



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**LILLIAN DOS SANTOS CARVALHO**

**Cinética e produção de melomel gaseificado a partir das  
formulações do limão galego (*Citrus aurantifolia*)**

JOÃO PESSOA

2021

LILLIAN DOS SANTOS CARVALHO

**Cinética e produção de melomel gaseificado a partir das  
formulações do limão galego (*Citrus aurantifolia*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Engenharia de  
Alimentos da Universidade Federal da Paraíba  
como requisito parcial para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Muniz

JOÃO PESSOA

2021

C331c Carvalho, Lillian Dos Santos.

Cinética e produção de melomel gaseificado a partir das formulações do limão galego (*Citrus aurantifolia*) / Lillian Dos Santos Carvalho. - João Pessoa, 2021.

41 f. : il.

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

1. Melomel, Limoeiro Galego, bebida gaseificada. I. Muniz, Marcelo Barbosa. II. Título.

UFPB/BC

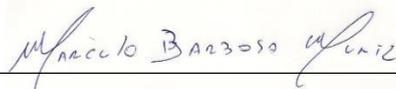
LILLIAN DOS SANTOS CARVALHO

Trabalho de conclusão de curso que apresenta à Coordenação do curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Data: 20-07-2021

Resultado: Aprovado

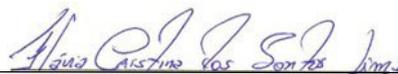
**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Muniz – Universidade Federal da Paraíba (DEA)

(Orientador)



---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Flávia Cristina dos Santos Lima - Instituto Federal de Pernambuco – Campus

Belo Jardim

(Examinadora)



---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Julice Dutra Lopes - Universidade Federal da Paraíba (DEQ)

(Examinadora)

Dedico este trabalho a Deus, por iluminar meu caminho, minha família Edivania Leandro e Ozeias Macedo pelo incentivo, ao meu namorado Edvaldo Vasconcelos por todo o apoio esses anos, sei que sempre estarão ao meu lado.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por todo conhecimento e aprendizado que me trouxe até aqui, por ter me dado força nos mais diversos momentos da minha vida, agradeço por tudo que acontece na minha vida.

Aos meus companheiros de estudo Gilvanildo e Isabela por toda ajuda e contribuição, por ter cedido parte de nossa pesquisa para que esse trabalho fosse realizado.

Ao Prof. Marcelo pela dedicação e paciência na minha orientação pois sei que não foi fácil com tantos problemas que passamos, mas que estamos superando.

A minha família que sempre me deu o suporte necessário em todas as situações: Edivania Leandro e Ozeias Macedo.

Ao meu namorado Edvaldo Vasconcelos por todo o apoio todos esses anos, por sempre estar presente em minha vida.

A todos os meus amigos que sem a ajuda não estariam aqui, pelo companheirismo nessa estrada que foi a UFPB.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> -Biorreatores contendo distintas formulações de melomel com adjunto de limão galego 2,5, 5 e 7,5% .....	25
<b>Figura 2</b> – Processo para a produção de melomel gaseificado com adição de limão....	26
<b>Figura3 (A)</b> Melomeis engarrafados .....	28
<b>Figura 3 (B)</b> Apresentação do melomel na taça .....	28
<b>Figura 4</b> – Gráfico de valores de pH para o melomel.....	34
<b>Figura 5</b> – Gráfico de valores de acidez para o melomel... ..	34
<b>Figura 6</b> – Gráfico de valores de brix para o melomel... ..	35
<b>Figura 7</b> – Gráfico de valores de teor alcoólico para o melomel.....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Media da variação do teor alcoólico durante a fermentação do mosto, expresso em %v/v.....	29
<b>Tabela 2</b> – Análises físico-químicas realizadas no mel e limão utilizado na produção do Melomel gaseificado.....	30
<b>Tabela 3</b> - Dados da cinética de fermentação... ..	32

# SUMÁRIO

RESUMO .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
3.1 Mel .....	16
3.1.1 Caracterização e legislação brasileira para o mel .....	16
3.1.2 Características físico-química do mel.....	17
3.1.3 Sólido solúveis totais.....	17
3.1.4 pH .....	18
3.1.5 Acidez .....	18
3.1.6 Umidade .....	18
3.1.7 Cinzas .....	19
3.1.8 Hidroximetilfurfural .....	19
3.1.9 Condutividade elétrica.....	19
3.1.10 Atividade de água .....	20
3.2 Melomel.....	20
3.2.1 Legislação.....	20
3.2.2 Caracterização.....	20
3.2.3 Limão galego.....	21
3.2.4 Levedura: <i>Saccharomyces bayanus</i> .....	21
3.3 Cinética de Fermentação Alcólica.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Local de Estudo .....	22
4.2 Matérias-Primas .....	22
4.3 Caracterização físico-química das matérias-primas (mel e limão) .....	22
4.3.1 Cinzas .....	23
4.3.2 Umidade .....	23
4.3.3 pH .....	23
4.3.4 Sólidos solúveis totais .....	24
4.3.5 Hidroximetilfurfural .....	24
4.3.6 Condutividade elétrica.....	24
4.4 Processo de obtenção do Melomel.....	24

<b>4.5</b>	<b>Formulação do mosto</b> .....	<b>25</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Preparo do mosto</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Adição do inóculo</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Fermentação alcoólica</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Envase e Gaseificação</b> .....	<b>27</b>
<b>4.6</b>	<b>Caracterização do melomel</b> .....	<b>28</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização físico-química das matérias-primas (mel e limão)</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1.2</b>	<b>pH</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Umidade</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Cinzas</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1.5</b>	<b>Sólidos solúveis totais</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1.6</b>	<b>Hidroximetilfurfural</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1.7</b>	<b>Condutividade elétrica</b> .....	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b>Caracterização do melomel</b> .....	<b>32</b>
<b>5.2.1</b>	<b>pH</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Acidez total</b> .....	<b>34</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Sólidos solúveis totais</b> .....	<b>35</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Teor alcoólico</b> .....	<b>35</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>

## RESUMO

CARVALHO, Lillian dos Santos. **Cinética e produção de melomel gaseificado a partir das formulações do limão galego (*Citrus aurantifolia*)**. 2021. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

As bebidas fermentadas têm um grande mercado consumidor além de uma ampla variedade de produtos, a cada dia aparecem mais inovações no setor de bebidas como também de novos tipos de bebidas fermentadas. O melomel, bebida derivada do hidromel, é uma alternativa para o aproveitamento do mel em sua fermentação, podendo ser adicionado frutas em sua composição. Esse trabalho teve como objetivo a produção do melomel com a composição do limão galego (*Citrus aurantifolia*), o mosto formado pelo mel de abelha italiana e o uso da fruta limão galego utilizando três formulações de 2,5%, 5% e 7,5%. Foi realizada as características físico-química das matérias-primas e acompanhou-se a cinética das análises das bebidas produzidas mediante as análises físico-químicas. O processo fermentativo selecionado para este trabalho foi o descontínuo ou em batelada, ou seja, caracterizado pela inoculação e incubação de microrganismos e as matérias-primas no início do processo, em seguida nada mais foi adicionado. O processo fermentativo do mosto foi realizado em biorreatores artesanais, onde foi observado as variações no decorrer da fermentação, e observado no final uma diminuição dos SST e um aumento do teor alcoólico no valor de 10,7 GL nas três formulações.

**Palavras-chave: Melomel, Limoeiro Galego, bebida gaseificada**

## **ABSTRACT**

CARVALHO, Lillian dos Santos. **Kinetics and production of carbonated melomel from Galician lemon (*Citrus aurantifolia*) formulations**. 2021. 43 f. TCC (Graduate) - Food Engineering Course, Federal University of Paraíba, João Pessoa, 2021.

Fermented beverages have a large consumer market in addition to a wide variety of products, each day more innovations appear in the beverage sector as well as new types of fermented beverages. Melomel, a drink derived from mead, is an alternative for the use of honey in its fermentation, and fruit can be added to its composition. This work had as objective the production of melomel with the composition of the Galician lemon (*Citrus aurantifolia*), the must formed by the honey of the Italian bee and the use of the Galician lemon fruit using three formulations of 2.5%, 5% and 7.5 %. The physicochemical characteristics of the raw materials were carried out and the kinetics of the analyzes of the beverages produced through the physicochemical analyses were followed. The fermentation process selected for this work was batch or batch, that is, characterized by the inoculation and incubation of microorganisms and raw materials at the beginning of the process, after which nothing else was added. The fermentation process of the must was carried out in artisanal bioreactors, where variations during fermentation were observed, and observed in the end a decrease in TSS and an increase in alcohol content of 10.7 GL in the three formulations.

**Keywords: Melomel, galician lemon, carbonated drink**

## 1 INTRODUÇÃO

O mel tem origem histórica e vem sendo pesquisado com certa diversidade tanto de produtos derivados, como os incorporados a estes alimentos. Assim, o mel é um alimento que atrai consumidores, comerciantes e pesquisadores em função do seu valor nutricional, sabor característico, propriedades medicinais entre outros fatores como a expansão e representatividade no valor econômico (APACAME, 2014).

Segundo o Decreto-Lei nº 214/2003 de 18 de setembro, o mel é por definição:

Substância açucarada natural, produzida por abelhas produtoras de mel (*Apis mellifera*) a partir do néctar de plantas ou a partir de secreções de partes vivas de plantas ou secreções de insetos sugadores de plantas em partes vivas de plantas que as abelhas recolhem, transformam por combinação com substâncias que elas próprias produzem, depositam, desidratam e armazenam nas colmeias para posterior maturação”.

O néctar pode provir de uma única flor (mel monofloral) ou de várias (mel multifloral), podendo o primeiro não ser rigorosamente monofloral devido à presença de outro néctar em pequena quantidade, não interferindo apreciavelmente no seu aroma, cor e sabor (GOMES, 2010).

O Melomel é uma bebida com teor alcoólico entre 4 a 14 %, obtida a partir da fermentação de mosto composto por mel de abelhas e polpa ou suco de frutas (RAMALHOSA et al., 2011). Melomel é um termo informal para distinguir um hidromel a base de frutas, sendo estas determinadas pelo produtor. É uma bebida elaborada com maior quantidade de compostos em comparação ao hidromel, os compostos que podem ser encontrados no melomel são determinados não só pelo mel, mas também pela fruta ou combinação de duas ou mais frutas que forem utilizadas. A legislação brasileira é omissa quanto ao termo melomel, sendo que este também não é encontrado com facilidade no mercado (CALHEIROS, 2019).

A fermentação alcoólica engloba uma das principais fases da produção de vinho e geralmente é conduzida por leveduras pertencentes à espécie *Saccharomyces cerevisiae* e espécies intimamente relacionadas, como a espécie *Saccharomyces bayanus* (SANTOS, 2017). Num meio sintético, como no mosto, as leveduras enológicas pertencentes à espécie *Saccharomyces bayanus* manifestam uma aptidão muito maior que a *Saccharomyces cerevisiae* em liberar alguns tióis a partir dos seus precursores. Existem igualmente diferenças de aptidão entre as estirpes de levedura no interior de uma dada

espécie. Estes conhecimentos foram aplicados na seleção de leveduras destinadas à vinificação da casta *Sauvignon* (DUBOURDIEU 2003).

O limão ‘Galego’ é apreciado em todo o mundo, não só pelo seu sabor, mas também por ser fonte natural de carboidratos, carotenoides, ácido cítrico, ácido ascórbico e sais minerais, além de pectina na entrecasca, e óleos monoterpênicos na casca. Uma mudança apropriada na dieta em relação à inclusão de componentes encontrados em frutas e suco de frutas pode ser importante na prevenção de doenças e para uma vida mais saudável. O fruto do limoeiro ‘Galego’ (*Citrus aurantifolia*) é redondo, pequeno e muito suculento. Apresenta casca fina e lisa, de cor verde ou amarela clara (PINHEIRO, 2006).

Outra variação encontrada é a produção de hidromel gaseificado (hidromel espumante), no qual o dióxido de carbono dissolvido no produto engarrafado é decorrente da segunda fermentação realizado após o engarrafamento da bebida (INGLESIAS et al., 2012). A legislação brasileira permite a gaseificação do hidromel.

Os produtos de hidromel e melomel estão cada vez mais em ascensão no mercado, existe sempre a necessidade de inovação, e claro produtos que agradem o público consumidor de bebidas alcoólicas, assim o limão galego (*Citrus aurantifolia*) pode ser usado na produção de novos produtos no estilo de bebidas fermentadas gaseificadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Produzir bebida gaseificada tipo melomel de limão galego (*Citrus aurantifolia*) utilizando a levedura *Saccharomyces bayannns*.

### **2.2 Objetivos específicos**

Elaborar três formulações para a bebida gaseificada tipo melomel com a concentração (2,5; 5,0 e 7,5%) de limão galego (*Citrus aurantifolia*).

Caracterizar físico-quimicamente (Sólido solúveis totais, pH, Acidez, Umidade, Cinzas, Hidroximetilfurfural, Condutividade elétrica, Atividade de água) as amostras do mel e do limão.

Acompanhar a cinética de fermentação das bebidas fermentadas tipo melomel produzidas mediante as análises físico-químicas (pH, sólidos solúveis totais, acidez e teor alcoólico).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Mel

##### 3.1.1 Caracterização e legislação brasileira para o mel

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

A qualidade do mel é determinada pelas suas propriedades sensoriais, físicas e químicas. As suas propriedades físicas e químicas dependem do néctar e pólen da fonte floral, da cor, do aroma, da umidade e do conteúdo em proteínas e açúcares (AZEREDO *et al.*, 2003).

O mel é uma matriz muito complexa, havendo durante a sua elaboração, interferência de variáveis não controladas pelo homem, como clima, floração, presença de insetos sugadores e outros fatores. As abelhas, por sua vez, vão utilizar os recursos disponíveis como fonte de açúcar para elaborá-lo. Portanto, o mais comum é a ocorrência de mel floral misturado com mel de melato (CAMPOS e MODESTA, 2000).

A legislação brasileira define os padrões para o mel de abelhas melíferas, estabelecendo os requisitos mínimos de qualidade que o mel destinado ao consumo humano deve possuir: açúcares redutores (calculados como açúcar invertido), mínimo de  $65 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , para o mel floral, e mínimo de  $60 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , para o melato ou mel de melato e sua mistura com mel floral; umidade máxima de  $20 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ; sacarose aparente para o mel floral máxima de  $6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e para o melato ou mel de melato e sua mistura com mel floral máximo  $15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ; sólidos insolúveis em água máximo de  $0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , exceto no mel prensado, que se tolera até  $0,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , unicamente em produtos acondicionados para sua venda direta ao público; minerais (cinzas) máximo de  $0,6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  para o mel floral e máximo de  $1,2 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  no melato ou mel de melato e suas misturas com mel floral. Além disso, o mel deve necessariamente apresentar grãos de pólen. Em relação à deterioração, o mel não deve ter indícios de fermentação, apresentar acidez máxima de 50 mil equivalentes por quilograma, atividade diastásica: como mínimo, 8 na escala de Göthe e teor de hidroximetilfurfural máximo de  $60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (BRASIL, 2000).

### **3.1.2 Características físico-química do mel**

O mel é constituído essencialmente de vários açúcares, predominantemente D-frutose e D-glicose, como também de outros componentes e substâncias como ácidos orgânicos, enzimas, e partículas sólidas coletadas pelas abelhas. A aparência do mel varia de quase incolor a marrom escuro. Pode ser fluido, viscoso ou até mesmo sólido. Seu sabor e aroma variam de acordo com a origem da planta. Variedades de mel podem ser identificadas por sua cor, gosto, sabor, e maneira de cristalização. Em circunstâncias excepcionais, o sedimento de mel é analisado pelo conteúdo de grãos de pólen. Alternativamente, em variedades de mel de melato, outra característica de componentes presentes, como esporos, fragmento de micélio, ou fragmentos de folha, é determinada. Outras características úteis na identificação do tipo de mel incluem condutividade específica e componente do flavor específico da variedade (RYBAK-CHMIELEWSKA, 2004).

A densidade do mel a 20 °C varia de 1,38 a 1,45 g/cm<sup>3</sup>. As diferenças das viscosidades entre as variedades diminuem com o aumento da temperatura. Acima de 40 °C, o conteúdo de água alcança valores entre 16,4 e 20%, e não tem nenhum efeito significativo na viscosidade. A viscosidade não só depende de concentração de açúcar, conteúdo de água e temperatura, mas, também, do conteúdo de dextrina, trissacarídeos e proteínas (RYBAK-CHMIELEWSKA, 2004).

### **3.1.3 Sólido solúveis totais**

Os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente. São constituídos principalmente por açúcares, variáveis com a espécie da planta e o clima. São designados como ° Brix e têm tendência de aumento com a maturação. Os sólidos podem ser medidos no campo ou na indústria, com auxílio de um refratômetro, sendo muito utilizada no processamento e conservação de alimentos; elaboração de caldas (xaropes); qualidade de sucos processados etc. No mel, o teor de sólidos solúveis é muito aproximado ao teor de açúcares totais, situação que faz com que esta técnica, simples e econômica, seja de grande utilização (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### **3.1.4 pH**

O pH do mel varia entre 3,4 e 6,1 com um valor médio de 3,9. No entanto, este parâmetro não está diretamente relacionado com a acidez livre devido à ação tampão dos ácidos e minerais presentes no mel (de RODRÍGUEZ et al., 2004).

As propriedades intrínsecas do mel afetam o crescimento e a sobrevivência dos microrganismos por ação bacteriostática ou bactericida e, particularmente, o pH baixo e o elevado teor de açúcares do mel previne o crescimento de muitos microrganismos (IURLINA; FRITZ, 2005).

### **3.1.5 Acidez**

A acidez é um parâmetro importante para avaliar a qualidade das bebidas fermentadas. A acidez relativamente alta indica a formação de ácido acético em demasia, isso ocorre quando o processo fermentativo não é conduzido de modo adequado, contaminação por bactérias acidogênicas ou eventual oxidação provocada pela adição/infiltração de ar atmosférico e conseqüentemente o oxigênio (SROKA; TUSZYNSKI, 2007).

Cuidados especiais no preparo do mosto são essenciais para garantir uma fermentação sadia, livre de contaminação por bactérias que possuem capacidade de metabolizar os açúcares gerando ácidos carboxílicos, aumentando os níveis de acidez volátil da bebida e dando origem a ésteres anormais e indesejáveis (PEREIRA et al., 2009).

### **3.1.6 Umidade**

O teor de umidade é considerado um importante parâmetro de qualidade por prognosticar a vida de prateleira do produto, além da capacidade do mel em permanecer estável e livre de fermentação indesejável (VARGAS, 2006).

A legislação brasileira estabelece um teor de umidade máximo de 20 % para mel floral ou de melato (BRASIL, 2000).

### **3.1.7 Cinzas**

O mel normalmente apresenta um baixo teor de cinzas, o qual depende do material recolhido pelas abelhas durante a recolha de néctar e melada. Os valores obtidos para este parâmetro estão relacionados com o teor em minerais do mel. Uma dispersão elevada do teor de cinzas entre amostras de mel, pode indicar que o processo de recolha e/ou as técnicas utilizadas pelos produtores não são uniformes. Os méis de cor clara têm, normalmente, um teor de cinzas mais baixos que os mel de cor escura (FINOLA *et al.*, 2007).

### **3.1.8 Hidroximetilfurfural**

O uso de HMF (Hidroximetilfurfural) como um índice de qualidade é baseado no fato de que, como este composto geralmente é encontrado em pequenas quantidades em méis recém-colhidos (mel fresco), os valores elevados de HMF podem indicar alterações importantes provocadas por armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta e/ou superaquecimento, além das adulterações provocadas por adição de açúcar invertido (SILVA *et al.*, 2004).

### **3.1.9 Condutividade eléctrica**

A condutividade eléctrica do mel está diretamente relacionada com a concentração de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas, podendo ser útil para seleccionar méis de diferentes origens florais. O valor máximo admitido é de 0,8  $\mu\text{S}/\text{Cma}$ . Alguns autores já referiram existir uma correlação linear entre a determinação das cinzas e condutividade eléctrica (ACQUARONE *et al.*, 2007)

Apesar de não ser exigida pela Legislação Brasileira, a condutividade eléctrica é considerada critério para a determinação botânica do mel e atualmente substitui a análise de teor de cinzas, pois tais medições são proporcionais ao teor de cinzas na acidez do mel.

### **3.1.10 Atividade de água**

A atividade de água  $A_w$ , por sua vez, é a água disponível no alimento que vai auxiliar no desenvolvimento dos microrganismos. Então, quanto mais elevada a  $A_w$ , maior a predisposição ao desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias. Ter conhecimento dessas características é imprescindível, pois produtos com elevado teor de açúcar em geral apresentam  $A_w$  baixa, o que os caracteriza como microbiologicamente estáveis, porém tendem a absorverem água. O mel, por ser um produto composto de açúcares (65 a 70%), apresenta alta higroscopicidade, isto é, pode absorver água, como também ceder (eliminar água) (MERABET et al., 2011).

Apesar de sua importância, a atividade de água não é considerada parâmetro a ser estudado na legislação para méis, no entanto o conhecimento desses valores ajuda a determinar a vida de prateleira, a escolher melhor os tipos de embalagens e as condições de armazenamento (CORREIA-OLIVEIRA et al., 2008).

## **3.2 Melomel**

### **3.2.1 Legislação**

O melomel é um termo utilizado para diferenciar um hidromel à base de frutas. Este é uma bebida elaborada com maior quantidade de compostos em comparação ao hidromel, pois não são determinados só pelo mel, mas também pela fruta ou combinação de duas ou mais frutas que forem utilizadas. A legislação brasileira é omissa em relação ao termo melomel, sendo que este também não é encontrado com facilidade no mercado (BERGER et al., 2016).

### **3.2.2 Caracterização**

O Melomel é uma bebida com teor alcoólico entre 4 a 14% (v/v), obtida a partir da fermentação de mosto composto por mel de abelhas e polpa ou suco de frutas (RAMALHOSA et al., 2011).

### 3.2.3 Limão galego

Nas diferentes regiões do Brasil, o limão é facilmente encontrado, sendo produzido e consumido durante todo o ano, nas suas diversas variedades, embora sendo mais produtivo de dezembro a maio. Dentre as variedades destaca-se o limoeiro ‘Galego’ (*Citrus aurantifolia*), que é uma espécie frutífera pertencente à família das Rutáceas, de porte arbustivo e ramos cheios de espinhos, chegando a atingir de 4 a 5 metros de altura. Este fruto é classificado dentro das limas ácidas e no estado da Paraíba o limão galego é produzido em propriedades de agricultura familiar, principalmente no município de Matinhas, PB, portanto, ainda são poucos os pomares no estado que produzem em escala comercial. O fruto do limoeiro ‘Galego’ (*Citrus aurantifolia*) é redondo, pequeno e muito suculento. Apresenta casca fina e lisa, de cor verde ou amarela clara. A polpa tem de cinco a seis sementes, é rica em suco e de sabor ácido, porém agradável. Bastante comuns quintais do Nordeste e Centro-Oeste brasileiro, onde a produtividade de frutos por pé é exuberante (TRUCOM, 2005).

### 3.2.4 Levedura: *Saccharomyces bayanus*

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).

## 3.3 Cinética de Fermentação Alcoólica

O estudo cinético de um processo fermentativo consiste inicialmente na análise da evolução dos valores de concentração de um ou mais componentes do sistema de cultivo, em função do tempo de fermentação. Esses componentes podem ser o produto do processo fermentativo e os nutrientes do substrato que compõem o meio de cultura (os açúcares). Os valores das concentrações experimentais obtidos em função do tempo permitem traçar curvas de ajuste e permitem definir seus perfis para uma descrição quantitativa do processo fermentativo bem como a sua duração (HISS, 2001).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Nesta alínea observa-se as metodologias que foram aplicadas no desenvolvimento da bebida gaseificada, como caracterização físico-química das matérias-primas, formulação da bebida, e cinética de fermentação alcoólica utilizando a levedura *Saccharomyces bayanus*.

### **4.1 Local de Estudo**

O estudo foi realizado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba Campus I, no Laboratório de Produtos e Fermento Destilados (LPFD) e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), da cidade de João Pessoa – PB.

### **4.2 Matérias-Primas**

#### **4.2.1 Mel**

Utilizou-se mel de abelha *Apis Mellifera*, produzido na cidade de Alagoa Grande/PB, localizada a 110 km da cidade de João Pessoa, extraído e envasado artesanalmente.

#### **4.2.2 Limão galego**

O limão tipo galego (*Citrus aurantifolia*) foi cultivado na cidade de Recife, e retirado o suco do limão de forma manual onde foi utilizado para a preparação da bebida.

#### **4.2.3 Levedura**

A levedura utilizada foi a *Saccharomyces bayannns* da marca *Red Star*, adequada para fermentação de bebidas alcoólicas.

### **4.3 Caracterização físico-química das matérias-primas (mel e limão)**

Nas matérias-primas foram realizadas análises físico-químicas de sólidos solúveis totais, pH, acidez, umidade, cinzas, teor alcoólico, das amostras do mel e do

limão que foram obtidos no (LPFD) do Departamento de Engenharia Química (DEQ), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

As análises foram realizadas em triplicata, e seguiram os métodos estabelecidos pela Legislação Brasileira, que se encontram descritos na Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

#### **4.3.1 Cinzas**

Os valores obtidos para este parâmetro estão relacionados com o teor em minerais do mel.

A determinação consiste na carbonização da amostra em mufla, em temperatura de 550°C até peso constante, os resultados foram expressos em porcentagem (%) e foi medida conforme o seguinte cálculo:

$$\text{Calculos: Cinzas\%} = A \times 100 P$$

sendo A: peso das cinzas e P: peso da amostra.

#### **4.3.2 Umidade**

Na composição do mel, a água é o segundo componente em quantidade, variando de 15 a 21%, dependendo do clima, origem floral, estágio de maturação e do teor de umidade da planta (AL- GHAMDI et al 2017).

As amostras foram analisadas segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005), submetido a temperatura de 105°C por 24h. Os resultados são expressos em porcentagem (%) e obtidos pelo seguinte cálculo:

$$\text{Umidade \%} = \frac{N \times 100}{P \text{ ou } V}$$

sendo N: perda de peso (amostra - amostra seca) P ou V: peso ou volume da amostra.

#### **4.3.3 pH**

Na análise do pH foi utilizado um pHmetro de bancada, onde foi medido o potencial hidrogeniônico (pH) das formulações.

#### **4.3.4 Sólidos solúveis totais**

O teor de sólidos solúveis totais foi realizado em um refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método refratométrico pela leitura direta, de acordo com o método nº 932.12 da Associação de Químicos Agrícolas Oficiais AOAC. Os resultados foram expressos em ° Brix.

#### **4.3.5 Hidroximetilfurfural**

Na análise, foi utilizado o método qualitativo por reação cromática, onde foi feita a adição de 10 g de mel em 10 mL de acetona, decantando o solvente e transferindo cerca de 2 a 3 mL para um tubo de ensaio contendo cerca do mesmo volume de HCl concentrado. Em seguida, o tubo contendo a amostra é colocada em água corrente, para esfriar. O resultado é que, caso tenha adulteração, irá ocorrer o aparecimento de forte coloração violeta, indicando presença de açúcar comercial no mel.

#### **4.3.6 Condutividade elétrica**

Para a determinação da condutividade elétrica foi utilizado um condutivímetro microprocessado de bancada, onde foi realizada a análise de condutividade elétrica do mel. Foram pesados 100 g de solução, 20% de mel e 80% de água destilada indicando a condutividade elétrica da solução diretamente no visor do aparelho (BOLETIN OFICIAL ESPAÑOL, 1986).

#### **4.4 Processo de obtenção do Melomel**

No preparo da bebida gaseificada, os utensílios e equipamentos foram primeiramente higienizados com água, detergente neutro e após com solução de iodo. Um dos requisitos para um bom processo de fermentação é a manutenção da estabilidade do pH do mosto dentro de uma faixa de 3,7 a 4,0, para que ocorra o início da fermentação, e uma temperatura adequada durante este processo, no caso da levedura *Saccharomyces bayanns* compreende entre 20 e 30° C com as taxas mais elevadas de fermentação. O processo fermentativo escolhido para este trabalho foi o descontínuo ou em batelada, ou seja, caracterizado pela inoculação e incubação de microrganismos. No momento em que

ocorreu a estabilização do teor de sólidos solúveis totais, o processo de fermentação foi encerrado.

Para este estudo, foram desenvolvidas três formulações de melomel baseadas em três distintas concentrações do adjunto (suco de limão): 2,5% (C1), 5% (C2) e 7,5% (C3). Para C1, C2 e C3, foram adicionados 75, 150 e 225 mL de adjunto, respectivamente. Foi utilizado 2,925 L, 2,850 L e 2,775 L de mosto para C1, C2 e C3, nesta ordem. As três formulações foram distribuídas em 3 biorreatores com capacidade de 3 litros cada, com o intuito de favorecer o processo de fermentação, como observado na Figura 1.

**Figura 1:** Biorreatores contendo distintas formulações de melomel com adjunto de limão galego 2,5, 5 e 7,5%.

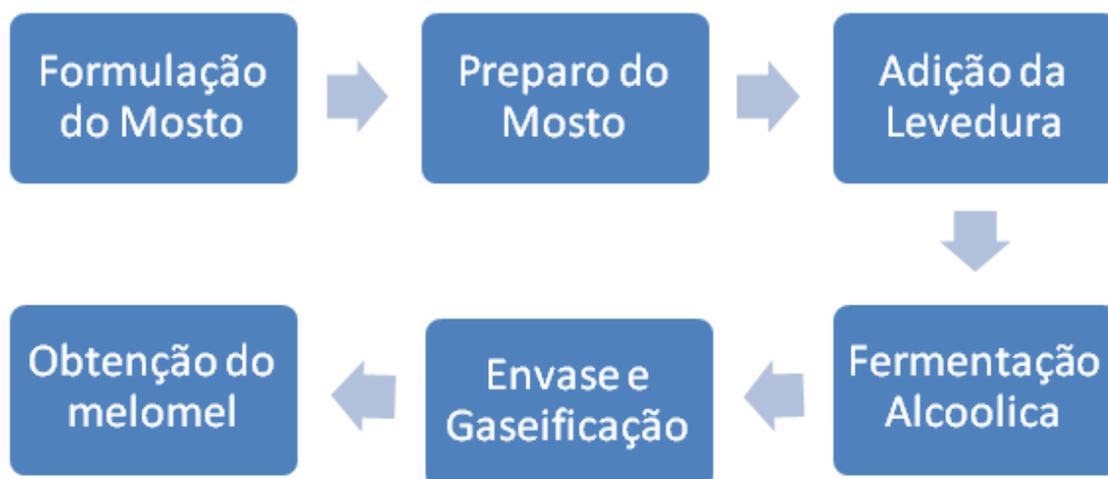


Fonte: Autor (2020)

#### 4.5 Formulação do mosto

A formulação desta bebida gaseificada tem como fundamento um mosto à base de mel e água usado na formulação para produzir o hidromel com a adição de frutas. Durante toda a cinética que durou 5 semanas foram realizadas análises com intervalo de 3 em 3 dias, como pH, acidez e teor alcoólico, conforme a Figura 2.

**Figura 2** – Processo para a produção de melomel gaseificado com adição de suco de limão em diferentes concentrações.



Fonte: Autor (2020)

#### 4.5.1 Preparo do mosto

O mel foi diluído em água mineral e, adicionou-se o suco de limão, adequando um teor de sólidos solúveis em torno de 18 ° Brix para o início do processo fermentativo, com a finalidade de produzir um teor alcoólico de 10 ° GL, tomando como base a relação 2/1 no consumo de açúcar/produção de álcool (° GL), como descrito na equação de fermentação alcoólica de Gay-Lussac.

#### 4.5.2 Adição do inóculo

Logo após a elaboração do mosto, foram adicionadas leveduras (*Saccharomyces bayannns*) com uma proporção de 0,75 g de levedura seca/L, realizando previamente a reidratação da biomassa como recomendado pelo fabricante.

#### 4.5.3 Fermentação alcoólica

O processo fermentativo foi realizado em batelada, em biorreatores artesanais de vidro, que tem uma capacidade de 3 litros. Durante a fermentação foi feito o acompanhamento fermentação que durou cerca de 5 semanas com temperatura à de 20 °C.

Foram analisados, a cada 3 dias, a redução do teor de sólidos solúveis (° Brix), teor alcóolico e açúcares redutores até sua estabilização, variação de pH e acidez, com o pH inicial de 3,10 houve necessidade de correção utilizando o bicarbonato de sódio ajustando-se o pH para 4,0.

Na determinação dos sólidos solúveis totais, utilizou-se um refratômetro de bancada do tipo ABBE, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC (2010). O pH e temperatura do processo de fermentação foi obtido de forma direta por pHmetro de bancada devidamente calibrado, como descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A acidez total foi mensurada através da titulometria, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### **4.5.4 Envase e Gaseificação**

No processo de gaseificação foi utilizado o método de “Priming”, processo normalmente feito na produção de espumantes. Essa técnica consiste na adição de açúcar fermentável dentro de uma garrafa de comercialização com o objetivo de provocar uma nova fermentação na bebida a partir das ações de leveduras, gerando CO<sub>2</sub> e conseqüentemente a carbonatação.

Neste trabalho, foi adicionado 2,3 g de açúcar e o mosto fermentado em uma garrafa de vidro, onde ocorreu uma segunda fermentação e a produção do CO<sub>2</sub>. A bebida foi então armazenada em temperatura ambiente, durante sete dias, para favorecer o processo de gaseificação.

No final foi obtido o produto gaseificado, que seguiu para análises de caracterização físico-químicas, como ilustrado nas Figuras 3A e 3B, abaixo.

**Figura 3:** Formulações do melomel após o processo. Meloméis engarrafados (A) e apresentação do melomel na taça (B).



(A)

Fonte Autor (2020)



(B)

## 4.6 Caracterização do melomel

### 4.6.1 pH

Usando um pHmetro de bancada, foi medido o potencial hidrogeniônico (pH) das formulações.

### 4.6.2 Acidez

Na determinação de acidez total, foram dissolvidos 5 mL da amostra em 45 mL de água destilada. Logo após, foram adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína, para ajudar na visualização durante a titulação com hidróxido de sódio na concentração de 0,1M. A fenolftaleína é um indicador de pH e mostrará o término da titulação ao mudar de cor a solução do erlenmeyer com o titulado. O resultado da acidez, foram feitos com cálculo abaixo (equação 1):

$$\text{Eq1: Acidez total (meq/L)} = [(V_g \times N \times f)/v] \times 1000$$

sendo 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.

#### 4.6.3 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$  Brix) foi determinado em refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método refratométrico pela leitura direta, de acordo com o método nº 932.12 da AOAC. Os resultados expressos em  $^{\circ}$  Brix.

#### 4.6.4 Teor alcoólico

A análise do teor alcoólico foi realizada através da leitura direta em ebuliômetro, com resultado expresso em  $^{\circ}$  GL (Graus Gay Lussac), como visto na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Média da variação do teor alcoólico durante a fermentação do mosto, expresso em %v/v.

<b>Tempo (Dias)</b>	<b>C1(2,5%)</b>	<b>C2(5%)</b>	<b>C3(7,5%)</b>
<b>1</b>	0,0	0,0	0,0
<b>3</b>	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0
<b>6</b>	3,25 $\pm$ 0,0	3,25 $\pm$ 0,0	3,25 $\pm$ 0,0
<b>9</b>	4,5 $\pm$ 0,0	4,5 $\pm$ 0,0	4,5 $\pm$ 0,0
<b>12</b>	5,9 $\pm$ 0,0	5,9 $\pm$ 0,0	5,9 $\pm$ 0,0
<b>15</b>	7,35 $\pm$ 0,0	7,35 $\pm$ 0,0	7,35 $\pm$ 0,0
<b>18</b>	10,55 $\pm$ 0,0	10,55 $\pm$ 0,0	10,55 $\pm$ 0,0
<b>21</b>	8,9 $\pm$ 0,0	8,9 $\pm$ 0,0	8,9 $\pm$ 0,0
<b>24</b>	10,68 $\pm$ 0,0	10,68 $\pm$ 0,0	10,68 $\pm$ 0,0
<b>27</b>	10,7 $\pm$ 0,0	10,7 $\pm$ 0,0	10,7 $\pm$ 0,0

Fonte: Autor (2020)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização físico-química das matérias-primas (mel e limão) Tabela 2.

**Tabela 2:** Análises físico-químicas realizadas no mel e limão utilizados na produção do Melomel gaseificado.

Parâmetros	Mel	Limão
pH	3,47 ± 0,2	2,05 ± 0,0
Umidade (%)	17,76% ± 0,5	87,62% ± 0,3
Cinzas (% m/m)	0,28% ± 0,3	0,26% ± 0,1
Sólidos Solúveis Totais (° Brix)	78,5 °Brix ± 0,0	7,1 °Brix ± 0,0
Hidroximetilfurfural (Presença)	Sem adulteração	-
Condutividade elétrica (µS/Cma)	273,4 µS ± 0,1	-

#### 5.1.2 pH

Os valores de pH para o mel entre 3,3 e 4,6 como aceitáveis para uso comercial. O mel utilizado neste trabalho apresentou pH de 3,47, estando dentro da legislação e próximo do obtido (BRASIL, 2000), que encontrou valor de 3,97 para o mel utilizado.

Os valores de pH dos frutos de limão galego utilizados neste trabalho foram inferiores aos encontrados nos estudos de Miranda e Junior (2010), que constataram valor médio de 2,10, em frutos de limão tahiti. Valores próximos foram citados por Goes et al. (2012), que constataram valores de pH variando de 2,06 a 2,17 para frutos oriundos do Recôncavo Sul, do estado da Bahia.

#### 5.1.3 Umidade

O teor máximo de umidade permitido para o mel é de 20g/100g em todas as referências legais, tanto para o Brasil, quanto para o MERCOSUL, União Europeia e Codex Alimentarius (BRASIL, 2000)

O percentual de umidade no mel pode influenciar na maturidade, sabor, conservação, viscosidade, peso específico, cristalização, palatabilidade, contribuindo tanto para estabilidade quanto para fermentação, uma vez que alto teor de umidade e altas temperaturas de estocagem aceleram o desenvolvimento de leveduras neste substrato colaborando para a sua fermentação e conseqüentemente diminuindo a vida de prateleira do mel durante o armazenamento (ABRAMOVIC et al., 2008)

A média dos teores de umidade para o mel foi de 17,76% e do limão foi de 87,62%. O teor de umidade de 17,76% para o mel utilizado está dentro do estabelecido pela legislação e corrobora com os resultados obtidos por Batista (2017) que obteve teores de 17,82% e 17,23%, respectivamente.

A umidade de 87,62% do limão foi semelhante ao obtido no trabalho de Scapiari et al. (2008), que obtiveram a porcentagem de 88,26% para o limão galego. Já Viana (2010) obteve valores entre 88,63 e 91,83%, apresentando teores de umidade mais elevados para suco de lima ácida convencional e orgânica.

#### **5.1.4 Cinzas**

O mel, normalmente, apresenta um baixo teor de cinzas, o qual depende do material recolhido pelas abelhas durante a recolha de néctar e melada (de Rodríguez et al., 2004). O resultado obtido para teor de cinzas do mel foi de 0,275%, que está dentro do permitido pela legislação, onde estabelece o limite máximo de 0,60% (BRASIL, 2000).

No resultado do teor de cinzas onde a análise do suco de limão galego foi de 0,26%. Em Scapiari et al. (2008) o percentual está abaixo dos resultados, onde obtiveram teor de 0,30% para o suco de limão galego, e de Viana (2010), que obteve teor de 0,37% para o suco de limão Tahiti.

#### **5.1.5 Sólidos solúveis totais**

Os resultados das análises para mel e limão foram de 78,5 ° Brix e 7,1 ° Brix, respectivamente. Foram observados resultados de sólidos solúveis semelhantes por Souza, Ataíde e Silva (2015) e Martins et al. (2018), que encontraram teor médio de 7,40 e 7,91 ° Brix em frutos de limão tahiti. Já no trabalho realizado por Goes *et al.* (2012) o resultado foi inferior aos obtidos, onde teve uma média de teores variando entre 10,66 a 11,16 ° Brix, para frutos de limão tahiti provenientes do Recôncavo Sul da Bahia.

#### **5.1.6 Hidroximetilfurfural**

Altas concentrações de HMF nos méis de *Apis mellifera* podem indicar alterações importantes, como armazenamento prolongado, temperatura ambiente alta e/ou

superaquecimento, adulterações provocadas por adição de açúcar invertido, ou ainda, taxa maior de frutose, acidez, umidade e teor de minerais (MENDES et al., 2009). No final da análise não foi observada a coloração vermelha, o que indica que o mel não foi adulterado e que estava apto para a utilização.

### 5.1.7 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica do mel está relacionada com o teor em cinzas, com a acidez, teores de ácidos orgânicos e de proteínas (YÜCEL, SULTANOGLU, 2013).

Neste trabalho foi encontrado o valor de 273,4  $\mu\text{S}$  para condutividade elétrica do mel, na temperatura de 28,4 °C. Sereia *et al.* (2011) encontraram valores semelhantes, onde obtiveram valores mínimos e máximos, respectivamente, de 266,70 e 342,00  $\mu\text{S}$  para mel orgânico. Já Alves *et al.* (2011) encontraram resultados diferentes, onde a condutividade elétrica variou de 411,66 a 1.273,33  $\mu\text{S}$  com média de  $581,06 \pm 0,08 \mu\text{S}$ .

### 5.2 Caracterização do melomel

Dados da cinética fermentativa do melomel, as análises foram feitas todas em triplicatas, com um intervalo de período de três dias de diferença para cada análise que foi repetida até a estabilização do teor alcoólico, que foi usado como parâmetro de estabilização onde a análise 1 e o tempo zero e a análise 10 e após 5 semanas visto na Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3:** Dados da cinética de fermentação.

	Formulação	pH	Acidez (g/100g)	SST ° Brix	Teor alcoólico° GL
<b>Análise 1</b> <b>Tempo</b> <b>1 dia</b>	C1	3,30 $\pm$ 0,0	2,0 $\pm$ 0,057	18 $\pm$ 0,0	-
	C2	3,01 $\pm$ 0,0	2,8 $\pm$ 0,152	18 $\pm$ 0,0	-
	C3	2,85 $\pm$ 0,0	4,3 $\pm$ 0,1	18 $\pm$ 0,0	-
<b>Análise 2</b> <b>Tempo 3</b> <b>dias</b>	C1	4,0 $\pm$ 0,0	2,0 $\pm$ 0,32	15,53 $\pm$ 0,23	1,0 $\pm$ 0,0
	C2	4,0 $\pm$ 0,0	2,4 $\pm$ 0,11	15,2 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0
	C3	4,0 $\pm$ 0,0	3,33 $\pm$ 0,32	15,6 $\pm$ 0,0	1,0 $\pm$ 0,0
<b>Análise 3</b> <b>Tempo 6</b> <b>dias</b>	C1	3,72 $\pm$ 0,0	3,6 $\pm$ 0,0	13,9 $\pm$ 0,0	3,25 $\pm$ 0,0
	C2	3,83 $\pm$ 0,0	3,8 $\pm$ 0,17	13,6 $\pm$ 0,0	4,5 $\pm$ 0,0
	C3	3,88 $\pm$ 0,0	4,3 $\pm$ 0,05	12,9 $\pm$ 0,0	4,5 $\pm$ 0,0
<b>Análise 4</b> <b>Tempo 9</b> <b>dias</b>	C1	3,69 $\pm$ 0,0	3,1 $\pm$ 0,20	13,0 $\pm$ 0,57	4,5 $\pm$ 0,0
	C2	3,83 $\pm$ 0,0	3,5 $\pm$ 0,28	11,6 $\pm$ 0,17	5,59 $\pm$ 0,0
	C3	3,90 $\pm$ 0,0	4,0 $\pm$ 0,05	11,0 $\pm$ 0,0	6,2 $\pm$ 0,0

<b>Análise 5</b>	C1	3,68 ± 0,0	2,9 ± 0,11	10,3 ± 0,0	5,9 ± 0,0
<b>Tempo 12 dias</b>	C2	3,82 ± 0,0	3,1 ± 0,05	9,0 ± 0,0	7,3 ± 0,0
	C3	3,88 ± 0,0	3,9 ± 0,11	7,9 ± 0,0	8,95 ± 0,0
<b>Análise 6</b>	C1	3,69 ± 0,0	3,2 ± 0,1	10,0 ± 0,05	7,35 ± 0,0
<b>Tempo 15 dias</b>	C2	3,81 ± 0,0	3,7 ± 1,5	9,3 ± 0,0	7,35 ± 0,0
	C3	3,89 ± 0,0	4,4 ± 0,20	7,6 ± 0,34	8,45 ± 0,0
<b>Análise 7</b>	C1	3,72 ± 0,0	2,7 ± 0,07	8,4 ± 0,0	10,55 ± 0,0
<b>Tempo 18 dias</b>	C2	3,85 ± 0,0	3,2 ± 0,25	8,2 ± 0,0	10,67 ± 0,0
	C3	3,92 ± 0,0	4,2 ± 0,11	8,2 ± 0,0	13,5 ± 0,0
<b>Análise 8</b>	C1	3,72 ± 0,0	3,2 ± 0,17	7,6 ± 0,0	8,9 ± 0,0
<b>Tempo 21 dias</b>	C2	3,78 ± 0,0	3,5 ± 0,17	5,9 ± 0,0	10,68 ± 0,0
	C3	3,89 ± 0,0	4,0 ± 0,0	5,6 ± 0,0	10,68 ± 0,0
<b>Análise 9</b>	C1	3,67 ± 0,0	3,0 ± 0,11	7,0 ± 0,0	10,68 ± 0,0
<b>Tempo 24 dias</b>	C2	3,76 ± 0,0	3,8 ± 0,15	7,0 ± 0,0	10,68 ± 0,0
	C3	3,86 ± 0,0	4,1 ± 0,26	7,0 ± 0,0	11,0 ± 0,0
<b>Análise 10</b>	C1	3,52 ± 0,0	3,7 ± 0,15	4,8 ± 0,97	10,7 ± 0,0
<b>Tempo 27 dias</b>	C2	3,8 ± 0,0	3,7 ± 0,0	5,6 ± 0,35	10,7 ± 0,0
	C3	3,88 ± 0,0	4,5 ± 0,25	5,1 ± 0,51	10,7 ± 0,0

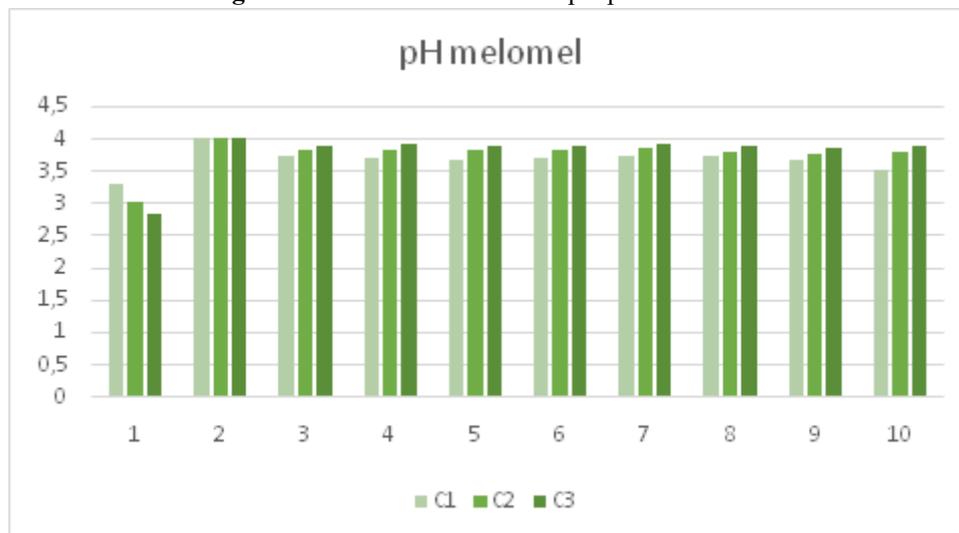
Os valores que são expressos na tabela acima são resultados das análises realizadas onde pode-se observar que para os valores de pH houve uma diferença, que se deve a produção da acidez. Quanto mais o mosto acidifica pela produção de acidez das leveduras menor será o valor do pH, o SST ° Brix também diminui o seu valor com o passar do tempo devido ao consumo dos açúcares, ao contrário do valor do teor alcoólico que aumenta com o tempo. O hidromel varia sua graduação alcoólica de acordo com as condições do processo de produção. Alguns fatores principais afetam diretamente sua qualidade e devem ser considerados parâmetros para a produção, tais como, pH, temperatura, composição do meio (nutrientes), SST, estirpe da levedura e variedade do mel (MILESKI, 2016).

### 5.2.1 pH

O pH do mosto, é caracterizado pelo pH baixo e por uma combinação de ácidos que têm origem no mel, os quais podem influenciar a taxa de fermentação. Segundo Kempka e Mantovani (2013), esta taxa depende, principalmente, da variedade do mel, da cepa de levedura, da composição do meio de cultura e do pH extracelular. Como observado na Figura 4, os valores de pH para as distintas formulações permaneceram na faixa de 2,7 a 4,0 e corroboram com os obtidos por Batista (2017), que obteve valores de

pH para distintas amostras de hidromel na faixa de 3,12 a 3,34, e por Dal Osto e Leitão (2018), que obtiveram pH de 3,77 para o melomel de jambolão.

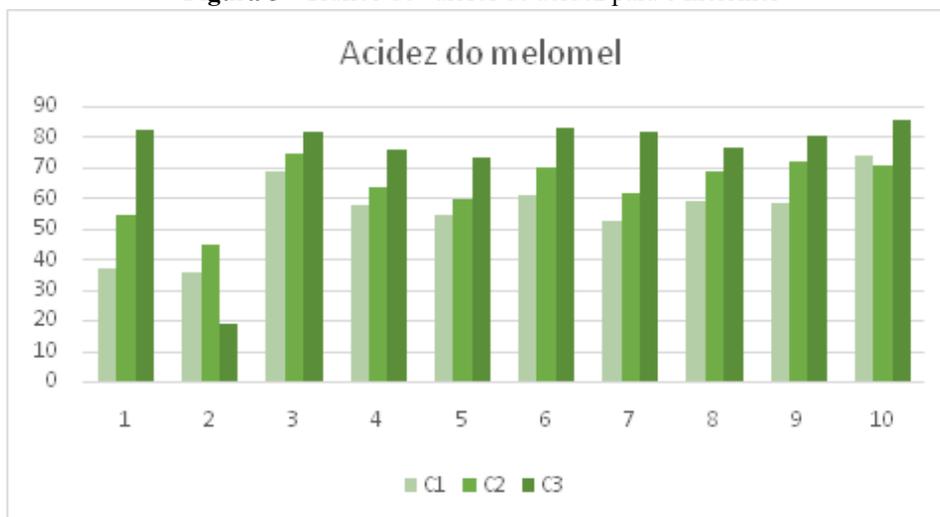
**Figura 4 – Gráfico de valores de pH para o melomel**



### 5.2.2 Acidez total

Na Figura 5 estão demonstrados os resultados das análises de acidez realizadas nos mostos. A legislação vigente (BRASIL, 2000) fornece valores estabelecidos para hidromel, apresentando limites mínimo e máximo de 50 a 130 (g/100g), respectivamente. No produto final teve valores na faixa de 70 a 86 (g/100g), estando de acordo com a legislação. Segundo Ferraz (2015), o aumento da acidez se dá pela utilização do suco de fruta *in natura* aumentando assim a acidez de acordo com a quantidade de suco de fruta adicionado no mosto como é visto no mosto que contém a maior concentração do adjunto.

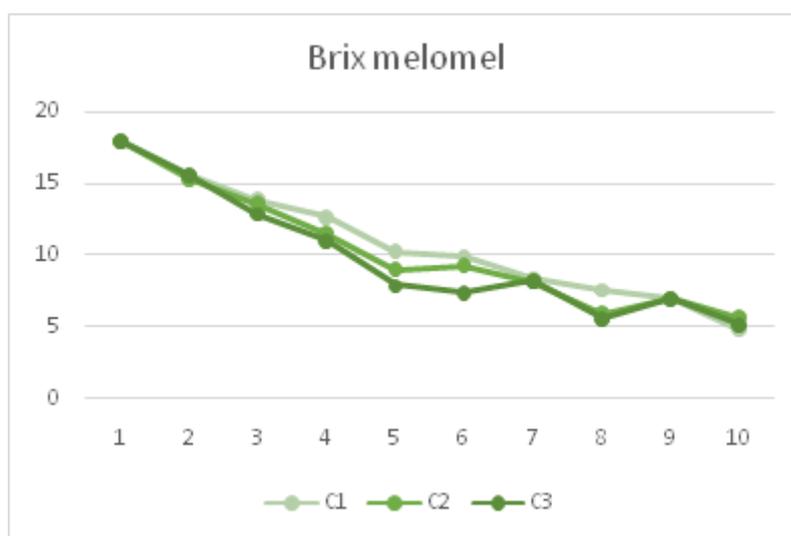
**Figura 5– Gráfico de valores de acidez para o melomel**



### 5.2.3 Sólidos solúveis totais

De acordo com Gomes (2010), a relação do consumo do substrato e a densidade do hidromel são fatores fortemente interligados e diretamente proporcionais, visto que a consumação dos glicídios reduz o teor de sólidos e conseqüentemente ocasiona a redução da densidade e aumento do teor alcoólico na bebida. Os açúcares provenientes do mel e do suco de limão foram consumidos pelas leveduras durante a fermentação, utilizados como substrato na produção de álcool, onde ocorreu a diminuição do teor de sólidos solúveis das amostras. Na Figura 4 pode-se observar o decréscimo do teor de sólidos solúveis nas amostras no decorrer do processo de fermentação do mosto. No resultado final, obteve uma faixa de 4,8 a 5,2 ° Brix para o produto, nas três formulações, como pode ser observado na Figura 6 abaixo.

**Figura 6** – Gráfico de valores de Sólidos Solúveis Totais (Brix) para o melomel



### 5.2.4 Teor alcoólico

No produto final foi obtido um teor alcoólico de 10,7°GL nas três formulações, o que corrobora com o encontrado no decreto N° 6.871, de 04 de junho de 2009, e a Instrução Normativa N° 34, de 29 de novembro de 2012 que estabelecem que o hidromel apresente graduação alcoólica entre 4% a 14%.

No processo da cinética, o teor alcoólico das amostras do mosto teve um crescimento considerável, expondo que a levedura *Saccharomyces bayanus* é bastante

resistente ao álcool, pH baixo e a uma faixa de temperatura de 17-30 °C (BRAGA, 2006). Dionizio (2014) obteve valores na faixa de 9 a 12% de teor alcoólico, próximo ao resultado obtido neste trabalho. Como mostra a Figura 7, demonstra o crescimento do teor alcoólico durante a fermentação do melmel.

**Figura 7** – Gráfico de valores de teor alcoólico para o melmel



## 6. CONCLUSÃO

Foram desenvolvidas três formulações de melomel com 2,5%, 5% e 7,5% de limão galego, sendo possível acompanhar as fermentações pelos parâmetros estabelecidos e caracterizá-las.

Na caracterização físico-química do limão galego e do mel, observou-se que eles estão de acordo com a legislação vigente, com exceção do pH do mosto que apresentou um pouco fora da legislação.

O teor alcoólico apresentou dentro do padrão que foi de 10,7 ° GL que está dentro da legislação para o hidromel que vai de 4° a 14 ° GL. As características como a acidez, sólidos solúveis foram medidos durante o processo da cinética e comparados com outros trabalhos científicos e apresentaram resultados semelhantes, obtendo o melomel dentro dos padrões da legislação vigente.

Pode-se concluir que através do presente estudo verificou-se que a utilização de mel e limão possibilitou a elaboração de uma bebida fermentada gaseificada com três formulações como também os parâmetros das análises foram bastantes satisfatório como o teor alcoólico que demonstram valores adequados para uma bebida fermentada de melomel.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVIC, H.; JAMNIK, M.; BURKAN, L.; KAC, M. Water activity and water content in Slovenian honeys. *Food Control*, Guildford, v. 19, n. 11, p. 1086-1090, 2008.
- Acquarone, C., Buera, P., Elizalde, B., 2007. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, 101, 695–703.
- AL-GHAMDI, A.; MOHAMMED, S.E. A.; ANSARI, M. J.; ADGABA, N. Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored *Apis mellifera* and *apis florea* honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*. In press, corrected proof, Available online 3 June 2017. Acesso em 10 de julho de 2017.
- ALVES, E. M.; SEREIA, M. J.; TOLEDO, V. DE A. A. de; MARCHINI, L. C.; NEVES, C. A.; TOLEDO, T. C. S. de O. A. DE; ALMEIDA-ANACLETO, D. de. Physicochemical characteristics of organic honey samples of africanized honeybees from Parana River islands. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 31, n. 3, 2011.
- Alves, E.M. 2008. Identificação da flora e caracterização do mel orgânico de abelhas africanizadas das Ilhas Floresta e Laranjeira, do Alto Rio Paraná. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PA.
- APACAME. História do Mel no Brasil. 2014. Disponível em: <<http://www.mel.com.br/historia-do-mel-no-brasil/>>. Acesso em: 14 mar. 2017.
- Azeredo, L.C., Azeredo, M.A.A., Souza, S.R., Dutra, V.M.L., 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80, 249-254.
- BATISTA, A.C. Avaliação das características tecnológicas de hidromel tipo melomel produzido com diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. 2017. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Ponta Grossa, Paraná, 2017.
- Berger, C.; Conto, L. C.; Pinto, L. D. A.; Neves, L. F. (2016). Avaliação Físico-química e Sensorial do Melomel produzido com Mel de Bracatinga e Polpa de Mirtilo. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, Fortaleza.
- BOLETIN OFICIAL ESPAÑOL, Madrid, 18/6/1986, p. 145.
- BRAGA, V. S. A influência da temperatura na condução de dois processos fermentativos para a produção de cachaça. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Dissertação de Mestrado. Piracicaba. 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 out. 2000.
- CALHEIROS, Antonio Marcio dos Santos. **ANÁLISE SENSORIAL DE MELOMEL DE GOIABA**. 2019. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - Alagoas, 2019.

- CAMPOS, G.; MODESTA, R. C. D. Diferenças sensoriais entre mel floral e mel de melato. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v. 59, n. 1-2, p. 7-14, 2000
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA.
- CORREIA-OLIVEIRA, M. E.; FERREIRA, A.F.; PODEROSO, J. C. M.; LESSA, A. C. V.; ARAÚJO, E. D.; CARNELOSSI, M. A. G.; RIBEIRO, G. T. 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, jul./dez. 2008.
- DAL OSTO, S.S.M.; LEITÃO, A.M. Bebida fermentada à base de mel: melomel de jambolão. *Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA, Santana do Livramento. 2018.*
- de Rodríguez, G. O. de, Ferrer, B.S., Ferrer, A., Rodríguez, B., 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84, 499-502.
- 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.
- DIONIZIO, A. S. Caracterização de Hidroméis Elaborados com Méis de Abelhas Africanizadas (*Apismellifera L.*) de Diferentes Origens Florais. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento Acadêmico de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão, 2014.
- DUBOURDIEU, Denis. PAPEL DAS LEVEDURAS NA GÊNESE DO AROMA VARIETAL DERIVADO DE ENXOFRE DOS VINHOS: EXEMPLO DO SAUVIGNON. *Revista Internet Técnica do Vinho*, Talence France, v. 11, n. 8, p. 01-06, ago. 2003.
- FAQUINELLO P.; ALMEIDA D. D.; MORETI A. C. Physicochemical characteristics and pollen spectra of organic and non organic honeys samples of *Apismellifera L.* *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 83, n. 3, 2011.
- Finola, M.S., Lasagno, M.C., Marioli, J.M., 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*, 100, 1649- 1653.
- GOES, T.S.; CARMO, J.S.; BRAGA, T.R.; OLIVEIRA, M.M. T.; SILVA, L.R.; TORRES, L.B.V. Caracterização física e físico-química de frutos do limão “Tahiti” (*Citrus latifolia T.*) cultivados em Guaraciaba do Norte-CE. *Cultivando o Saber*, v.5, n.3, p.14-21, 2012.
- GOMES, Teresa Maria da Cruz. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**. 2010. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biotecnologia, Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2010.
- HISS, H. *Biotecnologia Industrial: cinética de processos fermentativos*. São Paulo – SP: Edgard Blucher Ltda, 2001. v. 2. 93 - 122 p.
- IGLESIAS, A.; FEÁS, X.; RODRIGUES, S.; SEIJAS, J.A.; VÁZQUEZ-TATO, M.P.; DIAS, L.G.; ESTEVINHO, L.M. Comprehensive study of honey with protected denomination of origin and contribution to the enhancement of legal specifications. *Molecules Basel*, Basel, v. 17, p. 8561–8577, 2012.

- Iurlina, M.O., Fritz, R., 2005. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology*, 105, 297-304.
- KEMPKA, A. P.; MANTOVANI, G. Z. Produção De Hidromel Utilizando Méis De Diferentes Qualidades. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 15, n. 3, p. 273–281, 2013.
- MARTINS, K.S.; CARON, V.C.; BOFF, T.; CASTEJON, L.V.; BONNAS, D.S. Parâmetros físicos e químicos de limas ácidas ‘Tahiti’ e limões ‘Galego’ produzidos no cerrado brasileiro. *Enciclopédia Biosfera*, v.15 n.27; p. 194-199, 2018.
- MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As análises de mel: revisão. *Rev. Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 7-14, 2009.
- MERABET, L. P. Determinação de atividade de água, teor de umidade e parâmetros microbiológicos em compostos de mel. *Revista Brasileira de Economia Doméstica*, Viçosa, v.22, n.2, p.213-232, 2011.
- MILESKI, J. P. F. Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces*. Londrina: UTFPR, 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.
- MIRANDA, M.N.; JUNIOR, J.H.C. Desenvolvimento e qualidade da lima ácida Tahiti em Colorado do Oeste, RO. *Revista Ceres*, v.57, n.6, p.787-794, 2010.
- PEREIRA, A. P.; DIAS, T.; ANDRADE, J.; RAMALHOSA, E.; ESTEVINHO, L. M. Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Food and Chemical Toxicology*, v.47, p.2057-2063. Aug 2009.
- PINHEIRO, A.M.; FERNANDES, A.G.; FAI, A.E.C.; PRADO, G.M.; SOUSA, P.H.M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.26, n.1, p.98-103,2006.
- 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.
- RYBAK-CHMIELEWSKA, H.; SZCZÊSNA, T. HPLC study of chemical composition of honeybee (*apis mellifera* l.) venom. *Journal of Apicultural Science*, v. 42, n. 2, p.103-109, 2004.
- SANTOS, M. V. Estudo da competência de *Saccharomyces cerevisiae* em co-cultura para a produção de etanol, 2017. 110f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2017.
- SCAPIARI, A. C. et al. Caracterização do suco de limão galego (*Citrus aurantifolia*) produzido em três localidades da cidade de Limoeiro do Norte – CE. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, p. 62-66, 2008.
- SEREIA, M. J.; ALVES E. M.; TOLEDO V. A.; MARCHINI L. C.; SERINE E. S.;

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, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. Proceedings... St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: . Acesso em: 7 nov. 2014.

SOUZA, J.M.A.; ATAÍDE, E.M.; SILVA, M.S. Conservação pós-colheita de lima ácida 'tahiti' com uso de ácido giberélico, cera de carnaúba e filme plástico em condição refrigerada. Magistra, v.27, n.1, p. 122-129, 2015.

SROKA, P.; TUSZYNSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. Food Chemistry, v.104, p.1250-1257, 2007.

TRUCOM, C. Doce Limão. São Paulo, 2005.

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

Yücel, Y., Sultanoglu, P. (2013). Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. Food Chemistry. 140, 231–237.