



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

YAN FLAUBER DOS SANTOS PESSOA DE LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ AMARELO
(*Passiflora edulis*)**

JOÃO PESSOA - PB

2019

YAN FLAUBER DOS SANTOS PESSOA DE LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ AMARELO
(*Passiflora edulis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia de
Alimentos do Centro de Tecnologia da
Universidade Federal da Paraíba – UFPB, em
cumprimento às exigências para obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Muniz

JOÃO PESSOA - PB

2019

L732d Lima, Yan Flauber Dos Santos Pessoa de.
DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ
AMARELO (*Passiflora edulis*) / Yan Flauber Dos Santos
Pessoa de Lima. - João Pessoa, 2019.
60 f. : il.

Orientação: Marcelo Barbosa Muniz.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Melomel. 2. análises físico-químicas. 3.
gaseificação. 4. cinética de fermentação. I. Muniz,
Marcelo Barbosa. II. Título.

UFPB/BC

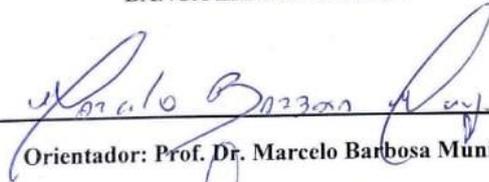
YAN FLAUBER DOS SANTOS PESSOA DE LIMA

**DESENVOLVIMENTO DE MELOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ
AMARELO (*Passiflora edulis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Engenharia de Alimentos do Centro de
Tecnologia da Universidade Federal da
Paraíba – UFPB, em cumprimento às
exigências para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em: 26/09/2019

BANCA EXAMINADORA


Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Muniz


Prof.^ª Dra. Flavia de Oliveira Paulino


Prof.^ª Dra. Julice Dutra Lopes

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a minha família: Fátima Maria dos Santos, Geovânio Pessoa de Lima, Yago dos Santos Pessoa de Lima e Maria Iria Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre ao meu lado e me dar todas as oportunidades de aprimorar os meus conhecimentos. Obrigado pela força e foco.

À minha família, em especial a minha mãe, onde eu pude ter a estrutura necessária para alcançar meus objetivos e prosseguir com as minhas metas.

À Julieny que aguentou todos os meus apereios, me ajudou a realizar as análises deste trabalho e esteve ao meu lado durante todo o curso, sempre me incentivando a dar o meu melhor. Te amo.

Aos professores e técnicos com quem pude conviver durante o curso, em especial ao meu orientador Marcelo Barbosa e aos técnicos Sófacles e Katarina, que deram grandes contribuições para a execução dessa pesquisa. Agradeço também à Banca Examinadora que reservou tempo em sua agenda para avaliar e propor correções a esse trabalho.

E a todos os meus colegas de curso, que passaram em todas as etapas do mesmo, com muito esforço e dedicação, em especial a Emmanuel e Bruna que me ajudaram durante as etapas da realização desse trabalho.

“A dúvida é o princípio da sabedoria”

Aristóteles

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mel de abelha.....	15
Figura 2 – Abelha <i>Apis mellifera</i> L.....	16
Figura 3 – Maracujá Amarelo (<i>Passiflora edulis</i>).....	25
Figura 4 – Fluxograma para produção de Melomel gaseificado de maracujá amarelo.....	31
Figura 5 – Biorreatores contendo os fermentados de Melomel de maracujá. Da esquerda para a direita: 5%, 7,5% e 10% de maracujá.....	32
Figura 6 – Gaseificação Natural do Melomel de Maracujá.....	34
Figura 7 – Variação de pH durante a cinética de fermentação das 3 formulações.....	42
Figura 8 – Variação de acidez total durante a cinética de fermentação das 3 formulações....	44
Figura 9 – Formação de álcool e queda do teor de sólidos solúveis totais durante a cinética de fermentação das 3 formulações.....	46
Figura 10 - Queda do teor de açúcares redutores durante o processo fermentativo.....	48
Figura 11 - Melomel gaseificado de maracujá amarelo (Formulação B).....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação e parâmetros de qualidade do hidromel.....	21
Tabela 2 – Produtos obtidos a partir da fermentação do mel de abelha.....	24
Tabela 3 - Formulações do Melomel gaseificado de maracujá.....	31
Tabela 4 – Análises físico-químicas feitas no mel utilizado na produção do Melomel gaseificado de maracujá em comparação com legislação brasileira.....	36
Tabela 5 – Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas da polpa de maracujá utilizado na produção do Melomel gaseificado de maracujá.....	39
Tabela 6 - Valores de pH medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa maracujá.....	41
Tabela 7 - Valores de acidez medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa maracujá.....	43
Tabela 8 - Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) e Teor Alcoólico medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa de maracujá.....	44
Tabela 9 - Teor de açúcares redutores medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa de maracujá.....	47
Tabela 10 - Valores de teor de Açúcares redutores totais medidos no começo e ao final da cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa de maracujá.....	48
Tabela 11 – Resultado das análises físico-químicas feitas no Melomel gaseificado de maracujá amarelo. Formulações A, B e C com 5; 7,5 e 10% de polpa de maracujá na formulação.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	MEL	15
3.1.1	Caracterização e legislação brasileira para o mel	15
3.1.2	Caracterização físico – química do mel	17
3.1.2.1	Sólidos solúveis totais	18
3.1.2.2	Acidez	18
3.1.2.3	Umidade	18
3.1.2.4	pH	19
3.1.2.5	Atividade de água (Aw)	19
3.1.2.6	Cinzas	19
3.1.2.7	Hidroximetilfurfural (HMF)	20
3.1.2.8	Condutividade Elétrica	20
3.2	HIDROMEL	20
3.2.1	Histórico	20
3.2.2	Legislação Brasileira para o hidromel	21
3.3	ÁGUA	22
3.4	PRODUÇÃO DE HIDROMEL	22
3.4.1	Matérias-Primas	22
3.4.2	Etapas do processamento do hidromel	22
3.5	MELOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ AMARELO	23
3.6	LEVEDURA	25
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	MATERIAIS	26
4.2	MÉTODOS	26
4.2.1	Obtenção das amostras	26
4.2.1.1	Maracujá	27
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO MEL E MARACUJÁ	27
4.3.1	Sólidos solúveis totais (°Brix)	27

4.3.2	pH.....	27
4.3.3	Acidez total (mel).....	28
4.3.4	Umidade (%).....	28
4.3.5	Cinzas (Sais Minerais) (%).....	28
4.3.6	Acidez Total (Adjunto de maracujá).....	29
4.3.7	Hidroximetilfurfural- HMF (mg/kg).....	29
4.3.8	Atividade de Água.....	30
4.3.9	Condutividade elétrica.....	30
4.4	PRODUÇÃO DO MELOMEL GASEIFICADO.....	30
4.4.1	Formulação do mosto.....	31
4.4.2	Preparo do mosto.....	31
4.4.3	Adição do inóculo.....	32
4.4.4	Fermentação alcoólica.....	32
4.4.5	Trasfega.....	34
4.4.6	Envase (Gaseificação Natural).....	34
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
5.1	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS.....	36
5.1.1	Mel.....	36
5.1.2	Maracujá Amarelo.....	39
5.2	ACOMPANHAMENTO DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO.....	41
5.3	CARACTERIZAÇÃO DO MEMOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ AMARELO.....	49
6	CONCLUSÃO.....	51
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

RESUMO

LIMA, Yan Flauber dos Santos P. de. Desenvolvimento de Melomel Gaseificado de Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis*). 2019. Trabalho de Conclusão de Curso- Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 2019.

Com o passar dos anos, o mercado de bebidas fica mais competitivo, sendo motivado pelos preços e inovações. O Melomel gaseificado de maracujá amarelo é uma alternativa inovadora que movimentaria o mercado de bebidas e diminuiria as perdas pós-colheita do maracujá amarelo no Nordeste. O objetivo geral desse trabalho foi o desenvolvimento do Melomel gaseificado de maracujá amarelo. Foram preparadas três formulações, denominadas A, B e C com 5; 7,5 e 10% de polpa de maracujá amarelo, respectivamente. Antes do preparo das formulações, foi realizada a caracterização físico-química (pH, sólidos solúveis totais, cinzas, umidade, acidez total e açúcares redutores totais) das matérias-primas utilizadas. O processo fermentativo ocorreu à temperatura controlada de 18°C em biorreatores com volume de 3L e foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez total, teor alcoólico, açúcares redutores e açúcares redutores totais durante o acompanhamento da cinética de fermentação. Ao final da fermentação, foi realizada a gaseificação natural do produto em garrafas de vidro de 300 mL. Com o fim da gaseificação, foram feitas análises físico-químicas (pH, sólidos solúveis totais, acidez total, açúcares redutores totais e teor alcoólico) no produto final. Essas análises apontaram que os Melomeis produzidos se encontram dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente, obtendo um teor alcoólico de 10,7% (v/v) e se classificando como Melomeis do tipo “suave”, pois obtiveram teor de açúcares redutores totais acima de 3 g/L, além disso, o produto final obteve cor dourado palha e baixa retenção de espuma.

Palavras chave: Melomel; análises físico-químicas; gaseificação; cinética de fermentação

ABSTRACT

LIMA, Yan Flauber dos Santos P. de. **Development of gasified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) Melomel.** 2019. Undergraduate thesis- Department of Food Engineering, Federal University of Paraíba, 2019.

Over the years, the beverage market becomes more competitive, being motivated by prices and innovations. The gasified yellow passion fruit Melomel is an innovative alternative that would move the beverage market and decrease the postharvest losses of yellow passion fruit in the Northeast. The general objective of this work was the development of the gasified yellow passion fruit Melomel. Three formulations were prepared, named A, B and C with 5; 7,5 and 10% of yellow passion fruit pulp respectively. Prior to the preparation of the formulations, the physicochemical characterization (pH, total soluble solids, ashes, umidity, total acidity and total reducing sugars) of the raw materials used was performed. The fermentation process took place at a controlled temperature of 18°C in bioreactors with a volume of 3 L and pH total soluble solids, total acidity, alcohol contente, reducing sugars and total reducing sugars were analyzed during the monitoring of the fermentation kinetics. After the end of the fermentation, the product was naturally gasified in 300 mL glass bottles. At the end of the gasification, physicochemical analyzes were performed (pH, total soluble solids, total acidity, reducing sugars, total reducing sugars and alcohol content) in the final product. These analyzes indicated that the produced Melomeis are within the quality standards set by the current legislation, obtaining na alcohol contente of 10,7% (v/v) and classified as “mild” type Melomeis since they obtained total reducing sugars content above 3 g/L, in addition to that, the final product obtained golden straw color and low foam retention.

Key words: Melomel; physicochemical analysis, gasified; fermentation kinetics

1 INTRODUÇÃO

O mel é um produto natural. Proveniente da apicultura, esse alimento vem sendo produzido pelas sociedades desde os primórdios da humanidade, que o vem utilizando tanto como ingrediente medicinal, como também na dieta, por ser um alimento que possui uma gama de substâncias como, por exemplo: vitaminas, aminoácidos, lipídeos, entre outros (PEREIRA, 2008). Sendo uma substância de gosto doce, o mel tem sido utilizado desde sempre na preparação de bebidas. Quando fermentado o mel produz hidromel, cujo sabor depende da origem floral do mel, ingredientes e leveduras utilizadas no processo de fermentação (GUPTA, SHARMA, 2009).

O hidromel é uma bebida que possui teor alcoólico de 4 a 14% (v/v), obtida a partir da fermentação alcoólica do mel diluído (KEMPKA, MANTOVANI, 2013). Apesar de ser uma das bebidas mais antigas do mundo, o consumo do hidromel foi substituído com o passar do tempo por outras bebidas como o vinho. Porém atualmente o hidromel é consumido em vários países da Europa e África. Já no Brasil, a bebida se tornou conhecida pela população através da produção de bebidas artesanais no país (SROKA, TUSZYNSKI, 2007; ROSA, 2016). Quando há adição de outros componentes como frutas e especiarias à formulação do hidromel, o produto final é denominado de acordo com a matéria-prima envolvida no processo. Com a adição de uvas temos o Pymment, temos o Cyser quando há a adição de maçãs e temos o Melomel quando são adicionadas outras frutas como, por exemplo, o maracujá (BERRY, 2007; VENTURINI FILHO, 2010).

Na elaboração de fermentados alcoólicos, são mais utilizados os microrganismos do gênero *Saccharomyces*, entre eles a *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces bayanus*, sendo a primeira conhecida como “levedura do vinho”. A ação desses microrganismos resulta nas características finais do fermentado, pois ele age na transformação de açúcares em álcool e outros compostos (DIAS *et al.*, 2007; SIMÕES, 2014).

O gênero *Passiflora* possui mais de 400 espécies, sendo o maracujá-azedo ou amarelo (*Passiflora edulis*) o mais cultivado no país pela qualidade de seu fruto, produtividade e rendimento do suco, porém seu valor comercial só foi descoberto nos anos 60, antes disso era considerada uma fruta de pomar doméstico por causa de suas propriedades medicinais (ZERAİK, 2010; MELETTI, 2011). Mais da metade das áreas produtoras de maracujá no Brasil se encontra no Nordeste, onde sua cultura e exploração desempenham papel bastante importante, gerando empregos no campo e na indústria (VIANA, 2003).

A indústria de bebidas possui grande importância na economia brasileira tendo obtido em 2016 um faturamento de R\$117 bilhões, o que equivale a 4,18% do PIB brasileiro daquele ano (ROSA, 2006; ABIA, 2018). Com o passar dos anos, o mercado fica mais competitivo, sendo motivado pelos preços e diferenciação de produtos. Aliado a isso há o aumento da procura dos consumidores por novos sabores, fazendo com que as empresas lancem novos produtos mais frequentemente (TECHNAVIO, 2017).

O mercado de bebidas em geral vem se reinventando desde sempre com a formulação de novos produtos e, particularmente no Brasil, movimenta em grande escala a economia nacional. Como o mercado de bebidas no Brasil é bastante visado, a produção do Melomel Gaseificado de Maracujá amarelo pode gerar um produto inovador que ajudaria a reduzir as perdas pós-colheita de uma fruta altamente cultivada no Nordeste.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos elaborar, produzir e avaliar a cinética de fermentação de três formulações de Melomel gaseificado utilizando diferentes porcentagens de adjunto.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver o Melomel gaseificado de maracujá amarelo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar três formulações de Melomel gaseificado produzidas a partir de uma solução de mel e concentrações diferentes de polpa de maracujá;
- Caracterizar as amostras de mel e maracujá através de análises físico-químicas (pH, acidez total, açúcares redutores totais (ART), sólidos solúveis totais (SST), umidade, cinzas, atividade de água, condutividade elétrica e Hidroximetilfurfural);
- Acompanhar a cinética de fermentação mediante análises físico-químicas (pH, acidez total, sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores (AR), açúcares redutores totais (ART) e teor alcoólico);
- Analisar os Melomeis produzidos mediante análises físico-químicas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MEL

3.1.1 Caracterização e legislação brasileira para o mel

O Brasil é um país capaz de produzir milhares de toneladas de mel de ótima qualidade, por possuir características favoráveis à apicultura como grande diversidade de flores e climas. No Nordeste brasileiro, por exemplo, a apicultura é uma atividade que vem crescendo nos últimos anos, sendo capaz de elevar o nível socioeconômico das áreas onde é praticada (ARAÚJO *et al.*, 2006; OLIVEIRA, 2006).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) validou o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, por meio da legislação nº11 de 20 de outubro de 2000, para atender a comercialização e garantir a qualidade do mel, aprovando os requisitos mínimos de qualidade que o mel (Figura 1) proposto ao consumo humano deve possuir (BRASIL, 2000).

Figura 1 – Mel de abelha



Fonte: Site Óleos da Vovó

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000), mel é o produto alimentício proporcionado pelas abelhas melíferas (*Apis melífera L.*) (Figura 2), a partir do néctar das flores ou das secreções oriundas das partes vivas das plantas ou de eliminações de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.

Figura 2 – Abelha *Apis melífera* L.



Fonte: Site Abelhas Jataí (2015)

De acordo com a legislação brasileira, o mel é classificado segundo sua origem, procedimento de obtenção do favo de mel e segundo sua apresentação e/ou processamento.

Segundo sua origem:

- Mel flora é o mel obtido dos néctares das flores. Ele se divide em mel unifloral ou monoflora e mel multifloral ou plurifloral.
 - Mel unifloral ou monoflora é quando o mel procede principalmente da origem de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias.
 - Mel multifloral ou plurifloral é o mel obtido a partir de diferentes origens florais
- Melato ou mel de Melato é o mel obtido principalmente a partir de secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas.

Segundo a obtenção do favo de mel:

- Mel escorrido é o mel obtido por escorrimento dos favos desoperculados, sem larvas;
- Mel de prensado é o mel obtido a partir da prensagem dos favos de mel, sem larvas;
- Mel centrifugado é o mel obtido a partir da centrifugação dos favos desoperculados, sem larvas.

Segundo sua Apresentação e/ou processamento:

- Mel é o mel em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado;
- Mel em favos ou mel em secções é o mel armazenado pelas abelhas em células operculadas de favos novos, construídos por elas mesmas, que não contenha larvas e comercializado em favos inteiros ou em secções de tais favos;
- Mel com pedaços de favo é o mel que contém um ou mais pedaços de favo com mel, isentos de larvas;
- Mel cristalizado ou granulado é o mel que sofreu um processo natural de solidificação, como consequência da cristalização dos açúcares;
- Mel cremoso é o mel que tem uma estrutura cristalina e fina que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que o torne fácil de untar;
- Mel filtrado: é o mel que foi submetido a um processo de filtração, sem alterar o seu valor nutritivo.

A composição físico-química do mel pode variar, assim como suas características sensoriais, pois estes dependem da origem floral, clima, umidade, entre outros. A participação do mel na alimentação humana vem crescendo, por se tratar de um produto natural de baixo risco toxicológico, rico em nutrientes, além de apresentar propriedades terapêuticas e poder ser utilizado como suplemento alimentar sem a utilização de outras substâncias durante sua elaboração (VENTURINI *et al.*, 2007; FINCO *et al.*, 2010).

3.1.2 Caracterização físico – química do mel

A qualidade do mel influencia diretamente na produção e qualidade dos produtos na qual ele é utilizado (ARRAEZ-ROMAN *et al.*, 2006; RAMALHOSA *et al.*, 2011). Análises físico-químicas do mel são imprescindíveis para a fiscalização do controle da qualidade do mel. Assim, é de bastante importância comparar os resultados obtidos nas análises com os parâmetros fornecidos pela legislação, a fim de prevenir a compra de um produto fora das normas por parte do consumidor (SILVA *et al.* 2008; SILVA, *et al.* 2011).

A formação físico-química do mel é bastante complexa pelo fato de possuir mais de 200 substâncias que podem variar de acordo com a origem floral de onde ele é obtido, espécie de abelha, solo, estado fisiológico da colônia, estado de maturação do mel e condições de armazenamento e processamento. Dentro da composição química do mel há água, carboidratos, enzimas, vitaminas, minerais, entre outros compostos que contribuem para suas

características sensoriais. Dentre os carboidratos, glicose, frutose e sacarose se encontram em maiores quantidades (SILVA *et al.*, 2004; IURLINA; FRITZ, 2005; ARRAEZ-ROMAN *et al.*, 2006; PEREIRA 2008).

3.1.2.1 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis são as substâncias que estão dissolvidas em um determinado solvente. Dentre os sólidos solúveis encontrados no mel, se destacam os monossacarídeos e os dissacarídeos. Dentre os monossacarídeos se destacam a glicose, que possui característica de pouca solubilidade, fazendo com que o mel tenha tendência a cristalizar, e a frutose, que proporciona o sabor doce ao mel. Já dentre os dissacarídeos, a sacarose, que é formada de glicose e frutose, prevalece. A alta presença de sacarose indica que o mel pode estar “verde” ou adulterado (VIDAL, 2004; CHITARRA, 2005; SEEMANN; 2008).

3.1.2.2 Acidez

De acordo com os padrões de qualidade determinados na legislação brasileira (BRASIL, 2000), a acidez do mel não deve exceder 50 milequivalentes por quilo de mel. Esta característica tem origem na variação dos ácidos orgânicos provenientes das diferentes fontes de néctares, pela ação das enzimas glicose-oxidase, que gera ácido glucônico, e pela quantidade de sais minerais presentes no mel (CARLOS *et al.*, 2007).

3.1.2.3 Umidade

Os compostos em maior quantidade no mel são a água e carboidratos. A umidade (quantidade de água) é um dos principais fatores que influenciam a degradação de um alimento como por exemplo o mel onde a água compõe entre cerca de 15% a 21% de sua estrutura, sendo essa quantidade influenciada por clima, origem floral e colheita antes da desidratação completa. A quantidade de água no mel influencia em várias características como viscosidade, sabor, conservação, entre outros (MARCHINI *et al.*, 2004; FERRAZ, 2015). Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000) o mel deve apresentar no máximo 20 g de umidade / 100 g de mel.

Muitos cuidados devem ser tomados com o teor de umidade, pois se o mesmo for muito elevado, alguns microrganismos tolerantes a açúcar presente no organismo das abelhas, no néctar, nas áreas de extração e armazenamento podem causar fermentação do mel (MARCHINI; SODRE; MORETI, 2004).

3.1.2.4 pH

A origem botânica e concentração de diversos sais minerais possui bastante influência sobre o pH do mel. Seu valor alterna entre 3,4 e 6,1, sendo encontrados valores menores que 4,0 para o mel floral e acima de 4,5 para melados (IURLINA, FRITZ, 2005; AZEREDO, 2007).

O pH de um mel não está diretamente relacionado com sua acidez e sim com os íons de hidrogênio presentes na solução, que podem atuar na velocidade da formação de hidroximetilfurfural (DE RODRIGUES *et al.*, 2005; CARVALHO, 2005).

3.1.2.5 Atividade de água (A_w)

O conhecimento da atividade de água pode ser utilizado para determinar o tipo de armazenamento do alimento, tipo de embalagem que será usada e tempo de prateleira do produto (CORREIA-OLIVEIRA, 2008). A atividade de água (A_w) estabelece a quantidade de água disponível para atividade microbiana. Os microrganismos toleram diferentes teores mínimos de A_w , porém quando se alcança o limite individual de A_w de um produto, os respectivos microrganismos não têm condições para desenvolver. O crescimento ótimo de fungos e leveduras acontece em A_w acima de 0,85 e 0,70 respectivamente. Pode-se considerar um alimento estável geralmente quando a atividade de água é inferior a 0,60, o que acontece no caso do mel que possui A_w entre 0,50 e 0,60 (FRANCO, LANDGRAF, 1996; IURLINA, FRITZ, 2005; CORREIA-OLIVEIRA, 2008).

3.1.2.6 Cinzas

As cinzas não se encontram em grandes quantidades no mel, porém ao se fazer sua determinação, é possível determinar algumas irregularidades como, por exemplo, processos de decantação e filtração mal feitos na retirada do mel pelo apicultor. Os teores de cinzas variam geralmente entre 0,1% (m/m) a 1% (m/m) (AGANIN, 1979; BOGDANOV, 1999; SODRÉ, 2005; EVANGELISTA – RODRIGUES, 2005), sendo o máximo permitido na legislação o valor de 0,6g/100g de mel; (BRASIL, 2000).

3.1.2.7 Hidroximetilfurfural (HMF)

O nível de hidroximetilfurfural aceito pela legislação brasileira é de no máximo 60 mg/Kg (BRASIL, 2000). O hidroximetilfurfural (HMF) é formado através da reação de certos açúcares com ácidos, e sua quantidade pode aumentar de acordo com alguns fatores como elevação da temperatura, adição de açúcar invertido, acidez, entre outros. O HMF serve como indicador de qualidade, apontando alterações causadas por armazenamento prolongado em altas temperaturas, além de adição de açúcar invertido. No mel, essa substância é encontrada em pequenas quantidades, sendo causada por desidratação da hexose catalisada por ácidos, aliada as propriedades químicas do mel (SILVA *et al.*, 2004; FALLICO *et al.*, 2004).

3.1.2.8 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é um dos parâmetros usados para se definir a origem botânica do mel, ela está relacionada ao conteúdo de cinzas e ácidos presentes no mel (BOGDANOV, 1999).

3.2 HIDROMEL

3.2.1 Histórico

O Hidromel é uma das bebidas mais antigas do mundo. Precursora de bebidas como vinho e cerveja, e conhecida como “bebida dos deuses”, o hidromel era originalmente fabricado a partir da fermentação da mistura de água e mel (PEREIRA, 2008).

Embora não se saiba o período exato em que o mel foi descoberto, especula-se que essa bebida tenha se originado na África e depois tenha se espalhado para bacia do Mediterrâneo e Europa, desempenhando papel importante em antigas civilizações como parte das mitologias celta, anglo-saxões e vikings (IGLESIAS *et al.*, 2014). Para esses povos, a bebida fornecia poderes sobrenaturais a quem a bebia, como imortalidade, virilidade, fertilidade, entre outros, sendo usada principalmente em culto aos deuses (GUPTA & SHARMA, 2009; BATISTA, 2017).

Várias evidências sobre a produção do hidromel podem ser encontradas em documentos antigos. A primeira definição conhecida de hidromel foi encontrada na literatura hindu, no Rigved, livro dos Hinos, que foi escrito em torno de 1.700 – 1.100 a.C. Na literatura

romana, Lucius Junius Moderatus (Columella) conhecido por se dedicar à agricultura, em seu livro *De Re Rustica* (42 d.C.) e o naturalista Plínio (Velho), em sua obra *Naturalis Historia* (77 d.C.), abordam o uso empírico de mel para a produção de hidromel, fornecendo uma descrição detalhada do procedimento utilizado para a elaboração dessa bebida. Na China há evidências arqueológicas da produção de hidromel a 7000 a.C., onde vasos de cerâmica foram encontrados, contendo mistura de hidromel, arroz e outras frutas com compostos orgânicos de fermentação (GUPTA, SHARMA, 2009; IGLESIAS et al., 2014).

Atualmente em alguns países o hidromel é pouco conhecido, porém apresenta grande potencial de comercialização, sendo mais comercializado no continente europeu e nos Estados Unidos (IGLESIAS *et al.*, 2014; SOLORD, 2015).

3.2.2 Legislação Brasileira para o hidromel

O hidromel, segundo o Decreto nº 6871 de 4 de julho de 2009, “... *é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20°C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável*” (BRASIL, 2009). Seus parâmetros legais relacionados a acidez fixa, acidez total, acidez volátil, anidrido sulfuroso, cinzas, cloretos totais, extrato seco reduzido, graduação alcoólica e o teor de açúcar, além de salientar que não é permitido o uso de açúcar (sacarose) para a produção dessa bebida e classificação estão estabelecidos na Instrução Normativa n. 34 de 29 novembro de 2012 (BRASIL, 2012).

Tabela 1- Classificação e parâmetros de qualidade do hidromel

Parâmetros	Limite mínimo	Limite máximo	Classificação
Acidez total, em meq/L	50	130	-
Anidrido sulfuroso total, em g/L	-	0,35	-
Cinzas, g/L	1,5	-	-
Cloretos totais, em g/L	-	0,5	-
Graduação alcoólica, em % v/v a 20°C	4	14	-
Extrato seco reduzido, g/L	7	-	-
Teor de açúcar, em g/L	-	≤ 3	Seco
	>3	-	Suave

Fonte: Instrução normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012

3.3 ÁGUA

A água empregada no processo de produção do hidromel deve ser potável, apropriada para o consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam os padrões de potabilidade e não ofereça risco a saúde do ser humano, como aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das Bebidas Fermentadas, aprovado pela Instrução Normativa nº 34 de 29 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012; BRUNELLI, 2015).

3.4 PRODUÇÃO DE HIDROMEL

3.4.1 Matérias-Primas

O hidromel é a bebida obtida a partir da fermentação de um mosto composto de mel diluído em água e enriquecido de sais minerais, pela ação de leveduras do gênero *Saccharomyces*, sob condições controladas (PEREIRA, 2008).

3.4.2 Etapas do processamento do hidromel

O hidromel é produzido a partir de um longo processo com várias etapas, dentre elas: preparo do mosto, correção do mosto, inoculação de leveduras, fermentação, clarificação, maturação e envase (BATISTA, 2017). No preparo do mosto, a diluição do mel em água mais comuns são de 1:2 e 1:3, para que não haja inibição das leveduras pela alta concentração de açúcar (BRUNELLI, 2015). Após a preparação do mosto, ele é devidamente pasteurizado a fim de inativar ou controlar os microrganismos selvagens (MENDES-FERREIRA *et al.*, 2010; ROLDÁN *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2015).

Então o mosto é inoculado com cepas do gênero *Saccharomyces* devidamente selecionadas, onde os açúcares do mosto (glicose e sacarose em sua maioria) serão convertidos a etanol. Esse processo é dividido em duas etapas: A primeira etapa é conhecida como glicólise, onde há a conversão dos monossacarídeos em ácido pirúvico (piruvato), através de uma sequência reações enzimáticas. A segunda etapa acontece a partir do ácido pirúvico, em condições de anaerobiose, quando ocorre fermentação alcoólica propriamente dita, dando origem ao etanol (BATISTA, 2017).

A fermentação do hidromel é um processo demorado, que pode levar vários meses para se completar, dependendo do tipo de mel, levedura e composição do mel. Um objetivo

importante na produção de hidromel é reduzir o tempo de fermentação, sem diminuir a qualidade do seu produto final, o que pode acontecer se suplemento for adicionado ao mosto (NAVRETEL *et al.*, 2001; MILESKI *et al.*, 2016). A fermentação é realizada em temperaturas que variam entre 22 e 25 °C e é controlada e monitorada diariamente para reduzir o risco de parada prematura da fermentação (CASTILLO-SÁNCHEZ *et al.*, 2008).

Com a conclusão da fermentação, o desprendimento de gás carbônico é cessado, favorecendo a sedimentação das partículas em suspensão. Esse depósito de partículas sedimentadas é denominado de borra e favorece a contaminação e reações que geram sabores e aromas impróprios à bebida, por isso, deve se separar a borra do fermentado, fazendo uma trasfega para outro recipiente (MATTIETTO *et al.*, 2006).

A próxima etapa é a clarificação, que é feita por centrifugação ou utilizando agentes de enchimento, tais como bentonita, clara de ovo e gelatina, durando geralmente 1 mês e então é feita mais uma trasfega (PEREIRA *et al.*, 2015; MATTIETTO *et al.*, 2006).

Então é feita a maturação onde as características de armazenamento podem gerar características especiais ao produto. Essa etapa é de grande importância, pois nela serão desenvolvidos compostos aromáticos e mudança de sabor. Dependendo do hidromel, essa etapa pode durar de meses a anos (GUPTA, SHARMA, 2009; CHEN *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015).

3.5 MELOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ AMARELO

Como a produção do hidromel é predominantemente caseira, desde sempre seu processamento vem sofrendo alterações, principalmente com a introdução de novos ingredientes a sua formulação. A adição de ingredientes como frutas, vegetais, pimenta, entre outros, ajudam a obter uma diversificação de produto, como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Produtos obtidos a partir da fermentação do mel de abelha

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

Fonte: Berry (2007)

O Melomel é uma bebida que possui teor alcoólico entre 8 e 18% v/v, obtida a partir da fermentação de um mosto composto de mel de abelhas com polpa ou suco de frutas (RAMALHOSA *et al.*, 2011).

A adição de frutas e polpas a bebidas à base de mel é bastante recomendada, pois são ricas em carboidratos, vitaminas, fibras, substâncias fenólicas, substâncias sulfúricas, entre outros nutrientes e substâncias. Algumas possuem ação antioxidante, que ajuda a manter um equilíbrio entre a produção e a eliminação de espécies reativas de oxigênio e outros compostos relacionados, assim atenuando as células de dano induzidas fisicamente (LIMA, 2001; MAIA, 2007; GUPTA, SHARMA, 2009; KOGUCHI *et al.*, 2009; AMORIM *et al.*, 2018). Uma das frutas que podem ser utilizadas é o maracujá, fruta bastante utilizada na produção de sucos.

Maracujá é o nome popular dado a várias espécies do gênero *Passiflora*, que possui 400 espécies, com 90% delas localizadas em regiões tropicais e subtropicais do globo, sendo 120 espécies nativas do Brasil (ZERAIK, 2010; MELETTI, 2011). A espécie mais comercializada no país é o maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) (Figura 3), geralmente destinado à produção de sucos, pois como a fruta se adapta facilmente ao ambiente, seus frutos ficam maiores, gerando alto rendimento de polpa. O maracujá amarelo apresenta outras vantagens como resistência a moléstia e elevada acidez, o que lhe permite flexibilidade na adição de açúcar, facilitando a obtenção de um produto derivado desejado (CORDOVA *et al.*, 2005; MELETTI, 2011).

Figura 3 – Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis*)



Fonte: Site Mundo Boa Forma

No processamento de algumas bebidas são feitas duas fermentações, sendo a segunda, chamada de gaseificação natural ou *Prise de mousse*. Essa segunda fermentação é a principal responsável pela característica de efervescência em vinhos espumantes, por exemplo, e depende de alguns fatores como composição química do fermentado e temperatura (ESTANQUEIRO, 2015). A segunda fermentação pode ser feita em garrafas ou dornas resistentes a pressão, onde ocorre um processo de lento acúmulo de CO₂ (VENTURINNI FILHO, 2010).

3.6 LEVEDURA

Os fermentos utilizados na produção de hidromel e suas variações são os mesmos utilizados na panificação, sendo a levedura *Saccharomyces cerevisiae* a mais utilizada, devido a sua alta tolerância ao etanol e outros compostos inibidores formados durante a fermentação, além da rápida capacidade de fermentar em condições anaeróbias, porém em contraponto deixa gosto residual típico da levedura. Outra levedura que pode ser utilizada na fermentação é a *Saccharomyces bayanus*, que é capaz de atingir uma graduação de 16% de teor alcoólico, apesar de gerar um produto bastante seco. Já outras leveduras deixam a bebida doce após o processo, pois possuem baixa atenuação. Como os fermentos conferem aromas diversos à bebida, além de produzir diferentes teores alcoólicos na bebida final, deve-se ser muito cuidadoso ao escolher o microrganismo que será utilizado no processo (LIMA, BASSO, 2001; KNAUF, KRAUS, 2006; ILHA, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste tópico estão descritas as metodologias que foram utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, como as caracterizações físico-químicas dos méis, o estudo da produção da bebida fermentada por meio da fermentação alcoólica utilizando a levedura *Saccharomyces bayanus*, e a avaliação cinética no decorrer do processo fermentativo e após a produção do Melomel.

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba, *Campus I*, no Laboratório de Produtos e Fermento Destilados (LPFD), no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), localizados no Centro de Tecnologia (CT).

4.1 MATERIAIS

O mel de abelha-italiana (*Apis mellifera*) da florada de Marmeleiro foi obtido de apicultores do município de Catolé do Rocha - PB. Os frutos do maracujá foram adquiridos em um mercado local, em João Pessoa-PB. A levedura (*Shaccaromyces bayanus*) Fermento Red Star Premier Blanc foi adquirida na empresa WE Consultoria.

A *Shaccaromyces bayanus* foi escolhida, pois segundo o fabricante, ela possui baixa acidez volátil, boa resistência a baixas temperaturas (14 °C), baixa necessidade de nutrientes e possui alta tolerância ao álcool (>16% vol), além de gerar fermentados com aromas mais puros, limpos e agradáveis.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção das amostras

Foram obtidos 2 litros de mel e 5 kg de maracujá para formulação de Melomeis com três proporções diferentes de adjunto (maracujá). Os resultados obtidos foram comparados com os padrões de qualidade da legislação brasileira.

4.2.1.1 Maracujá

A polpa de maracujá foi extraído, homogeneizado manualmente e armazenado em garrafas PET (polímero termoplástico) de 2 L que foram previamente sanitizadas com uma solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO MEL E MARACUJÁ

Os parâmetros analisados foram: sólidos solúveis totais, pH, acidez total, umidade, cinzas, hidroximetilfurfural – HMF, atividade de água e condutividade elétrica. As análises de Hidroximetilfurfural, atividade de água e condutividade elétrica só foram realizadas no mel.

As análises seguiram os métodos especificados pela legislação brasileira, que se encontram relatados na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), também de acordo com as diretrizes e metodologias recomendadas pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.3.1 Sólidos solúveis totais (°Brix)

Foram determinados por um refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método refratométrico pela leitura direta, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (2010), sendo os resultados expressos em ° Brix.

4.3.2 pH

A determinação do pH da polpa de maracujá ocorreu de forma direta onde 50 mL foram homogeneizados, e o pH foi determinado diretamente pelo potenciômetro de bancada devidamente calibrado usando as soluções tampões pH 7,0 e 4,0 a 20 °C, segundo técnica estabelecida pela AOAC (2010). Já para o mel, a medição de pH com potenciômetro de bancada foi realizada após fazer a diluição de 5 mL de mel em 45 mL de água destilada.

Sendo realizadas pelo menos 3 medidas para cada amostra, o valor final foi dado pela média aritmética simples das medidas.

4.3.3 Acidez total (mel)

A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH (0,1 N). Onde foram adicionadas 5 mL da amostra, 50 mL de água destilada e 3 gotas de indicador fenolftaleína em um erlenmeyer e decorreu a titulação até o ponto de viragem (rosa claro) (IAL, 2008). O cálculo foi realizado utilizando a equação 1:

$$\text{Acidez total } \left(\frac{\text{meq}}{\text{Kg}} \right) = (V * N * f) * 1000/v \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

V = Volume de NaOH gasto na titulação

N = Normalidade da solução de NaOH

f = Fator de correção da solução de NaOH

v = volume (mL) da amostra usado na titulação

Os teores de acidez dos méis foram obtidos por titulação do filtrado com NaOH 0,1N, segundo a técnica estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), sendo os resultados expresso em meq.kg-1.

4.3.4 Umidade (%)

As amostras foram analisadas segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), por secagem à pressão atmosférica.

O resultado da umidade foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{Umidade} = 100 \times N/P \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

N= n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P= n° de gramas da amostra

4.3.5 Cinzas (Sais Minerais) (%)

Para a determinação de cinzas do mel, foi necessário um pré-tratamento das amostras por ser um alimento líquido e viscoso, apresentando efeitos de borbulhamento, ocasionando o lançamento da amostra durante o aquecimento. O pré-tratamento das amostras foi constituído do aquecimento de 120°C por 1 hora em banho-maria para evitar perdas. Posteriormente, a

amostra foi carbonizada em uma chapa aquecedora e depois incinerada em mufla a 550°C até um peso constante, de acordo com as Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A quantidade de cinzas foi medida conforme o seguinte cálculo:

$$\text{Cinzas} = 100 \times N / P \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

N= n° de g de cinzas

P= n° de g da amostra

4.3.6 Acidez Total (Adjunto de maracujá)

Foram coletados 5 mL da amostra em frasco de Erlenmeyer, adicionando 45 mL de água. Então 3 gotas de solução de fenolftaleína foram adicionadas para titulação com solução de hidróxido de sódio de sódio 0,1N sob agitação constante, até que a coloração rósea da viragem permanecesse por 30 segundos.

$$\text{Acidez total} \left(\frac{\text{g de ácido cítrico}}{100 \text{ ml de solução}} \right) = \frac{V \times f \times M \times PM}{10 \times P \times n} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio;

P = massa da amostra em g ou volume da amostra em mL;

PM = peso molecular do ácido correspondente em g;

n = n° de hidrogênios ionizáveis (n=3 para ácido cítrico);

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

4.3.7 Hidroximetilfurfural- HMF (mg/kg)

A análise de hidroximetilfurfural foi feita no mel para se examinar se houve adulteração por utilização de açúcar comercial, estocagem inadequada ou superaquecimento. Para realização desta análise foi utilizado o método por reação cromática chamada de Reação de Jagerschmidt, onde são adicionadas em geral de porcelana cerca de 10 g de mel com 10 mL de acetona, decanta-se o solvente e transfere cerca de 2-3 mL para um tubo de ensaio contendo igual volume de HCl concentrado, esfria-se a mistura em um banho de gelo ou água corrente. O aparecimento da coloração violeta na solução indica presença de açúcar

comercial, no caso do mel natural, pode surgir uma leve coloração âmbar que se torna violácea depois de algum tempo (DANTAS, 2016).

4.3.8 Atividade de Água

Para avaliação da atividade de água (A_w), foi utilizado o analisador de atividade de água LabMaster-aw, que utiliza a técnica de determinação através de leitura direta da umidade relativa de equilíbrio (atividade de água), utilizando um sensor eletrolítico sem histerese.

4.3.9 Condutividade elétrica

A análise desse parâmetro foi feita através da utilização de condutímetro de bancada previamente calibrado, utilizando uma solução de 20% de mel.

4.4 PRODUÇÃO DO MELOMEL GASEIFICADO

Com graduação alcoólica compreendida entre 8 e 18% em volume, o Melomel é obtido a partir da fermentação de mosto composto por mel de abelhas e polpa ou suco de frutas. O preparo do Melomel segue as etapas mostradas na Figura 4. Na elaboração do Melomel é necessário se fazer o controle da temperatura durante a fermentação, tendo cada tipo de levedura uma temperatura ótima apropriada. No caso da levedura *S. bayanus*, as taxas mais elevadas de fermentação estão compreendidas entre as temperaturas de 15 e 30 °C. O processo fermentativo utilizado foi o descontínuo com temperatura controlada de 18 °C.

A fermentação é encerrada teoricamente com a estabilização do teor de sólidos solúveis do fermentado e estabilidade do teor alcoólico. Após a fermentação, cessa o despreendimento do CO₂, o que favorece a sedimentação de partículas em suspensão, resultando em um fermentado mais límpido.

Então o fermentado é envasado e em seguida é feito o *Priming*, adicionando sacarose ao fermentado para se obter um volume de gás carbônico pré-determinado. O processo se encerra após a produção de CO₂.

Figura 4 – Fluxograma para produção de Melomel gaseificado de maracujá amarelo



Fonte: Autor (2019)

4.4.1 Formulação do mosto

Foram elaboradas três formulações com porcentagens diferentes de maracujá, como descrito na Tabela 3:

Tabela 3 - Formulações do Melomel gaseificado de maracujá

	Formulação A	Formulação B	Formulação C
Mel + água (%)	95	92,5	90
Polpa de maracujá (%)	5	7,5	10
Levedura (g)	0,75	0,75	0,75

Fonte: Autor (2019)

As porcentagens de polpa de maracujá foram escolhidas a partir de testes previamente realizados utilizando porcentagens mais altas de polpa (10, 15 e 20%), onde se notou que o flavor residual do maracujá ao final da fermentação era muito forte. Sendo decidido assim diminuir as concentrações de polpa nas formulações.

4.4.2 Preparo do mosto

Os mostos foram preparados através da mistura de água e mel, e ainda adição de polpa de maracujá a fim de obter 18°Brix de Sólidos Solúveis Totais, determinados por refratômetro de bancada. Esse teor de Sólidos Solúveis Totais foi escolhido para que o teor alcoólico produzido ao final da fermentação se encontrasse dentro da faixa permitida pela legislação para hidromeis, que é de 4 a 14% de teor alcoólico, já que na teoria 2 °Brix seriam consumidos para produção de 1% de teor alcoólico.

4.4.3 Adição do inóculo

As leveduras utilizadas neste trabalho para o processo de fermentação foram uma cepa de fermento Premier Blanc, proveniente de fermento biológico da marca Red Star. Com uma proporção de 0,5-2 g de levedura seca/L, uma vez que o volume do trabalho é de 3L para cada biorreator. A levedura foi previamente dissolvida em certa quantidade de mosto e depois misturada ao restante do mosto, sob agitação para uma diluição melhor.

4.4.4 Fermentação alcoólica

O procedimento da fermentação alcoólica foi realizado em batelada em biorreatores artesanais de vidro com capacidade de 3 litros (Figura 5). A fermentação teve em média, duração de 14 dias e foi acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix).

Figura 5 – Biorreatores contendo os fermentados de Melomel de maracujá. Da esquerda para a direita: 5%, 7,5% e 10% de maracujá.



Fonte: Autor (2019)

Durante a fermentação foram feitas análises físico-químicas (pH, temperatura, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez e açúcares redutores) a cada 24 horas e teor alcoólico(°GL) a partir de 96 horas.

No primeiro e último dia de fermentação foi realizada a análise de açúcares redutores totais.

O pH e temperatura do processo de fermentação do Melomel de maracujá foram determinados de forma direta por pHmetro de bancada devidamente calibrado, como descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para a obtenção do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi utilizado um refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método de leitura direta, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (2010).

Para determinação da acidez total durante a fermentação, utilizou-se 5 ml de cada fermentado e 45 mL de água destilada. Foram adicionadas 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% na solução que foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, até coloração rósea permanente por 30 segundos (IAL, 2008).

$$\text{Acidez} = (1000 \times n \times N)/v \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

v= volume da amostra (mL);

n= volume da solução de NaOH gasto na titulação (mL);

N= Normalidade da solução de NaOH.

Durante a fermentação o teor alcoólico foi determinado por ebulliometria, expresso em graus Gay-Lussac. Inicialmente foi realizada a calibração do equipamento com água, até a temperatura de ebulição, a qual serviu como referência para o etanol. Com a temperatura de ebulição da água e da amostra, determinou-se a concentração de etanol, utilizando a régua de conversão que acompanha o equipamento, que apresenta a conversão da temperatura de ebulição do fermentado para o volume de álcool (°GL) presente no fermentado.

Os açúcares redutores e açúcares redutores totais foram determinados pela análise espectrofotométrica, baseada no emprego do DNS (ácido 3,5-dinitro salicílico) pela metodologia descrita por Miller (1959).

4.4.5 Trasfega

Ao final da fermentação alcoólica o mosto fermentado foi transferido para outro recipiente, separando-o da massa celular depositada no fundo do biorreator. O processo de transferência do material foi realizado utilizando a torneira acoplada ao biorreator.

4.4.6 Envase (Gaseificação Natural)

Esse processo é feito normalmente na produção de espumantes, onde há uma fermentação secundária dentro de recipiente fechado, adicionando sacarose ao produto inicial.

Utilizando o site Brewer's Friend, foi realizado o cálculo da quantidade de sacarose utilizada na gaseificação natural.

Neste trabalho o processo de gaseificação foi feito de forma natural em garrafa de vidro, onde foram adicionadas 2,3 gramas de sacarose para gerar 2,8 litros de CO₂ por litro de bebida. O envase foi realizado em garrafas de 300 mL devidamente sanitizadas (Figura 6). Após o envase, as garrafas foram armazenadas a 18 °C por sete dias para favorecer o processo de gaseificação do Melomel e então foram realizadas as análises.

Figura 6 – Gaseificação Natural do Melomel de Maracujá



Fonte: Autor (2019)

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados foram apresentados com médias e desvio padrão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), juntamente com o teste de Tukey, com o auxílio do software PAST. 3.x, versão 3.26, onde serão estimados os efeitos das variáveis estudadas. A significância considerada para as diferenças entre as médias foi de 5% ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Conhecer e analisar as características físico-químicas das matérias primas antes de se realizar um processo alimentício é de bastante importância na hora de se formular um novo produto.

5.1.1 Mel

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos em análises físico-químicas feitas no mel utilizado na formulação do Melomel Gaseificado de Maracujá.

Tabela 4 – Análises físico-químicas feitas no mel utilizado na produção do Melomel gaseificado de maracujá em comparação com legislação brasileira.

Parâmetros	Mel	Legislação Brasileira (BRASIL 2000)
pH	3,60 ± 0,01	-
Acidez Total (miliequivalentes/kg de mel)	27,21 ± 1,18	≤ 50
Umidade (%)	19,75 ± 1,04	≤ 20
Cinzas (% m/m)	0,13 ± 0,03	0,1-0,6
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	79 ± 0,00	-
Hidroximetilfurfural (Presença)	Sem adulteração	≤ 60mg/kg
Condutividade elétrica (µS/Cma)	275,50 ± 1,06	-
Atividade de H ₂ O (Aw)	0,55 ± 0,01	-

Fonte: Autor (2019)

O valor médio de pH encontrado nesse trabalho foi de 3,6. Esse fator é influenciado pelo teor de sais minerais encontrados no mel e pela origem botânica sendo encontrado em trabalhos em uma faixa de 3,3 a 6,1. Carlos et al. (2007), ao analisar amostras de méis de *Apis melífera* de diferentes municípios do estado do Ceará, encontrou valores de pH entre 3,36 a 3,78, enquanto Finco *et al.*, (2010) obteve o valor médio de 3,7 ao analisar as propriedades do mel de abelha *Apis melífera L. hone* no estado de Tocantins, que são valores bem próximos ao encontrado neste trabalho. O valor do pH pode variar de acordo com a composição floral, que é diferente nas diversas áreas de coleta, sendo influenciado pelo pH do néctar (CRANE, 1983).

Em relação à acidez total do mel, os valores obtidos ($27,21 \pm 1,18$ meq/Kg) estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2000) que são valores menores ou iguais a 50 meq/kg. Ao fazer a caracterização físico-química de méis de abelhas *Apis mellifera* do Rio Grande do Sul, Welke *et al.* (2008) encontraram valores médios de 30 a 39 meq/kg. Já Marchini *et al.* (2005) e Azeredo *et al.* (2007) encontraram valores de pH de 33,8 meq/Kg em méis provenientes do estado do Tocantins e 34,3 meq/Kg de origens distintas respectivamente. De acordo com Horn (1996), a acidez presente no mel está relacionada principalmente com o ácido glucônico, que é produzido pela enzima glicose-oxidase quando esta age sobre a glicose e a variação que ocorre na acidez dos méis provenientes de diferentes regiões se dá pela variedade de ácidos orgânicos encontrados nos diferentes tipos de néctar de onde eles são obtidos.

A umidade do mel está relacionada à sua qualidade, estabilidade e tempo de colheita, sendo o segundo componente em maior quantidade em sua composição. De acordo com a legislação brasileira, o mel deve ter uma umidade inferior ao valor de 20% (BRASIL, 2000). O valor obtido nesse trabalho se encontra dentro dos padrões da legislação, sendo um valor de $19,75 \pm 1,04\%$ de umidade. Autores encontram valores variados, porém próximos ao citado e dentro da legislação. Bertoldi (2007), Sodré *et al.*, (2003); Santos *et al.*,(2009); Rodrigues *et al.*,(2005) e Carneiro *et al.*,(2002) encontraram em suas pesquisas de propriedades físico-químicas no mel de *Apis mellifera* valores médios de 18,92%, 19,77%, 18,68%, 18,41% e 16,95% respectivamente. Esses valores variam de acordo com a geografia, clima, origem floral e época de colheita, porém todos citados se encontram próximos aos valores encontrados neste trabalho.

A análise de cinzas no mel é importante, pois ela determina a quantidade de minerais presentes no mel, podendo apontar a falta de decantação e filtração no processamento do mel, isso tudo podendo influenciar na cor do produto (MARCHINI *et al.* 2004; FINCO *et al.*, 2010). O valor médio de cinzas obtido a partir das análises feitas nesse trabalho foi de $0,130 \pm 0,03\%$, o que condiz com a legislação (BRASIL, 2000). Dantas (2016), ao analisar as propriedades físico-químicas de três marcas distintas de mel industrial provenientes de diferentes regiões do Nordeste encontrou uma faixa de cinzas entre 0,238% e 0,934%, esse último valor com um desvio padrão de mais de 0,4%. Já outros autores como Mendonça *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2004) ao analisarem o teor de cinzas de méis de diferentes floradas em diferentes regiões, encontraram valores em uma faixa de 0,04% a 1,02%. Esses valores

variam de acordo com o solo onde a origem floral é cultivada e condições climáticas da região.

Os sólidos solúveis totais correspondem às substâncias que estão dissolvidas em um solvente, e no caso do mel, esse teor se aproxima muito dos açúcares totais, variando com a origem floral e clima (GOIS, 2013; CHITARRA, 2005; ANÁLISE, 2008). O teor de sólidos solúveis totais encontrado no mel utilizado para formulação do Melomel Gaseificado de Maracujá foi de 79 °Brix. Esse valor se encontra próximo ao valor encontrado por Santos *et al.* (2014) ao analisar o mel para adicionar a bebida tipo néctar de graviola, que foi de 75,5 °Brix. Barbosa *et al.* (2014) analisando a qualidade do mel de abelha comercializado em Caraúbas-RN e Brunelli (2014) analisando méis para adicionar no processamento de cervejas, encontraram valores médios de 80 °Brix. Então o valor de sólidos solúveis totais do mel obtido nesse trabalho se encontra conforme os resultados encontrados por outros autores.

A presença de hidroximetilfurfural no mel é um indicador de que possa haver presença de adulteração por açúcar invertido ou o mel possa ter passado por aquecimento prolongado ou superaquecimento, sendo geralmente encontrado em pequenas quantidades em méis recém-colhidos (WHITE JUNIOR, 1992; DANTAS, 2016). A análise qualitativa feita no mel utilizado nesse trabalho foi realizada utilizando o método por reação cromática chamada de Reação de Jagerschmidt que determina se houve ou não adulteração do mel por adição de açúcar comercial. A reação indicou que não houve presença de açúcar comercial no mel.

A condutividade elétrica do mel depende dos sais minerais e ácidos orgânicos presentes nele e é um dos parâmetros mais utilizados para se conhecer a origem botânica dos méis, geralmente substituindo a análise de teor de cinzas (BOGDANOV *et al.*, 1997; ALVES *et al.*, 2005). Os valores de condutividade elétrica encontrados na análise feita neste trabalho possuem valores médios de $275,5 \pm 1,06$ $\mu\text{S}/\text{Cm}$, que se encontra dentro das normas do Codex Alimentarius que permite uma condutividade de no máximo 800 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ no mel. De Arruda *et al.* (2004) encontrou valores de condutividade elétrica semelhantes ao encontrado nesse trabalho, abrangendo uma faixa entre 154,67 a 253,33 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ao avaliar as características físico-químicas de méis do estado do Ceará.

A medição de atividade de água em alimentos é um indicador da quantidade de água livre para desenvolvimento microbiano, indicando uma menor vida de prateleira quando seu valor é maior que 0,6 (COULTATE, 2006; BRUNELLI, 2015). A atividade de água do mel

utilizado neste trabalho tem valor médio de $0,552 \pm 0,01$, que é um valor que dificulta o crescimento microbiano. Honey (2010), ao estudar os parâmetros físico-químicos dos méis do Vale do Taquarí - RS, obteve valores de atividade de água na faixa de 0,54 a 0,62, que são valores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

5.1.2 Maracujá Amarelo

A Tabela 5 relaciona os dados obtidos em análises feitas em triplicata na polpa de maracujá que foi utilizada no processo de formulação do Melomel gaseificado de maracujá.

Tabela 5 – Resultados obtidos a partir das análises físico-químicas da polpa de maracujá amarelo utilizado na produção do Melomel gaseificado de maracujá.

Parâmetros	Maracujá	Legislação Brasileira (BRASIL, 2000)
Umidade (%)	$89,01 \pm 0,2$	-
pH	$2,84 \pm 0,00$	2,7 a 3,8
Cinzas (%)	$0,69 \pm 0,05$	-
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	$7,8 \pm 0,00$	$\geq 11,0$
Açúcares Redutores Totais (g/L)	$88,36 \pm 12,12$	-
Acidez Total (g de ácido cítrico/100ml)	$4,20 \pm 0,08$	$\geq 2,50$

Fonte: Autor (2019)

A polpa do maracujá é formada por vários componentes, sendo o mais abundante a água. A umidade de um alimento é um fator muito importante na avaliação da vida de prateleira de um produto. Como mostrado na Tabela 5, a umidade média obtida na polpa de maracujá foi de $89,01 \pm 0,2\%$, valor que se assemelha aos encontrados por outros autores. Batista *et al.* (2017) encontram valor de umidade de 87,76% ao analisarem a polpa de maracujá para ser adicionada na elaboração de balas comestíveis. Já Moura *et al.* (2019) encontraram o valor de 91,33 % de umidade ao fazerem a caracterização de polpa de maracujá que seria utilizada na elaboração de geleias em Campina Grande – PB.

O pH é um fator que dependendo do seu valor, pode propiciar ou ser adverso ao crescimento microbiano. O valor médio de pH obtido na polpa de maracujá foi de 2,84. Esse valor se encontra dentro da faixa indicada pela Instrução Normativa de nº 1 de 7 de janeiro de 2000, do MAPA, que é de 2,7 a 3,8. Raimundo *et al.* (2009), analisando as características físico-químicas de polpas de maracujá comercializadas em Baurú-SP, encontraram valores em uma faixa de pH entre 2,54 e 3,57, onde se encontra o valor obtido neste trabalho. Já Pinheiro

et al. (2006), encontraram valores de pH entre 2,72 e 3,17 enquanto avaliavam sucos integrais de maracujá de diferentes marcas comerciais.

As cinzas são a representação de parte das substâncias inorgânicas presentes na amostra. O valor médio de cinzas obtido na polpa de maracujá foi de 0,69% que está próximo aos valores encontrados na Tabela de Composição de Alimentos - (TACO, 2011), onde, o teor de cinzas para o maracujá cru é de 0,8% e o de polpas de maracujá, 0,5%, então o valor obtido se encontra próximo aos valores encontrados na literatura.

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST), os maracujás utilizados nesse trabalho possuem teor de SST (7,8 °Brix) abaixo do previsto na legislação brasileira que é de 11 °Brix. Raimundo *et al.* (2009) ao avaliarem polpas de maracujá congeladas encontraram teores entre 9,03 e 13,10 °Brix de SST. Apesar de ser uma fruta climatérica, o maracujá não possui uma conversão de açúcar significativa após a colheita, aliado a isso, vários fatores podem interferir no teor de sólidos solúveis totais, como: tempo de armazenamento, ponto e época de colheita (DE FARIAS, 2007). A colheita feita muito cedo pode ser o fator responsável pelo baixo teor de SST.

O ácido cítrico é o ácido orgânico presente em maior concentração na polpa de maracujá, então a unidade de acidez da polpa de maracujá é mais facilmente encontrada em porcentagem (%) de ácido cítrico. O valor médio de acidez em gramas de ácido cítrico/100 mL, ou % de ácido cítrico, obtido na análise da polpa de maracujá foi de 4,20%, valor este que atende aos parâmetros do Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade – (BRASIL, 2000), para polpa de maracujá, já que o valor mínimo de acidez é de 2,5% que relata o valor mínimo de acidez (gramas de ácido cítrico/100 mL). Gomes *et al.* (2006), obtiveram uma variação de 4,54% a 4,61% ao analisar polpas de maracujá *in natura*, valores estes, próximos aos obtidos neste trabalho. Aguiar *et al.*, (2015) também obtiveram uma taxa de variação de 3,5% a 5,0%, que são valores próximos ao deste trabalho, ao avaliarem a qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro amarelo.

O teor de açúcares redutores totais do maracujá caracterizado foi de $88,36 \pm 12,12$ g/L. Na literatura podem ser encontrados valores semelhantes ao obtido, como Coelho *et al.* (2010) que encontram valores de ART em uma faixa de 82 a 96 g/L dependendo do estágio de maturação do maracujá e ponto de sua colheita. Já De Godoy *et al.* (2007) encontraram alores em uma faixa de 93 a 145 g/L ao estudar 10 genótipos diferentes de maracujá amarelo.

5.2 ACOMPANHAMENTO DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO

Durante toda fermentação dos Melomeis foram feitas medições dos parâmetros a fim de avaliar a cinética do processo. Foram feitas medições de pH, acidez total, teor de sólidos solúveis totais e teor alcoólico diariamente nos três fermentados, além de serem retiradas alíquotas para análise de açúcares redutores posteriormente. Todo processo ocorreu à temperatura controlada de 18°C.

Na Tabela 6 são apresentados os dados relacionados à variação de pH durante a cinética fermentativa das formulações de Melomeis com porcentagens diferentes de polpa de maracujá: A (5% de maracujá), B (7,5% de maracujá) e C (10% de maracujá).

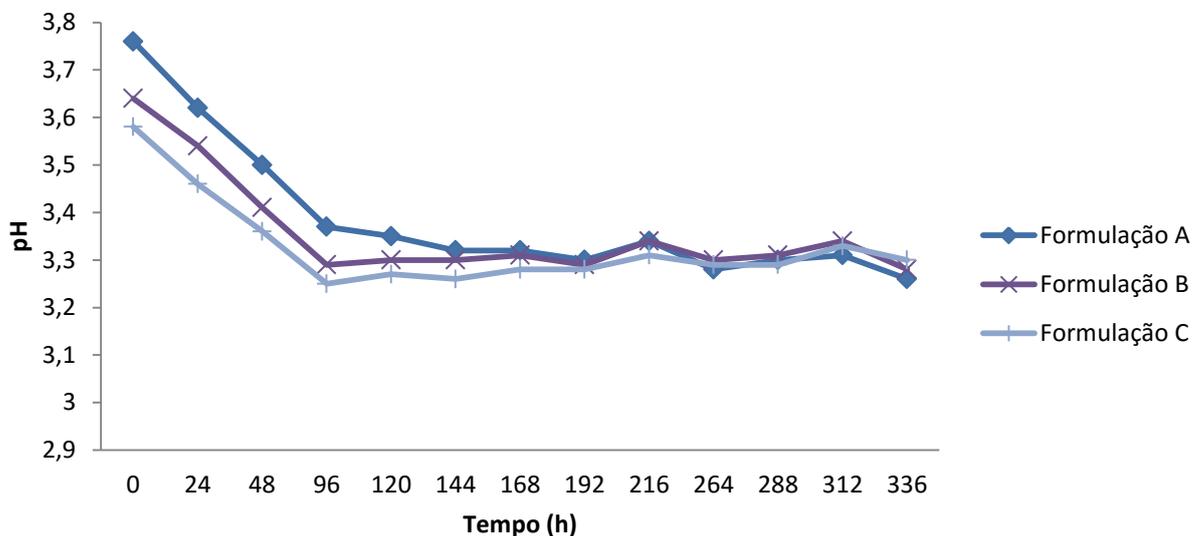
Tabela 6- Valores de pH medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa de maracujá.

Tempo de Cinética (h)	pH		
	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)
0	3,76 ± 0,00	3,64 ± 0,00	3,58 ± 0,00
24	3,62 ± 0,00	3,54 ± 0,00	3,46 ± 0,00
48	3,5 ± 0,00	3,41 ± 0,00	3,36 ± 0,00
96	3,37 ± 0,00	3,29 ± 0,00	3,25 ± 0,00
120	3,35 ± 0,00	3,3 ± 0,00	3,27 ± 0,00
144	3,32 ± 0,00	3,3 ± 0,00	3,26 ± 0,00
168	3,32 ± 0,00	3,31 ± 0,00	3,28 ± 0,00
192	3,3 ± 0,00	3,29 ± 0,00	3,28 ± 0,00
216	3,34 ± 0,00	3,34 ± 0,00	3,31 ± 0,00
264	3,28 ± 0,00	3,3 ± 0,00	3,29 ± 0,00
288	3,3 ± 0,00	3,31 ± 0,00	3,29 ± 0,00
312	3,31 ± 0,00	3,34 ± 0,00	3,33 ± 0,00
336	3,26 ± 0,00	3,28 ± 0,00	3,3 ± 0,00

Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Como pode-se analisar na Tabela 6, o valor de pH variou entre 3,26 a 3,76, havendo queda até as primeiras 96 horas, e estabilizando com pouca variação durante processo de fermentação, como mostra a Figura 7. Estudos sobre a fermentação do hidromel sem utilizar adjunto de frutas apresentaram valores na faixa de 3,88 (MATSUO, 2018), 3,3 a 3,8 (DE QUEIROZ *et al.*, 2014) e 4,5 (ILHA *et al.*, 2008). Já em trabalhos que avaliaram a fermentação de hidroméis utilizando frutas vermelhas, e maçã no processo obtiveram valores de 3,08 (RIBEIRO, 2017), entre 3,10 a 3,32 (ZUCHELLO *et al.*, 2016) e 4,17 (FERRAZ, 2015). A queda do pH pode ser explicado pelo aumento da acidez total dos mostos durante a fermentação.

Figura 7 – Variação de pH durante a cinética de fermentação das 3 formulações.



Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

A Tabela 7 expõe os valores médios de acidez que foram obtidos durante a cinética de fermentação dos melomeis. De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2012), os valores de acidez total permitidos para hidromel estão entre 50 e 130 miliequivalentes/L (meq/L) então, como os valores finais de acidez obtidos para as formulações A, B e C foram 83,32; 84,60 e 95,41 meq/L, respectivamente, todas estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. É possível encontrar na literatura estudos sobre hidromel com valores de acidez total variáveis, porém dentro dos padrões sugeridos. Foram encontrados valores de 57,22 meq/L e 101,2 meq/L ao produzir Melomel de jambolão e hidromel usando graviola e feijão-caupi como suplementos, respectivamente (DAL OSTO, LEITÃO, 2019; SAMPAIO *et al.*,

2019). Já ao produzir hidroméis a partir de mel de laranjeira, mel de eucalipto e mel silvestre, Brunelli *et al.* (2015) obtiveram valores de acidez total em uma faixa de 61,25 a 96,88 meq/L.

Tabela 7- Valores de acidez medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa de maracujá.

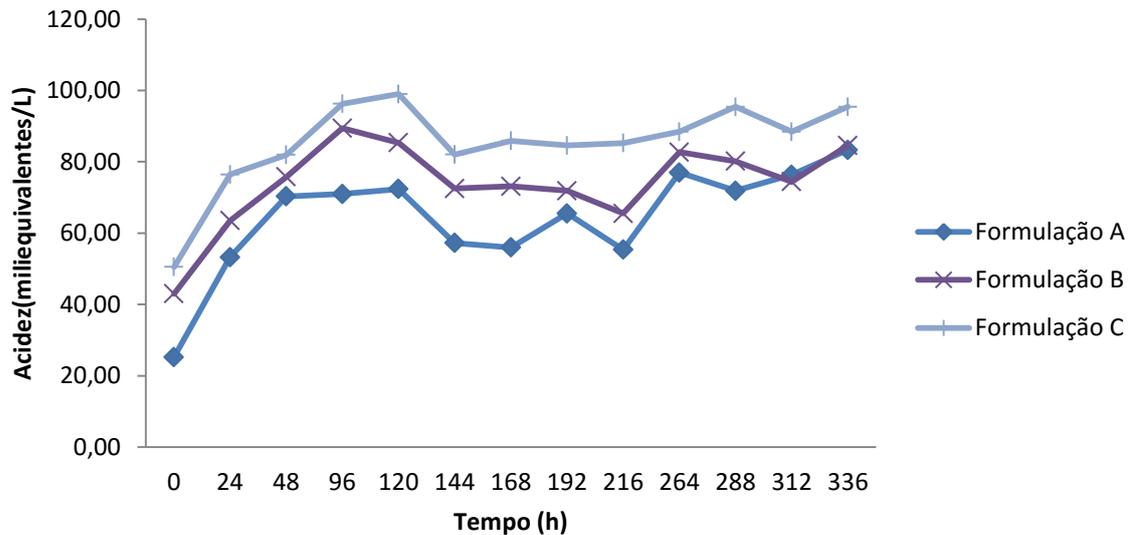
Tempo de Cinética (h)	Acidez (miliequivalente/Litro)		
	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)
0	25,26c ± 1,18	43,01b ± 0,00	50,52a ± 1,18
24	53,25c ± 6,14	63,49b ± 0,00	76,46a ± 2,36
48	70,31b ± 1,18	75,78ab ± 0,00	81,92a ± 4,10
96	71,00c ± 1,18	89,43b ± 3,13	96,26a ± 3,55
120	72,36c ± 3,13	85,33b ± 1,18	98,99a ± 5,91
144	57,25c ± 3,31	72,51b ± 1,91	82,05a ± 1,91
168	55,97c ± 2,20	73,15b ± 2,20	85,87a ± 3,82
192	65,51c ± 6,13	71,88b ± 2,91	84,60a ± 4,80
216	55,34c ± 1,91	65,51b ± 2,20	85,23a ± 1,10
264	76,96b ± 2,20	82,69a ± 1,10	88,41a ± 1,10
288	71,88c ± 2,91	80,14b ± 1,91	95,41a ± 1,91
312	76,33ab ± 5,05	74,42b ± 0,00	88,41a ± 1,10
336	83,32b ± 2,91	84,60ab ± 1,10	95,41a ± 0,00

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Pode-se observar na Figura 8 que a acidez cresce durante as primeiras 96 horas e depois começa a variar. O aumento da acidez na fermentação pode ser acarretado pela utilização de frutas em forma de polpa na formulação (FERRAZ, 2005). Na fermentação ocorre o consumo de açúcares e a formação de produtos fermentativos na presença de ácidos orgânicos, o que resulta no aumento da acidez do meio.

Como pode-se ver na Tabela 8, as formulações passaram grande parte da cinética de fermentação diferindo entre si, com a formulação C obtendo níveis de acidez mais alto que as outras, por causa da maior concentração de polpa de maracujá.

Figura 8 – Variação de acidez total durante a cinética de fermentação das 3 formulações.



Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Os valores de sólidos solúveis totais e teor alcoólico estão demonstrados na Tabela 8. As formulações A e B iniciaram a cinética com teor de 18,3° Brix enquanto a formulação C começou com 17,8° Brix, porém, todas as formulações finalizaram ao estabilizar em um teor de 6 °Brix. Segundo Borges (2009) os açúcares que não são consumidos durante a fermentação são chamados de residuais ou não fermentescíveis que além de não favorecer a fermentação, geram dulçor residual e aumentam a densidade final. Pode-se observar que com o decaimento da concentração de sólidos, há a formação e crescimento de teor alcoólico.

Tabela 8- Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) e Teor Alcoólico medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de maracujá.

(continua)

Tempo da cinética (h)	Sólidos solúveis totais (°Brix)			Teor Alcoólico (%v/v)		
	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)
0	18,30 ±0,00	18,30 ±0,00	17,80 ±0,00	-	-	-
24	17,75 ±0,00	17,75±0,00	17,00 ±0,00	-	-	-
48	17,00 ±0,00	17,00 ±0,00	16,25±0,00	-	-	-
96	15,25±0,00	14,25±0,00	14,00 ±0,00	2,1	2,1	3,2
120	14,00±0,00	13,00 ±0,00	12,00 ±0,00	3,3	3,5	4,7

Tabela 8- Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) e Teor Alcoólico medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de maracujá.

(conclusão)

Tempo da cinética (h)	Sólidos solúveis totais (°Brix)			Teor Alcoólico (%v/v)		
	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)
144	13,00 ±0,00	12,00 ±0,00	10,00 ±0,00	3,9	4,8	5,2
168	11,75 ±0,00	10,75±0,00	9,00 ±0,00	5	6,7	7,3
192	10,25 ±0,00	9,00 ±0,00	7,75 ±0,00	6,5	7,8	8,8
216	10,00 ±0,00	7,75±0,00	6,50 ±0,00	7,3	8,1	8,9
264	8,00 ±0,00	6,75±0,00	6,50 ±0,00	8,9	9,8	10,6
288	7,00 ±0,00	6,25±0,00	6,00 ±0,00	8,9	10,3	10,6
312	6,70 ±0,00	6,00 ±0,00	6,00 ±0,00	9,4	10,3	10,8
336	6,00 ±0,00	6,00 ±0,00	6,00 ±0,00	9,4	10,7	10,8

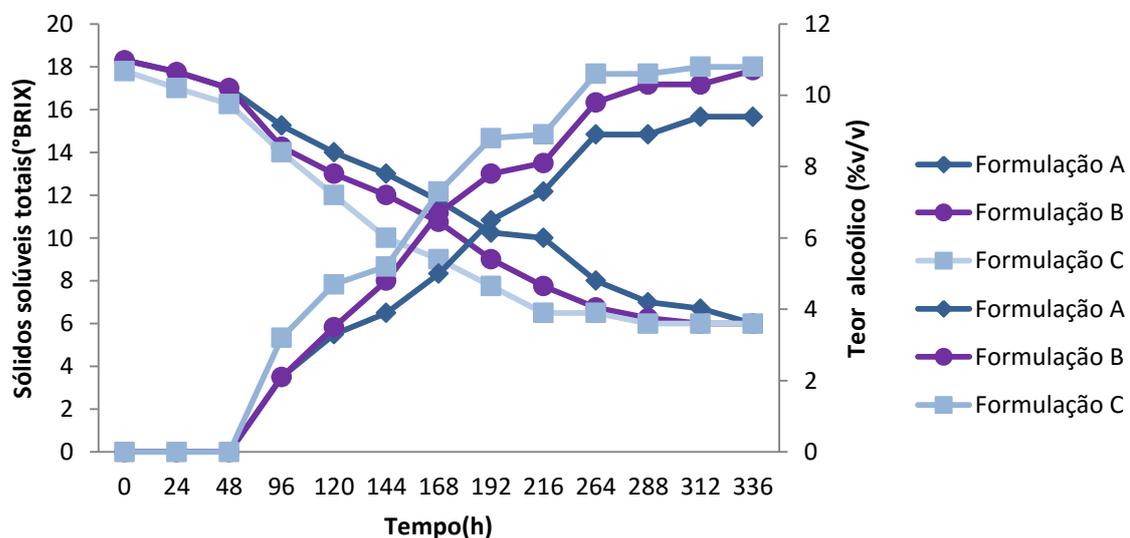
Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Em outros casos podem ser encontrados valores finais de sólidos solúveis totais variados, tanto maiores quanto menores aos encontrados neste trabalho. Kempka e Mantovani (2013) ao produzirem hidromel utilizando mel de angico, mel silvestre e mel de melato, obtiveram valores de 9,3 °Brix, 7,5 °Brix e 6,8 °Brix respectivamente. Júnior (2017) ao produzir hidromel em Marília-SP obteve valor final de 8,9 °Brix. De acordo com Munieweg (2016), o valor de SST no hidromel varia de acordo com a quantidade de mel utilizada para se obter a concentração inicial da formulação. Dal Osto e Leitão (2019) ao produzirem Melomel de jambolão obtiveram valor final de 6,25 °Brix e citaram que a variação de valores finais de SST depende da quantidade de nutrientes presentes no Melomel.

Observa-se na Figura 9 que houve queda dos teores de sólidos solúveis totais até a sua estabilização. Essa queda demonstra o consumo de açúcares pelos microrganismos na produção de etanol. Como o consumo de sólidos solúveis totais foi baixo nos primeiros 2 dias, não foi realizada análise de teor alcoólico neles.

O teor alcoólico das três formulações estabilizou em 9,4; 10,7 e 10,8%(v/v) para as formulações A, B e C respectivamente. Outros estudos apresentam valores variados de teor alcoólico obtido ao final da fermentação de hidroméis. De acordo com Ramalhosa *et al.* (2011), o Melomel deve ter teor alcoólico entre 8 e 18%(v/v). Ao produzir Melomel de jambolão e hidromel de frutas vermelha foram obtidos valores de 9,4% (DAL OSTO e LEITÃO, 2011) e 4,07% (RIBEIRO, 2017) respectivamente. Ao produzir hidroméis, Kempka e Mantovani (2013) obtiveram valores entre 5,7 a 9,3% de teor alcoólico. Ilha *et al.* (2008) produziram hidroméis que apresentaram teores alcoólicos entre 7,97 e 8,05%.

Figura 9 – Formação de álcool e queda do teor de sólidos solúveis totais durante a cinética de fermentação das 3 formulações.



Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Observa-se na Figura 9, que do ponto de vista da produção de etanol, a fermentação durou 312 horas para as formulações A e C e 336 horas para a formulação B, onde a formulação A, que possui maior teor de mel, gerou teor alcoólico menor que os demais, indicando que ela pode ter teores de açúcares não fermentescíveis em maior quantidade em relação às outras.

No que diz respeito aos teores de açúcares redutores, os valores medidos estão relatados na Tabela 9. Açúcares redutores são os carboidratos que possuem grupamentos aldeídicos e cetônicos livres e são capazes de reduzir sais de prata e cobre em soluções alcalinas (DEMIATE, 2002).

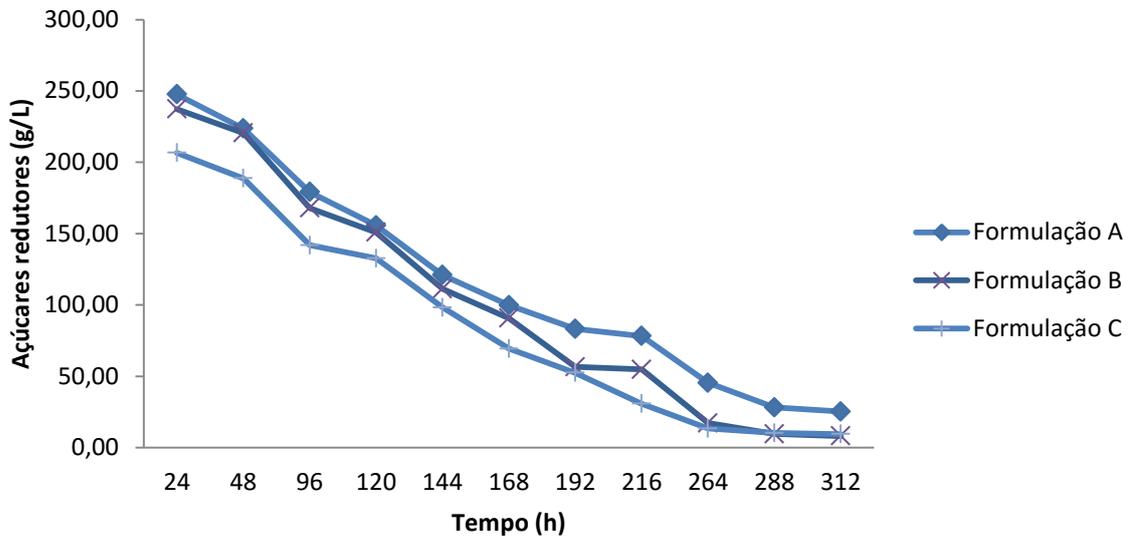
Tabela 9- Teor de açúcares redutores medidos diariamente durante o tempo de cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de polpa de maracujá.

Tempo de Cinética (h)	Açúcares redutores (g/L)		
	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)
24	247,61a ± 1,60	237,33b ± 4,36	206,66c ± 1,34
48	223,64a ± 2,41	220,55a ± 4,68	188,69b ± 4,71
96	179,15a ± 1,82	167,90b ± 4,82	141,91c ± 3,78
120	155,73a ± 6,61	150,96a ± 1,26	132,69b ± 5,05
144	121,00a ± 7,82	111,26ab ± 3,99	98,28b ± 6,76
168	99,76a ± 4,09	90,70a ± 3,56	69,36b ± 3,45
192	83,19a ± 5,34	56,67b ± 9,05	52,48b ± 2,62
216	78,21a ± 2,46	54,83b ± 2,00	30,77c ± 2,73
264	45,41a ± 2,84	17,26b ± 1,50	13,45b ± 1,29
288	28,21a ± 1,31	9,62b ± 0,96	10,34b ± 2,39
312	25,32a ± 3,08	8,12b ± 0,88	9,54b ± 1,58

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

É possível observar que houve decréscimo de teor de açúcares redutores em todo o processo, o que é natural. Durante todo o processo, houve diferenças significativas de teores de açúcares redutores entre as formulações, sendo a formulação A, a que obteve os maiores níveis.

Figura 10- Queda do teor de açúcares redutores durante o processo fermentativo.



Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Pode-se ver na Figura 10 que ao final do processo de fermentação, há um decréscimo mais gradativo no teor de açúcares redutores resultante do aumento da concentração de etanol, o que dificulta o trabalho das leveduras.

Na Tabela 10 podem-se observar os teores de açúcares redutores totais (ART) das formulações no início e ao final da cinética. Analisando os dados, se vê que houve uma queda drástica nos teores de ART até o fim do processo, onde o maior decaimento ocorreu na formulação A que continha maior teor de mel.

Tabela 10- Valores de teor de Açúcares redutores totais medidos no começo e ao final da cinética fermentativa de 3 formulações de Melomel com diferentes porcentagens de maracujá.

Tempo de Cinética (h)	Açúcares redutores Totais (g/L)		
	A (5%)	B (7,5%)	C (10%)
0	193,2a±17,7	133,8b±11,5	152,3b±14,5
336	14,7a±4,2	10,7a±2,00	8,4a±0,3

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. Formulações A, B e C são 5%, 7,5% e 10%, respectivamente, de polpa de maracujá.

Os teores de açúcares redutores totais encontrados ao final da fermentação se encontram em uma faixa entre 8,4 a 14,7g/L como apresentado na Tabela 10. Como pode-se observar, no começo da fermentação as formulações B e C diferiram da formulação A no

quesito de açúcares redutores totais, tendo o experimento A, o maior teor, porém ao final da fermentação as formulações não diferiram entre si. Vários estudos encontram teor de açúcares residual após o processo de fermentação. Ferraz (2015), por exemplo, ao produzir hidroméis, obteve estabilização de açúcares totais em uma faixa de 2,50 a 13,96g/L. Ao produzir hidroméis com cepas diferentes de *Saccharomyces*, Mileski (2016) obteve valores de açúcares redutores totais de 19,63 a 43,16 g/L ao final do processo.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO MEMOMEL GASEIFICADO DE MARACUJÁ AMARELO

A Tabela 11 apresenta os resultados das análises realizadas após o final do processamento do Melomel gaseificado de maracujá amarelo.

Ao comparar os dados obtidos no produto final com os dados obtidos ao término da fermentação pode-se perceber aumento no teor de sólidos solúveis totais em todas as formulações, ocasionado pela adição de açúcar com a finalidade da formação de CO₂ na gaseificação natural, aumento no teor alcoólico da formulação A, diminuição de teor alcoólico na formulação C e permanência do mesmo teor alcoólico na formulação B, pois com a adição de açúcar ao fermentado, há a reativação de leveduras que irão provocar a gaseificação natural.

Tabela 11 – Resultado das análises físico-químicas feitas no Melomel gaseificado de maracujá amarelo. Formulações A, B e C com 5; 7,5 e 10% de polpa de maracujá na formulação.

Parâmetros	Formulação A (5%)	Formulação B (7,5%)	Formulação C (10%)
pH	3,3±0,00	3,35±0,00	3,2±0,00
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	6,25±0,00	6,25±0,00	6,25±0,00
Teor Alcoólico(%v/v)	10,7±0,00	10,7±0,00	10,7±0,00
Açúcares Redutores Totais (g/L)	11,4a±0,8	10,4a±0,7	7,3b±1,2
Acidez Total (meq/L)	93,50b±0,00	82,05c±0,00	97,95a±1,10

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Com relação ao teor alcoólico, todas as formulações obtiveram valores de 10,7%(v/v) esses valores podem ser comparados com os descritos por Ramalhosa *et al.* (2011), que relataram que o Melomel é uma bebida que possui teor alcoólico entre 8 a 18%(v/v). Os

valores obtidos também podem ser comparados com a legislação brasileira (BRASIL, 2012), que determina que o hidromel é uma bebida que possui teor alcoólico entre 4 e 14% (v/v). Dos dois modos, os teores obtidos neste estudo se encaixam nos padrões. Os teores alcoólicos das formulações não diferiram entre si.

Os teores de açúcares redutores totais obtidos nas três formulações variaram entre 7,3 e 11,4 g/L. A legislação brasileira (BRASIL, 2012) define que se o hidromel tiver um teor menor ou igual a 3 g/L, é classificado como seco, e se o teor for maior que 3 g/L, o hidromel é classificado como suave. De acordo com os valores obtidos, o Melomel gaseificado de maracujá amarelo pode ser classificado como uma bebida do tipo “suave”. Para análise de açúcares redutores totais, as formulações com 5 e 7,5% apresentaram os maiores valores e estes não diferiram entre si.

Quanto à acidez total, os valores variaram entre 82,05 e 97,95 meq/L. Esses valores se encontram dentro dos limites que a legislação brasileira define para hidroméis, que é a faixa entre 50 a 130 meq/L (BRASIL, 2012). Para análise de acidez total, as três formulações foram diferentes entre si, sendo o maior valor para formulação com 10% e o menor para a formulação com 7,5%.

Ao final do processo, as formulações de Melomel gaseificado de maracujá amarelo apresentaram cor amarelo-palha, baixa retenção de espuma e quantidade moderada de bolhas provenientes de dióxido de carbono (Figura 11).

Figura 11- Melomel gaseificado de maracujá amarelo (Formulação B)



Fonte: Autor (2019)

6 CONCLUSÃO

Foram desenvolvidas três formulações de Melomel gaseificado com diferentes porcentagens de polpa de maracujá amarelo (5%, 7,5% e 10%), onde as matérias-primas e os produtos finais foram caracterizados por análises físico-químicas, assim como foi feito o acompanhamento da cinética de fermentação, por medição de parâmetros previamente estabelecidos.

Ao fazer a caracterização das matérias-primas, pôde-se concluir que o mel se encontrava com todas as suas propriedades dentro de padrões pré-estabelecidos pela legislação brasileira para consumo e uso. Para o maracujá, todos os parâmetros analisados estavam dentro dos permitidos por lei, com exceção do teor de sólidos solúveis totais. Como o teor de sólidos solúveis das formulações iria ser ajustado, não houve problema para se utilizar a fruta na formulação do produto. Características como: açúcares redutores, sólidos solúveis, pH, acidez e teor alcoólico foram medidos durante a cinética e comparados a trabalhos que obtiveram resultados semelhantes, onde ao final da fermentação o produto se assemelhou ao hidromel tipo “suave”. Todas as formulações atingiram teor alcoólico de 10,7% (v/v) após o processo de gaseificação e todos os seus parâmetros estavam conforme a legislação vigente.

Assim, o Melomel gaseificado de maracujá amarelo seria um produto inovador, viável para comercialização e poderia ser também um fator de redução de perdas do maracujá pós-colheita.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Fazer análises sensoriais e análise de aceitação do Melomel gaseificado de maracujá amarelo com provadores especializados;
- Estudar cinética de fermentação durante o processo de gaseificação natural;
- Determinar a viabilidade econômica do Melomel gaseificado de maracujá amarelo;
- Realizar análise de produtos voláteis presentes no Melomel gaseificado de maracujá.

REFERÊNCIAS

- ABELHAS JATAÍ. **Humanidade consumia mel a 9.000 anos, revela descoberta**. 15 de novembro de 2015. Disponível em < <http://www.abelhasjatai.com.br/noticias/humanidade-consumia-mel-ha-9-000-anos-revela-descoberta/>>. Acesso em 21 de setembro de 2019
- AGANIN, A.F. **Electrical conductivity of several unifloral honeys**. Trudy Saratovskogo Zootehnicheskogo Inatituta, v.21, p.137-144, 1971.
- AGUIAR, R.S.; ZACCHEO, P.V.C.; STENZEL, N.M.C.; SERA, T.; NEVES, C.S. V.J. Yield and quality of fruits of hybrids of yellow passionfruit in northern Paraná. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 130-137, 2015.
- AMORIM, T. L.; LOPES, S. B.; BISPO, J. A. C.; BOFANE, C. F. S.; CARVALHO, G. B. M.; MARTÍNEZ, E.A. Influence of acerola pulp concentration on mead production by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. **LWT–Food Science and Technology**. v. 97, p. 561-569, 2018.
- ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L.; SOUZA, B.A. 2005. **Características físico – químicas de amostras de mel de M. mandacari SMITH (Hymenoptera: Apidae)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 25, 644-650, 2005.
- ANÁLISE instrumental: **determinação da sacarose numa compota por Polarimetria: determinação do grau Brix (refractometria)**. [S.l.]: Departamento de ciências exatas e do ambiente, Licenciatura em Biotecnologia, 2007-2008. (2º ano/1º semestre). Disponível em: <<http://amadeo.blog.com/repository/528999/2568366.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2019.
- ARAÚJO, R. D; SILVA, R. H. D.; SOUZA, J. S. **Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 51-55, jan./jul. 2006.
- ARRÁEZ-ROMÁN, D. GÓMEZ-CARAVACA, A.M., GÓMEZ-ROMERO, M., SEGURA-CARRATERO, A., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A., 2006. **Identification of phenolic compounds in Rosemary honey using solid-phase extraction by capillary electrophoresis–55 electro spray ionization-mass spectrometry**. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41, 1648-1656.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO - ABIA. 2018. **Números do setor – Faturamento**. Disponível em <https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2016.pdf>. Acesso em 03 set. 2019.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY.- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2010.
- AZEREDO, L.C. et al. **Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different origins**. Food Chemistry, v.80, p.249-254, 2007.
- BARBOSA, L. S.; MACEDO, J. L.; SILVA, M. R. F.; MACHADO, A.V. **Estudo Bioquímico de Qualidade do Mel de Abelha Comercializado no Município de Caraúbas – RN**. Revista Verde, v. 9, n. 2, p. 45-51, 2014.
- BATISTA, A. C. **Avaliação das características tecnológicas de hidromel tipo melomel produzido com diferentes cepas de *saccharomyces cerevisiae***. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

BATISTA, Luana Nóbrega et al. Adição de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. **Revista Principia, João Pessoa**, n. 37, p. 27-33, 2017.

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

BERTOLDI, Fabiano Cleber et al. Caracterização físico-química e sensorial de amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidas no pantanal. **Evidência-Ciência e Biotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 63-74, 2007.

BOGDANOV, S. **Honey quality and international regulatory standards: review by International Honey Commission**; *Bee World*, Gerrard Cross, v.80, n.2, p.61-69, 1999.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMAN, C. Harmonized methods of the European honey commission. *Apidologie*, p. 1-59, 1997.

BORGES, JOSÉ LUIZ. **No vinho, açúcar nem sempre é doce**. *Revista WineStyle*, São Paulo - SP. Edição 22 especial, ano 2009. p. 54 – 59. Disponível em: <<http://www.artwine.com.br/edicoes/wine-style-22-no-vinho-acucar-nem-sempre-e-doce.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Acesso em: 01 de junho de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Acesso em: 04 de junho de 2019.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº 1, de 7 jan. 2000, do Ministério da Agricultura. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 6, 10 jan. 2000. Seção I, p. 54-58. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas.

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

BREWER'S FRIEND. **Beer Priming Calculator**. Disponível em: <<https://www.brewersfriend.com/beer-priming-calculator/>>. Acesso em: 20 de agosto de 2019

BRUNELLI, L.T. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel**. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Agrônomicas Campus De Botucatu, 2015.

BRUNELLI, Luciana Trevisan; MANSANO, Alexandre Rodrigues; VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 19-27, 2014.

CASTILLO-SANCHEZ, J.X.; GARCIA-FALCON, M.S.; GARRIDO, J.; MARTINEZ-CARBALLO, E.; MARTINS-DIAS, L.R.; MEJUTO, X.C. Phenolic compounds and colour stability of Vinhao wines: influence of wine-making protocol and fining agents, **Food Chemistry**, v. 106, p. 18-26, 2008.

CARLOS, Geni da Silva SodréI Luís *et al.* Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, 2007.

CARNEIRO, J.G.M.; Souza, D.C.; Muratori, M.C.S.; Moura, S.G.; Melo, R.S.; Silva, E.P. da; Rêgo, J.G.S. 2002. Características físico-químicas de 132 amostras de mel de abelhas de microrregião de simplício mendes-PI. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 14., Campo Grande (MS), Anais... Campo Grande: [s.l.], p.76.

CARVALHO, C. A. L. de. et al. Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química / Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005.

CHEN, C. H.; WU, Y. L.; LO, D.; WU, M.C. Physicochemical property changes during the fermentation of longan (*Dimocarpus longan*) mead and its aroma composition using multiple yeast inoculations. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 119, pp, 303-308, 2013.

CHITARRA, M. I. F. **Alimentos minimamente processados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 93 p. Texto acadêmico tecnologia e qualidade de alimentos vegetais.

CODEX ALIMENTARIUS. **Revised codex standard for honey**. Rev. 2 [2001]. 24th Session of the Codex Alimentarius 22 DIAS, J. S. et al. / UNOPAR Cient. Exatas Tecnol., Londrina, v. 8, n. 1, p. 19-22, Nov. 2009. Disponível em: www.codexalimentarius.net/standard. Acesso em: 06 set. 2019.

COELHO, Antonione Araujo; CENCI, Sergio Agostinho; RESENDE, ED de. Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2010.

COULTATE, T. P. Alimentos: a química de seus componentes. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

CÓRDOVA, KATIELLE R. VONCIK et al. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, 2005.

CORREIA-OLIVEIRA, Maria Emilene et al. Atividade de água (aw) em amostras de pólen apícola desidratado e mel do estado de Sergipe. **Revista da Fapese**, v. 4, n. 2, p. 27-36, 2008.

CRANE, E. O livro do mel. São Paulo: Noel, 1983.

DAL OSTO, Stefani San Martin; LEITÃO, Angelita Machado. BEBIDA FERMENTADA A BASE DE MEL: MELOMEL DE JAMBOLÃO. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2019.

DANTAS, Tammyrys Maria de Oliveira. **Avaliação cinética da fermentação alcoólica de mel industrial como substrato para produção de hidromel**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Alimentos. Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba, 2016.

DE ARRUDA, Carolina Maranhão Fernandes et al. Características físico-químicas de amostras de méis de *Apismellifera L.*, 1758 (Hymenoptera, Apidae) da região da Chapada do Araripe, Município de Santana do Cariri, Estado do Ceará. **Boletim de Indústria Animal**, v. 61, n. 2, p. 141-150, 2004.

DE FARIAS, Josianny Feitosa et al. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 196-202, 2007.

DE GODOY, Rossana Catie Bueno *et al.* Diversidade genética entre acessos de maracujazeiro amarelo avaliada pelas características físico-químicas dos frutos. **Revista Ceres**, v. 54, n. 316, p. 541-547, 2007.

DEMIATE, Ivo Mottinet al. **Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre método colorimétrico e titulométrico.** – Comparação entre método colorimétrico e titulométrico, Publication UEPG 8 (1): 65-78. 2002.

DE QUEIROZ, Jean César Farias *et al.* PRODUÇÃO DE HIDROMEL DE FORMA ARTESANAL E AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DURANTE O PROCESSO FERMENTATIVO. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 3, n. 3, p. 321-328, 2014.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; FREIRE, E. S.; SERÔDIO, R. D. S. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobromacacao L.*) pulp. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 42, p.319–329, 2007.

ESTANQUEIRO, Anabela Sofia de Sousa. **Produção de vinho espumante branco na Bairrada: enquadramento legal e processos tecnológicos atuais.** 2015. Tese de Doutorado. Escola Superior Agrária de Coimbra.

EVANGELISTA – RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. da; BESERRA, M.F.; RODRIGUES, M. L. **Análise físico – química de méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melípona Scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166- 1171, set- out, 2005

FALLICO, B.; ZAPPALA, M.; ARENA, E.; VERZERA, A. **Effects of conditioning HMF content in unifloral honeys.** *Food Chemistry*, v. 85, p . 305-313, 2004.

FERRAZ, Flavio de Oliveira. **Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico-químicas e sensoriais de hidromel.** 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FINCO, Fernanda Dias Bartolomeu ABADIO; MOURA, Luciana Learte; SILVA, Igor Galvão. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera L.* **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.

FRANCO, BDGM, Landgraf M. *Microbiologia dos alimentos*, 2. ed. São Paulo: Ed Atheneu; 1996.

GOIS, Glayciane Costa et al. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

GOMES, T. S.; CHIBA, H. T.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Monitoramento da qualidade da polpa de maracujá-amarelo - seleção AFRUVEC, em função do tempo de armazenamento dos frutos. **Revista Alimentos e Nutrição**, Bauru, v.17, n.4, p. 401-405, 2006.

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

HONEY, PARAMETERS IN. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 4, n. 01, p. 80-90, 2010.

HORN, H. Méis Brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: XI Congresso Brasileiro de Apicultura, Teresina, PI, 1996. p. 403-429.

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

ILHA, Eunice Cassanego *et al.* Rendimento e eficiência da fermentação alcoólica na produção de hidromel. **Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 1 ed. Online. São Paulo: IAL, 2008.

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

JÚNIOR, Marcos Roberto Ribeiro; CANAVER, Andressa Barranco; BASSAN, Cassia Fernanda Domingues. PRODUÇÃO DE HIDROMEL: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL. *Revista Unimar Ciências*, v. 24, n. 1-2, 2017

KEMPKA, Aniela Pinto; MANTOVANI, GeorgioZielinski. Produção de hidromel utilizando méis de diferentes qualidades. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 15, n. 3, p. 273-281, 2013.

KNAUF, M.; KRAUS, K. **Specific yeasts developed for modern ethanol production** *Sugar Ind*, 131, pp. 753-758, 2006.

KOGUCHI, M.; SAIGUSA, N.; TERAMOTO, Y. Production and antioxidative activity of mead made from honey and black rice (*Oryza sativa* var. Indica cv. Shiun). *Journal of the Institute of Brewing*, v. 115, pp. 238-242, 2009.

LIMA, U.A.; BASSO, L.C.; AMORIM, H.V. **Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos.** Blucher, São Paulo, pp. 1-43, 2001.

MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.S.; LIMA, A.S. **Processamento de Sucos de Frutas Tropicais.** UFC, Fortaleza p. 320, 2007.

MARCHINI, L.C. et al. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do Estado do Tocantins, Brasil. *Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa*, v. 61, n.2, p.121- 134, 2005.

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

MATSUO, Nilson Yugo. **Efeito do processo fermentativo na cinética e qualidade de hidromel.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

MATTIETTO, R.A.; LIMA, F.; VENTURIERI, G.C.; ARAÚJO, A. A. de. Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Comunicado Técnico, v. 170, 5 p., 2006.

MELETTI, Laura Maria Molina. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. SPE1, p. 83-91, 2011.

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

MENDONÇA K., MARCHINI L.C., SOUZA B.A., ANACLETO D.A. E MORETI A.C.C.C. 2008. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. *Ciência Rural*, 38(6):1748-1753, 2008.

MILESKI, João Paulo Fernando. Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces*. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016. SOLORD. The Mead Maker's Page. 2015. Acesso em: 03 de junho de 2019.

- MILLER, Gail Lorenz. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- MOURA, Henrique Valentim et al. Produção e caracterização de geleias de maracujá com sementes de linhaça marrom. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 13, n. 2, p. 218-229, 2019.
- MUNDO BOA FORMA. **12 Benefícios do maracujá - Para que serve e Propriedades**. Disponível em < <https://www.mundoboaforma.com.br/12-beneficios-do-maracuja-para-que-serve-e-propriedades/>>. Acesso em 21 de setembro de 2019
- MUNIEWEG, Felix Roman et al. Caracterização físico-química de Formulações de Hidromel Produzidas no Município de Itaqui, RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2016.
- NAVRATIL, M.; STURDIK, E.; GEMEINER, P. Batch and continuous mead production with pectateim mobilised, ethanol-tolerant yeast. **Biotechnology Letters**, v.12, p.977-982, Jun 2001.
- ÓLEOS DA VOVÓ. Disponível em < <http://www.oleosdavovo.com.br/pd-265308-mel-de-abelha.html>>. Acesso em 20 de setembro de 2019
- OLIVEIRA, M. J. de. **Gestão Agroindustrial: Um estudo sobre o modelo "SEBRAE-RN" de produção de mel de abelha no Rio Grande do Norte**, julho de 2006. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção), Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- PEREIRA, Ana Paula. **Caracterização de mel com vista à produção de hidromel**. 2008. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, 2008.
- PEREIRA, A.P.; MENDES-FERREIRA, A.; OLIVEIRA, J.M.; ESTEVINHO, L.M.; MENDES-FAIA, A. Mead production: effect of nitrogen supplementation on growth, fermentation profile and aroma formation by yeasts in mead fermentation. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 121, p. 122-128, 2015.
- PINHEIRO, Anália Maria et al. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, 2006.
- RAIMUNDO, Kátia et al. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 539-543, 2009.
- RAMALHOSA, E.E.; GOMES, T.T.; PEREIRA, A.P.; DIAS, T.T.; ESTEVINHO, L.M. **Mead production tradition versus modernity**. **Advanced Food Nutritional Research**, v. 63, n. 1, p. 101-118, 2011.
- RIBEIRO, Larissa Helen de Lima. Produção e caracterização de hidromel de frutas vermelhas. 2017.
- RODRIGUES AE, SILVA SEM, BESERRA EMF, RODRIGUES ML. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.
- ROLDÁN, A.; VAN MUISWINKEL, G.C.J.; LASANTA, C.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: physicochemical and sensory characteristics. **Food Chemistry**, v. 126, p. 574-582, 2011.
- ROSA, Sérgio Eduardo Silveira da, José Paulo Cosenza, and Luciana Teixeira de Souza Leão. "Panorama do setor de bebidas no Brasil." (2006).

ROSA, J. A. (2016). Sorocaba tem a primeira fábrica de hidromel do território brasileiro. Retrieved January 11, 2018, from <http://www.jornalcruzeiro.com.br/materia/744978/sorocaba-tem-a-primeira-fabrica-de-hidromel-do-territorio-brasileiro>. Acesso em 01 de junho de 2019

SAMPAIO, Kayque Frota et al. Produção de hidromel utilizando graviola (*Annonamuricata* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) como suplementos. 2019.

SANTOS, DYEGO DA COSTA et al. Elaboração de bebida tipo nectar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 216-225, 2014.

SANTOS, D.C.; Neto, L.G.M.; Martins, J.N.; Silva, K.F.N.L. 2009. Avaliação da qualidade físico-química de amostras de méis comercializadas na região do Vale do Jaguaribe-CE. *Revista Verde*, 4, 21-26, 2009.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de laproducción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 2008. 202p.

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

SILVA, M.B.L.; CHAVES, J.B.P.; VALENTE, M.E.R.; GOMES, J.C.; OLIVEIRA, G.F.; MESSAGE, D. **Qualidade de méis produzidos por apicultores e méis provenientes de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 4, p. 1043-1045, 2011.

SILVA, S. J. N. **Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínica capilar micelar**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 28, p. 46-50, 2008.

SIMÕES, Lucas Martins. Curva de crescimento de *saccharomyces* durante fermentação alcoólica em vinho e extração de DNA genômico total diretamente do vinho. 2014.

SITE WE CONSULTORIA. **Fermento Red Star Premier Blanc (Ex Champagne)**. Disponível em: <<https://loja.weconsultoria.com.br/fermento-red-star-premier-blanc-ex-champagne-p110/>>. Acesso em 15 de setembro de 2019.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSUK, I.P.; CARVALHO, C.A.L. 2003. **Análises multivariadas com base nas características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte no estado da Bahia**. *Archivos Latino americano Producción Animal*, 1, 129-137.

SODRE, S. **Características físico- químicas, microbiológicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí**, 2005. p. 3-27

SOLOD. The Mead Maker's Page. 2015. Acesso em: 01 de junho de 2019.

SROKA, P. and TUSZYNSKI, T. 2007. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. *Food Chemistry*, 104, 1250–1257, 2007.

TACO - Tabela Brasileira de Composição Dos Alimentos. 4. ed. rev. ampl. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>. Acesso em: 04 set. 2019.

TECHNAVIO. GLOBAL ALCOHOLIC DRINKS MARKET 2016-2020. Disponível em [http://www.technavio.com/report/global- -alcoholic-beverages-alcoholic-drinks-market](http://www.technavio.com/report/global--alcoholic-beverages-alcoholic-drinks-market) Acesso em 04 set. 2019.

VENTURINI FILHO, W. G. 2010. Bebidas alcoólicas – ciência e tecnologia, vol. 1, 1ª edição, São Paulo: Blucher.

VENTURINI, S. **Características do Mel**, 2007. Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <http://www.vidaperpetua.com.br>>. Acessado em 30/06/2019.

VIANA, Francisco Marto Pinto *et al.* Principais doenças do maracujazeiro na Região Nordeste e seu controle. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003.

VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulteração e transformação**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”. 2004.

WELKE, Juliane Elisa *et al.* Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1737-1741, 2008.

WHITE JÚNIOR, J. W. Quality evaluation of honey: role of and diastase assays. *American Bee Journal*, v. 132, n. 12, p. 792-794, 1992.

ZERAIK, Maria Luiza *et al.* Maracujá: um alimento funcional. **Revista Brasileira de farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.

ZUCHELLO, R.C.; FONSECA M.S.; SANTOS, V.A.Q; CUNHA, M.A.A. **Obtenção e caracterização do melomel de mirtilo**. III Simpósio de Tecnologia em Química e XIV Semana Acadêmica de Química [online], 2016.