidade de utilização do mel de abelhas Jataí na elaboração de hidromel.

Palavras-chave: Mel de abelhas Jataí. Fermentação Alcoólica. Hidromel. Caracterização Físico-química.

RESUMEN

El miel es un producto derivado de las secreciones de flores y plantas producido por las abejas. Presenta características de fluido viscoso, con agradable aroma y sabor, además, propiedades medicinales y terapéuticas. Las abejas Jatahy (*Tetragonisca angustula*) son especies de abejas nativas sin aguijón, que, apesar de producir miel en pequeñas cantidades, tiene una gran importancia para el desarrollo de un producto diferenciado, sobre todo porque está más diluido y presente peculiar sabor y aroma. Hay una diversidad de productos que pueden ser producidos apartir del miel, entre ellos, una de las bebidas más antiguas que se conocen, el hidromiel, obtenido por la fermentación de los azúcares presentes en el miel. El objetivo de este estudio fue investigar la posibilidad de utilizar miel de las abejas Jatahy como fuente de azúcares fermentables para la producción de hidromiel. En la primera parte de este estudio fueron realizadas análisis físicoquímicas como pH, acidez, azúcares, cenizas y humedad para la caracterización del miel. La preparación de la bebida incluía etapas como limpieza, la preparación de mosto, baño de pie, fermentación, centrifugación y pasteurización. Después, el producto se sometió a análisis físicoquímicas de pH, la acidez, azúcares, alcohol, extracto seco, cenizas, densidad y color. Los resultados indicaron que el miel de las abejas Jatahy tiene algunas ventajas potenciales para su uso en la preparación del puré de fermentación en comparación con aquel producido por abejas africanizadas, entre éstos están la menor proporción de azúcares fermentables, alta humedad y mineral. La fermentación para la producción de hidromiel se llevó a cado por 6 días obteniendo un contenido de alcohol de 8,33 % (v/v). Una bebida hecha de miel Jatahy reunió todas las especificaciones de la legislación vigente para el hidromiel. En la producción de hidromiel utilizando como fuente de azúcares fermentables del miel de la abeja Jatahy se obtuvo un rendimiento de etanol de 45,43 % con una eficacia de 88,90 %, superior a algunos autores que utilizaron miel de abejas africanizadas en la preparación del fermentado. Así, este estudio examinó la viabilidad de utilizar miel de las abejas Jatahy en la preparación de hidromiel.

Palabras clave: Miel de abeja Jatahy. La fermentación alcohólica. Hidromiel. Caracterización físico-química.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo Geral.....	13
1.1.2 Objetivos Específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 MEL	14
3.2 MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO	14
3.3 COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL	15
3.3.1 Hidratos de carbono	16
3.3.2 Água	17
3.3.3 Minerais	17
3.3.4 Acidez e pH.....	18
3.4 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA	19
3.5 HIDROMEL	20
4 MATERIAL E MÉTODO	23
4.1 COLETA DAS AMOSTRAS DE MEL DE JATAÍ.....	23
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MEL DE JATAÍ	23
4.2.1 Materiais	23
4.2.1.1 Vidrarias	23
4.2.1.2 Reagentes.....	24
4.2.1.3 Equipamentos	24
4.2.2 Método	24
4.2.4.1 Determinação de açúcares redutores	24
4.2.4.2 Determinação da sacarose aparente	24
4.2.4.3 Determinação da acidez total.....	25
4.2.4.4 Determinação do pH.....	26
4.2.4.5 Determinação da densidade	26
4.2.4.6 Determinação de cinzas	27
4.2.4.7 Determinação da umidade	27
4.3 PRODUÇÃO DE HIDROMEL	27
4.3.1 Materiais	27
4.3.1.1 Vidrarias	27

4.3.1.2 Equipamentos	27
4.3.1.3 Ingredientes	28
4.3.2 Método	29
4.3.2.1 Higienização dos materiais	29
4.3.2.2 Preparo do mosto	29
4.3.2.3 Pé de cuba	29
4.3.2.4 Fermentação	30
4.3.2.5 Centrifugação	30
4.3.2.6. Pasteurização	30
4.3 CARACTERIZAÇÃO HIDROMEL	31
4.3.1 Materiais	31
4.3.3.1 Vidrarias	31
4.3.3.2 Reagentes	31
4.3.3.3 Equipamentos	31
4.3.2 Método	31
4.3.2.1 Determinação da densidade	31
4.3.2.2 Determinação do teor alcoólico	31
4.3.2.3 Determinação de açúcares redutores e não-redutores	32
4.3.2.4 Determinação da acidez total	32
4.3.2.5 Determinação da acidez volátil	32
4.3.2.6 Determinação da acidez fixa	33
4.3.2.7 Determinação do pH	33
4.3.2.8 Determinação do extrato seco	33
4.3.2.9 Determinação do extrato seco reduzido	34
4.3.2.10 Determinação de cinzas	34
4.3.2.11 Determinação da cor	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE JATAÍ UTILIZADO PARA PREPARO DO HIDROMEL	35
5.2 PRODUÇÃO DE HIDROMEL APARTIR DO MEL DE ABELHAS JATAÍ	37
5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO HIDROMEL	38
5.4 RENDIMENTO E EFICIÊNCIA DA FERMENTAÇÃO	44
6 CONCLUSÃO	46

7 SUGESTÃO PARA ESTUDOS POSTERIORES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	54

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é uma das mais antigas e importantes atividades do mundo, além de ser uma alternativa de renda para as famílias do campo, é conhecida pela fácil manutenção e baixo custo de implantação, quando comparada às demais atividades agropecuárias (MARTINS et al., 2010). Esta atividade permite a produção do mel, que é um produto de altíssima qualidade nutricional e muito apreciado sensorialmente.

A legislação brasileira define o mel como o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colméia (BRASIL, 2000).

A Meliponicultura é atividade apícola de criação de abelhas nativas, também conhecidas, como abelhas indígenas sem ferrão, essas ocupam grande parte das regiões de clima tropical do planeta, especialmente na América do Sul. No Brasil, são conhecidas mais de 400 espécies de abelhas nativas, as quais são responsáveis em 90% pela polinização de vegetais nativos (ALVES et al., 2011). O mel produzido por essas abelhas possui aroma e sabor diferenciados, possuindo assim melhor preço no mercado, por se tratar de um produto especial, orgânico e raro (VENTURIERI, 2008).

De acordo com a pesquisa agropecuária municipal realizada pelo IBGE, em 2011 o Brasil produziu 41578 toneladas de mel sendo 9,4% maior do que aquela registrada no ano anterior. O Sul é a segunda maior região do país produtora com 16155 toneladas/ano, onde o Paraná possui uma produção de 5179 toneladas/ano, ocupando dentre os estados à segunda posição com 12,5% da produção nacional de mel (IBGE, 2011). A produção de mel no Brasil vem aumentando ano após ano, porém o consumo deste ficou restringido ao uso medicinal, fazendo com que o consumo interno do produto seja muito pequeno em comparação aos volumes de produção. Verifica-se essa queda de consumo tomando como base o ano de 2000, onde a demanda de mel no Brasil não conseguia ser suprida pela produção interna, obrigando a importação do produto de outros países como Uruguai e Argentina.

Para que o consumidor utilize o mel como alimento, as alternativas mais empregadas de consumo são na forma de derivados, dentre esses estão o pão de mel, bolo de mel, creme de mel, bala de mel, molhos à base de mel, creme de amendoim com mel, hidromel,

aguardente de mel, cachaça com mel, mel com guaco, mel com própolis, cerveja com mel, vinagre de mel, sorvete de mel.

O hidromel é considerado umas das bebidas alcoólicas mais antigas da história. De acordo com a legislação vigente, é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável (BRASIL, 2009).

A bebida alcoólica fermentável denominada hidromel é uma possibilidade de utilização do mel, oferecendo assim uma nova forma de apresentação do mel ao consumidor. E ainda o aproveitamento do mel, na fabricação de produtos alimentícios, vem como uma alternativa complementar na renda familiar de apicultores, agregando valor aos produtos, com tecnologias relativamente simples para a comercialização de produtos artesanais (MATTIETTO et al., 2006).

O hidromel pode ser também considerado uma alternativa para os Apicultores criadores de abelhas sem ferrão, que não consegue adequar seu produto a legislação vigente para o mel (Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000), devido esta ser elaborada considerando apenas características do mel de abelhas do gênero *Apis*. Os méis de meliponíneos não conseguem atender aos limites estabelecidos pela legislação, principalmente devido seu elevado teor de umidade (CARVALHO et al., 2005).

Devido as suas propriedades sensoriais e terapêuticas o mel da abelha Jataí é muito indicado como substrato de fermentação, podendo levar a uma bebida com características peculiares e de grande aceitação pelo consumidor. O consumo do mel de abelha Jataí e seus derivados ainda possuem alguns benefícios ao meio ambiente, podendo estimular a criação e preservação das abelhas nativas, aumento da polinização das plantas nativas, aumento da biodiversidade e preservação das espécies (AFONSO, 2012).

Segundo Rivakdi et al. (2009) existem atualmente nichos de comercialização de hidromel constituídos por consumidores exigentes por bebidas e alimentos de origem orgânica, o que estimula ainda mais esse mercado. O valor de mercado para 750 mL de hidromel oscila entre US\$ 10,90 e US\$ 20,00; para produtos considerados Premium, esse valor pode alcançar os US\$ 70,00.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Caracterizar o mel produzido por abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de Rio Bonito do Iguazu (PR), para em seguida utilizar o mesmo como substrato para desenvolver uma bebida alcoólica fermentável, e posteriormente caracterizar a bebida obtida.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definir as características físico-químicas do mel da abelha Jataí proveniente do município de Rio Bonito do Iguazu (PR) para utilização desses dados na produção de hidromel;
- Desenvolver uma bebida alcoólica fermentada, utilizando como substrato de fermentação o mel da abelha Jataí;
- Estudar como ocorre um processo fermentativo em escala laboratorial;
- Determinar os parâmetros físico-químicos da bebida obtida pela fermentação alcoólica dos açúcares presentes no mel de Jataí.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MEL

O mel é o produto de origem animal produzido a partir do néctar de flores ou de outras secreções. É coletado por abelhas melíferas, que o utilizam para sua própria alimentação, e o restante é desidratado e armazenado nos favos em suas colmeias para servir de abastecimento para posterior período de escassez (ARAUJO, SILVA e SOUSA, 2006).

O mel pode ser classificado de acordo com a fonte onde foi recolhido o néctar, em “mel floral”, quando o mel é obtido a partir do néctar de flores; e “mel de melato” quando é obtido de secreções de partes vivas das plantas ou excreções de insetos sugadores de partes vivas das plantas (CAMPOS et al., 2003).

Os méis são obtidos de diferentes fontes, sendo elaborados principalmente pelas abelhas do gênero *Apis* (*Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata* e *Apis florea*). Também podem ser produzidos por outras espécies, como as abelhas sem ferrão, que possuem cerca de 500 espécies ao todo, e ainda podem ser obtidos de algumas espécies de vespas e formigas, contudo estas não produzem cera (CHAGAS, 2008).

O mel é um alimento muito rico e de elevado valor energético, consumido mundialmente e de extrema importância para a saúde do organismo humano. Quando puro, pode apresentar diversas propriedades: antimicrobiana, curativa, calmante, regenerativa de tecidos, estimulante, dentre outras (SILVA et al., 2006). Estas propriedades proporcionam a incorporação do mel em vários produtos alimentícios, devido à importância terapêutica e ser um adoçante natural.

Apesar de o mel ser um alimento energético com diversas propriedades nutricionais, fator que poderia ser um diferencial para um maior consumo, a sua utilização pela população brasileira está ligado ao aspecto medicinal, como em casos de gripe e resfriados. Devido a isso seu consumo aumenta substancialmente nos meses mais frios do ano, época de maior incidência dessas enfermidades (CAMARGO et al., 2006). Várias são as receitas e “garrafadas” da medicina popular que utilizam o mel como um dos seus principais constituintes.

3.2 MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO

As abelhas sem ferrão são conhecidas principalmente pela produção de um mel saboroso e menos enjoativo que o de *Apis mellifera*, apresentando uma textura fina, mais

fluido devido a maior quantidade de água, sabor meio ácido, e com diversas propriedades funcionais (FABICHAK, 2000). Sua cor varia do quase transparente ao âmbar (CARVALHO et al., 2005).

O mel destas abelhas é utilizado em terapias populares, como tratamento de oftalmias e moléstias, principalmente nas zonas rurais e entre indígenas, pois estes acreditam nas propriedades curativas que cada tipo de mel possui (SILVA et al, 2006).

Gonçalves, Filho e Menezes (2005), em estudo sobre a atividade antimicrobiana de mel de abelha nativa sem ferrão frente a diferentes microrganismos isolados e infecciosos verificaram que este se mostrou excelente para utilização medicinal, pelas suas propriedades antibacteriana, antifúngica, cicatrizante e antioxidante.

O mel das abelhas sem ferrão é produzido em menor quantidade se comparado com o de abelhas africanizadas, porém é um produto que tem apresentado uma demanda crescente de mercado, devido principalmente ao seu sabor peculiar e pelas propriedades terapêuticas a ele atribuídas. Obtendo assim preços mais elevados que o das abelhas do gênero *Apis*, o preço do litro de mel de abelhas nativas para venda gira em torno de R\$ 60,00 a R\$ 80,00 (MENDES et al., 2009).

Os ecossistemas brasileiros possuem muitas condições que favorecem a criação destas abelhas. Dentre elas, está o clima quente; flora rica em espécies fornecedoras de néctar, pólen e resina; floração mais distribuída ao longo do ano; diferentes espécies de abelhas produtoras de mel (VENTURIERI, 2008). Além de todas estas características ambientais, ainda o Brasil possui um bom mercado de venda com bom preço para o produto.

3.3 COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL

A composição do mel depende, principalmente, das fontes vegetais das quais ele é derivado, mas também de diferentes fatores, como o solo, espécie da abelha, estado fisiológico da colônia, estado de maturação do mel, as condições meteorológicas por ocasião da colheita, entre outros (SILVA et al., 2006).

O mel varia muito de uma região para outra, tanto em conteúdo polínico como em características físico-químicas, e segundo Silva et al. (2006) esta ampla variedade pode ser explicada pelo mel ter origem em mais de 2500 tipos de flores de plantas diferentes.

De acordo com Pereira (2008) o mel contém cerca de 200 substâncias, sendo a principal, os hidratos de carbono, e as substâncias secundárias tais como, minerais, proteínas,

vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, aminoácidos, compostos fenólicos (flavonóides e ácidos fenólicos), enzimas e outros fitoquímicos.

Dessa forma, a caracterização dos méis é de fundamental importância para criação de padrões segundo os fatores edafo-climáticos e florísticos das regiões, estabelecendo critérios comparativos de análises e permitindo maior controle de fraudes, agregando valor ao produto (GARCIA et al., 2005).

3.3.1 Hidratos de carbono

Os hidratos de carbono são os constituintes que se apresentam em maior proporção no mel. A variação na concentração dos diferentes tipos de açúcares pode causar alterações na doçura, cor, sabor, viscosidade, densidade, higroscopicidade, cristalização e tempo de conservação do mel (CAMARGO et al., 2006; MENDES et al., 2009). Os diferentes tipos de açúcares que podem ser encontrados no mel são: glicose, frutose, sacarose, maltose, isomaltotetraose, maltulose, isomaltulose, nigerose, turanose, cojibiose, neotrehalose, gentiobiose, laminaribiose, leucrose, melesitose, rafinose, isopanose, isomaltetraose, G-a-glicosilacarose, 6arabogalactomanose, erlose, dextrantriose, maltotriose, isomaltopentose, centose, 1-cestose, panose, isomaltotriose e 3-a-isomaltosilglicose (CRANE, 1983 apud CALAÇA, 2011).

Os açúcares redutores são as frações dominantes de carboidratos do mel e possuem a capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina. Dentre estes, estão à glicose que pelo fato de possuir pouca solubilidade determina a tendência da cristalização do mel, e a frutose, que por possuir alta higroscopicidade, possibilita a sua doçura (CARVALHO et al., 2005). Desta forma, a proporção frutose/glicose é um dos principais determinantes para o flavour e a tendência a cristalização do mel. Razões elevadas de frutose/glicose proporcionam um produto líquido durante períodos mais prolongados. De acordo com Pereira (2008) a proporção de frutose em relação à glicose depende bastante da fonte de néctar. Ainda a proporção glicose/água é um fator a se considerar quando da tendência à cristalização do mel, o baixo valor desta razão permite um produto líquido por mais tempo (MAGALHÃES, 2010).

As abelhas sem ferrão são caracterizadas por produzirem um mel com menor teor de açúcares e com maior doçura, se comparado ao mel de abelhas africanizadas. A doçura, alta higroscopicidade e a não tendência à cristalização são características presentes no mel das abelhas nativas que estão diretamente ligadas à fração frutose/glicose. Neste tipo de mel os açúcares estão presentes em proporções quase iguais, ou ainda a frutose pode estar em maior

concentração, proporcionando assim as características peculiares do produto (MENDES et al., 2009). Ainda devido o mel de meliponíneos possuir maior umidade, a razão glicose/água é baixa diminuindo assim a tendência à cristalização do produto.

A concentração de sacarose é um critério utilizado para diferenciação dos méis monoflorais dos poliflorais (CARILLO MAGANA, 1998 apud MENDES et al., 2009). Um conteúdo elevado deste dissacarídeo pode ser um indicativo de colheita prematura do mel, isto é, um produto em que a sacarose não foi totalmente dissociada em glicose e frutose, pela hidrólise de ácidos diluídos ou ação da enzima invertase, secretada pela abelha (CARVALHO et al., 2005; MENDES et al., 2009).

3.3.2 Água

Em quantidade a água é o segundo maior constituinte do mel. O conteúdo de água é dependente de vários fatores como o clima, origem floral e colheita antes da completa desidratação, podendo ainda ser alterado após a retirada da colmeia. O seu conteúdo também pode ser alterado devido às condições de armazenamento e manejo, por ser um alimento muito higroscópico e absorver facilmente absorver água (CHIAPETTI e BRAGHINI, 2013).

A umidade é uma característica muito importante no mel, que influencia na a viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor e palatibilidade (CARVALHO et al., 2005; CAMARGO et al., 2006; MENDES et al., 2009). Além de todas essas características já citadas, a umidade ainda é um dos principais responsáveis pela estabilidade do produto perante a degradação por meio da fermentação por leveduras, sendo que quanto maior a umidade do mel, maior a probabilidade de que a fermentação ocorra durante o armazenamento (CALAÇA, 2011).

Os méis de abelhas indígenas sem ferrão possuem um teor de umidade maior se comparado ao mel de abelhas africanizadas, possuindo assim uma baixa viscosidade e, portanto, condições de conservação diferentes (MENDES et al., 2009).

3.3.3 Minerais

A determinação de cinzas permite a quantificação dos minerais presentes no mel. A quantidade de minerais é pequena e de composição variável em cada tipo de mel, uma vez que podem ter origem nas plantas, no solo, no ar e atmosfera (MAGALHÃES, 2010). As cinzas ainda podem determinar algumas irregularidades no mel, como a falta de higiene e a não

decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo apicultor (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005).

O mel de origem floral possui menos cinzas que o mel de origem não floral (BOGDANOV, 1999 apud CARVALHO et al., 2005). Os méis de coloração mais escura, normalmente possuem um conteúdo superior de substâncias minerais se comparados aos méis mais claros (FEREIRA, 2008).

Em estudo sobre o conteúdo mineral de méis de várias origens botânicas da Espanha, Terrab et al. (2005) verificou que o potássio, cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, sódio e silício estão presentes em maior quantidade nesse alimento; já o alumínio, cobre, ferro lítio e zinco estão presentes em menor quantidade. Ainda foram encontrados traços de arsênio, bário, cádmio, cobalto, cromo, molibdênio, níquel, chumbo, selênio, estrôncio e vanádio. Alguns desses minerais são essenciais para o organismo e sua inclusão na dieta diária ajudaria a eliminar sua deficiência (CHIAPETTI e BRAGHINI, 2013).

3.3.4 Acidez e pH

A acidez do mel é originária da variação dos ácidos orgânicos presentes no produto, dentre estes, o ácido glicônico é o que se apresenta em maior quantidade, sendo obtido pela ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose (PEREIRA, 2008; MENDES et al., 2009; CHIAPETTI & BRAGHINI, 2013). Mesmo após o processamento e armazenamento, verifica-se a atividade da enzima, resultando na permanência de ácidos dissolvidos na solução aquosa do mel, tornando assim a acidez um parâmetro de controle das condições de armazenamento e fermentação (SILVA et al., 2004). Outros ácidos que podem estar presentes no mel são o ácido acético, butírico, cítrico, fórmico, láctico, málico, piroglutâmico, succínico (MAGALHÃES, 2010).

A acidez contribui para o sabor característico do produto, tendo um pronunciado efeito no flavor. Além disso, é responsável pela excelente estabilidade do mel frente à ação de microrganismos (CAMARGO et al., 2006).

A origem floral e a época de coleta são alguns fatores que interferem na acidez do mel (PEREIRA, 2008). A acidez livre é um parâmetro que possui relação inversa à quantidade de cinzas presente no mel, visto que um teor de mineral mais elevado corresponde a uma maior fração de ácidos salinizados presentes (FINOLA et al, 2007 apud PEREIRA, 2008).

O pH é um parâmetro influenciado pelo pH do néctar, solo ou associado a outros vegetais na composição do mel, e ainda por substâncias mandibulares das abelhas acrescidas

ao néctar quando do transporte até a colmeia (EVANGELISTA-RODRIGUES, 2005; MENDES et al., 2009; CHIAPETTI e BRAGHINI, 2013).

Devido ao mel de meliponíneos possuir maior quantidade de água este possui uma atividade da enzima glicose-oxidase mais intensa, acarretando em uma maior produção de ácido glicônico, ocasionando pH relativamente baixo e acidez livre alta (NOGUEIRA NETO, 1997 apud MENDES et al., 2009).

3.4 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Um processo fermentativo inclui três fases distintas: uma preliminar onde ocorre a adaptação da cultura ao meio, a etapa subsequente é a tumultuosa e, a fase complementar encerra a fermentação. A fermentação compreende um conjunto de reações enzimáticas controladas, através das quais uma molécula orgânica é degradada em compostos mais simples liberando energia.

A fermentação alcoólica é o processo em condições anaeróbicas pelo qual ocorre a oxidação parcial da glicose. Primeiramente, através da via glicolítica, a glicose é convertida em duas moléculas de piruvato por meio de dez reações catalisadas por diferentes enzimas. As moléculas de piruvato são descarboxiladas pela ação da enzima piruvato descarboxilase, tendo como produto desta reação duas moléculas de acetaldeído e duas de gás carbônico (RODRIGUES, DANTAS & FINZER, 2009). A enzima álcool desidrogenase reduz o acetaldeído a duas moléculas de etanol, gerando o produto de interesse e finalizando o processo fermentativo (CARDOSO, 2006).

Deste modo, a fermentação alcoólica pode ser definida como um processo químico realizado pela ação de microrganismos (leveduras) sobre os açúcares (glicose e outros monossacarídeos), produzindo o etanol (álcool etílico) e gás carbônico, além de outros subprodutos. É um processo muito importante a partir do qual se obtém o álcool industrial, e todas as bebidas alcoólicas fermento-destiladas (uísque, cachaça, conhaque e tequila) e fermentadas (cerveja e vinho). Os microrganismos mais utilizados para promover a fermentação alcoólica são as várias cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, utilizadas em processos de panificação, destilaria, cervejaria, dentre outros (VASCONSELOS e MELO FILHO, 2010).

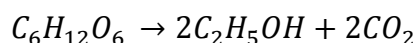
Os carboidratos fermentescíveis podem ser endógenos (quando constituintes das leveduras, como o glicogênio e trealose) e ainda exógenos (sacarose, glicose, frutose e

outros), estes últimos são fornecidos a levedura (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001 apud PACHECO, 2010).

A levedura realiza a fermentação com uma única finalidade, a geração de energia (na forma de ATP, adenosina trifosfato) para realização de suas funções fisiológicas (absorção, excreção e outras) e biossínteses necessárias à manutenção da vida, crescimento e multiplicação, sendo o etanol e CO₂ apenas excreção, sem utilidade metabólica para a célula em anaerobiose (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001 apud PACHECO, 2010).

Durante o processo fermentativo, as leveduras ficam expostas a vários tipos de estresse. Essas condições desfavoráveis podem ser em razão do meio, onde pode haver falta de nutrientes, temperatura desfavorável, contaminação, e ao próprio metabolismo da levedura, podendo ocorrer acúmulo de etanol que acarreta inibição celular e consequente diminuição da produção de etanol.

De acordo com Gava, Silva e Gava (2008) o rendimento teórico da fermentação alcoólica é obtido pela seguinte relação estequiométrica:



Desta forma cada 100 gramas de glicose fornecem 51,1 gramas de álcool etílico e 48,9 gramas de CO₂. Porém, deve-se levar em consideração que nem todo o açúcar é transformado em álcool, sendo uma parte usada para formação das células de levedura e outra na formação de produtos secundários (GAVA, SILVA e GAVA, 2008).

3.5 HIDROMEL

Uma das bebidas mais antigas que se tem conhecimento é o hidromel. Provavelmente é precursor de outras bebidas alcoólicas fermentáveis mais conhecidas, como o vinho e a cerveja (PEREIRA, 2008).

O fermentado de mel era muito consumido na antiguidade, porém com o desenvolver das civilizações e dos recursos agrícolas, este foi substituído por outras bebidas, como o vinho. O consumo de hidromel era bastante difundido no norte da Europa, local onde as condições eram desfavoráveis para o desenvolvimento da vinha, porém essa região passou a importar vinho de baixo custo do sul, caindo assim o consumo da bebida produzida a partir do mel.

Atualmente consome-se hidromel em alguns países da Europa como Inglaterra, Polônia, Alemanha, Eslovênia e principalmente em países africanos, como a Etiópia e a África do Sul (PEREIRA, 2008). Na América Latina os principais consumidores da bebida

são a Argentina e a Bolívia. No Brasil o produto ainda não é muito difundido, provavelmente devido à falta de conhecimento e/ou estudos tecnológicos para produção do mesmo (MATTIETTO et al., 2006).

O processo de produção do hidromel é semelhante ao do vinho, sendo que inicialmente dilui-se o mel em água, e então através da transformação dos açúcares fermentescíveis do mel em álcool obtém-se a bebida (CHAGAS et al., 2008). Se comparado ao processo para obtenção do vinho, as uvas contêm fermentos em sua superfície, diferentemente do mel onde isso não ocorre com frequência. Devido a isso se adiciona levedura comercial (*Saccharomyces cerevisiae*) para uma maior segurança e controle da produção de hidromel. Esses fermentos irão proporcionar diferentes aromas à bebida, bem como diferentes teores alcoólicos e de açúcares residuais. Substâncias que contenham nitrogênio e alguns outros nutrientes que existem no mel em pequenas quantidades, são adicionadas para favorecer o crescimento das leveduras (ILHA et al., 2008).

O processo de obtenção da bebida é relativamente longo. Ele depende da variedade do mel fermentado, da levedura utilizada, dos nutrientes fornecidos e do controle do pH (CHAGAS et al., 2008). Os mostos de hidromel são caracterizados pelo pH baixo e por uma combinação de ácidos que têm origem no mel, os quais podem influenciar a taxa de fermentação (FLORENTINO, 2012). O processo torna-se bastante lento devido ao elevado conteúdo de açúcares, e ainda devido aos baixos níveis de substâncias azotadas e minerais presentes no mesmo, indispensáveis para a multiplicação das leveduras (PEREIRA, 2008). Assim o pH, a temperatura, a cepa de levedura e os fatores de crescimento devem ser os mais adequados, sendo necessário um controle rigoroso das condições de fermentação para uma melhor eficiência do processo.

Além da formulação básica pode ser acrescida de ervas e/ou frutas, gerando bebidas fermentadas das mais variadas colorações e sabores que podem ser classificadas em três categorias: Tradicional (onde apresenta um sabor próprio único), Melomel (sabor realçado com frutas e cereais, como cevada maltada e lúpulo) e Methelglin (onde são alteradas suas características sensoriais para cobrir sabores indesejáveis) (FERNANDES, LOCATELLI, SCARTAZZINI, 2009).

Segundo Ilha et al. (2008) o hidromel pode ser ainda classificado segundo sua tecnologia de fabricação: em seco, licoroso, doce e espumoso. Esta produção depende do tempo de fermentação, da quantidade de mel utilizada e da graduação alcoólica resultante da adição de aguardente vínica (GOMES, 2010).

De acordo com a legislação brasileira o hidromel é uma bebida cuja graduação alcoólica deve estar situada entre 4 a 14% (v/v) de etanol (BRASIL, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 COLETA DAS AMOSTRAS DE MEL DE JATAÍ

Os méis elaborados pelas abelhas Jataí foram coletados em Rio Bonito do Iguaçu (PR) utilizando-se de técnicas descritas por Villas-Bôas (2012). O mel foi extraído diretamente dos potes pelo método de sucção, esta técnica possibilita um menor contato do produto com o ambiente externo e menor possibilidade de contaminação pelo manipulador. Para sucção do mel utilizou-se de uma seringa descartável com prolongamento no bico, como demonstrado na figura 01. Os potes foram desoperculados e o mel gradativamente sugado e depositado em um frasco de vidro esterilizado e mantido sob refrigeração para posterior realização das análises físico-químicas e produção do hidromel.

Figura 01. Coleta mel de Jataí pelo método de sucção



4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MEL DE JATAÍ

4.2.1 Materiais

4.2.1.1 Vidrarias

Para caracterização do mel elaborado pelas abelhas Jataí utilizou-se das seguintes vidrarias: proveta, erlenmeyer, bureta, suporte universal, garra, pipeta volumétrica e graduada, pera de sucção; béquer, pisseta, água destilada, pinça, balão volumétrico, cadinho de porcelana, bastão de vidro, picnômetro.

4.2.1.2 Reagentes

Os reagentes utilizados na caracterização do mel de abelhas Jataí foram: solução de Fehling A, solução de Fehling B, solução de azul de metileno, ácido clorídrico, solução de fenolftaleína, solução de NaOH, água destilada.

4.2.1.3 Equipamentos

Os equipamentos que foram usados para determinação das características físico-químicas do mel de Jataí foram: pHmetro (HANNA, HI 2221), chapa elétrica, estufa com circulação de ar aquecido (SOLAB, SL-102/150), mufla (ZEZIMAQ, FHMP), dessecador, balança semi-analítica (MARTE, UX420H).

4.2.2 Método

4.2.4.1 Determinação de açúcares redutores

Glicídios Redutores em Glicose foram determinados por meio de titulação por Método de Fehling, seguindo a metodologia modificada do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se aproximadamente 4 g da amostra de mel em um béquer de 200 mL, adicionou-se neste um volume de 100 mL de água dissolvendo a amostra. Adicionou-se em um erlenmeyer de 250 mL, 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B, colocando em seguida 50 mL de água. Aqueceu-se até ebulição. Procedeu-se então a titulação com a solução de mel contida na bureta, gota-a-gota, sobre a solução do erlenmeyer em ebulição, em constante agitação, até que esta passasse de azul ao vermelho tijolo intenso (com formação no fundo do erlenmeyer um precipitado vermelho, Cu_2O). Para obter a quantidade de açúcares redutores em 100 g de amostra se utilizou da equação (01)

$$\text{Glicídios redutores em glicose (\%)} = \left[\frac{100 * A * f}{P * V} \right] \text{ (Eq. 01)}$$

Onde:

A = número de mL da solução de P g da amostra

f = fator de correção

P = massa da amostra em g

V = mL da solução da amostra gasto na titulação.

4.2.4.2 Determinação da sacarose aparente

A inversão da sacarose foi realizada por hidrólise ácida de acordo com a metodologia modificada do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando-se de 25 mL da amostra preparada na determinação de açúcares redutores, e adicionando 0,5 mL de HCl concentrado, deixado em

banho-maria (± 70 °C) por um período de 15 min. Resfriou-se à temperatura ambiente e em seguida a solução de mel foi neutralizada com solução de hidróxido de sódio a 40%, verificado com a adição de gotas do indicador de fenolftaleína. A solução foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL e o volume deste completado com água destilada. A solução preparada foi então transferida para uma bureta.

Adicionou-se em um erlenmeyer de 100 mL, 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B, acrescentando em seguida 50 mL de água. Procedeu-se a um aquecimento até ebulição. Titulou-se com solução de mel contida na bureta sobre a solução em ebulição, agitando sempre, até que esta solução passasse de azul a vermelho tijolo. Assim obtiveram-se a quantidade de açúcares totais pela aplicação dos dados obtidos na equação (02)

$$\text{Açúcares totais (\%)} = \left[\frac{100 * A * f}{P * V} \right] \text{ (Eq. 02)}$$

Onde:

A = número de mL da solução de P g da amostra

f = fator de correção

P = massa da amostra em g

V = mL da solução da amostra gasto na titulação.

E pela diferença tem-se a porcentagem de sacarose:

$$\text{Sacarose aparente (\%)} = \text{Açúcares totais (\%)} - \text{Açúcares redutores (\%)} \text{ (Eq. 03)}$$

4.2.4.3 Determinação da acidez total

A acidez total foi determinada por meio da acidez livre e lactônica, de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se 10 g da amostra em um béquer de 250 mL, dissolvendo em seguida com 75 mL de água. Agitou-se com auxílio de agitador magnético. O eletrodo foi mergulhado na solução e o pH anotado. Em seguida titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,05 N até pH 8,5 anotando o volume (V). Imediatamente, adicionou-se nesta solução 10 mL de solução de hidróxido de sódio 0,05 N e, no mesmo instante, titulou-se com solução de ácido clorídrico 0,05 N até o pH 8,30 (Va). Titulou-se 75 mL de água com hidróxido de sódio 0,05 N (Vb) até pH 8,5. A partir dos dados obtidos a acidez livre, lactônica e total foram calculadas pelas seguintes equações:

Acidez livre pela equação (04)

$$\text{Acidez livre (meq/Kg)} = \frac{(V - V_b) \times 50 \times f}{P} \text{ (Eq. 04)}$$

Onde:

V = n.º de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação

V_b = n.º de mL de solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação para o branco

f = fator da solução de NaOH 0,05 N

P = massa da amostra em g

Acidez lactônica pela equação (05)

$$\text{Acidez lactônica (meq/Kg)} = \frac{(10 - V_a) \times 50 \times f'}{P} \text{ (Eq. 05)}$$

Onde:

V_a = n.º de mL de solução de HCl 0,05 N gasto na titulação

f' = fator da solução de HCl 0,05 N

P = massa da amostra em g

Acidez total é obtida então pela seguinte soma

$$\text{Acidez total (meq/Kg)} = \text{acidez livre} + \text{lactônica (Eq. 06)}$$

4.2.4.4 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Diluiu-se 5 g de amostra em 75 mL de água e posteriormente realizou-se a leitura em pHmetro digital.

4.2.4.5 Determinação da densidade

A densidade foi determinada segundo o procedimento descrito por Cecchi (2003). Lavou-se o picnômetro e em seguida este foi acondicionado na estufa para secar, transferiu-se o mesmo para o secador para esfriar. Uma vez seco, o picnômetro foi pesado, numa balança analítica, e preenchido com água destilada, sendo a tampa colocada e o excesso de água derramado, removido com papel toalha. Pesou-se o conjunto em balança analítica medindo a temperatura do líquido com auxílio do termômetro. O picnômetro foi então esvaziado e enchido com a amostra de mel. Procedeu-se a uma nova pesagem em balança analítica, anotando a temperatura do líquido.

4.2.4.6 Determinação de cinzas

O teor de cinzas foi determinado por meio da incineração das amostras em mufla a 600°C até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Pesou-se 5 g de amostra em cadinhos de porcelana, previamente aquecidos em mufla a 550°C, resfriado em dessecador até temperatura ambiente e pesado. Calcinou-se em temperatura baixa e incinerou-se no forno mufla a 600°C, por quatro horas. Deixou-se esfriar em dessecador até temperatura ambiente e em seguida o conjunto cadinho mais amostra incinerada foi pesado em balança analítica. A determinação do teor de cinzas pode ser expressa pela equação (07)

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{100 \times N}{P} \text{ (Eq. 07)}$$

Onde:

N = massa em gramas de cinzas

P = massa em gramas da amostra

4.2.4.7 Determinação da umidade

A umidade foi determinada por refratometria, segundo AOAC (2005). Utilizando-se o refratômetro de Abbe, onde transferiu-se 4 gotas da amostra para o prisma do refratômetro, realizando posteriormente a leitura do índice de refração. O método baseia-se na determinação do índice de refração do mel a 20°C, sendo que para cada grau acima dessa temperatura acrescenta-se o valor de 0,00023 para correção do índice de refração. O índice de refração corrigido é então convertido para porcentagem de umidade por meio de uma tabela de referência (ANEXO B).

4.3 PRODUÇÃO DE HIDROMEL

4.3.1 Materiais

4.3.1.1 Vidrarias

As vidrarias utilizadas no preparo do hidromel foram: béquer, balão volumétrico, erlenmeyer, funil, tubos para centrífuga.

4.3.1.2 Equipamentos

Para a produção de hidromel a partir do mel de abelhas Jataí utilizou-se dos seguintes equipamentos: balança semi-analítica (MARTE, UX420H), termômetro, centrífuga (HERMILE, Z36HG), biorreator (figura 02.), *airlock* (figura 03.), estufa com circulação de

ar aquecido (SOLAB, SL-102/150), banho maria, refratômetro de bancada (BIOBRIX, 2WAJ).

Figura 02. Biorreator



Figura 03. Airlock



4.3.1.3 Ingredientes

Os ingredientes que foram usados para elaboração da bebida fermentada a base de mel de Jataí foram: mel de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*), água potável, fermento biológico Lalvin EC-1118 (*Saccharomyces cerevisiae bayanus*).

4.3.2 Método

4.3.2.1 Higienização dos materiais

Os materiais utilizados para elaboração do hidromel foram lavados com água e detergente, em seguida enxaguados, e então imersos em uma solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L de cloro ativo, por 30 minutos (MATTIETTO et al., 2006). Realizou-se um novo enxague, agora com água quente, até eliminar todo o odor de cloro nos recipientes e demais utensílios.

4.3.2.2 Preparo do mosto

A quantidade de ingredientes para a preparação do mosto, foram acrescentados de acordo com as proporções previamente utilizadas por Ilha et al. (2008) em seus estudos. De acordo com Proste (1962) apud Ilha et al. (2008), 20 g de açúcar fermentescível produz um teor alcoólico de 1 grau por litro de mosto. A partir da determinação de açúcares pelo Método de Fehling, pode-se estimar a quantidade de açúcares em condições de fermentação presentes no mel. Desta forma com esses valores, e estipulando a quantidade de mosto e o grau alcoólico pretendido, utilizou-se da equação (08) para obtenção da quantidade de mel a ser adicionada por litro de mosto.

$$Y = \frac{20 \times X \times 100}{\% \text{ de açúcares}} \text{ (Eq. 08)}$$

Onde:

Y = quantidade de mel (g/L) a ser utilizada

X = teor alcoólico (%) final desejado

Realizou-se análise de densidade no mosto para controle do processo, de acordo com normas descritas por Cecchi (2003). Para avaliar se a concentração de íons hidrônio era ideal para a fermentação, determinou-se o pH do mosto através de procedimento do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.3.2.3 Pé de cuba

Em relação à quantidade de mosto preparado, retirou-se uma alíquota de 10% do volume total. Esta foi pasteurizada a 65°C por 30 minutos, deixando resfriar até a temperatura atingir um valor menor que 30°C. Em seguida o fermento foi adicionado, numa proporção de 1 g de fermento/litro de mosto (MATTIETTO et al., 2006).

O pé de cuba permaneceu a temperatura ambiente por 24 horas, em recipiente fechado. Após esse período, o restante do mosto foi pasteurizado a 100°C por 2 minutos, resfriado e adicionou-se o pé de cuba formulado (MATTIETTO et al., 2006).

4.3.2.4 Fermentação

De acordo com as análises do processo fermentativo do mel em relação ao fator temperatura, realizadas por Gomes (2010) o melhor desempenho da fermentação ocorre entre os 24°C e os 29°C. Para atingir essa temperatura ideal de trabalho, e seguindo recomendações de Mattiello et al. (2006) que afirma que cubas de vidro não devem ficar expostas à luz durante o processo, o biorreator contendo o mosto permaneceu acondicionado na estufa a uma temperatura de 27°C.

O controle do processo constituiu de verificação visual da atividade da levedura pela frequência das bolhas de gás carbônico gerado na fermentação, esse gás que emergia do mosto formando bolhas na água contida no *airlock*. Ainda realizou-se a avaliação do consumo de açúcar pela ação das leveduras, por meio da medida do teor de sólidos solúveis do mosto (°Brix), com auxílio do Refratômetro de Abbé (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O processo fermentativo foi dado por encerrado quando cessou a atividade da levedura, verificado pelo não desprendimento de gás e também pela estabilização do Brix, ocasionado pelo baixo consumo de açúcares pela levedura.

4.3.2.5 Centrifugação

Após finalizado o processo fermentativo, realizou-se centrifugação do fermentado a 3000 rpm por 20 minutos (ILHA et al., 2008). A centrifugação permitiu a separação do produto de interesse, o hidromel obtido foi acondicionado em um balão volumétrico e o sedimentado foi descartado.

4.3.2.6 Pasteurização

O produto foi então submetido a um processo de pasteurização em banho-maria a uma temperatura de 65°C por 30 minutos, cujo objetivo é de cessar a fermentação e eliminar possíveis microrganismos patogênicos (MATTIETTO et al., 2006).

4.3 CARACTERIZAÇÃO HIDROMEL

4.3.1 Materiais

4.3.3.1 Vidrarias

As vidrarias que foram utilizadas para determinação das características físico-químicas do hidromel foram: proveta, erlenmeyer, bureta, suporte universal, garra, pipeta volumétrica e graduada, pera de sucção, béquer, pisseta, pinça, balão volumétrico, cadinho de porcelana, picnômetro.

4.3.3.2 Reagentes

Para caracterização do hidromel elaborado a partir do mel de abelhas Jataí utilizou-se dos seguintes reagentes: solução de Fehling A, solução de Fehling B, solução de hidróxido de sódio, solução de fenolftaleína, ácido acético concentrado, água destilada;

4.3.3.3 Equipamentos

Os equipamentos empregados na caracterização do hidromel foram: pHmetro (HANNA, HI 2221), agitador magnético, balança semi-analítica (MARTE, UX420H), termômetro, dessecador, estufa com circulação de ar aquecido (SOLAB, SL-102/150), alcoômetro Gay Lussac, mufla (ZEZIMAQ, FHMP), destilador de nitrogênio/proteína (TECNAL, TE-0363), colorímetro (KONICA MINOLTA, CR-400).

4.3.2 Método

4.3.2.1 Determinação da densidade

A densidade foi determinada seguindo o procedimento descrito por Cecchi (2003). Utilizando-se de picnômetro previamente seco e pesado, que posteriormente recebeu a amostra de hidromel, realizando nova pesagem.

4.3.2.2 Determinação do teor alcoólico

Para determinação do teor alcoólico, destilou-se 200 mL do fermentado obtendo-se 180 mL, que foram completados para 250 mL com água destilada e posteriormente resfriado a 20 °C em banho de gelo (OLIVIERA et al., 2012). O volume obtido foi transferido para uma proveta, e em seguida mergulhado o alcoômetro Gay-Lussac, obtendo-se por leitura direta o grau alcoólico em porcentagem de álcool em volume (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2.3 Determinação de açúcares redutores e não-redutores

A quantificação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de Lane-Eynon modificado das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para determinação dos açúcares totais, utiliza-se o mesmo método, porém o mosto deve ser previamente hidrolisado com adição de ácido clorídrico concentrado e levado ao banho-maria a 67°C a 70°C por 15 minutos (OLIVIERA et al., 2012). Na sequência, o pH foi neutralizado com NaOH. Os açúcares não redutores são determinados pela diferença entre os açúcares totais e redutores.

4.3.2.4 Determinação da acidez total

Realizou-se a determinação da acidez total seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). 10 mL da amostra descarbonatada foram pipetadas para um frasco erlenmeyer de 500 mL contendo 100 mL de água. Adicionou-se 0,5 mL de fenoftaleína, procedendo em seguida a uma titulação com solução de hidróxido de sódio padronizada, até coloração rósea persistente. A acidez total é obtida através da aplicação dos dados na equação (09)

$$\text{Ácidez total (meq/L)} = \frac{n \times N \times f \times 1000}{V} \text{ (Eq. 09)}$$

Onde:

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

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

V = volume tomado da amostra, em mL

4.3.2.5 Determinação da acidez volátil

A acidez volátil foi determinada através do método modificado utilizado para determinar a acidez volátil titulável de vinhos e outras bebidas fermentadas por volumetria, após a destilação por arraste de vapor (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Transferiu-se, com pipeta volumétrica, 10 mL da amostra juntamente com 250 mL de água destilada para o Destilador de Nitrogênio. Depois de obtido 100 mL do destilado em um frasco Erlenmeyer de 250 mL, contendo 20 mL de água destilada, adicionou-se 1 mL de solução de indicador fenolftaleína e em seguida procedeu-se rapidamente a titulação com solução de hidróxido de sódio padronizada, até coloração rósea persistente por 30 s. A acidez volátil foi obtida pela aplicação dos dados na equação (10)

$$\text{Ácidez volátil (meq/L)} = \frac{n \times N \times f \times 1000}{V} \quad (\text{Eq. 10})$$

Onde:

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

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

V = volume tomado da amostra, em mL

4.3.2.6 Determinação da acidez fixa

De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008) a acidez fixa (expressa em meq/L) é obtida pela diferença entre a acidez total e a acidez volátil, representado pela equação (11).

$$\text{Acidez fixa (meq/L)} = A_t - A_v \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde:

A_t = acidez total, em meq/L

A_v = acidez volátil, em meq/L

4.3.2.7 Determinação do pH

Obteve-se por leitura direta do pHmetro digital previamente mergulhado na bebida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2.8 Determinação do extrato seco

A avaliação do resíduo seco da bebida foi realizada por evaporação e secagem em estufa, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Transferiu-se, com o auxílio de uma pipeta, 20 mL da amostra para uma cápsula metálica de fundo chato, previamente aquecida em estufa a 100 °C, por uma hora, resfriada em dessecador e pesada. Então a cápsula metálica foi deixada em banho-maria fervente até que o resíduo apresentasse aparência de estar seco. O resíduo foi aquecido em estufa a 100 °C, por 1 hora. Resfriou-se em dessecador pesando logo em seguida. A operação em estufa e dessecador foi repetida até obtenção de peso constante. Para obter o extrato seco utilizou-se da equação (12).

$$\text{Extrato seco (em m/v)} = \frac{1000 \times N}{V} \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde:

N = massa, em g de resíduo

V = volume da amostra, em mL

4.3.2.9 Determinação do extrato seco reduzido

O Extrato seco reduzido foi determinado pela diferença do valor do extrato seco e da quantidade de açúcares totais no fermentado (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2.10 Determinação de cinzas

O teor de cinzas foi determinado por meio da incineração das amostras em mufla a 600°C até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Utilizaram-se as amostras obtidas na determinação de extrato seco, procedeu-se a calcinação em temperatura baixa e incineração no forno mufla a 600°C, por quatro horas. Deixou-se esfriar em dessecador até temperatura ambiente e em seguida o conjunto cadinho mais amostra incinerada foi pesado em balança analítica. A determinação do teor de cinzas é expressa pela equação (13).

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{100 \times N}{P} \quad (\text{Eq. 13})$$

Onde:

N = massa em gramas de cinzas

P = massa em gramas da amostra

4.3.2.11 Determinação da cor

A quantificação da cor foi realizada utilizando-se de Colorímetro. Inicialmente este foi calibrado em superfície branca de acordo com padrões pré-estabelecidos pelo equipamento e, em seguida, colocou-se 25 mL de amostra no suporte do equipamento realizando a leitura.

Foram analisados 3 parâmetros de cor: L*, a* e b*. O valor de a* indica coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* caracteriza a coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*). Já o valor L indica a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0) (HARDER, 2005).

O Croma é a relação entre os valores de a* e b*, obtendo a intensidade da cor do objeto analisado (HARDER, 2005). Para cálculo do Croma foi utilizado à equação (14).

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Eq. 14})$$

O Hue-Angle é o ângulo formado entre a* e b*, indicando a tonalidade da cor do objeto (HARDER, 2005). Para o cálculo Hue-Angle utilizou-se da equação (15).

$$H^\circ = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (\text{Eq. 15})$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL DE JATAÍ UTILIZADO PARA PREPARO DO HIDROMEL

Segundo Amorim (2005) apud Pacheco (2010) durante o processo de fermentação alcoólica, as células de leveduras necessitam de nutrientes que influenciam diretamente a multiplicação e o crescimento celular, interferindo deste modo na eficiência da conversão do açúcar em etanol. Esses nutrientes podem ser adicionados ao mosto ou já estar presentes no mesmo.

Tendo em vista verificar qual a influencia do mel de Jataí na fermentação para produção de hidromel não se adicionou nenhum tipo de nutrientes, nem outro composto que interferisse no processo, para o preparo do mosto adicionou-se apenas água e mel. Desta forma, qualquer diferença no processo fermentativo, bem como no seu resultado em comparação com o mel de abelhas africanizadas, poderá ser atribuído às características do mel da abelha Jataí. Este é o principal fornecedor de compostos utilizados pelas leveduras para realizar a fermentação. Assim a caracterização físico-química do mel de Jataí se faz necessária para determinar em que aspectos a interferência deste é relevante no processo. A tabela 01. apresenta as características físico-químicas do mel de Jataí utilizado para preparo da bebida. Dados são representados pela média aritmética das triplicatas.

Tabela 01. Características físico-químicas do mel de Jataí

Parâmetros analisados	Média	Desvio Padrão
Densidade (g/mL)	1,33	± 0,0058
% Cinzas (m/m)	0,67	± 0,0733
Acidez total (meq/Kg)	39,64	± 0,5195
pH	4,74	± 0,0451
% Açúcares totais (m/m)	62,66	± 3,4863
% Açúcares redutores (m/m)	59,07	± 1,7640
% Sacarose aparente (m/m)	3,59	-
% Umidade (m/m)	27,05	± 0,3297

Sodré et al. (2003), em estudo com méis produzidos por *Apis mellifera* no estado da Bahia, obtiveram média de 81,69 % de açúcares totais. Welke et al. (2008), analisando méis produzidos por abelhas africanizadas da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, encontraram média de 70,67 % de açúcares totais. Barros (2011) em caracterização de mel produzido por *Apis mellifera*, em diferentes regiões do estado do

Rio de Janeiro, obteve média de 74,15 % de açúcares totais. Comparando os resultados obtidos por estes autores com o apresentado na tabela 01. (62,66 %) observa-se que o mel de Jataí possui uma quantidade inferior de açúcares totais em relação ao mel produzido por abelhas africanizadas. Devido a isso, na produção de hidromel com o mel de abelhas Jataí, será necessária uma massa superior de mel para proporcionar a quantidade necessária de açúcares fermentescíveis às leveduras para realização do processo fermentativo.

Em um processo fermentativo é normal que haja algum consumo paralelo de açúcar, mas de forma geral, as leveduras consomem inicialmente a glicose, seguida de frutose e sacarose. Dessa maneira, a diferença de teores entre os açúcares glicose e frutose pode influenciar o processo de fermentação, já que as estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* metabolizam preferencialmente a glicose, sendo consumida mais rapidamente, resultando em uma predominância de frutose no produto final (GOMES, 2010).

O mel de abelhas Jataí diferentemente do mel de abelhas africanizadas não cristaliza com facilidade, permanecendo fluido por muito tempo. A cristalização do mel é influenciada pela razão frutose/glicose, sendo que quando esta razão é elevada o mel possui menor tendência à cristalização. Em vista disso, o mel de Jataí possui uma maior quantidade de frutose se comparado ao mel de abelhas africanizadas, proporcionando um produto final com maior doçura quando comparado com o hidromel obtido do mel de abelhas africanizadas. Este elevado teor de doçura pode ser atribuído ao teor de frutose presente na bebida no final do processo. Além disso, o elevado conteúdo de açúcares no mel de abelhas africanizadas provoca a exposição da levedura a um estresse osmótico, afetando negativamente o processo fermentativo (GOMES, 2010). Desse modo, a menor concentração de açúcares torna-se uma vantagem na utilização do mel de Jataí como substrato fermentativo.

O mel de Jataí utilizado para elaboração da bebida possui maior quantidade de água (27,05 %) se comparado aos teores encontrados por Sodré et al. (2007), Welke et al. (2008), Barros (2011) em seus estudos. Estes autores em caracterização de méis de *Apis mellifera* obtiveram respectivamente valores de umidade de 18,73; 18,50; 17,90 %. Esta é uma vantagem de utilização deste tipo de mel como fonte de açúcares fermentescíveis, já que quanto mais diluído maior a probabilidade de fermentação e menor estresse osmótico que as leveduras estarão sujeitas, melhorando assim o desempenho do processo (GOMES, 2010).

De acordo com Fonseca (2013) os atrasos e amuos da fermentação para produção de hidromel devem-se principalmente ao fato do mel apresentar baixos níveis de substâncias azotadas e minerais indispensáveis para a multiplicação das leveduras. Como não foi

adicionada nenhuma fonte de suplementação mineral ao mosto, esses serão exclusivamente provenientes do mel. Comparando a média de conteúdo mineral do mel de Jataí apresentado na tabela 01. (0,67 %) com os valores de 0,18; 0,19; 0,20 % obtidos pelos autores Sodré et al. (2007), Welke et al. (2008) e Barros (2011) em caracterização de mel de abelhas africanizadas, verifica-se que o mel de Jataí possui uma maior concentração de minerais. Desta maneira, o mosto preparado com este tipo de mel apresentará maior teor de cinzas se comparado ao preparado com mel de *Apis*, proporcionando assim melhor aporte mineral à levedura. Pereira et al. (2009) em estudo sobre capacidade das Leveduras *Saccharomyces cerevisiae* em produzir hidromel, utilizando como substrato de fermentação o mel de abelhas africanizadas da região de Trás-os-Montes, alcançou melhores resultados com mel escuro, rico em minerais.

Através da comparação de acidez presente na tabela 01. (39,64 meq/Kg), com os valores de 30,17; 30,10; e 32,34 meq/kg obtidos respectivamente por Sodré et al. (2007), Welke et al. (2008) e Barros (2011) na caracterização de mel de abelhas africanizadas, pode-se verificar a acidez mais elevada que o mel de abelha Jataí apresenta. Devido a não utilização de composto de caráter básico para estabilizar o pH do mosto, este será proveniente da acidez do mel, dessa maneira o mosto preparado com o mel da abelha Jataí será caracterizado por apresentar maior acidez se comparado ao preparado com mel de abelhas africanizadas.

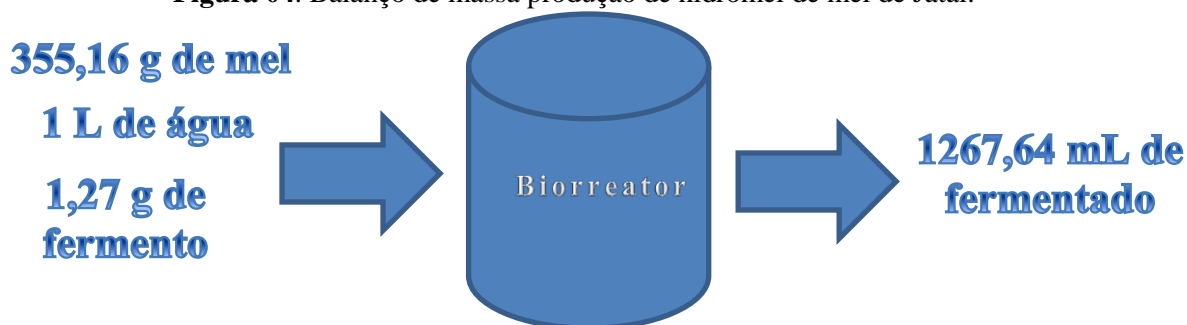
De acordo com Gomes (2010) o pH ácido do mosto afeta negativamente a evolução do processo. Sroka e Tuszyński (2007) em estudo sobre a variação do conteúdo de ácidos durante a fermentação de mel diluído, verificaram que o mosto contém elevadas quantidades de ácidos, dentre estes os ácidos decanóico, dodecanóico, e octanóico, e acredita-se que estes interferem negativamente na fermentação. Em vista disso, o mel de abelhas Jataí por proporcionar uma maior acidez ao mosto, apresenta desvantagem na sua utilização como substrato fermentativo em relação ao mel de abelhas africanizadas.

5.2 PRODUÇÃO DE HIDROMEL APARTIR DO MEL DE ABELHAS JATAÍ

O mosto utilizado para processo fermentativo de produção do hidromel foi preparado de forma a obter um produto final com teor alcoólico de 11 %, como descrito nos materiais e métodos. Para alcançar este teor alcoólico, adicionou-se 355,16 gramas de mel em 1 litro de água, obtendo-se 1267,64 mL de mosto. Do mosto preparado retirou-se uma alíquota de 127 mL para preparo do pé-de-cuba, e a este adicionou-se uma massa de 1,27 gramas da levedura comercial. O pé-de-cuba e o mosto foram colocados no biorreator e este acondicionado na

estufa, iniciando-se assim o processo fermentativo. O esquema da figura 04. representa o processo de obtenção do hidromel de mel de Jataí em escala laboratorial, com as quantidades de ingredientes inseridas no biorreator para a obtenção de 1267,64 mL de fermentado.

Figura 04. Balanço de massa produção de hidromel de mel de Jataí.



Na caracterização do mel de Jataí verificou-se que este apresenta maior acidez total em comparação ao mel de abelhas africanizadas. Desta forma, o mosto preparado com mel destas abelhas nativas poderia proporcionar uma acidez não adequada ao microrganismo fermentador. Diante disso, mediu-se o pH inicial do mosto para verificar se este não seria desfavorável para a ação da levedura. A média dos valores obtidos pela leitura do pHmetro mergulhado em alíquotas do mosto foi de $3,99 \pm 0,0153$. De acordo com Fonseca (2013) a leitura do pH do caldo fermentativo deve estar entre 3,7 e 4,0; desta maneira o pH do mosto não necessitou de correção pela adição de álcali ou ácido.

Para estabelecer a relação massa/volume no decorrer do processo e controle do mesmo foi determinada a densidade do mosto, cujo valor das médias para os volumes retirados foi de $1,02 \text{ g/mL} \pm 0,0305$.

A fermentação foi conduzida adequadamente em condições ideais de temperatura ($\pm 27 \text{ }^\circ\text{C}$) e ausência de luminosidade, proporcionados pela estufa. A utilização da levedura comercial Lalvin EC-1118 mostrou ser adequada para o processo fermentativo de produção de hidromel a partir de mel de abelhas Jataí.

5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO HIDROMEL

O hidromel obtido após 6 dias de fermentação foi submetido a caracterização físico-química, com objetivo de comparação com a legislação vigente e com outros autores da literatura. Os dados obtidos estão dispostos na tabela 02., sendo expressos pela média aritmética das triplicatas.

Tabela 02. Características físico-químicas do hidromel

Parâmetros analisados	Média	Desvio Padrão
Densidade (g/mL)	0,96	± 0,0093
Teor alcoólico (% v/v)	8,33	± 0,5773
Acidez total (meq/L)	54,32	± 2,0314
Acidez volátil (meq/L)	3,58	± 0,5634
Acidez fixa (meq/L)	50,74	-
pH	3,67	± 0,0100
Extrato seco (g/L)	51,66	± 0,0910
Extrato seco reduzido (g/L)	20,87	-
Cinzas (g/L)	0,92	± 0,1089
Cor (L*)	59,12	± 0,0153
Cor (a*)	-0,57	± 0,0115
Cor (b*)	6,77	± 0,0173
Açúcares totais (g/L)	30,79	± 1,0072
Açúcares redutores (g/L)	26,94	± 0,6174
Sacarose aparente (g/L)	3,85	-

A Instrução Normativa de 2008 (BRASIL, 2008) - Anexo III, regulamenta os padrões técnicos de identidade e qualidade para hidromel. No seu art. 5º, estabelece que o hidromel deve possuir extrato seco reduzido de no mínimo 7,0 g/L; acidez total entre 50 e 130 meq/L; acidez fixa, mínimo de 30 meq/L; e acidez volátil de no máximo de 20 meq/L. Comparando os dados obtidos com os limites estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, pode-se verificar que o produto obtido a partir do mel da abelha Jataí está dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente.

O teor alcoólico obtido em um processo fermentativo para produção de hidromel é dependente da quantidade de açúcares fermentescíveis presentes no mel e pela eficiência da levedura em converter o substrato em produto. No início do estudo foi preestabelecido que o objetivo era obter uma bebida de teor alcoólico igual a 11 % (v/v). Para tanto adicionou-se o mel em quantidade que disponibilizasse a quantidade ideal de açúcares fermentescíveis para o processo, porém o teor alcoólico atingido foi inferior ao predeterminado (Tabela 02.). O Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009 (Brasil, 2009) que determina os padrões de identidade e qualidade de bebidas, estabelece que a graduação alcoólica do hidromel deve estar entre 4 e 14 % em volume. Em base ao resultado encontrado (8,33 %), observa-se que o hidromel obtido atendeu a legislação.

A densidade é uma grandeza intensiva, isto é, não depende da quantidade de matéria, é dependente do tipo de substância, e é em geral influenciada pela temperatura e pressão. Através da comparação da densidade do mosto e do produto final pode-se constatar as

transformações que ocorreram no decorrer do processo fermentativo, onde a levedura *Saccharomyces cerevisiae* através de seu metabolismo e consumo dos açúcares presentes no mel, produziu gás carbônico, álcool e alguns outros subprodutos. O mosto inicial era composto apenas de água cuja densidade é de 1,00 g/mL e mel com densidade de 1,33 g/mL, acarretando a uma densidade do mosto de 1,02 g/mL. Após o processo fermentativo e conversão dos açúcares em etanol a densidade da bebida composta agora por álcool (0,79 g/mL), água e açúcares restantes diminuiu para um valor de 0,96 g/mL. Este dado pode ser então considerado consequência do teor alcoólico e da quantidade de açúcar residual.

A quantidade de cinzas representa o conteúdo mineral presente na bebida. A proporção encontrada no estudo (0,92 g/L) é inferior aos resultados de Fernandes, Locatelli, Scartazzini (2009) que avaliaram diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e mel de abelhas africanizadas na produção de hidromel. Estes autores obtiveram 1,59; 1,67; 1,38; 1,49 g/L para o processo com as leveduras comerciais Fleischmann, Fermol Arôme Plus, Cryaromae, Fermol Blanc respectivamente.

O extrato seco representa as substâncias não voláteis do fermentado, é uma indicação do conteúdo de açúcar no mosto original (MOUCHREK FILHO et al., 2002). Com relação a este parâmetro o hidromel de mel de Jataí alcançou conteúdo elevado (51,66 g/L) se comparado ao hidromel de mel de abelhas africanizadas produzido por Fernandes, Locatelli, Scartazzini (2009). Em seus experimentos com diferentes leveduras, encontraram valores de 41,40; 41,90; 42,50; 40,90 g/L para as leveduras comerciais Fleischmann, Fermol Arôme Plus, Cryaromae, Fermol Blanc, respectivamente.

A quantidade de extrato seco reduzido determina o corpo do fermentado (AQUARONE; LIMA; BORZANI, 1983 apud ASQUIERI, RABÊLO e SILVA, 2008). O fermentado de mel de Jataí apresentou conteúdo menor de extrato seco reduzido (20,87 g/L), se comparado aos valores encontrados por Fernandes, Locatelli, Scartazzini (2009) que encontraram extrato seco reduzido de 30,46; 32,56; 30,48; 29,22 g/L para hidroméis fermentados pelas leveduras comerciais Fleischmann, Fermol Arôme Plus, Cryaromae, Fermol Blanc, respectivamente. Isso se deve principalmente pelo hidromel de mel abelhas Jataí do presente estudo apresentar uma quantidade de açúcares residual maior que o fermentado a base de mel de abelhas africanizadas preparado por Fernandes, Locatelli, Scartazzini (2009).

O pH é um fator importante que possui relação direta com a acidez, valores relativamente baixos deste parâmetro conferem características de frescor ao fermentado

(ASQUIERI, RABÊLO e SILVA, 2008). Já valores elevados de pH acarretam uma menor resistência do produto ao ataque de microrganismos indesejáveis. De acordo com Sroka e Tuszyński (2007) nos primeiros dias de fermentação do mosto são produzidos dois ácidos principais, o ácido acético e o succínico, que são responsáveis pelo abaixamento do pH. De acordo com a tabela 02. observa-se o baixo pH da bebida a base de mel de Jataí (3,67), demonstrando-se assim que esta é segura microbiologicamente, já que o principal contaminante patogênico, o *Clostridium botulinum* não possui atividade em pH inferior a 4,6 (AMSTALDEN et al., 1997). A média dos valores de pH obtidos (3,67) são superiores aos encontrados por Oliveira Neto (2012) em seus estudos, onde este buscava encontrar uma tecnologia para a obtenção de hidromel do tipo doce a partir de mel de abelhas africanizadas e com 48 horas de fermentação. Os resultados deste autor indicaram valores de pH de 3,31 e 3,42. A concentração de íons de hidrogênio dissolvido no fermentado de mel de Jataí encontrada no estudo é igual ao pH de 3,67 alcançado por Ukpabi (2006) em caracterização de hidromel produzido a partir de mel pré-aquecido diluído de abelhas africanizadas, e superior ao pH de 3,65 encontrado para hidromel produzido a partir de mel diluído sem aquecimento. Kempka e Mantovani (2013) em caracterização físico-química de hidromel produzido com méis do tipo angico, silvestre, melato, angico e pólen, obteve valores inferiores de pH ao da presente pesquisa para fermentado de mel tipo angico, silvestre e angico e pólen, com valores de 3,24; 3,66 e 3,54, respectivamente. Já para a bebida de mel tipo melato, o pH alcançado foi de 4,05, valor superior ao encontrado para bebida a base de mel de Jataí. Essas diferenças encontradas com a literatura são decorrentes das condições em que a fermentação ocorreu, bem como da acidez e características do mosto.

A acidez de uma bebida alcoólica fermentada pode ser analisada através acidez real, expressa pelo pH, da acidez titulável e da concentração dos ácidos orgânicos. Esta acidez é muito importante, por influenciar nas características sensoriais e estabilidade físico-química e biológica do fermentado (RIZZON; MIELE, 2002 apud ASQUIERI, RABÊLO e SILVA, 2008). O produto fermentado de mel de abelhas Jataí apresentou menor acidez total (54,32 meq/L) se comparado a alguns autores da literatura. Barrios et al. (2010), em caracterização de hidromel elaborado a partir de mel de abelhas *Apis mellifera* da Venezuela, obteve valor de 66 meq/L para o parâmetro analisado. Fonseca (2013) realizou um estudo sobre o efeito da utilização de células imobilizadas de levedura *Saccharomyces cerevisiae* em alginato de cálcio (concentrações de 2 e 4%) na produção de hidromel a partir de mel de abelhas

africanizadas de segunda categoria. Este autor obteve valores de acidez total de 61,49 meq/L e 60,96 meq/L para as fermentações com concentração de 2% e 4 %, respectivamente.

Valores elevados de acidez volátil (expressa em meq/L de ácido acético) podem influenciar a qualidade organoléptica do hidromel, conferindo sabor e aroma desagradável de vinagre, tornando a bebida inadequada para o consumo. De acordo com Fonseca (2013) o ácido acético pode ser formado em qualquer etapa da fermentação. Comparando a acidez volátil encontrada para a bebida de mel de Jataí (3,58 meq/L) com a obtida por Barrios et al. (2010) em fermentado a base de mel de abelhas africanizadas, verifica-se que o valor de 10 meq/L encontrado por este é superior ao identificado no presente estudo. Fonseca (2013) obteve média de valores de acidez volátil em cinco fermentações sucessivas de 14,33 meq/L e 15,67 meq/L para as concentrações de alginato de 2 e 4 %, respectivamente. Índices de acidez volátil superiores aos encontrados no presente estudo. Segundo Fonseca (2013) as diferenças entre os valores de acidez volátil podem estar associados à composição do mosto-mel e ao estresse que as leveduras estão sujeitas durante a fermentação.

No que se refere à cor, através da análise dos parâmetros L^* , a^* e b^* no prisma de cor (figura 05.), pode-se afirmar através do parâmetro L^* (luminosidade), que o produto obtido do mel de Jataí caracteriza-se por possuir claridade. O valor negativo de a^* demonstra que a bebida possui levemente tendência ao verde e o parâmetro b^* positivo representa tendência para o amarelo. A figura 06. apresenta o hidromel obtido a partir do mel de abelhas Jataí.

Figura 05. Ábaco de cores

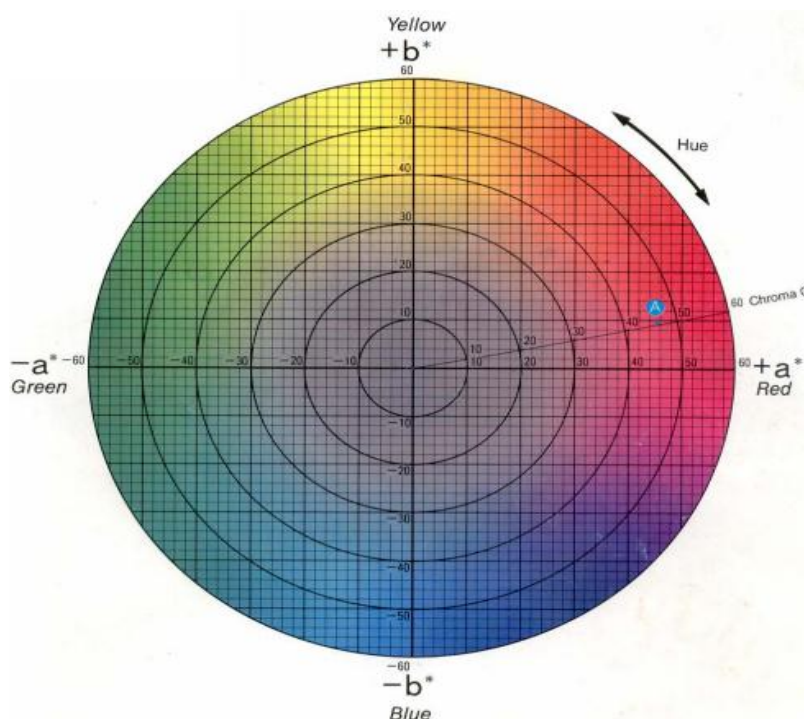


Figura 06. Hidromel



Os resultados alcançados para os parâmetros de cor apresentados na tabela 02. foram inferiores aos encontrados por Kempka e Mantovani (2013) na produção de hidromel a partir de diferentes méis de *Apis mellifera*. Os autores obtiveram produtos mais claros, com maior tendência ao verde e amarelo, a partir dos méis de Angico, Silvestre, Melato e Angico e Pólen.

Em análise de cor o Croma é identificado como uma relação matemática entre os valores de a^* e b^* que determina a intensidade da cor de um objeto. Para o hidromel obtido em estudo o valor deste parâmetro foi de $6,79 \pm 0,0168$. Já o Hue-Angle é a angulação formada pela relação entre a^* e b^* , que permite identificar a tonalidade da cor do objeto. O hidromel de mel de Jataí apresentou Hue-Angle de $- 85,21 \pm 0,1037$.

Os açúcares presentes no produto final são aqueles que não foram utilizados como substrato pela levedura, sendo que a quantidade destes no hidromel proporciona a doçura característica da bebida. Os valores de açúcares totais da bebida elaborada do mel de Jataí (30,79 g/L) são elevados se comparados aos resultados alcançados por Fernandes, Locatelli, Scartazzini (2009) em seus estudos com diferentes leveduras fermentativas. Os açúcares totais encontrados após 1 ano de maturação para as leveduras comerciais Fleischmann, Fermol Arôme Plus, Cryaromae, Fermol Blanc são respectivamente 1,50; 1,30, 1,90; 2,25 g/L. Sroka et al. (2013), realizou uma pesquisa sobre o efeito de Cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, liofilizadas de bagos de uvas, sobre os padrões cinéticos da fermentação em mosto composto de mel de abelhas africanizadas e água, determinando as características físico-químicas do produto após um curto período maturação. Estes autores obtiveram teores mais elevados de açúcares totais do que o presente estudo, sendo estes valores de 245,7 e 213,6 g/L para as

Cepas de uvas Seyval Blanc e Jutrzenka, respectivamente. Desta maneira, pode-se verificar que o tempo de fermentação e maturação é o principal influente na quantidade de açúcares totais presentes no hidromel.

5.4 RENDIMENTO E EFICIÊNCIA DA FERMENTAÇÃO

O rendimento é definido como uma “eficiência” relativa ao desempenho de determinada função ou tarefa, é uma proporção entre o resultado obtido e os meios que tenham sido usados para o efeito. Desta forma, o rendimento de uma fermentação alcoólica é dado em função da obtenção do produto de interesse, o etanol, e a forma de alcançar este, através do consumo dos açúcares fermentescíveis. Para o cálculo do rendimento da fermentação para produção de hidromel utiliza-se da equação (16).

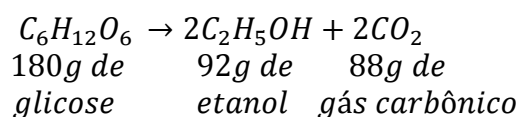
$$Y_{etanol}(\%) = \frac{Etanol\ produzido\ (g/L)}{Açúcares\ consumidos\ (g/L)} \times 100 \quad (Eq. 16)$$

A eficiência é definida como o uso racional dos meios dos quais se dispõe para alcançar um objetivo previamente determinado, trata-se da capacidade de alcançar os objetivos e as metas programadas com o mínimo de recursos disponíveis. Assim a eficiência de uma fermentação alcoólica é a razão entre o rendimento obtido experimentalmente, e o rendimento teórico a ser alcançado com 100 % de eficiência.

A eficiência do processo para obtenção de hidromel é calculado utilizando-se da equação (17)

$$Eficiência\ (\%) = \frac{Rendimento\ real}{Rendimento\ teórico} \times 100 \quad (Eq. 17)$$

Onde o rendimento teórico da fermentação é definido como o volume de álcool a ser produzido com eficiência de 100% por quilograma de açúcares fermentescíveis, ou seja, admitindo-se que todo o açúcar é convertido em etanol. O rendimento estequiométrico esta representado na expressão abaixo.



Assim, pela estequiometria tem-se que o rendimento teórico na produção de etanol pela via fermentativa é de 51,11 %.

A partir da diferença entre a quantidade de açúcares fermentescíveis presentes inicialmente no mosto (estimada através da quantidade de mel inserida no mosto) pela

quantidade de açúcares totais presentes no produto final verificou-se que a levedura utilizou 82,46% destes açúcares no processo fermentativo.

Na produção de hidromel utilizando como substrato de fermentação o mel de abelha Jataí o rendimento em etanol obtido foi de 45,43 % com uma eficiência de 88,90 %. A fermentação para obtenção de hidromel de mel da abelha Jataí mostrou-se mais eficiente do que alguns autores que utilizaram-se do mel de abelhas africanizadas como fonte de açúcares fermentescíveis. Fernandes, Locatelli e Scartazzini (2009) avaliando diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae* para a produção de hidromel, em 75 dias de fermentação obteve valores de rendimento 35,05; 45,37; 41,43; 41,79 % e eficiência de 68,59; 88,79; 81,07; 81,78 % para as respectivas leveduras comerciais Fleischmann, Fermol Arôme Plus, Cryaromae, Fermol Blanc. Ilha et al. (2008) alcançou rendimento de 41,53% e eficiência de 81,27% na produção de hidromel em 84 horas de fermentação com mosto enriquecido com nutrientes sulfato de amônio e fosfato de amônio. Uma possível explicação para essa melhor eficiência do mel de Jataí como substrato de fermentação para produção de hidromel é o fato de este proporcionar maior aporte mineral e ser mais diluído, acarretando em menor estresse osmótico as leveduras.

6 CONCLUSÃO

No presente estudo, verificou-se a possibilidade de utilização do mel de abelhas Jataí como fonte de açúcares fermentescíveis para produção de hidromel, apesar de não proporcionar à quantidade ideal de compostos indispensáveis a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, este mel mostrou um potencial para obtenção das condições ideais para o processo, devido principalmente a sua maior diluição, menor concentração de açúcares e maior proporção de minerais. A bebida obtida através da fermentação dos açúcares presentes no mel de Jataí atendeu as exigências estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, mostrando-se como uma alternativa para os produtores de mel que não conseguem vender seus produtos ou não conseguem adequar o mesmo à legislação vigente, que contempla apenas características físico-químicas do mel de abelhas do gênero *Apis*.

7 SUGESTÃO PARA ESTUDOS POSTERIORES

Realização de análise sensorial para verificar a aceitabilidade do produto pelo consumidor, bem como, investigar se existem diferenças sensoriais significativas entre a bebida elaborada a partir mel de Jataí e a de mel de abelhas africanizadas.

Efetuar um estudo de aumento de escala, para verificar o desempenho de produção em escala industrial. Para tanto deve-se partir da produção em escala de bancada, para uma piloto e posteriormente para a industrial, averiguando assim se o desempenho nessas diferentes escalas é similar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, M. G. **Vantagens e desvantagens ecológicas da Meliponicultura para a conservação da biodiversidade**; Monografia de Graduação em Ciências Biológicas, apresentada a Universidade Federal do Paraná (UFPR); Curitiba-PR: 2012;
- ALVES, T.T.L.; MENEZES, A.R.V.; SILVA, J.N.; PARENTE, G.D.L.; NETO, J.P.H. **Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro**; Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.3, p.91 - 97, 2011;
- AMSTALDEN, V.C.J.; SERRANO, A.M.; MELO, A; MANHANHI, M.R.; **Avaliação da Toxigenese de *C.botulinum* em mortadela presunto** ; Ciência e Tecnologia de Alimento, 1997;
- ARAUJO, D. R.D.; SILVA, R.H.D.D.; SOUSA, J.D.S. **Avaliação da Qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE**. Revista de Biologia e Ciências da terra, v.6, n.1, 2006;
- ASQUIERI, E.R.; RABÊLO, A.M.S.; SILVA, A.G.M. **Fermentado de Jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais**; Ciência e Tecnologia de Alimentos, pág 881-887, Campinas-SP : 2008;
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 18.ed. rev.4. Washington, 2005;
- BARRIOS, C.S.; PRINCIPAL, J.; SÁNCHEZ, J.; GUÉDEZ, C. **Caracterización físico-química y análisis sensorial de un Hidromiel elaborado de manera artesanal**; Zootecnia Tropical, Vol.28, Págs. 313-319, 2010;
- BARROS, L. B. **Perfil sensorial e de qualidade do mel de abelha (*Apis mellifera*) produzido no estado do Rio de Janeiro**; Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ: 2011;
- BRASIL. Decreto nº6871, de 04 de junho de 2009. **Regulamenta a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas pela Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Secretaria de Vigilância Sanitária, 2009;
- BRASIL. Instrução Normativa n. 64, de 23 de abril de 2008. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anexo III, **Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Hidromel**; Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 abr. 2008;
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**;

CALAÇA, P. S. S. T. **Aspectos da biologia de *Melipona Quinquemfasciata* Lepelletier (Mandaçaia do chão), características físico-químicas do mel, recursos alimentares e leveduras associadas;** Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG: 2011;

CAMARGO, R.C.R.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; WOLFF, L. F. **Mel: Características e propriedades;** Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X ; 150; Teresina- PI: 2006;

CAMPOS, G. DELLA-MODESTA, R. C. SILVA, T. J. P. BAPTISTA, K. E. GOMIDES, M. F. e GODOY, R. L. **Classificação do mel em floral ou mel de melato.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.23, n.1, p.1-5, 2003;

CARDOSO, M. D. G. **Produção de aguardente de cana;** 2.ed. Lavras: UFLA, 2006;

CARVALHO, C. A. L.; SOUZA, B. A.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ALVES, R. M. O. **Mel de abelhas sem ferrão: Contribuição para a caracterização físico-química;** Cruz das Almas - BA: 2005;

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos;** segunda edição revista, editora Unicamp, Campinas-SP: 2003;

CHAGAS, N. V.; da ROSA, M. N.; dos REIS, A. H.; TORRES, Y. R.; dos SANTOS, J. M. T.; RIGO, M. **Estudo de Cinética de Fermentação Alcoólica por Células de *Saccharomyces Cerevisiae* em Mel Diluído;** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol.10 nº 2, 2008;

CHAGAS, N. V. **Estudo de parâmetros para produção de bebida fermentada a partir do mel;** Dissertação de mestrado: Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO), Guarapuava - PR: 2008;

CHIAPETTI, E.; BRAGHINI, F. **Comparação das características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*);** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão-PR: 2013;

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.E.; SILVA, E.M.S.; BESERRA, M.F.; RODRIGUES, M. L. **Análise físico-química de méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona Scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba.** Ciência Rural, v. 35, n. 5, Santa Maria - RS: 2005;

FABICHAK, I. **Abelhas Indígenas sem ferrão: Jataí;** Nobel: 2000;

FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, L. S. **Avaliação de diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração;** Evidência, Joaçaba v. 9, n. 1-2, p. 29-42, 2009;

- FERREIRA, C. M. **Caracterização de méis da Serra do Caramulo**; Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro, 2008;
- FONSECA, A. R. P. **Reutilização de Células Imobilizadas na Produção de Hidromel**; Dissertação de mestrado Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança: 2013;
- GARCIA, R.C.; BRAGA, G.C.; PICKLER, M.A.; PIRES, B.G.; CAMARGO, S.C.; LÜPKE, C.J.; FRANZÃO, F. B. **Racionalização da cadeia do mel e caracterização do produto de apicultores agrofamiliares da região oeste do Paraná**; 2005;
- GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; GAVA J. R. F. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**; São Paulo: Nobel, 2008;
- GOMES, T. M. C. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**; Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Biotecnologia; Bragança: 2010;
- GONÇALVES, A.L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. **Atividade Antimicrobiana do mel da abelha nativa sem ferrão *Nannotrigona Testaceicornis* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini)**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.72, n.4, p.455-459, 2005;
- HARDER, M.N.C. **Efeito do urucum (*Bixa orellana* L.) na alteração de característica de ovos de galinha poedeiras**. 74 p. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba - SP: 2005;
- ILHA, E.C., BERTOLDI, F.C., REIS, V.D.A., SANT'ANNA, E. **Rendimento e eficiência da fermentação alcoólica na produção de hidromel**; Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 84. Corumbá, Mato Grosso do Sul: Embrapa, 2008;
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008;
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE); **Produção da Pecuária Municipal**; v. 39, p.1-63, Rio de Janeiro - RJ: 2011;
- KEMPKA, A.P.; MANTOVANI, G.Z. **Produção de hidromel utilizando méis de diferentes qualidades**; Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.15, n.3, p.273-281, Campina Grande: 2013;
- MAGALHÃES, M.S. **Mel e pólen de abelhas *Apis mellifera* como bioindicadores de poluição ambiental por metais pesados**. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Ouro Preto: 2010;

MARTINS, F.F.F.; MARTINS, F.F.; PEREIRA, J.O.P.; ALENCAR, T.C.S.D.; CARVALHO L.S.; MACEDO, S.F.L.; FARIAS K.C.; PAULA,C.M. **Perfil do consumo de mel de abelhas africanizadas em cidades do interior do estado do Ceará**; 2010;

MATTIETTO, R.A., LIMA, F.C.C., VENTURIERI, G.C., ARAÚJO, A. A. **Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce**; Comunicado Técnico 170. Belém: Embrapa, 2006;

MENDES, C.G.; SILVA, J.B.A.; MESQUITA L.X.; MARACAJÁ P.B. **As análises de mel: revisão**; Revista Caatinga, Universidade Federal rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró : 2009;

MOUCHREK FILHO, V.E.; dos SANTOS, A.A.; MOUCHREK FILHO, J.E.; NASCIMENTO A.R.; MARINHO, S.C.; MENDES, J.C.; LOPES, N.A.; GARCIAS JUNIOR, A.V.; MARTINS, A.G.L.A. **Produção, Processamento e Análise Bromatológica do vinho obtido do Caju (*Anacardium occidentale L.*)**; Cad. Pesq, v.13,n.1,p31-45, São Luís: 2002;

OLIVIERA, L. A.; LORDELO F. S.; TAVARES, J. T. Q.; CAZETTA M. L. **Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus L.*)**; Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial; UTFPR, Ponta Grossa – PR: 2012;

OLIVEIRA NETO, P. C.; JERONIMO, K. R.; LIRA, T. K. B.; FLORÊNCIO I. M.; FLORENTINO, E. R. **Obtenção de hidromel tipo doce**; Encontro Nacional de educação, ciência e tecnologia/UEPB : 2012;

PACHECO, T. F. **Fermentação alcoólica com leveduras de características floculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente**; Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG: 2010;

PEREIRA, A. P.; DIAS, T.; ANDRADE, J. A.; RAMALHOSA, E.; ESTEVINHO, L.M. **Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains**; Food and Cheminal Toxicology, 2009;

PEREIRA, A. P. P.; **Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel**; Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar; Bragança: 2008;

RIVAKDI, J. D.; SILVA, M. M.; COELHO, T. C.; OLIVEIRA T. C.; **Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por *Saccharomyces cerevisiae* IZ 888**; Braz. J. Food Technol., VII BMCFB, 2009;

RODRIGUES, L. M.; DANTAS, R.; FINZER, J. R. D. **Utilização de produto natural durante a fermentação alcoólica visando uma produção que se enquadre nos parâmetros de atividade sustentável**; FAZU em Revista, Uberaba, n. 6, p. 53-82, 2009;

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

SILVA, R.A.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H. M.; COSTA, J.M. C. **Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha**; Alim. Nutr., v.17, n.1, Araraquara: 2006;

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSUK, I. P. CARVALHO, C. A. L. **Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae) do Estado do Ceará**; Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.4, p.1139-1144, 2007;

SROKA, P.; SATORA, P.; TARKO, T.; DUDA-CHODAK, A.; KEPSKA, K. **Immobilization of yeast on grapes for mead production**; Potravinarstvo, vol. 7, Special Issue, 2013;

SROKA, P.; TUSZYNSKI, T. **Changes in organic acid contents during mead wort fermentation**. Food Chemistry, 2007;

TERRAB, A; RECAMALES, A. F.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J.;. **Contribution to the study of avocado honeys by their mineral contents using inductively coupled plasma optical emission spectrometry**; Food Chemistry, 92, 2005;

UKPABI, U.J. **Quality evaluation of meads produced with cassava (*Manihot esculenta*) floral honey under farm conditions in Nigeria**; Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 6, n° 1, págs. 37-41, 2006;

VASCONSELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação de alimentos**; ETEC-Brasil, 130 pag., UFRPE/CODAI, Recife-PE: 2010;

VENTURIERI, G.C. **Criação de abelhas Indígenas sem ferrão**; 2ª edição, Embrapa, Belém-PA: 2008;

VILLAS-BÔAS, J. **Manual tecnológico: Mel de abelhas sem ferrão**; 1ª edição Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), Brasília - DF: 2012;

WELKE, J. E.; REGINATTO, S.; FERREIRA, D.; VICENZI, R.; SOARES, J.M. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera L.* da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul;** Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.6, p.1737-1741, 2008;

ANEXOS

ANEXO A - Preparo de soluções para a determinação de açúcares.

Solução A – Dissolveu-se 69,28 g de sulfato de cobre - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - com água em um balão volumétrico de 1 L, completando em seguida o volume com água.

Solução B – Dissolveu-se 346 g de tartarato duplo de sódio e potássio - $\text{K Na (C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{) } \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e 100 g de hidróxido de sódio em água, transferiu-se para um balão volumétrico, sendo o volume completado posteriormente.

A solução de Fehling foi padronizada com uma solução de glicose a 0,5% v/v em água (0,5 g de glicose pura seca em estufa a 70 °C, durante 1h, diluída em 100 mL).

Para o cálculo do título da solução de Fehling utilizou-se da equação (18)

$$\text{Fator de correção (FC)} = \left[\frac{\text{mL gastos de glicose} * 0,5}{100} \right] \text{ (Eq. 18)}$$

ANEXO B – Tabela de Chataway, para conversão do índice de refração em porcentagem de umidade.

Índice de refração a 20°C	Umidade %	Índice de refração a 20°C	Umidade %	Índice de refração a 20°C	Umidade %	Índice de refração a 20°C	Umidade %
1,5044	13,0	1,4961	16,2	1,4880	19,4	1,4800	22,6
1,5038	13,2	1,4956	16,4	1,4875	19,6	1,4795	22,8
1,5033	13,4	1,4951	16,6	1,4870	19,8	1,4790	23,0
1,5028	13,6	1,4946	16,8	1,4865	20,0	1,4785	23,2
1,5023	13,8	1,4940	17,0	1,4860	20,2	1,4780	23,4
1,5018	14,0	1,4935	17,2	1,4855	20,4	1,4775	23,6
1,5012	14,2	1,4930	17,4	1,4850	20,6	1,4770	23,8
1,5007	14,4	1,4925	17,6	1,4845	20,8	1,4765	24,0
1,5002	14,6	1,4920	17,8	1,4840	21,0	1,4760	24,2
1,4997	14,8	1,4915	18,0	1,4835	21,2	1,4755	24,4
1,4992	15,0	1,4910	18,2	1,4830	21,4	1,4750	24,6
1,4987	15,2	1,4905	18,4	1,4825	21,6	1,4745	24,8
1,4982	15,4	1,4900	18,6	1,4820	21,8	1,4740	25,0
1,4976	15,6	1,4895	18,8	1,4815	22,0	-	-
1,4971	15,8	1,4890	19,0	1,4810	22,2	-	-
1,4966	16,0	1,4885	19,2	1,4805	22,4	-	-