



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JÚLIA FERREIRA DA SILVA

**CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO DE MEL DURANTE A PRODUÇÃO DE
HIDROMEL DE TRÊS DIFERENTES FLORADAS**

JOÃO PESSOA

2016

JÚLIA FERREIRA DA SILVA

**CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO DE MEL DURANTE A PRODUÇÃO DE
HIDROMEL DE TRÊS DIFERENTES FLORADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Muniz

Co-orientador: Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa

JOÃO PESSOA

2016

JÚLIA FERREIRA DA SILVA

**CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO DE MEL DURANTE A PRODUÇÃO DE
HIDROMEL DE TRÊS DIFERENTES FLORADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Data:

Resultado:

Banca Examinadora

Professor (Dr. Marcelo Barbosa Muniz)

Professor (Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa)

Professora (Dr. Edilma Pinto Coutinho)

JOÃO PESSOA

2016

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele não chegaria aqui.

A meus pais, Janeide Carlos da Silva e Clenildo José Ferreira da Silva, por todo apoio, investimento, paciência, atenção, obrigado por tudo, essa vitória é nossa.

A minhas irmãs, Ana Caroline Ferreira da Silva e Isabel Patrícia Ferreira da Silva, por toda paciência, atenção e compreensão.

A meu avô, Danival Chagas da Silva (*in memoriam*), por sempre acreditar que eu chegaria aqui.

A José Ivan Bezerra Vilarouca Filho (Datinho), por todo apoio, carinho, atenção, paciência e me fazer enxergar a vida através de um ângulo novo, mas que é perfeito.

A meu orientador, Marcelo Barbosa Muniz, por toda paciência, ajuda, conhecimento, instrução e aprendizado, muito obrigada por tudo.

A professora, Edilma Pinto Coutinho, por toda colaboração, apoio e instrução não só no decorrer do trabalho, bem como na disciplina de trabalho de conclusão de curso, sua ajuda é e foi indispensável.

A meu co-orientador, Carlos Albeto Bispo de Sousa, por toda disponibilidade.

A Luanna Pinto Vilar, por toda ajuda, aprendizado e luta diária, Lu, pode ter certeza que sua ajuda foi essencial para o andamento deste trabalho.

A Anatalha Marinho Alexandre, Anama Sitônio Magalhães, Joanda Kéroly Estevão de Freitas, Nataly da Silva Alves, Vitor Campos Pereira, por toda ajuda, carinho, conversas, distrações em momentos estressantes, apoio, enfim, foram as pessoas que animaram esta fase tão sofrida e ao mesmo tempo gratificante de minha vida, jamais esquecerei nenhum de vocês.

A banca examinadora pela participação.

RESUMO

A produção de hidromel pode ser uma alternativa interessante para aumentar a renda dos apicultores das microrregiões paraibanas do Brejo e Curimataú. O presente trabalho teve como objetivo a produção de hidromel a partir de três diferentes floradas: ervanço de galinha (*Alternanthera brasiliana* L. Kuntze), amarra cachorro (*Jaquemontia asarifolia* Smith) e vassoura de botão (*Spermacoce (Borreria) capitata* (Ruiz, Pav.)) por abelhas da espécie *Apis mellifera*. Os méis de cada florada, foram diluídos com água, resultando numa solução de concentração de sólidos solúveis totais com 20°Brix. Em seguida, foram inoculadas com levedura *Saccharomyces cerevisiae* do tipo comercial na concentração de 18 g.L⁻¹. A fermentação ocorreu em biorreatores de polietileno a temperatura ambiente (de 25 a 29°C) e pH de 3,97 - 4,35. No decorrer do processo fermentativo, um acompanhamento cinético foi realizado com coleta de amostras de três em três horas. Foram determinados nas amostras: o pH, acidez total, temperatura, teor de sólidos solúveis totais, teor alcoólico do fermentado e açúcares redutores totais (ART). O processo foi terminado ao final de 48 horas de fermentação, com a estabilização do teor de sólidos solúveis totais. Em seguida, realizou-se uma transfega seguida de centrifugação, para separar a levedura do hidromel. Os hidroméis foram acondicionados em garrafas de vidro transparente e colocados em banho-maria para pasteurização a 65° durante 30 minutos. Por fim, as bebidas foram armazenadas em local escuro e inodoro. Os resultados do acompanhamento cinético permitiram analisar a produção de álcool durante fermentação, o consumo de sólidos solúveis totais, de açúcares redutores totais (ART) e a variação de temperatura e acidez durante a produção dos hidroméis. Os hidroméis das três floradas apresentaram teor alcoólico médio 12,7%. As três floradas mostraram-se adequadas para a produção de hidromel, o qual pode tornar-se uma alternativa de renda para os apicultores do Brejo e Curimataú.

Palavras-Chave: Apicultura; Mel; Fermentação.

ABSTRACT

Mead production may be an interesting alternative to increase the income of beekeepers in the Parajo micro regions of Brejo and Curimataú. The objective of the present work was to produce mead from three different flowering plants: chicken hatchery (*Alternanthera brasiliana* L. Kuntze), dog moor (*Jaquemontia asarifolia* Smith) and broom (*Spermacoce (Borreria) capitata* (Ruiz, Pav.)) By bees of the species *Apis mellifera*. The honeys of each flowering were diluted with water, resulting in a solution of total soluble solids concentration with 20 ° Brix. They were then inoculated with commercial grade *Saccharomyces cerevisiae* yeast at the concentration of 18 g.L⁻¹. The fermentation occurred in polyethylene bioreactors at room temperature (25 to 29 ° C) and pH of 3.97 - 4.35. During the fermentation process, kinetic monitoring was performed with samples collected every three hours. Samples were determined: pH, total acidity, temperature, total soluble solids content, fermentation alcohol content and total reducing sugars (ART). The process was terminated at the end of 48 hours of fermentation, with the stabilization of the total soluble solids content. Thereafter, transfer followed by centrifugation to separate the yeast from the mead. The meads were packed in clear glass bottles and placed in a water bath for pasteurization at 65 ° for 30 minutes. Finally, the drinks were stored in a dark, odorless place. The results of the kinetic monitoring allowed to analyze the alcohol production during fermentation, the consumption of total soluble solids, total reducing sugars (ART) and the variation of temperature and acidity during the production of the hydromiles. The hydromiles of the three flowering plants, presented average alcohol content 12.7%. The three flowering plants were suitable for the production of mead, which can become an income alternative for the Brejo and Curimataú beekeepers.

Keywords: Beekeeping; Honey; Fermentation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 APICULTURA	10
2.2- <i>Apis mellifera</i>	11
2.2.1 - Mel: aspectos físico-químicos	11
2.3-Flora apícola	13
2.4 HIDROMEL	14
2.4.1-Histórico	14
2.4.2-Denominação do hidromel em alguns países	15
2.4.3-Padrão de identidade e qualidade do hidromel	15
2.5 LEVEDURAS	16
2.5.1-<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
2.5.2-FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA	16
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4 METODOLOGIA	19
4.1 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	19
4.2 MATÉRIA-PRIMA	19
4.3 MICRORGANISMO	20
4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE MEL	20
4.4.1 Atividade de água	21
4.4.2 Umidade	21
4.4.3 Acidez total, fixa e volátil	21
4.4.4 pH	21
4.4.5 Condutividade elétrica	22
4.4.6 Minerais	22
4.4.7 Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	22
4.4.8 Hidroximetilfurfural (HMF)	22
4.5 CINÉTICA FERMENTATIVA PARA A PRODUÇÃO DO HIDROMEL	23
4.5.1 Produção do hidromel	23
4.5.2 Preparo do mosto	23
4.5.3 Inoculação da levedura	24

4.5.4 Fermentação alcoólica e análise cinética	25
4.5.5 Concentração de etanol (°GL)	26
4.5.8 Envase	27
4.5.9 Pasteurização	27
4.5.10 Armazenamento	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.1 Caracterização físico-química do mel.....	29
5.2 ANÁLISE CINÉTICA	31
5.2.1 Variação do teor alcoólico (°GL) e a variação de sólidos solúveis totais (°Brix) durante a produção do hidromel.....	32
5.2.2 Avaliação cinética da temperatura durante a produção do hidromel	33
5.2.3 Avaliação cinética do pH durante a produção do hidromel	34
5.2.4 Avaliação cinética da acidez durante a produção do hidromel.....	35
5.2.5 Avaliação cinética dos açúcares redutores totais (ART) durante a produção do hidromel.....	36
6 CONCLUSÕES.....	37
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é uma prática econômica em ascensão no Brasil. Além de originar empregos, possibilita o crescimento da renda, principalmente para a agricultura familiar, auxiliando no melhoramento da condição de existência no meio rural (BRUNELLI, 2015).

A fabricação de mel no Brasil durante o ano de 2014 foi de 38,47 mil toneladas, sendo esta fração 8,8% maior que o fabricado em 2013 (IBGE, 2014). Sendo que apenas uma porção de 20% do mel fabricado no Brasil é designada a venda e consumo no mercado interior (IBGE, 2009), o que torna este ligado as exportações (BRASIL, 2015).

Compreende-se por mel, o produto produzido do néctar floral que as abelhas recolhem, modificam, ajustam substâncias próprias e armazenam até a plena maturidade nos favos das colmeias. Este produto é consumido abundantemente no mundo sendo apontado como um alimento fonte de carboidratos, nutriente fundamental para fornecimento energético aos seres humanos (BARROS, 2011).

O conhecimento da flora apícola de uma área é de extrema importância para os apicultores. É por meio do conhecimento dessas plantas que irá identificar as origens de alimento das abelhas, objetivando potencializar a utilização dos meios tróficos, tanto na fixação e quanto preservação da vegetação nativa (SODRÉ et al., 2007; MENEZES et al., 2010).

O hidromel é um produto obtido através de fermentação alcoólica na presença de leveduras em mel previamente diluído (MENDES-FERREIRA et al., 2010). É uma bebida com importância progressiva na economia devido ao crescimento da demanda de produtos fermentados, apesar de poucos estudos (FONSECA, 2013).

O presente trabalho teve como principal objetivo produzir hidromel a partir três diferentes floradas e avaliar os parâmetros fermentativos envolvidos neste processo de produção, que viabilizam sua fabricação, já que essa bebida é pouco difundida, tornando-se uma oportunidade para agregar valor à apicultura, surgindo como uma alternativa rentável para os apicultores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 APICULTURA

Possuindo uma extensão territorial de vegetação vasta e um clima tropical vantajoso à apicultura, o Brasil possui ampla potencialidade, ofertando condições de uma alta produção, com a perspectiva de fornecer mel o ano inteiro. Entretanto, estas mesmas propriedades, possibilitam ao mel uma grande heterogeneidade em suas características físico-químicas, qualidades sensoriais e outras particularidades (BARBOSA et al., 2014).

A apicultura é uma prática econômica que gera de emprego e renda para famílias de pequenos proprietários rurais ao complementar as outras atividades agropecuárias, sobretudo na época da seca. O principal produto apícola produzido é o mel (LACERDA et al., 2010).

A apicultura tem se desenvolvido nos últimos anos, por ser uma prática lucrativa para pequenos, médios e grandes produtores, a qual utiliza mão de obra familiar. Pode ser estruturada em qualquer extensão que possua condições propícias, como solo e clima, e possua uma vegetação variada (SANTOS e RIBEIRO, 2009; BACAXIXI et al., 2011; CAIONE et al., 2011). É a criação racional de abelhas do gênero *Apis* como objetivo de obter produtos, tais como, mel, própolis, pólen, entre outros (PINTO et al., 2015).

A agricultura brasileira tem se ampliado consideravelmente em produtividade e prática peculiar nas últimas décadas, posicionando o Brasil como um dos centros fornecedores globais de alimentos. Em termos de quantidade, em 2014 ocorreu uma expansão de 56,46% comparada a 2013, finalizando o ano de 2014 com produção de 25.317.263 Kg de mel para exportação (ABEMEL, 2015).

No que é referente às grandes regiões brasileiras, o Sul possui maior grau de fabricação completa de mel orgânico, com mais de 359,4 mil toneladas. Seguida pela região Nordeste que atingiu a colocação de segundo maior produtor, com mais de 164,7 mil toneladas; o Sudeste, com mais de 128,2 mil, o Centro-Oeste, mais de 17,4 mil toneladas, e o Norte, com pouco mais de 9 mil, fundamentando o período referido (IBGE, 2011).

Conforme salientado por Oliveira (2012), as bases estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possibilitam concluir que a apicultura na região Nordeste possui um sadio desenvolvimento a datar do início da década passada, acrescentando sua cooperação adicionada na fabricação nacional. Esta região possui extensa potencialidade produtiva, com condições climáticas e vegetação natural adequadas. É importante destacar, que independente da ocorrência da seca acometer alguns estados da região do Nordeste

Brasileiro, a citar Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, esse motivo não foi bastante para frear o crescimento da produção de mel nesta região (IBGE, 2013). Esta região foi responsável por 23% (7,7 mil toneladas) da fabricação brasileira de mel, tornando-se a segunda maior região fornecedora do país (SEBRAE, 2012).

Com avanço exponencial de 273,2% no período de 2004-2009, o comércio do mel na Paraíba já aparece como ensejo de comércio para pequenas cooperativas de variadas regiões do estado como Mata Paraibana, Brejo, Curimataú, Seridó e Sertão. Bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) demonstram que a fabricação saltou de 73 mil quilos, em 2004, para 272,5 mil quilos, em 2009, última base da pesquisa. Apenas o município de Catolé do Rocha centraliza metade da fabricação do Estado (136,7 mil) (SEBRAE, 2011). De acordo com a Federação Paraibana de Apicultura e Meliponicultura, a atividade da apicultura no Estado registrou de 2004 a 2009 na fabricação de cerca 40 para 200 toneladas anuais. Dos primitivos 190 produtores, hoje são quase 2 mil. O governo do Estado apor meio do Cooperar e recursos do Banco Mundial e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) montou no ano de 2013, 23 unidades de obtenção de mel, um posto de recolhimento, três entrepostos e um mini entreposto para organizar e fortalecer a cadeia benéfica do mel (COOPERAR, 2013).

2.2- *Apis mellifera*

No Brasil encontram-se dois modos de fabricação de mel: um por meio da meliponicultura que resulta na criação das abelhas nativas ou abelhas sem ferrão, as melíponas; o outro modo através da apicultura, que se baseia no uso econômico e racional da abelha da espécie *Apis mellifera* encarregada pela maior parcela da fabricação de mel no País (BAYLE, 2013).

2.2.1 - Mel: aspectos físico-químicos

O mel é um artigo de procedência animal, feito através de abelhas, tendo início com a ação de suas enzimas salivares e o néctar floral por elas tirado. Por serem artigos de procedência animal, o mel, o pólen, a própolis e a cera de abelhas, devem passar pela vistoria de um médico veterinário (TEIXEIRA; VERÍSSIMO, 2015).

O mel é um alimento que possui pH moderadamente ácido (3,5 a 4,0), com baixa atividade de água e umidade, não sendo, por este fato, apontado como um alimento com disposições propícias ao crescimento de microrganismos (Ferreira et al., 2013).

As qualidades dos méis, especialmente físico-químicas, são motivadas tanto pela origem botânica, circunstâncias climáticas, manuseio do apicultor, linhagem da abelha, entre outros, o que o torna um produto de alto nível de heterogeneidade (ABREU, 2011; MARCHINI, MORETI, 2001; LOPES et al., 2011).

O mel é considerado como uma solução concentrada de açúcares (75%), com predomínio dos monossacarídeos, como a frutose e glicose e reduzidas proporções de dissacarídeos, como a sacarose e maltose; água e minerais tais como cobre, magnésio, potássio e cálcio, (ALQARNI et al., 2014; DAMASIA-GOMES et al., 2015). A constituição química do mel, além dos carboidratos, do mesmo modo é formada de outras substâncias como ácidos, sais minerais, proteínas, vitaminas, álcoois, pigmentos e coloides, resultando em um produto extremamente diferenciado quanto a sua cor sabor e aroma. Esses atributos baseiam-se essencialmente da origem do néctar, dos estados climáticos e geográficos (ESCUREDO et al., 2014, SILVA et al., 2016).

A acidez livre é classificada como um indicador de decomposição do mel e é capaz de ser influenciada, pelas diferentes fontes de néctar, enzimas das glândulas mandibulares das abelhas e as quantidades de minerais presentes no mel. Elevados valores de acidez livre são indicativos da causa de fermentação dos açúcares, pela atividade de leveduras, assim o ponto máximo de acidez aceito pela legislação válida é de 50 meq kg^{-1} para méis de abelha *Apis mellífera* (CAMPOS; GOIS; CARNEIRO, 2010; BRASIL, 2000; OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

A água compõe o segundo elemento em fração existente no mel (15 a 20%), tornando-se uma das propriedades mais relevantes, por atuar na viscosidade, peso específico, maturidade, sabor, cristalização e conservação (SILVA et al., 2010).

Segundo a CPAMN (2013), os índices de umidade no mel aumentam, quando a colheita do mesmo acontece em dias chuvosos ou com elevado índice de umidade relativa do ar.

O teor de cinzas depende da composição do néctar da espécie vegetal predominante em sua formação. O tipo de solo em que a planta de origem do néctar está localizada também influencia a quantidade de minerais presentes nas cinzas (ALMEIDA, 2013).

Na legislação brasileira não há padrões definidos para condutividade elétrica (Brasil, 2000), entretanto, esse fator é proposto por Abadio Finco et al. (2010) para compor as normas internacionais para mel estabelece como limite máximo de 800 μ S.

O pH baixo do mel impossibilita o aparecimento e o desenvolvimento de microrganismos, fazendo com que esse artigo possa ser empregado como especiaria na indústria alimentícia. Esse critério similarmente de elevada relevância no decorrer da extração e armazenagem do mel, visto que interfere de modo direto na sua estabilidade, textura e no prazo de validade (GOMES et al., 2010; SILVA et al., 2013; RIBEIRO et al., 2014).

A acidez do mel é resultado da ação enzimática que realiza-se posteriormente a abelha recolher o néctar e por variados procedimentos metabólicos gerar ácidos orgânicos, tais como, ácido láctico, cítrico, glicônico e butírico, que serão disponibilizados no transcorrer do procedimento de maturação do mel (RIBEIRO et al., 2009; OLIVEIRA e SANTOS, 2011; RICHTER et al., 2011).

O teor de hidroximetilfurfural (HMF) é um princípio extensamente aceito para analisar a particularidade do mel. Traços desse composto podem ser identificados em méis recém-coletados, contudo níveis elevados são próprios de alterações, sejam elas motivadas pelo esquentamento em alta temperatura e por tempo duradouro, ou através do adicionamento de açúcar invertido ao mel (AJLOUNI e SUJIRAPINYOKUL, 2010; KOWASKI, 2013).

Os açúcares redutores para mel floral devem estar presentes em quantidade mínima estabelecida pela legislação brasileira de 65g/100g de mel (BRASIL, 2000).

2.3-Flora apícola

A flora apícola constitui um grupo da mesma linhagem vegetal que oferecem recursos como pólen e néctar, dos quais as abelhas necessitam para sobreviver. E o crescimento da produção apícola de uma localidade está diretamente conectada a essa flora (BARTH, 2012).

A florescência das linhagens vegetais está ligada de modo direto aos estados climáticos da localidade, e por conseguinte a formação de recursos polínicos. Os fatores essenciais que favorecem a floração dessas linhagens são o regime das chuvas e o clima (NOVAIS et al., 2009; D'APOLITO et al., 2010).

O entendimento da flora apícola de uma localidade é significativo para os apicultores. É por meio do reconhecimento dessas plantas que irá indicar as fontes de alimentação das

abelhas, objetivando potencializar a utilização dos recursos tróficos, tanto na fixação e preservação da vegetação nativa (SODRÉ et al., 2007; MENEZES et al., 2010).

A observação melissopalínológica aliada as listagens botânicas possibilita reconhecer as plantas mais empregadas como origem alimentar das abelhas em diversos territórios e biomas (LUZ et al., 2007; BARTH, 2013). Esta ferramenta é indispensável para determinar a origem floral dos produtos apícolas (FORCONE e RUPPEL, 2012; LUZ e BARTH, 2012).

Os elementos edafoclimáticos de uma área podem induzir na floração das espécies vegetais e afetam a elaboração das fontes polínicas (NOVAIS et al., 2009; D'APOLITO et al., 2010).

Conhecer a flora apícola é relevante para distinguir as espécies vegetais beneficiadas pelas abelhas (BRASIL, 2000; CAMPOS et al., 2003 apud PIRES, 2011). Portanto, a proveniência floral, a espécie da abelha e a posição geográfica atuam na coloração, no sabor, no aroma e na constituição do mel (MENDES et al., 2009; GOIS et al., 2013).

2.4 HIDROMEL

2.4.1-Histórico

A nacionalidade do hidromel vem certamente dos países africanos e, posteriormente, passou a ser fabricado por toda a bacia do Mediterrâneo e Europa, ocupando uma função significativa para as antigas civilizações. Bebidas fermentadas de mel provavelmente são as mais antigas bebidas alcoólicas que o homem tem conhecimento, sendo elaboradas há milhares de anos, anteriormente ao vinho e cerveja, com informações de recolhimentos de mel em torno de 8.000 a.C. (IGLESIAS et al., 2014).

Os escritores romanos, Lucius Junius Moderatus (Columella) renomado por dedicar-se à agricultura, no livro de sua autoria *De Re Rustica* (42 d.C.) e o naturalista Plínio (Velho), em sua produção *Naturalis Historia* (77 d.C.), citaram a utilização experimental de mel para a elaboração de hidromel, oferecendo uma explicação minuciosa da técnica empregada para a produção da famosa bebida (IGLESIAS et al., 2014).

Incorporada a visão de Iglesias et al., (2014), na atualidade há estudos científicos buscando melhorias na fabricação de hidromel que incorpore a otimização de formulações com aditivos e aperfeiçoamento no momento do procedimento, como a utilização da ultrafiltração, pasteurização e fermentação através de células imobilizadas.

Além disto, esta bebida é uma alternativa para consumidores que procuram apreciar produtos novos. A elevada potencialidade de venda do hidromel já é perceptível em alguns

países, por exemplo, nos Estados Unidos, onde existe por volta de 45 hidroméis comerciais e este número continua a crescer (IGLESIAS et al., 2014).

A preparação de hidromel tradicional é bem singela e baseia-se na diluição do mel em água (IGLESIAS et al., 2014). Na preparação do mosto desta bebida, o mel pode ser diluído em diversas quantidades de água, como por exemplo, 1: 0,5; 1:1; 1:2 e 1:3 (mel: água).

2.4.2-Denominação do hidromel em alguns países

Na Tabela 1, está descrito a denominação do hidromel em alguns países, de acordo com Brunelli (2015).

Tabela 1 - Denominação do hidromel em alguns países.

Nome	Países
Aguamiel	Espanha
Chouchen	Paris
Hidromel	Paris
Hidromel	Portugal
Idromele	Itália
Madhu	Índia
Mede	Holanda
Medovukha	Rússia
Medu/Met	Alemanha
Miòd	Polônia

Fonte: Brunelli (2015).

2.4.3-Padrão de identidade e qualidade do hidromel

Para o fermentado de mel ser definido como hidromel, de acordo com o decreto nº 6871 de 4 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e Secretaria da Defesa Agropecuária do Brasil, “é a bebida que deve ter graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20°C, obtida através da fermentação alcoólica da solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável”. O hidromel deverá obedecer aos parâmetros descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Padrão de identidade e qualidade do hidromel.

Parâmetros	Limites	
	Mínimo	Máximo
Gradação alcoólica, em % v/v a 20°C	4	14
Acidez Total, em meq L ⁻¹	50	130
Acidez volátil, em meqL ⁻¹	---	20
Acidez Fixa, em meqL ⁻¹	30	---
Extrato seco, em g L ⁻¹	7	---

Fonte: Adaptado (Brasil, 2012).

2.5 LEVEDURAS

2.5.1-*Saccharomyces cerevisiae*

As leveduras utilizadas no processo fermentativo do hidromel pertencem ao gênero *Saccharomyces*. Elas devem mostrar elevada velocidade de fermentação, tolerância à alta concentração de álcool, açúcares e ácidos orgânicos, grande capacidade flocculante, além de produzir compostos aromáticos que favorecem o aroma e sabor da bebida (BLUNELLI, 2015).

2.5.2-FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

O hidromel é gerado pela fermentação alcoólica de mel diluído, na presença de leveduras (MENDES-FERREIRA et al., 2010). A levedura *Saccharomyces* é um microrganismo aeróbio facultativo, este atributo lhe proporciona a capacidade de resistir tanto em circunstâncias de aerobiose como de anaerobiose. Desta forma, as condições do meio no qual o microrganismo encontra-se irá influenciar de modo direto nos produtos finais do metabolismo do açúcar. A via metabólica na qual acontece a fermentação alcoólica dá-se através da anaerobiose, nesta via, o açúcar é empregado como substrato pela levedura e deste modo é convertido em etanol e CO₂ (Equação 1). A levedura emprega na qualidade de substrato os carboidratos de proveniência endógena (componentes da levedura, tais como glicogênio e trealose) ou exógenos (glicose, sacarose, frutose, entres outros), estes remanescentes disponibilizados à levedura (SANTOS et al., 2010).



Em uma fermentação, aproximadamente 90% dos açúcares são transformados em etanol e os ou 10% restantes em glicerol, ácidos orgânicos como o ácido acético, o pirúvico e principalmente o succínico, álcoois superiores, acetoína butienoglicol e outros constituintes em quantidades desprezíveis (ALBARELO, 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Produzir hidromel a partir de três diferentes floradas

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as amostras de mel quanto aos seus parâmetros físico-químicos;
- Elaborar hidromel proveniente de três diferentes floradas;
- Realizar a análise cinética durante a fabricação do fermentado.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), no Laboratório de Certificação da Cachaça e Biotecnologia Industrial (LCC), no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) e no Laboratório de Fermento Destilado (LPFD), localizados na Universidade do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa, PB, no período de julho a setembro de 2016.

4.2 MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima utilizada neste estudo foram os méis de *Apis mellifera*, extraídos de três floradas na região do Brejo e Curimataú paraibano: ervanço de galinha (*Alternanthera brasiliana* L. Kuntze), amarra cachorro (*Jaquemontia asarifolia* Smith) e vassoura de botão (*Spermacoce (Borreria) capitata* (Ruiz, Pav.)), como é observado nas figuras 1, 2 e 3, respectivamente, cujas coletas foram realizadas durante os meses de junho e julho de 2016.

Figura1 – Florada predominantemente de Ervanço de galinha (*Alternanthera brasiliana* L. Kuntze), Curimataú Paraibano, 2016.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 2 – Florada predominantemente de Amarra cachorro (*Jaquemontia asarifolia* Smith), Curimataú Paraibano, 2016.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 3 – Florada predominantemente de Vassoura de Botão (*Spermacoce (Borreria) capitata* (Ruiz, Pav.)), Brejo Paraibano, 2016.



Fonte: Autor, 2016.

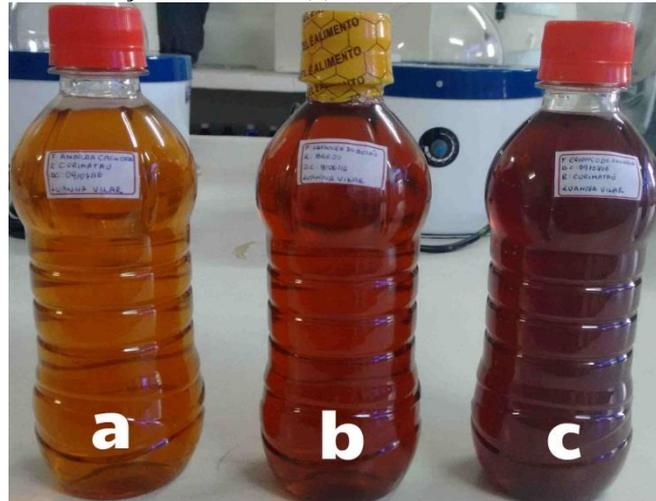
4.3 MICRORGANISMO

Na fermentação foram utilizadas levedura *Saccharomyces cerevisiae*, fermento biológico comercial, Saf-instant embalagem com 500g.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE MEL

Os parâmetros analisados nas amostras de mel de três diferentes floradas (FIGURA 4) foram: atividade água; umidade; acidez livre; acidez titulável; acidez total; pH; cinzas; sólidos solúveis totais; condutividade elétrica; açúcares redutores e hidroximetilfurfural(HMF).

Figura 4 - Amostras de mel de três de diferentes floradas: (a) mel da florada Amarra Cachorro. (b) mel da florada Ervanço de Galinha. (c) mel da florada Vassoura de Botão.



Fonte: Autor, 2016.

4.4.1 Atividade de água

Para determinação da atividade de água (a_w) das amostras utilizamos o medidor de atividade de água LabMaster.aw. Esse equipamento possui um sistema baseado numa célula eletrolítica, onde a resistência elétrica do eletrólito varia de acordo com a umidade, permitindo a medição direta do valor de atividade de água da amostra.

4.4.2 Umidade

Para a determinação umidade foi empregada a metodologia Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.3 Acidez total, fixa e volátil

Para a determinação de acidez total e acidez fixa foi empregada a metodologia Instituto Adolfo Lutz (2008). A acidez volátil foi calculada através da diferença entre a acidez total e a acidez fixa.

4.4.4 pH

A determinação do pH das amostras foi realizada conforme a metodologia estabelecida por Moraes e Teixeira (1998).

4.4.5 Condutividade elétrica

Para a determinação da condutividade elétrica foi adicionado à mesma solução preparada para a medição de pH, o eletrodo de um condutivímetro de bancada previamente calibrado com solução padrão de 1408 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 0,5 % (25°C), indicando a condutividade elétrica da solução diretamente no visor do aparelho TECNOPON.

4.4.6 Minerais

Para a determinação de minerais foi empregada a metodologia do (IAL, 2008).

4.4.7 Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Duas gotas de mel foram colocadas diretamente sobre o prisma de um refratômetro do tipo Abbe de bancada da marca Biobrix e a leitura foi feita diretamente na escala do instrumento, sendo os resultados expressos em °Brix, conforme a metodologia AOAC (1990).

4.4.8 Hidroximetilfurfural (HMF)

Para a determinação de hidroximetilfurfural (HMF), foi realizada adaptando a Reação de Jangerschmidt (IAL, 1985).

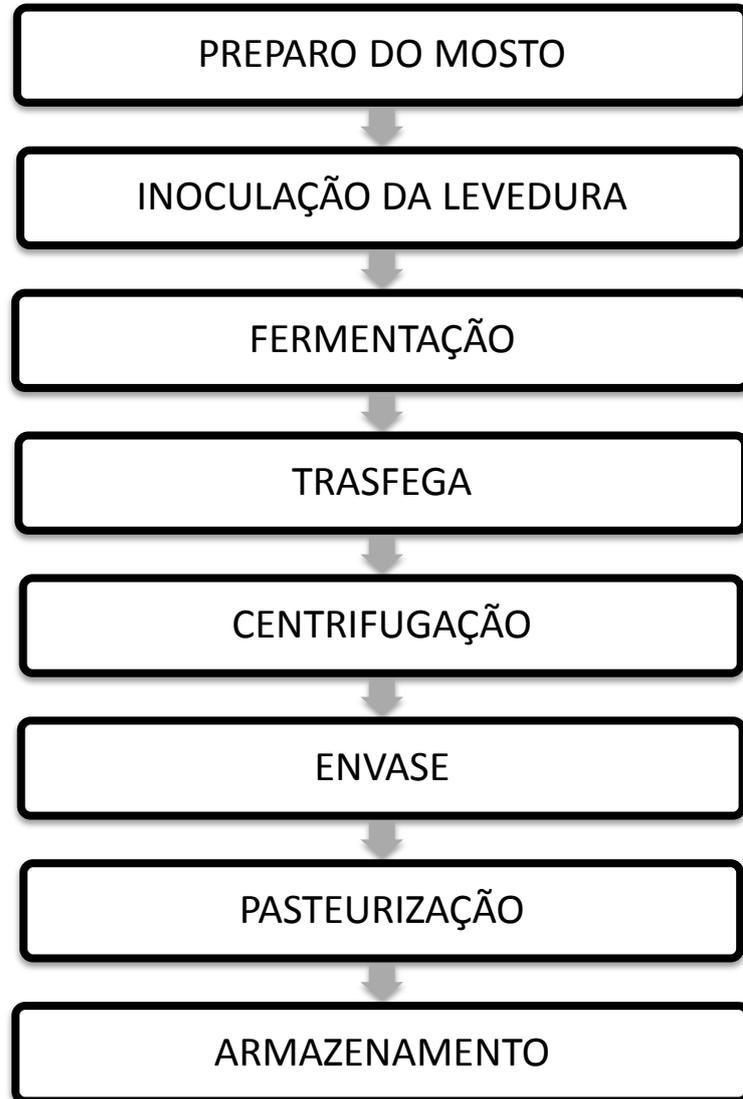
4.4.9 Determinação de Açúcares Redutores (ART)

Para a determinação de açúcares redutores totais (ART) foi empregada a metodologia do DNS (ácido 3,5 – dinitro salicílico), descrita por Miller (1959).

4.5 CINÉTICA FERMENTATIVA PARA A PRODUÇÃO DO HIDROMEL

4.5.1 Produção do hidromel

Figura 5 - Fluxograma para a obtenção do hidromel.



Fonte: Autor, 2016.

4.5.2 Preparo do mosto

Segundo Mattioto et al (2006), os cálculos para quantificação de mel e de água necessários para a preparação do mosto podem ser realizados a partir de duas expressões a seguir:

$$M_{\text{mel}} \times \text{°Brix}_{\text{mel}} = M_{\text{mosto}} \times \text{°Brix}_{\text{mosto}}$$

Equação (2)

Onde,

M_{mel} : é a massa de mel que será utilizada;

$^{\circ}\text{Brix}_{\text{mel}}$: teor de sólidos solúveis totais do mel puro;

M_{mosto} : quantidade de mosto desejada;

$^{\circ}\text{Brix}_{\text{mosto}}$: teor de sólidos solúveis totais, desejado após a diluição.

A quantidade de água a ser utilizada será:

$$M_{\text{água}} = M_{\text{mosto}} - M_{\text{mel}} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde,

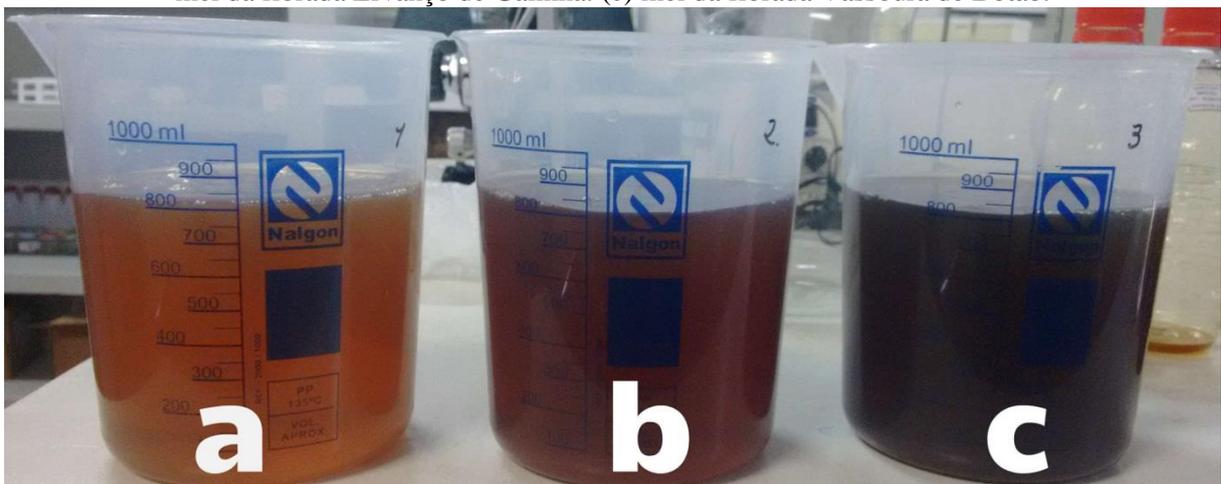
$M_{\text{água}}$: é a quantidade de água necessária para a diluição;

M_{mosto} : é a quantidade de mosto desejada;

M_{mel} : é a massa de mel que será utilizada.

Para obtenção do mosto de fermentação, usou-se 800 mL de mel (FIGURA 8) e diluiu-se em 2200 mL de água mineral, proporção esta para obtenção de 20° Brix no mosto.

Figura 6- Amostras de méis utilizadas no preparo do mosto: (a) mel da florada Amarra Cachorro. (b) mel da florada Ervanço de Galinha. (c) mel da florada Vassoura de Botão.



Fonte: Autor, 2016.

4.5.3 Inoculação da levedura

Para a produção do fermentado foi utilizado na fermentação alcoólica, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico comercial, Saf-instant). Antes da inoculação foram ajustados os mostos para as concentrações de sólidos solúveis totais de 20°Brix, e as concentrações de leveduras de 18 g L⁻¹ de fermentado para cada biorreator. As 54 g da

levedura foram reidratadas com uma pequena quantidade do mosto em um bécker antes de serem inoculadas, o mosto foi misturado por 30 minutos, em agitador mecânico (FIGURA 7) e aos pouco foram sendo adicionadas as leveduras ao mosto de fermentação.

Figura 7 – Agitador mecânico.



Fonte: Autor, 2016.

4.5.4 Fermentação alcoólica e análise cinética

Após a inoculação dos mostos, foi realizada a fermentação alcoólica, para a obtenção do fermentado de mel em biorreatores de polietileno, devidamente sanitizados com álcool 70%, e vedados com touca descartável, para evitar contaminação, conforme Figura 10, utilizados para fermentação, com a capacidade máxima de 4,0 L cada, dispostos de um sistema, de descarga no fundo do recipiente, deixando a parte da massa celular separada do fermentado no final da fermentação. A etapa do processo das análises da fermentação foi realizada no tempo zero, dando-se continuidade cada três em três horas até o final do experimento.

No período de 3 em 3 h foram determinados o pH, acidez total, temperatura, teor alcoólico, e sólidos solúveis totais. No decorrer de cada cinética foram coletadas alíquotas em torno de 50 mL que foram armazenadas no freezer a uma temperatura de -10°C , para depois serem analisadas quanto ao teor de açúcares redutores totais (ART).

Figura 8 – Fermentação alcoólica de hidromel produzido a partir de três diferentes floradas.



Fonte: Autor, 2016.

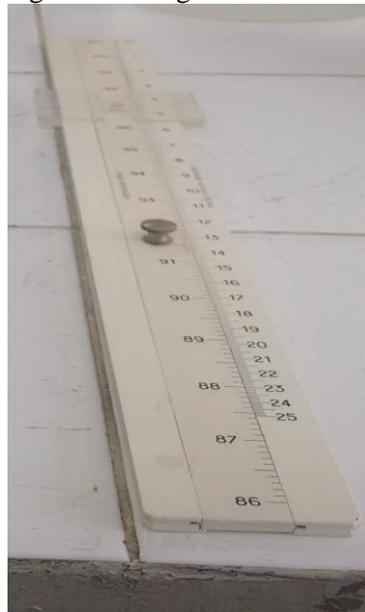
4.5.5 Concentração de etanol (°GL)

Para a obtenção da concentração de etanol, retirou-se amostras em intervalos de 3 em 3 horas durante as 48 horas da fermentação. A determinação dos valores do teor de álcool ao longo da fermentação deu-se através do uso de ebulliômetro (FIGURA 9), cujo método consistiu na leitura o ponto de ebulição de 50 mL de amostra. Com a leitura das temperaturas de ebulição foi possível determinar a quantidade de álcool contida nas amostras através da leitura em uma régua de conversão (FIGURA 10) que acompanha o equipamento, a qual expressa o resultado em Grau Lussac (°GL).

Figura 9 - Ebulliômetro.



Figura 10 - Régua de conversão.



Fonte: Autor, 2016.

4.5.6 Centrifugação

Após o término de cada fermentação, o fermentado foi retirado do biorreator e colocado em centrífuga da marca Excelsa II, Modelo 206 BL, conforme a Figura 13, onde ocorreu a separação do meio líquido fermentado da biomassa a uma velocidade de 3000 rotações por minuto durante um período de 10 minutos, onde o sobrenadante (fermentado) separando-se da biomassa (levedura).

Figura 11 - Centrífuga.



Fonte: Autor, 2016.

4.5.7 Trasfega

Após a centrifugação, o sobrenadante (fermentado) foi trasfegado, isto é, transferido para outro recipiente, separando-se o líquido fermentado da biomassa depositada no fundo do tubo. Foi realizada apenas uma transfega.

4.5.8 Envase

Após a transfega, realizou-se o envase do sobrenadante (fermentado) em garrafas de vidro transparente, devidamente higienizadas com cloro a 200 ppm durante 10 minutos, água quente e colocadas na estufa por um hora com água destilada, após este processo realizou-se a pasteurização.

4.5.9 Pasteurização

A pasteurização foi utilizada no final do processo com objetivo de cessar a fermentação e eliminar os microrganismos indesejáveis na amostra. Esse processo se deu

através do fermentado dentro das garrafas onde os mesmos foram envasados, hermeticamente fechadas com rolhas, para não haver problemas de entrada de ar, água e outros materiais nas amostras. Essas garrafas foram colocadas dentro de um banho-maria a uma temperatura de 65°C, por cerca de 30 minutos, de acordo com a Figura 12, em seguida foi dado um choque térmico, com banho de gelo, conforme a Figura 13.

Figura 12 – Banho-maria.



Figura 13 – Banho de gelo.



Fonte: Autor, 2016.

4.5.10 Armazenamento

Após a pasteurização, a bebida (FIGURA 14) foi armazenada a temperatura ambiente, em local escuro e inodoro.

Figura 14 – Hidromel: (a) Hidromel da florada Amarra Cachorro. (b) Hidromel da florada Ervanço de Galinha. (c) Hidromel da florada Vassoura de Botão.



Fonte: Autor, 2016.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização físico-química do mel

Tabela 3 – Características dos méis de três diferentes floradas, coletadas no Brejo e Curimataú Paraibano, 2016.

Parâmetros	Floradas			Legislação (BRASIL, 2000)
	Vassoura de botão	Amarra cachorro	Ervanço de galinha	
Atividade de água	0,594±0,001	0,586±0,001	0,586±0,009	Máximo 0,6
Umidade (%)	18,94±1,18	17,8±0,28	17,8±0,28	Máximo 20
Minerais (%)	0,6±0,7	0,1±00	0,1±00	Máximo 0,6
SST	75,5±00	75,3±02	75,5±00	x
Condutividade (µS.cm-1)	393,6±00	256,9±00	269,8±00	x
pH	4,08±00	3,83±00	3,92±00	Máximo 4,0
Acidez total (meq/kg)	69,5±1,9	49,4±0,9	69,5±1,9	Máximo 50
Acidez fixa (meq/kg)	0,55±0,03	0,40±0,04	0,39±0,06	x
Acidez volátil (meq/kg)	68,92±00	48,58±00	49,01±00	x
Açúcares Redutores (%)	73,61±00	66,25±00	71,23±00	Mínima 65

Fonte: Autor, 2016.

A atividade de água (a_w), que é determinada através da água livre presente no alimento, é o agente que atua na estabilidade microbológica do mel. Outros parâmetros como pH, compostos fenólicos e o teor de peróxido de hidrogênio também influenciam a estabilidade microbológica do produto. Seu valor de a_w no mel pode oscilar entre 0,55 a 0,75. No presente trabalho, os méis apresentaram valores dentro dos obtidos na literatura, onde $a_w \leq 0,60$ (RAMALHOSA et al., 2011).

As amostras analisadas apresentaram porcentagens de umidade que variaram de 17,8% a 18,94%. Pelos resultados obtidos, observa-se que os valores encontram-se abaixo do limite máximo permitido pela legislação vigente, que é de 20%, estabelecido pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil, 2000). Tais resultados demonstram-se semelhantes aos relatados por (BRAGHINI, 2013) 16,05 a 25,5% e (RODRIGUES et al, 2005), análises de umidade em méis da Paraíba variaram entre 17,59 a 20,3%. Isso indica maturidade adequada das amostras, com desidratação adequada do néctar durante o processo físico de transformação em mel (OLIVEIRA, 2012).

O teor de minerais das amostras variou de 0,1 a 0,6% nas amostras. Esses valores encontram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação, que é de no máximo 0,6% (Brasil, 2000). O teor médio de minerais observado encontra-se dentro da faixa de variação observado por Abadio Finco, Moura e Silva (2010), que variaram de 0,01 a 0,30%, e por Meireles e Cançado (2013) cujo teor de minerais encontrado foi de 0,07%, a 0,27%.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) manteve uma constância de 75°Brix. Ressalta-se que a legislação não recomenda valores mínimos e/ou máximos para este parâmetro como obrigatória em méis, essa determinação é de grande importância para a agroindústria no controle de qualidade do produto final, controle de processos e de ingredientes principalmente para a elaboração de novos produtos à base de mel (BRASIL, 2000). Silva et al. (2003), ao pesquisar diferentes métodos de caracterização de açúcares em mel, verificaram que a caracterização de sólidos solúveis concebe com precisão o teor de açúcares totais, uma vez que a constituição do mel em sólidos é essencialmente seu teor em carboidratos. Tais autores constataram valores de sólidos solúveis alternando de 79,1 a 84,0°Brix em méis comerciais de quinze diferentes lugares no estado de Goiás, em 2013. Os méis empregados no presente trabalho indicaram sólidos alternando de 75,3 a 75,5°Brix. É de conhecimento que resultados inferiores a 80°Brix sugerem que o mel não tenha sido recolhido no tempo propício de maturação ou recolhidos em meio de elevada umidade, próprio de épocas chuvosas, etc.

Apesar de também não ser exigida pela Legislação Brasileira, a condutividade elétrica é apresentada como um bom parâmetro na determinação botânica do mel e atualmente substitui a análise de minerais, pois essa medição é proporcional ao teor de minerais na acidez do mel (BRAGHINI, 2013; BRASIL, 2000). Os méis analisados apresentaram condutividade elétrica variando de entre 256 a 393 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando de acordo com o valor preconizado pelo Codex Alimentarius (2001), que é de no máximo 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o mel, todas as amostras analisadas encontram-se abaixo desse valor.

Para os resultados de pH, os valores variaram de 3,83 a 4,08. Os valores de pH das amostras de méis analisadas apresentam valores próximos aos obtidos por Périco, et al. (2011), os quais oscilaram entre 3,5 e 4,6 para méis comercializados no município de Toledo no Paraná. Vale ressaltar que a legislação brasileira não define valores de referência para o pH, esta análise é importante, pois influencia na formação do HMF e é determinante para o crescimento de micro-organismos, especialmente os patogênicos, os quais, de uma forma geral, não se desenvolvem em pH abaixo de 4,5 (Périco et al., 2011).

Os resultados de acidez total encontrados para o mel da florada vassoura de botão e o da florada ervaço de galinha são superiores ao estabelecido pela legislação brasileira (Brasil, 2000), que define como tolerância 50 meq/kg de acidez total. Podendo ser explicado pelo fato da acidez do mel ser decorrente da presença de ácidos orgânicos, das diferentes fontes de néctar, da ação de enzima glicose oxidase, que gera ácido glucônico, da ação de bactérias durante o amadurecimento do mel, e até mesmo da quantidade de minerais encontradas no mel (Pontara et al., 2012).

Para a reação de Jagerschmidt, figura 15, os resultados não diferiram para as amostras, as amostras apresentaram com coloração âmbar, indicando nível de HMF dentro do esperado.

Figura 15 - Reação de Jagerschmidt.



Fonte: Autor, 2016.

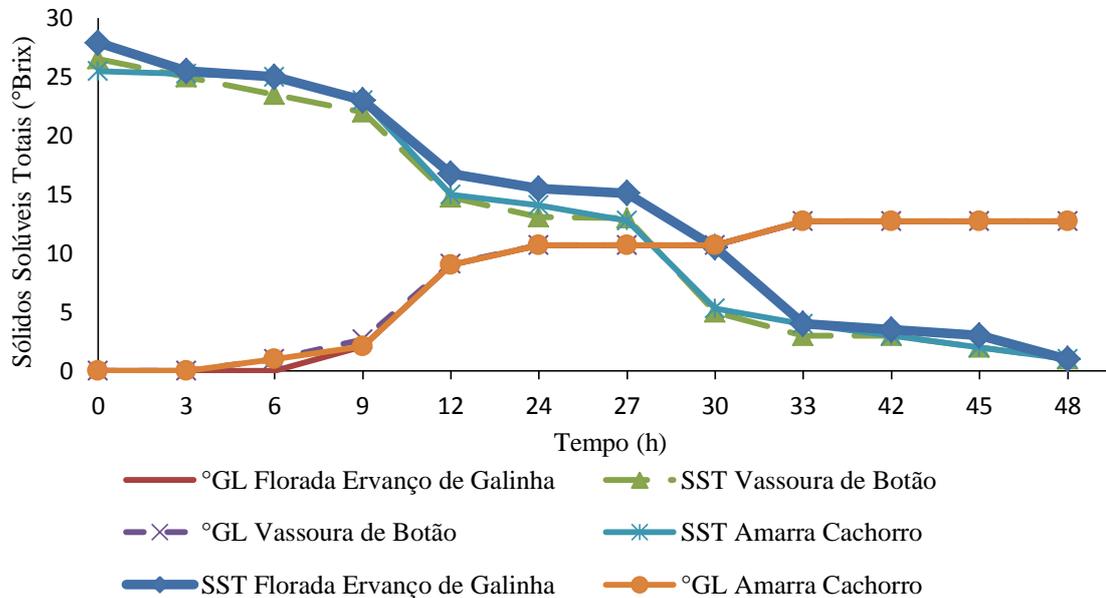
No que diz respeito aos açúcares redutores, nota-se uma variação concebida entre 66,25 e 73,61%. Todas as amostras de méis analisadas apresentaram mais de 65% de açúcares redutores, que é o mínimo estabelecido por legislação brasileira para méis florais (Brasil, 2000). Esses resultados concordam com dados de Oliveira & Santos (2011), Santos et al. (2011b) e Silva et al. (2011), que da mesma forma citam elevadas quantidades de açúcares redutores.

5.2 ANÁLISE CINÉTICA

Com o objeto de analisar o processo fermentativo, foi realizada a análise cinética, empregando como substrato, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

5.2.1 Variação do teor alcoólico (°GL) e a variação de sólidos solúveis totais (°Brix) durante a produção do hidromel

Figura 16- cinética de crescimento da produção de etanol (°GL) e da variação da concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) em função do tempo (h), durante a produção do hidromel.



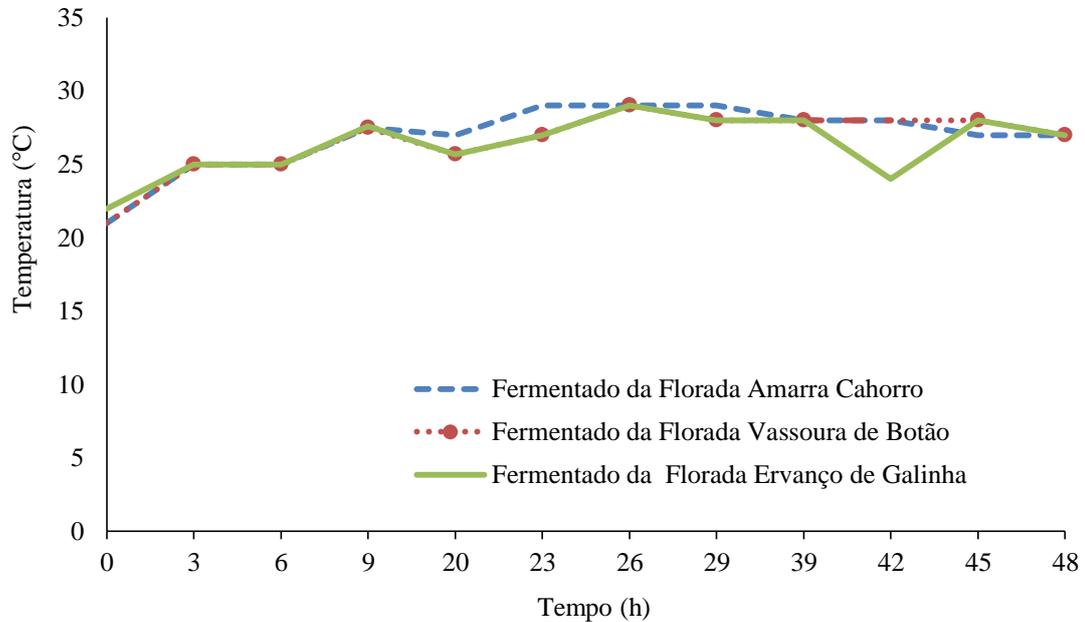
Fonte: Autor, 2016.

Analisando o comportamento cinético de crescimento do teor alcoólico (°GL) e da variação da concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) em função do tempo (h), considerando que ocorreu inicialmente uma elevação nos valores de sólidos solúveis totais, deve-se ao fato que no início do processo fermentativo há uma adaptação da levedura ao meio, no decorrer da fermentação houve um elevado declínio no teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do mosto, iniciando no tempo de 3 h de fermentação, depois ocorreu uma diminuição até o final do processo fermentativo que foi no tempo de 48 h, possibilitando uma excelente performance realizada pelas leveduras na transformação dos açúcares em álcool, tais resultados se assemelham ao de Oliveira Neto et al. (2012), obtidos a partir da fermentação do mosto de mel, em seu estudo a respeito de obtenção de hidromel do tipo doce.

Com relação a fração de sólidos solúveis totais despendidos ($^{\circ}\text{Brix}_{\text{inicial}} - ^{\circ}\text{Brix}_{\text{final}}$), nota-se que ao final das fermentações das três diferentes floradas os valores atingidos indicam que 53,88% destes foram metabolizados, gerando 12,70°GL, comprovando que a levedura demonstrou uma performance eficiente referente a produção do etanol. Este valor encontra-se inferior ao obtido por Ilha et al. (2008), onde 88,95 % dos sólidos solúveis totais foram consumidos, em seu trabalho sobre rendimento e eficiência da fermentação alcoólica na produção de hidromel.

5.2.2 Avaliação cinética da temperatura durante a produção do hidromel

Figura 17- comportamento cinético da temperatura durante a produção do hidromel.



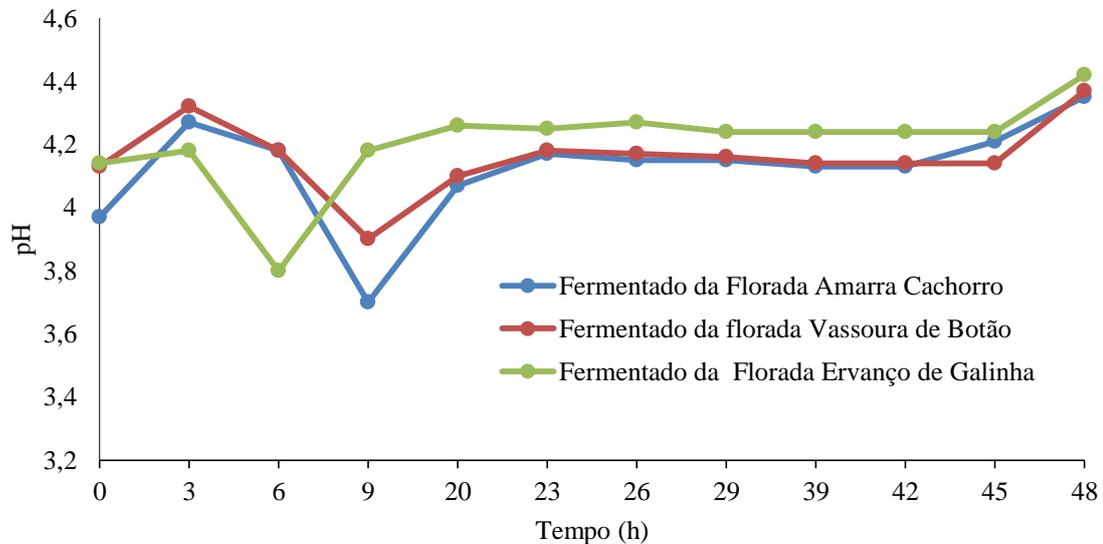
Fonte: Autor, 2016.

Analisando a Figura 17 verifica-se que no decorrer do tempo de 48 horas de fermentação, ocorreu um pequeno declínio na temperatura do mosto nos tempos de 20, 23, 42 e 45 h do mosto, as temperaturas variaram de 20 a 30°C durante o processo, seguido de estabilização até o término da fermentação.

Valores próximos ao encontrados no presente estudo, foram encontrados por RAMALHOSA et al. (2011), onde a escala industrial, os biorreatores, semelhantemente chamados de dornas, os quais são reatores de aço do tipo tanque agitado, normalmente fechados e conservados a uma temperatura por volta 33 e 35°C até a finalização do processo fermentativo, ocasionando concentração de etanol se estabilizando entre 7 e 12°GL.

5.2.3 Avaliação cinética do pH durante a produção do hidromel

Figura 18 - comportamento cinético do pH durante a produção de hidromel.



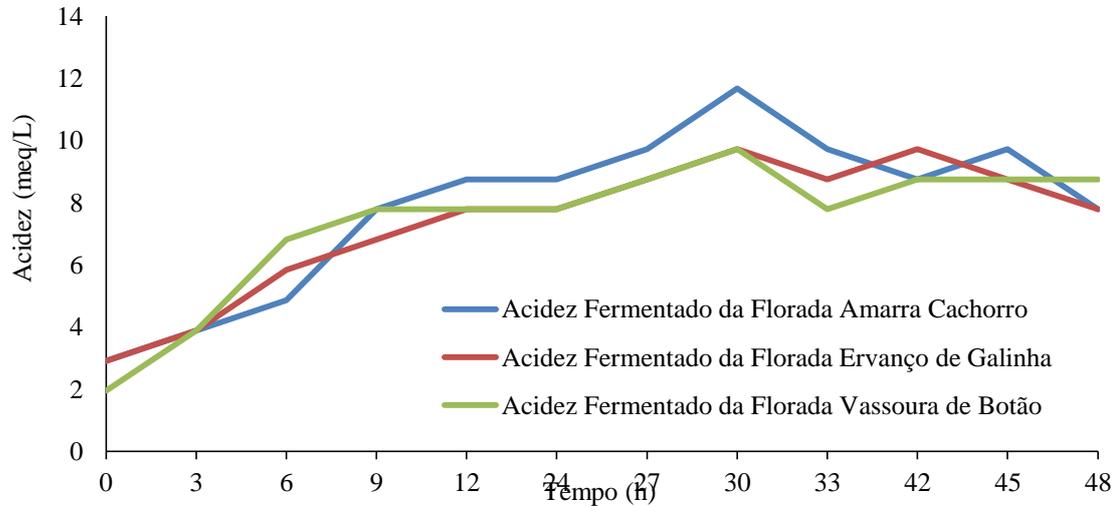
Fonte: Autor, 2016.

A fermentação do mel iniciou-se com pH 3,9 para o fermentado da florada amarra cachorro e pH 4,1 para os fermentados das floradas vassoura de botão e ervanço de galinha, com adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, para os três mostos e após 48 horas constatou-se um pH de 4,3 para o fermentado da florada amarra cachorro e 4,4 para os fermentando da florada vassoura de botão e ervanço de galinha como mostra a Figura 21. Havendo uma alteração, porém reduzida, sendo esperados desta forma, estudos que compreendem métodos fermentativos através do emprego desta mesma levedura, nos quais são identificados valores um tanto próximos. Resultado semelhante ao constatado por BARBOSA et al. (2010), com 4,3 ao final do processo fermentativo do soro de queijo de coalho. Tal fato pode ser explicado devido a acidez do mel e a reduzida possibilidade tamponante do mosto de mel (MENDES-FERREIRA, 2010).

Os mostos de hidromel são identificados pelo baixo pH e através de uma ligação de ácidos que têm procedência no mel, os quais conseguem controlar a taxa de fermentativa. A taxa de fermentativa do hidromel necessita, principalmente, da qualidade do mel, da espécie de levedura, da constituição do mosto, do pH extracelular e do meio de cultura (KEMPKA & MANTOVANI, 2013).

5.2.4 Avaliação cinética da acidez durante a produção do hidromel

Figura 19- comportamento cinético da acidez durante a produção do hidromel.

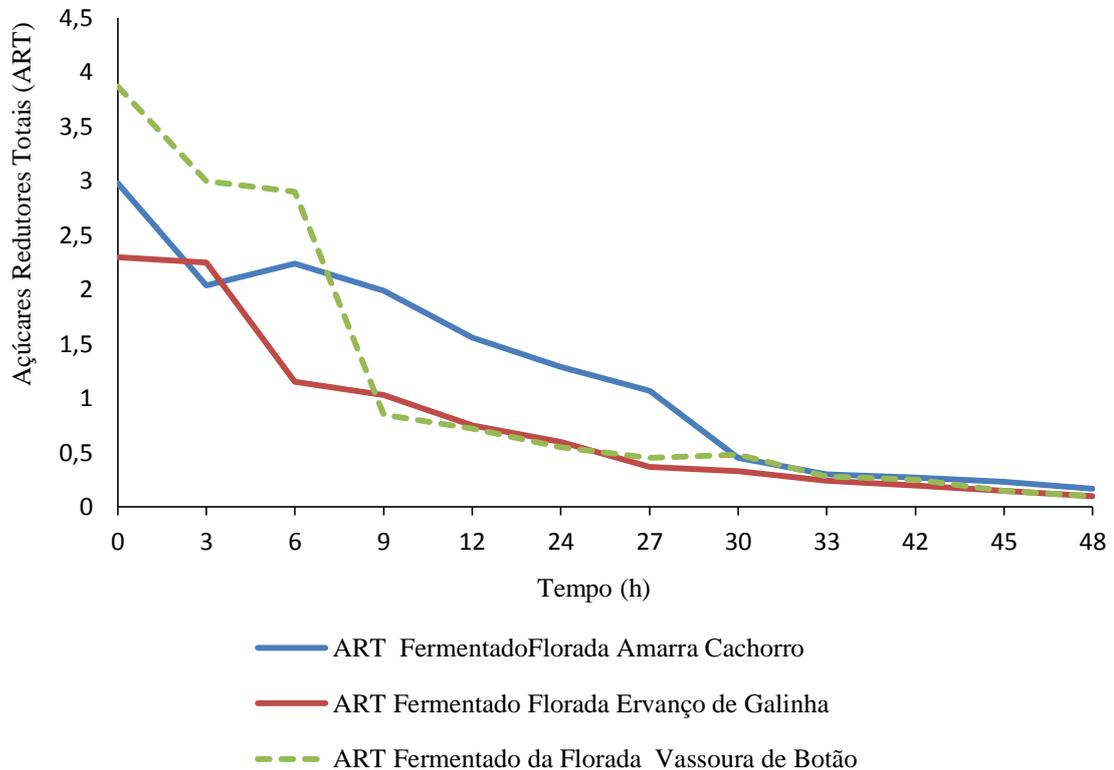


Fonte: Autor, 2016.

A acidez apresentou um comportamento crescente, tal comportamento já era esperado, pois, durante o processo fermentativo a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, consomem os açúcares presentes no mosto reduzindo os teores de sólidos solúveis totais durante toda fermentação, conseqüentemente resultando em produtos fermentativos na presença de ácidos orgânicos, elevando-se assim os valores de acidez. Corazza, Rodrigues e Nozaki (2001) notaram resultado semelhante em seu estudo do fermentado de laranja, no qual a elevação da acidez total foi muito rápida nas horas iniciais de fermentação, permanecendo então constante após esse período até o término do processo fermentativo.

5.2.5 Avaliação cinética dos açúcares redutores totais (ART) durante a produção do hidromel

Figura 20- comportamento cinético dos açúcares redutores totais (ART) durante a produção do hidromel.



Fonte: Autor, 2016.

De acordo com os perfis de comportamento de açúcares redutores totais (ART), conforme observado na Figura 20, durante o processo fermentativo, de produção de hidromel a partir de três diferentes floradas, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em biorreatores, verifica-se que houve consumo de açúcares dos substratos através do tempo de fermentação, tal fato é evidenciado pelo declínio até o fim da fermentação. Para ambos fermentados observou-se uma brusca redução de ART, tendo um declínio até o tempo de 48 h. Foi observado que no tempo de 9 h, o teor de açúcares redutores totais (ART) do fermentado da florada vassoura de botão sofreu um acentuado declínio até o tempo de 48 h. Constatando que nas 30 h iniciais houve acentuado decaimento de substrato, observou-se que após o ponto seguinte houve um declínio quase que constante, o qual se estendeu até o fim do processo. A concentração no mosto inicial de ART foi suficiente para atingir um teor alcoólico de 12,7% de etanol em (°GL).

6 CONCLUSÕES

- ✓ A utilização de mel de diferentes origens florais e de levedura comercial (*Saccharomyces cerevisiae*), empregada na produção de bebidas fermentadas, é uma alternativa para a produção de hidromel;
- ✓ As amostras de mel da florada vassoura de botão e o da florada ervanço de galinha apresentaram características físico-químicas não estão de acordo com a legislação vigente, quanto aos parâmetros de pH, acidez total e açúcares redutores, já o mel da florada amarra cachorro se enquadra nos padrões;
- ✓ A cinética de fermentação apresentou um excelente desempenho realizado pelas leveduras;
- ✓ A elaboração de hidromel com méis de diferentes floradas foram evidenciadas pela diferença na coloração das amostras;
- ✓ A graduação alcoólica final foi de 12,7% para as amostras da florada amarra cachorro, vassoura de botão e ervanço de galinha, sendo o tempo de fermentação de 48 horas;

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Análise dos parâmetros fermentativos durante a produção de hidromel de diferentes floradas;
- ✓ Análise sensorial e aceitação para hidromel de diferentes floradas;
- ✓ Estudo dos compostos voláteis de hidromel de diferentes floradas;
- ✓ Estudo de viabilidade econômica do hidromel.

REFERÊNCIAS

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

AJLOUNI, S., SUJIRAPINYOKUL, P. (2010) Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food Chemistry*, 119 1000–1005.

ALBARELO, J. B. Fermentação alcoólica hidromel. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/74835487/Hidromel>> Acesso em 25 de outubro de 2016.

Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 70: 132-138.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE MEL- ABEMEL. Apicultura sustentável, 2015. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Mel_e_produtos_apicolas/36RO/ICA_36RO.pdf> Acesso em: 12 de agosto de 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. Washington, 15 th, Ed. 1990, 2v.

BACAXIXI, P.; BUENO, C. E. M. S.; RICARDO, H. A.; EPIPHANIO, P. D.; SILVA, D. P.; BARROS, B.M.C.; SILVA, T. F.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. 2011. A importância da apicultura no Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia* 10(20).

Barbosa, A. S.; Araújo, A. S.; Florêncio, I. M.; Bezerra, R. R. A.; Florentino, E. R. Estudo cinético da fermentação do soro de queijo de coalho para produção de aguardente. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, p.237–254, 2010.

BARBOSA, L.S.; MACEDO, J.L.; SILVA, M.R.F.; MACHADO, A. Estudo Bioquímico de Qualidade do Mel de Abelha Comercializado no Município de Caraúbas – RN. *Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil)*, v 9, n. 2, p. 45 - 51, 2014.

BARTH, O. M. A utilização do pólen na interpretação da flora apícola. 2012. Disponível em: <Erro! A referência de hiperlink não é válida.>Acessado em: junho de 2016.

BARTH, O. M. 2013. Palynology serving the stingless bees. *Pot-Honey* 20: 285-294.

BAYLE, E. Estudo da Cadeia Produtiva do Mel no Estado do Pará/ Emmanuel Bayle. Programa de Redução da Pobreza e Gestão dos Recursos Naturais do Pará - PARARURAL, 2013.

BORTOLINI, F.; SANT'ANNA, E. S.; TORRES, R. C. Comportamento das fermentações alcoólica e acética de sucos de kiwi (*Actinidia deliciosa*); composição dos mostos e métodos de fermentação acética. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n.2, p. 236- 243, 2001.

BRAGHINI, E. C. F. Comparação das características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*apismellifera*) e abelha jataí (*tetragoniscaagustula*). Dissertação de Graduação-UTFPR-Francisco Beltrão-PR, p.18, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial, Brasília, 20 de outubro de 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar>> HYPERLINK Acesso em: 20 de julho 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 34, de 2143 29 de novembro de 2012. Disponível 2144 em: Acesso em 24 jun. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto n.6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%2006871_09_01.pdf. Acesso em: 12 de outubro de 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Apicultura sustentável. Câmara Setorial do MEL. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Mel_e_produtos_apicolas/36RO/ICA_36RO.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2016.

BRUNELLI, L. T. Caracterização físico-química, energética e sensorial do hidromel, 2015.

CAIONE, G.; CAIONE, W.; SILVA, A. F. da; LIMA, M. G. de. 2011. Avaliação econômica da atividade apícola em alta floresta, MT: um estudo de caso. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta 9(1): 59-69.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G.C.; CARNEIRO, G.G. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Meliponascutellaris* produzido no estado da Paraíba. FAZU em Revista, v. 7, p.186 - 190, 2010.

CBA – CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE APICULTURA. – Brasil Apícola. In: Brasil Apícola: <http://www.brasilapicola.com.br/brasil-apicola>. Consultado em 11 de setembro de 2016.

CODEX ALIMENTARIUS. Revisedcodex standard for honey.Rev. 2 [2001].24th sessionoftheCodexAlimentarius in 2001.Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/standard>. Acesso: 20 de outubro de 2016.

COOPERAR. Projeto BNDS/GOV/PB. Governo estrutura cadeia produtiva para beneficiar mel paraibano. 2013. Acesso no sitio <http://www.paraiba.pb.gov.br/76027/governo-estrutura-cadeia-produtiva-para-beneficiar-mel-paraibano.html>

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparation and characterization of orange wine.Quimica Nova, São Paulo, v. 24, n. 4, 2001.

DAMASIA-GOMES, L.; FALEIRO, K. M.; SANTOS, S. O.; GUIMARÃES, L. E.; SILVA-NETO, C. M. Physical-chemicalcharacteristicsofhoneyonBrazil. Enciclopédia Biosfera, v. 11,n.2,p.570-682,2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_110>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

D'APOLITO, C.; PESSOA, S.M.; BALESTIERI, F.C.L.M.; BALESTIERI, J.B.P. 2010. Pollen harvested by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the Dourados region, Mato Grosso do Sul state (Brazil). *Acta Botânica Brasilica*, 24(4): 898-904.

ESCUREDO, O.; DOBRE, I.; FERNANDEZ-GONZALEZ, N.; SEIJO, M. C. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, v. 149, p. 84–90, 2014. DOI:<<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.097>> Acesso em: 12 jun. 2016.

FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 30(3): 706-712, jul.-set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n3/v30n3a22.pdf>. Acesso: 10 de julho de 2016.

FONSECA, A. R. P. da. Reutilização das Células Imobilizadas na Produção de Hidromel. Tese de Mestrado. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança, 2013.

FORCONE, A.; RUPPEL, S. 2012. Polen de interés apícola del Noroeste de Santa Cruz (Patagonia Argentina): aspectos morfológicos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica Córdoba* 47: 1-2.

GOIS, G. C.; LIMA, C. A. B. de; SILVA, L. T. da; EVANGELISTA-RODRIGUES, A. Composição de mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. *Acta Veterinária Brasileira*, v.7, n.2, p.137-147, 2013.

GOMES, S.; DIAS, L. G.; MOREIRA, L. L.; RODRIGUES, P.; ESTEVINHO, L. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, v.48, p.544-548, 2010.

GOMES, T. M. C. Produção de hidromel: efeito das condições de fermentação. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2010.

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 físico-químicos para análise de alimentos. 3. ed., São Paulo: IAL, 1985.p. 533.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed.,1ª ed. digital. São Paulo: IAL, 2008. p. 104-108

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, p. 1-777, 2009. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 24 de jul de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 42, p.1-39, 2014. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2016.

KOWALSKI, S. Changes of antioxidant activity and formation of 5- hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave processing Stanisław. Food Chemistry, 141, 1378–1382. 2013.

KAMAL, M. A.; KLEIN, P. Determination of sugars in honey by liquid chromatography. Saudi Journal of Biological Sciences, v. 18, p. 17-21, 2011. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.09.003>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

Lacerda, J.J.J., Santos, J.S., Santos, S.A., Rodrigues, G.B., Santos, M.L.P. 2010. Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *Apis mellífera* no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. Química Nova 33: 1022-1026.

MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C. Características físico-químicas de amostras de mel de cinco diferentes espécies de eucaliptos. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de

Alimentos, 4. Campinas, 2001. Anais... Campinas: SBCTA, 2001. p. 42.

MATTIETO, R. A.; LIMA F.; VENTURIERI, G. C.; ARAÚJO, A. A. Tecnologia para obtenção do hidromel do tipo doce. Comunicado Técnico, 170. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2006.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises de mel: Revisão. Revista Verde, v.22, 2009, p.7–14.

MENDES-FERREIRA, A.; COSME, F.; BARBOSA, C.; FALCO, V.; INES, A.; MENDES-FAIA, A. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. *International Journal of Food Microbiology*. 15;144(1):193-8 de outubro de 2016.

MEIRELES, S & CANÇADO, I. A. C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. Revista Digital FAPAM, Pará de Minas, v. 4, p. 207-219, 2013.

MILLER, G. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*, v.31, p. 426-428. 1959.

MORAES, R. M.; TEIXEIRA, E. W. Análise do mel. 2 ed. Pindamonhangaba: Centro de Apicultura Tropical, IZ/SAA, 1998.

NOVAIS, J. S., LIMA, L. C. L., SANTOS, F. A. R. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana* 48: 224–234.

OLIVEIRA, P. S.; MULLER, R. C. S.; DANTAS, K. G. F.; ALVES, C. N.; VASCONCELOS, M. A. M.; VENTURIERI, G. C. Ácidos fenólicos, Flavonóides e Atividade antioxidante em méis de *melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. *Revista Química Nova*, v. 35, n. 9, p.1728-1732, 2012.

OLIVEIRA, Hamilton Reis de - Evolução da Pecuária na Região Nordeste 2000 a 2010.

CIEST – Central de Informações Econômicas, Sociais e Tecnológicas ETENE – Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. BNB Fortaleza, Novembro de 2012 166p.

OLIVEIRA NETO, R. C.; FLORENCIO, I. M.; JERONIMO, K. R.; LIRA, T. K. B. Estudo da Obtenção de Hidromel Tipo Doce. In: Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2012 João Pessoa. Disponível em: http://www.sistemaandrade.com.br/sisevento/upload/iv_sicta/trabalhos/tecnologia_de_produtos_de_origem_animal/ESTUDO_DA_OBTENCAO_DE_HIDROMEL_TIPO_DOCE. PDF Acesso: 21 de agosto de 2016.

PÉRICO, E.; TIUMAN, T. S.; LAWICH, M. C.; KRUGER, R. L. Avaliação Microbiológica e Físicoquímica de Méis Comercializados no Município de Toledo, PR. Rev. Cienc. Exatas Nat., Unicentro, v.13, p. 365-382, 2011.

PONTARA, L. P. M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D. M.; KWIATKOWSKI, A.; ROSA, C. I. L. F.; SAIA, V. E. Physicochemical and microbiological characterization of cassava flower honey samples produced by africanized honeybees. Ciên. Tecnol. Alim., Campinas, v. 32, n. 3, p.547-552, 2012.

PIRES, R. M. C. Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 produzido no Piauí, 2011. 90f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências da Saúde Programa de Pós-Graduação em Alimentos em Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2011.

PINTO, F.A.; PUKER, A.; MESSAGE, D.; BARRETO, L. M. R. C. 2015. Infestation rate of the mite *Varroa destructor* in commercial apiaries of the Vale do Paraíba and Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.67 (2):631-635.

RODRIGUES, Adriana Evangelista et al. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, set./out. 2005. Disponível em: Acesso em: 08 de setembro de 2016.

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

RICHTER, W.; JANSEN, C.; VENZKE, T. S. L.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D. Physicalchemical quality evaluation of honey produced in the municipality of Pelotas/RS. *Alim. Nutr., Araraquara*, v. 22, n. 4, p. 547-553, 2011.

RIBEIRO, R.O.R, MÁRSICO, E.T., CARNEIRO, C.S., MONTEIRO, M.L.G., CONTE, C.A., MANO, S., JESUS, E.F.O. ClassificationofBrazilianhoneysbyphysical.

RIVALDI, J.D.; SILVA, M.M.; COELHO, T.C.; OLIVEIRA, C.T.; MANCILHA, I.M.Characterização e perfil sensorial de hidromel produzido por *Saccharomycescerevisiae* IZ 888. *BrazilianJournalofFood Technology*, 7, 58-63, 2009.

Sodré, G.S., Marchini, L.C., Moreti, A.C.C.C., Otsuk, I.P., Carvalho, C.A.L. 2007.Characterização físicoquímica de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. *Ciência Rural* 37: 1139-1144.

SILVA, P.M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L.V.; COSTA, A.C.O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity, *Food Chemistry*, 196,309–323M 2016.

SILVA, R.N., MONTEIRO, V.N., ALCANFOR, J.X., ASSIS, E.M., ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. *Ciência Tecnologia de Alimentos* vol.23, n° 3, Campinas, Sept./Dec. 2003.

SILVA, T.M.S., SANTOS, F.P., EVANGELISTA-RODRIGUES, A., SILVA, E.M.S., SILVA, G.S., NOVAIS, J.S., SANTOS, F.A.R., CAMARA, C.A Phenoliccompounds, melissopalynological, physicochemicalanalysisandantioxidantactivityofjandai'ra (Meliponasubnitida) honey. *JournalofFoodCompositionandAnalysis*, 29, 10-18, 2013.

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. 2009.Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. *Revista Verde*4(3):01-06.

Santos, D.C., Oliveira, E.N.A., Martins, J.N., Albuquerque, E.M.B. 2011b. Qualidade físico-química e microbiológica do mel de *Apis mellifera* comercializado na cidade de Russas, CE. *Tecnologia & Ciência Agropecuária* 5: 41-45. Oliveira, E.N.A., Santos, D.C. 2011.

SANTOS, J. R. A. dos; GUSMÃO, N. B. de; GOUVEIA, E. R. Seleção de linhagem industrial de *Saccharomyces cerevisiae* com potencial desempenho para a produção de etanol em condições adversas de temperatura e de agitação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n.1, p.75-80, 2010.

SEBRAE. Exportações de mel em junho de 2012. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/apicultura/sobre-apicultura/mercado/exportacoes>>.

Acessado em: 5 de setembro de 2016.

TEIXEIRA, L. V.; VERISSIMO, S. A. O. Mel e derivados: a inspeção dos produtos apícolas é responsabilidade do médico veterinário. *Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG*, n. 77, p. 115-128, Belo Horizonte, set. 2015. Disponível em: <<http://www.crmvmg.org.br/cadernotecnico/77.pdf>>. Acesso em: 23 de setembro de 2016.

TESSARO, D.; LARSEN, A. C.; DALLAGO, R. C.; DAMASCENO, S. G.; SENE, L.; COELHO, S. R. M. Avaliação das fermentações alcoólica e acética para produção de vinagre a partir de suco de laranja. *Acta Scientiarum Technology*, v. 32, n. 2, p. 201-205, 2010.

