

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

FERNANDO ANTÔNIO ANJO

APLICAÇÃO DE MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DE DIFERENTES ORIGENS FLORAIS NA ELABORAÇÃO DE FERMENTADOS ACÉTICOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015

FERNANDO ANTÔNIO ANJO

APLICAÇÃO DE MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DE DIFERENTES ORIGENS FLORAIS NA ELABORAÇÃO DE FERMENTADOS ACÉTICOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *campus* Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadores: Prof. Dr. Maria Josiane Sereia
Prof. Dr. Mirela Vanin dos Santos Lima.

CAMPO MOURÃO

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO DE MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) DE DIFERENTES ORIGENS FLORAIS NA ELABORAÇÃO DE FERMENTADOS ACÉTICOS

POR

FERNANDO ANTÔNIO ANJO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 14 de agosto de 2015 às 13h30min como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof^a. Dr^a. Maria Josiane Sereia
Orientadora

Prof. Dr. Paulo Henrique Março
Membro da banca

Prof^a. Dr^a. Mirela Vanin dos Santos Lima
Orientadora

Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata
Oviedo
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar o dom da sabedoria nas horas em que me foi necessário fazer escolhas. Sem Ele nada seria possível!

À minha família, meu pai José Francisco Anjo, minha mãe Maria Aparecida Maia e minha irmã Elaine Aparecida Anjo, pelo suporte, por acreditarem em mim e me apoiarem incondicionalmente nos momentos difíceis.

Às minhas orientadoras, Prof^a. Dr^a. Maria Josiane Sereia e Prof^a. Dr^a. Mirela Vanin dos Santos Lima pela confiança no meu trabalho, pela paciência, atenção, apoio e principalmente por terem dividido o seu conhecimento comigo. Jamais me esquecerei de vocês e serei eternamente grato às oportunidades que me ofereceram durante a graduação.

À UTFPR, aos professores do Departamento Acadêmico de Alimentos e aos demais funcionários, que são responsáveis pela minha formação.

Aos meus amigos, Grasieli, Lorrany, Thais, Ana Caroline, Beatriz, Túlio, Stephanie, Leandro e Renan pelo apoio dado a mim e principalmente por serem durante estes cinco anos a minha família. Vocês são únicos!

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Paulo Henrique Março e Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo pelas correções e sugestões apresentadas.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

Os meus mais sinceros agradecimentos.

Muito obrigado!

"Ser Mineiro é não dizer o que faz, nem o que vai fazer, é fingir que não sabe aquilo que sabe, é falar pouco e escutar muito, é passar por bobo e ser inteligente, é vender queijos e possuir bancos."

(Carlos Drummond de Andrade)

RESUMO

ANJO, F. A. **Aplicação de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) de diferentes origens florais na elaboração de fermentados acéticos**. 54 f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Mel de abelhas é um produto considerado natural com alto valor nutritivo. A literatura apresenta vários estudos científicos apontando os benefícios que o mel proporciona à saúde humana, porém, apesar deste fato, a cadeia produtiva de mel de abelhas no Brasil ainda se mostra insipiente. O vinagre é um produto natural obtido da acetificação do vinho e utilizado há muito tempo pelo homem, como medicamento e/ou condimento. Atualmente, percebe-se um grande potencial para a industrialização deste produto utilizando o mel como matéria-prima. Neste sentido, este trabalho teve como propósito caracterizar amostras de mel melato, eucalipto e laranjeira e submetê-las às fermentações alcoólica e acética, a fim de se obter fermentados acéticos pelo Método Orleans. As análises às quais as amostras de méis foram submetidas apresentaram-se dentro do padrão exigido pela legislação brasileira garantindo assim a qualidade da matéria-prima. Das amostras estudadas, o mel melato foi o que resultou em vinagre de melhor qualidade, com teores elevados de fenóis totais, atividade antioxidante e atendimento de todos os requisitos de qualidade estabelecidos pela Instrução Normativa nº 6 de 3 de abril de 2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que estabeleceu os Padrões de Identidade e Qualidade e a Classificação dos Fermentados Acéticos. Concluiu-se que as diferentes características das amostras de méis utilizadas neste estudo, devido à multiplicidade de compostos secundários provenientes do néctar e das próprias abelhas, interferiram na aptidão das mesmas sofrerem o processo de fermentação acética, sendo necessário aperfeiçoar a tecnologia em relação aos parâmetros operacionais empregados para a fermentação acética de méis uniflorais.

Palavras-Chaves: Mel. Fermentação Alcoólica. Fermentação Acética. Vinagre de Mel. Composto Bioativos.

ABSTRACT

ANJO, F. A. **Honey from Africanized bees (*Apis mellifera* L.) of different floral origins to the preparation of fermented acetic.** 54 f. 2015. Completion of course work. (Food Engineering), Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2015.

Honey is considered a natural product with high nutritional value. The literature presents several scientific studies pointing to the benefits that honey offers to human health, but despite this fact the productive chain of honey bees in Brazil is still incipient. Vinegar is a natural product obtained by acetylation of wine and has long been used by man as a medicament and/or flavoring. Currently there is a great potential for the industrialization of this product using the honey as a raw material. Thus, this work aimed to characterize honey samples, from honeydew, eucalyptus and orange and submit them the alcoholic and acetic fermentation in order to obtain fermented honey by acetic Orleans method. The analysis which the honey samples were submitted showed up within the standard required by Brazilian law guaranteeing the quality of the raw material. Among the samples, the honeydew resulted in better quality vinegar, with high levels of phenolic compounds, antioxidant activity and fulfillment of all quality requirements set by the Normative Ruling N°. 6 of April 3, 2012 of the Ministry of Agriculture Livestock and Supply which established the Identity and Quality Standards and Classification of Fermented Acetic. It was concluded that the different multiplicity of secondary compounds from the nectar and the bees themselves, interfere in the ability of honey to suffer the acetic fermentation process, being necessary to improve the technology in relation to the operational parameters employed for the acetic fermentation of honey unifloral.

Keywords: Honey. Alcoholic fermentation. Acetic fermentation. Honey vinegar. Bioactive compound.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recipiente usado no processo de Orleans para a produção do vinagre de vinho. Fonte: AQUARONE et al, 2001.	23
Figura 2. Celulose bacteriana. Fonte: Acervo pessoal.	23
Figura 3. Vinagreira utilizada no método Alemão. Fonte: AQUARONE et al., 2001..	24
Figura 4. Corte transversal e vista geral de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com fermentação acética submersa. Fonte: RIZZON; MENEGUZZO (2006).	26
Figura 5. Pólen de Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp) e Laranjeira (<i>Citrus</i> spp). Fonte: USP (2015).	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do mel.	16
Tabela 2. Classificação da cor do mel segundo Pfund.....	28
Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas nas amostras de méis.	32
Tabela 4. Resultados das análises físico-químicas das amostras de méis.....	33
Tabela 5. Análise dos hidroméis de mel melato, eucalipto e laranjeira.	38
Tabela 6. Médias e desvios padrão dos resultados das análises físico-químicas das amostras de vinagre de méis elaborados.....	39
Tabela 7. Decaimento do teor de compostos bioativos.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 O Mel	16
3.2 O Vinagre	18
3.3 Processo de fabricação	20
3.3.1 Fermentação alcoólica	20
3.3.2 Fermentação acética	21
3.3.3 Métodos de condução da fermentação acética	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Local de realização do trabalho	27
4.2 Caracterização das amostras de méis	27
4.3 Elaboração dos hidroméis	29
4.4 Caracterização dos hidroméis	30
4.5 Obtenção das bactérias acéticas	30
4.6 Elaboração do fermentado acético	30
4.7 Avaliação da qualidade dos fermentados acéticos	30
4.8 Análise estatística dos dados	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Análises microbiológicas das amostras de méis	32
5.1.2 Análises Físico-químicas dos méis	33
5.1.3 Análise palinológica dos méis	37
5.2 Análises dos hidroméis obtidos	37

5.3 Análise da qualidade dos fermentados acéticos	38
6 CONCLUSÃO	43
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A apicultura tem se destacado como uma atividade de benefícios sociais, econômicos e ecológicos. Em todos os países, milhares de empregos são gerados nos serviços de manejo das abelhas, na fabricação e comércio de equipamentos, polinização de culturas agrícolas e no beneficiamento de produtos.

No Brasil a cadeia produtiva do mel é pouco explorada, sua produção em 2013 foi de 35.365 toneladas, das quais 50% provinham da região sul, onde o Paraná se destaca como o segundo maior produtor, responsável por 16% da produção brasileira, perdendo apenas para o Rio Grande do Sul que totaliza 20% da produção do país (IBGE, 2014). Esta produção é relativamente pequena quando comparada com outros países como, por exemplo, a China que produziu mais de 350.000 toneladas no mesmo ano (SEBRAE, 2014). A baixa produtividade brasileira se deve a pouca utilização das tecnologias aplicadas à produção do mel, como a aquisição de equipamentos, tais como envasadora automática, lacradora e outros que garantem maior segurança e qualidade ao produto agregando valor ao mesmo (BUCCIANO, 2014).

Segundo Gramacho e Gonçalves (2002), apesar do grande progresso já alcançado nesse setor, a apicultura no Brasil poderia se desenvolver muito mais, face ao grande potencial apícola existente nos distintos ecossistemas brasileiros ainda pouco explorados. Uma alternativa é o processamento do mel, transformando-o em novos produtos, de maior valor agregado como, por exemplo, o vinagre de mel.

Segundo Ilha et al., (2009), o homem utiliza o vinagre a milhares de anos como condimento em diversos tipos de alimentos, também é usado como agente de limpeza e por apresentar alta acidez é empregado no armazenamento de carnes e vegetais em conservas não necessitando de refrigeração do produto.

O vinagre de mel é produzido a partir de duas fermentações, na primeira uma solução de mel e água é fermentada em anaerobiose pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* onde os carboidratos fermentescíveis do mel serão convertidos em etanol, produzindo o fermentado alcoólico de mel conhecido como hidromel, uma das bebidas alcoólicas mais antigas do mundo. A segunda fermentação pode ser realizada pelo processo lento também conhecido como Orleans ou Francês, que se caracteriza por uma fermentação aeróbia, onde o hidromel é misturado com uma solução denominada “vinagre forte” (vinagre não pasteurizado), rico em bactérias do

gênero *Acetobacter* que são capazes de oxidar o etanol em ácido acético transformando o hidromel em vinagre de mel.

O vinagre de mel é pouco conhecido e é encontrado principalmente entre artigos importados. Sua oferta estaria restrita a apreciadores de produtos com alto valor nutricional e um público de renda mais elevada devido ao alto custo da matéria prima que em média é de 5 a 20 vezes mais caro que outras matérias primas. A oferta deste produto no Brasil é praticamente inexistente, não possuindo estudos de decisão de compra. Em países onde é mais bem difundido, o vinagre de mel é tido como artigo de luxo.

Neste sentido, a produção de produtos a base de mel poderia ajudar a alavancar este setor, valorizar o mel nacional além de instigar e apoiar a participação e a organização da população rural. Estas conquistas dependem de alternativas que podem passar pela produção de vinagre de mel, por se tratar de uma opção nova ainda inexplorada no Brasil.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é analisar amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) de diferentes origens florais, elaborar e caracterizar os fermentados acéticos buscando opções de negócios que agreguem valor comercial ao mel possibilitando aumento de utilização e escoamento desta matéria prima.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi produzir e caracterizar o vinagre de mel de diferentes origens botânicas, bem como, avaliar a viabilidade técnica da obtenção deste produto.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as amostras dos diferentes méis através de análises microbiológicas, físico-químicas e palinológica;
- Obter hidroméis a partir das amostras caracterizadas;
- Determinar o teor alcoólico e pH dos hidroméis;
- Obter a partir dos hidroméis os respectivos fermentados acéticos;
- Caracterizar os fermentados acéticos através de análises físico-químicas;
- Verificar se a origem floral das amostras de méis utilizadas influenciará na qualidade físico-química dos fermentados acéticos elaborados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O Mel

O mel é definido como uma substância viscosa, aromática e açucarada obtida a partir do néctar de flores e/ou nectários extraflorais e exsudatos sacarínicos secretados por insetos sugadores de seiva, como os produzidos pelas abelhas mellíferas (CAMARGO, 2006). Desde a antiguidade o mel chama a atenção do homem devido a sua característica adoçante, bem como por ser de fácil absorção pelo organismo devido a sua composição química (Tabela 1); basicamente composta por açúcares como frutose e glicose. O mel também é rico em energia (3,04 kcal/g) e possui várias substâncias benéficas ao equilíbrio dos processos biológicos do organismo humano sendo considerado por isso um alimento de alta qualidade (CAMARGO, 2006).

Tabela 1. Composição química do mel.

Componentes	Porcentagem
Água	17,20
Frutose	38,19
Glicose	31,28
Sacarose	1,31
Maltose	7,31
Açúcares totais	1,50
Outros	3,10
Cinzas	0,17
Nitrogênio	0,04

Fonte: Adaptado de Pereira et al., (2003).

A Instrução Normativa N° 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é a legislação vigente no Brasil que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, esta traz em seu texto as características físico-químicas e microbiológicas que o mel de abelhas mellíferas deve apresentar bem como os métodos de análise. A IN N°11/2000 do MAPA, ainda elucida a classificação do mel quanto a sua origem, podendo ser mel floral ou mel de melato. O néctar é a matéria-prima para a produção de méis florais, classificados em: unifloral/monofloral, que é quando o néctar é coletado de flores de uma mesma família, gênero ou espécie, como por exemplo, o mel de eucalipto e laranjeira; quando o néctar coletado vem de diferentes origens florais, diferentes

plantas, como os méis silvestres estes são denominados multifloral/polifloral. Há ainda o mel melato que é obtido a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de partes vivas das plantas (CAMPOS et al., 2003). O conhecimento da flora apícola é importante para identificar as espécies vegetais utilizadas pelas abelhas (BRASIL, 2000; CAMPOS et al., 2003 apud PIRES, 2011). Sendo assim, a origem floral, o tipo de abelha e a localização geográfica influenciam na coloração, no aroma, no sabor e na composição do mel (MENDES et al., 2009; GOIS et al., 2013).

Sobre a qualidade microbiológica do mel, pode-se afirmar que mesmo apesar de possui varias substâncias como açúcares, ácidos orgânicos, grãos de pólen, partículas de cera, aminoácidos, vitaminas e minerais, substancias estas que conferem ao mel uma capacidade bactericida (SOUZA et al., 2009), o mesmo não pode ser considerado um produto totalmente seguro, uma vez, que durante a sua sintetização o mel encontra-se suscetível à contaminação microbiana, seja pela própria carga microbiana que as abelhas carregam ou mesmo aquelas encontradas no pólen, nas flores e nos componentes das colmeias. O mel é acometido principalmente por microrganismos no estado esporulado, característica das bactérias do gênero *Bacillus* ou ainda fungos dos gêneros *Penicillium*, *Mucor* e *Saccharomyces* (ALVES et al., 2009). Segundo Silva et al., (2008), a legislação brasileira e a internacional não estabelecem a realização de análises microbiológicas no mel, porém estas determinam que sejam adotadas as práticas de higiene apropriadas na manipulação do produto. Desta forma, é comum encontrarmos na literatura, autores como Périco et al. (2011) e Alves et al. (2009) que realizaram no mel as análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bolores e leveduras. Todavia, trabalhos como os de Schlabitz et al. (2010), Moura (2010) e Santos & Oliveira (2013) além de realizarem as análises microbiológicas descritas anteriormente também realizaram as análises *Salmonella* e *Staphylococcus aureus*, de modo que, a realização deste conjunto de análises microbiológicas no mel tem como objetivo avaliar as práticas de higiene adotadas durante a sua manipulação.

3.2 O Vinagre

O termo “vinagre” tem origem no idioma Francês e tem como significado “vinho agre” ou “vinho azedo”, podendo ser obtido não exclusivamente de vinho, mas também de outras matérias primas (OLIVEIRA et al., 1987 apud VELOSO, 2013). De acordo com o Decreto N° 6.871 de 4 de junho de 2009 do MAPA, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas; vinagre ou fermentado acético é o produto com acidez volátil mínima de quatro gramas por cem mililitros, expressa em ácido acético, obtido da fermentação acética do fermentado alcoólico de mosto de fruta, de cereal, de outros vegetais, de mel, da mistura de vegetais ou de mistura hidroalcoólica (MAPA, 2009).

A Instrução Normativa N° 6 de 3 de abril de 2012 do MAPA estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos (Quadro 1). A classificação e denominação do fermentado acético obtido de diferentes tipos de matérias-primas está apresentada no Quadro 2.

Parâmetro	Valor	
	Mínimo	Máximo
Acidez volátil em ácido acético (g/100mL)	4,00	-
Álcool (% v/v) a 20°C	-	1,00
Cinzas (g/L)	1,00	5,00
Extrato seco reduzido (g/L)	7,00	-
Sulfatos, expressos em g/L de sulfato de potássio	-	1,00
Aspecto	Ausência de elementos estranhos à sua natureza e composição	
Cheiro	Característico	
Sabor	Ácido	
Cor	De acordo com a matéria-prima de origem e composição	

Quadro 1. Parâmetros de qualidade do fermentado acético de origem vegetal ou elaborado a partir do mel de abelha. Fonte: Brasil (2012).

Composição ou Forma de Obtenção	Classificação	Denominação	
		Fermentado Acético	Vinagre
Fermentação acética do fermentado alcoólico de mistura hidroalcoólica originária do álcool etílico potável de origem agrícola;	de álcool	Fermentado Acético de Álcool	Vinagre de Álcool
Fermentação acética do fermentado alcoólico de uma ou mais frutas;	de fruta	Fermentado Acético de fruta	Vinagre de fruta
Fermentação acética do fermentado alcoólico de um ou mais cereais;	de cereal	Fermentado Acético de cereal	Vinagre de cereal
Fermentação acética do fermentado alcoólico de um ou mais vegetais;	de vegetal	Fermentado Acético de vegetal	Vinagre de vegetal
Fermentação acética do fermentado alcoólico de duas ou mais das seguintes matérias-primas: fruta, cereal e vegetal;	misto	Fermentado Acético misto de vegetais	Vinagre misto de vegetais
Fermentação acética do fermentado alcoólico de mel de abelha;	de mel	Fermentado Acético de Mel	Vinagre de Mel
Fermentado acético adicionado de suco de fruta ou suco de vegetal ou de mel de abelha, em conjunto ou separadamente;	Composto	Fermentado Acético de (nome genérico do fermentado acético) Composto	Vinagre de (nome genérico do vinagre) Composto
Fermentado acético adicionado de condimento;	Condimentado	Fermentado acético de (nome genérico do fermentado acético) condimentado	Vinagre de (nome genérico do vinagre) condimentado
Fermentado acético de fermentado alcoólico com acidez volátil superior a oito gramas de ácido acético por cem mililitros do produto;	duplo	Fermentado Acético Duplo	Vinagre Duplo
Fermentado acético de fermentado alcoólico com acidez volátil superior a doze gramas de ácido acético por cem mililitros do produto;	Triplo	Fermentado Acético Triplo	Vinagre Triplo

Quadro 2. Classificação e denominação dos fermentados acéticos elaborados de diferentes matéria-prima. Fonte: Brasil (2012).

Segundo Rizzon & Meneguzzo (2006), o vinagre é utilizado pelo homem a muito tempo, os primeiros relatos datam de 8000 a.C., nesta época o vinagre não era utilizado somente como condimento como nos dias atuais, ele era consumido como bebida refrescante, diluído em água. Também era utilizado como medicamento utilizado para tratar de disfunções respiratórias, feridas e úlceras, devido às suas propriedades desinfetantes e anti-inflamatórias.

O vinagre é utilizado principalmente como condimento onde tem o objetivo de melhorar o sabor dos alimentos servindo como tempero, apresentando as seguintes características:

- Ácido, pois, apresenta ácido acético em baixa concentração (4%);
- Adstringente, fenômeno relacionado à sensação percebida como secura pela boca, junto ao enrugamento áspero do tecido oral, geralmente é resultado da associação de polifenóis, dentre eles os flavonoides, ácidos fenólicos, taninos e tocoferóis (MARQUES et al., 2010) com proteínas salivares formam precipitados ou agregados (LINDSAY, 2010);
- Refrescante, o vinagre tem a capacidade de inibir as papilas gustativas temporariamente aliviando a sensação de sede por algum tempo (CASTELO, 2015), esta característica do vinagre era utilizada por legionários romanos, soldados, agricultores e viajantes, até a Idade Média, eles bebiam água com vinagre para matar a sede (HEINIG, 2000). Ainda segundo Castelo (2015) a Bíblia relata que uma esponja embebida em vinagre foi dada a Jesus, quando crucificado, para lhe aliviar a sede.

Segundo Dom Spinosa (2015) e Castelo (2015) o vinagre por conter altos teores de polifenóis atua como energizante natural e ajuda a reduzir o risco de doenças, como o câncer e estimula a circulação sanguínea e é tido como um alimento funcional que contém vitaminas do complexo B; tem ação antioxidante atuando na desativação de radicais livres em nosso organismo, estes por sua vez, quando em excesso podem causar doenças como câncer, doenças cardíacas, degenerações neuronais como Alzheimer e Parkinson. O vinagre aumenta a digestibilidade, pois, estimula a produção de saliva e a secreção do suco gástrico, auxiliando na digestão de alimentos proteicos e gorduras.

3.3 Processo de fabricação

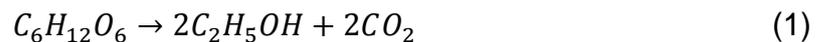
A produção do vinagre se dá através de duas fermentações, a primeira alcoólica e a segunda acética.

3.3.1 Fermentação alcoólica

De acordo com Silva (2007) a fermentação alcoólica é a transformação de açúcares em álcool etílico (etanol) e gás carbônico (CO₂) pela ação de um determinado grupo de organismos unicelulares, as leveduras. As mais utilizadas

atualmente pela indústria de fermentação alcoólica são as pertencentes ao gênero *Saccharomyces*. Esses organismos são desenvolvidos para propiciar fermentação uniforme, rápida e com alto rendimento em etanol.

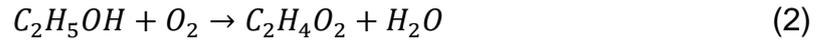
A levedura *Saccharomyces* é um microrganismo aeróbio facultativo, esta característica lhe confere a possibilidade de sobreviver tanto em condições de aerobiose como de anaerobiose. Deste modo, as condições ambientais onde o microrganismo se encontra influenciara diretamente nos produtos finais do metabolismo do açúcar. A rota metabólica pela qual ocorre a fermentação alcoólica se dá por anaerobiose, nesta rota, o açúcar é utilizado como substrato pela levedura e então é convertido em etanol e CO₂ (Equação 1). A levedura utiliza como substrato os carboidratos de origem endógena (constituintes da levedura, como glicogênio e trealose) ou exógenos (sacarose, glicose, frutose e outros), estes últimos fornecidos à levedura (SANTOS et al., 2010).



A fermentação alcoólica de uma solução de mel conduzida por leveduras do gênero *Saccharomyces* resulta em um produto chamado hidromel, que contém 8-18% (v/v) de etanol. O hidromel é conhecido popularmente como a bebida dos deuses, todavia, é uma das bebidas mais antigas a ser consumida pelo homem (PEREIRA et al., 2008). Devido ao seu teor alcoólico, o hidromel pode ser utilizado como substrato pelas bactérias acéticas, sendo então oxidado a ácido acético, dando origem ao vinagre de mel.

3.3.2 Fermentação acética

A fermentação acética é um processo oxidativo, promovido por bactérias acéticas, geralmente do gênero *Acetobacter sp.* que oxidam uma solução diluída de etanol, esta, por sua vez, deve conter etanol, água e nutrientes para a bactéria acética. Durante esta fermentação o etanol é oxidado a ácido acético em meio aeróbio (Equação 2). Outras substâncias além do ácido acético podem ser produzidas, tais como aldeídos, cetonas, ésteres e outros ácidos orgânicos, todas em pequenas quantidades (SUMAN, 2012).



Segundo Fiorio e Dalposso (2011) as bactérias acéticas do gênero *Acetobacter*, empregadas na produção de vinagre, apresentam-se nas formas de bastonetes e cocos, formando correntes e filamentos. Elas apresentam melhor rendimento em temperaturas entre 25 e 30°C, podendo suportar temperaturas mínimas de 4 a 5°C e máxima de 43°C. Todavia, quando empregadas temperaturas menores que 15°C e maiores que 35°C a fermentação acética se torna muito lenta, pois reduzem a atividade bacteriana. O teor alcoólico suportado por elas está em torno de 11,0% v/v e a relação de ácido acético suportada é de 10,0% v/v.

3.3.3 Métodos de condução da fermentação acética

O processamento do vinagre pode ser realizado por três diferentes métodos, são eles, Orleans, Alemão e Submerso.

- Método Orleans

Também conhecido como processo lento, de Superfície ou Estacionário, é o método mais antigo de se fabricar vinagre, tendo surgido em meados de 1670. Porém, nos dias atuais, é empregado somente na fabricação caseira (PEDROSO, 2003). O processo Orleans consiste em realizar a acetificação do vinho por meio de uma película mantida na superfície do líquido (Figura 1). Esta película é denominada celulose bacteriana, porém, popularmente é chamada de “mãe do vinagre” (Figura 2). A celulose bacteriana é um polímero de celulose que é produzido pelas bactérias acéticas durante a fermentação. Ela possui propriedades únicas e pode ser utilizada em várias aplicações nas indústrias têxtil, papelreira, alimentar, farmacêutica ou eletrônica e no tratamento de resíduos em substituição à celulose vegetal (GOMES, 2011).

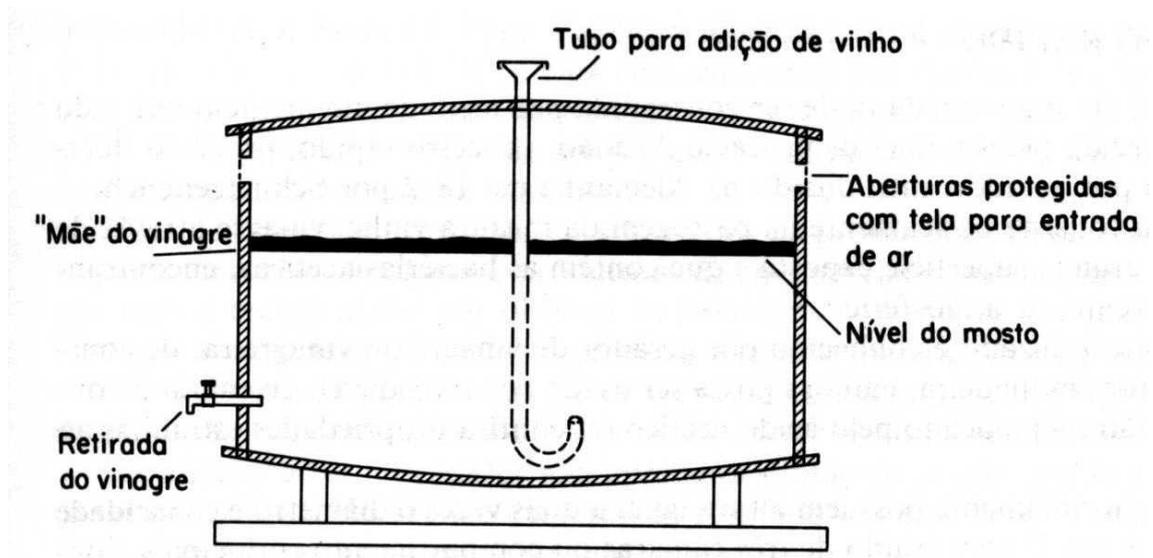


Figura 1. Recipiente usado no processo de Orleans para a produção do vinagre de vinho. Fonte: AQUARONE et al, 2001.



Figura 2. Celulose bacteriana. Fonte: Acervo pessoal.

O método lento utiliza-se de dornas de madeira com capacidade de 200L, acondicionadas deitadas e superpostas, as dornas possuem em suas extremidades duas aberturas cobertas com um tecido e um tubo em forma de J até o fundo, cerca de 60 litros de “vinagre forte” (não pasteurizado) de boa qualidade, contendo, portanto, as bactérias acéticas ativas são introduzidas em seu interior (Figura 1). A cada semana adiciona-se alguns litros de vinho. Após cinco semanas, quando dois terços da capacidade do barril estiverem preenchidos, inicia-se a retirada do vinagre, adicionando-se igual quantidade de vinho. A operação é repetida semanalmente,

tornando o processo semi-contínuo (ZANCANARO, 1986; AQUARONE et al., 1983, 2001; LLAGUNO; POLO, 1991; apud OLINGER, 2008).

Segundo Pedroso (2003), o vinagre elaborado pelo processo lento apresenta de boa qualidade, praticamente limpo, que dispensa filtração ou clarificação. Porém, este tipo de processamento apresenta baixa produtividade e ocupa um grande espaço. É importante salientar que o fator limitante da quantidade produzida é o fornecimento de oxigênio, já que este equipamento não conta com nenhum tipo de aerador.

- Método Alemão

Este método de produção de vinagre conhecido como método Rápido, Alemão ou Boerhave, introduzido por Schuetzenbach. Neste processo, a mistura “vinagre forte”/vinho passa através de um material, como carvão ou bagaço de cana, que possui grande superfície exposta, onde se encontram as bactérias acéticas e onde há o encontro com o ar atmosférico.

O equipamento utilizado na fermentação é chamado vinagreira ou gerador de vinagre (Figura 3), podendo ser constituído de madeira, aço, alvenaria ou qualquer material que possua propriedades estranhas ao fermentado (AQUARONE et al., 2001). Segundo este autor, o equipamento apresenta uma altura duas vezes maior que o diâmetro e sua capacidade pode atingir 100.000 litros.

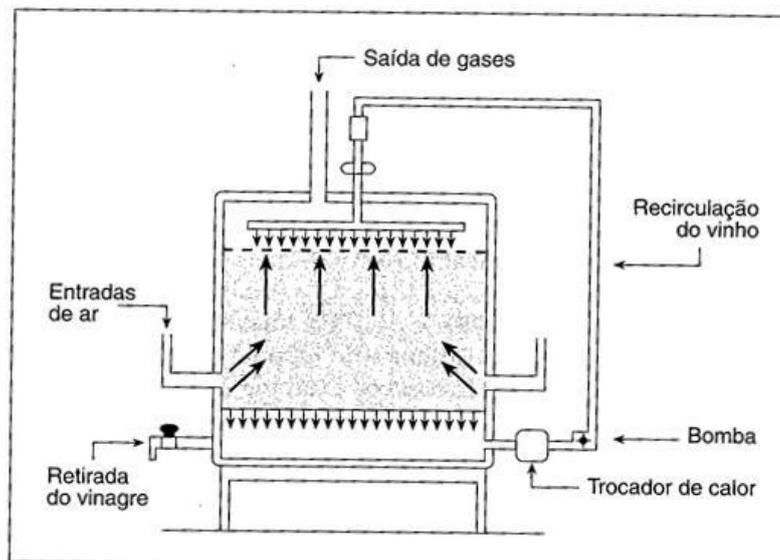


Figura 3. Vinagreira utilizada no método Alemão. Fonte: AQUARONE et al., 2001.

O equipamento possui uma câmara superior que tem a função de distribuir uniformemente a mistura em acetificação sobre o material de enchimento contido na câmara intermediária, de maior dimensão. Já a câmara inferior funciona como um depósito de líquido, de onde é recirculado para a câmara superior a fim de completar a acetificação, ou é retirado como vinagre bruto para clarificação, pasteurização e envase.

- Método Submerso

Este método é o empregado atualmente pelas indústrias vinagreiras, nele as bactérias acéticas ficam submersas no vinho para acetificar em contato com o oxigênio do ar, o qual é inserido no tanque cuidadosamente, para que não haja mudança no metabolismo bacteriano.

O equipamento é dotado de um recipiente de grande capacidade, construído de aço inoxidável, este possui, uma turbina de ar na parte inferior; como a fermentação acética é um processo exotérmico, o tanque contém tubos por onde circulam a água para refrigeração que funciona automaticamente no controle da temperatura (Figura 4). Dentro do fermentador, o ar é disperso homoganeamente em todo o vinho. Quando o vinho do fermentador alcançar aproximadamente 0,2% v/v de álcool, o que acontece em intervalos de 30 a 40 horas, retiram-se aproximadamente de 40% a 45% do volume de vinagre que é substituído pelo mesmo volume de vinho a acetificar (AQUARONE et al. 1983; PEDROSO, 2003 apud LIMA, 2014).

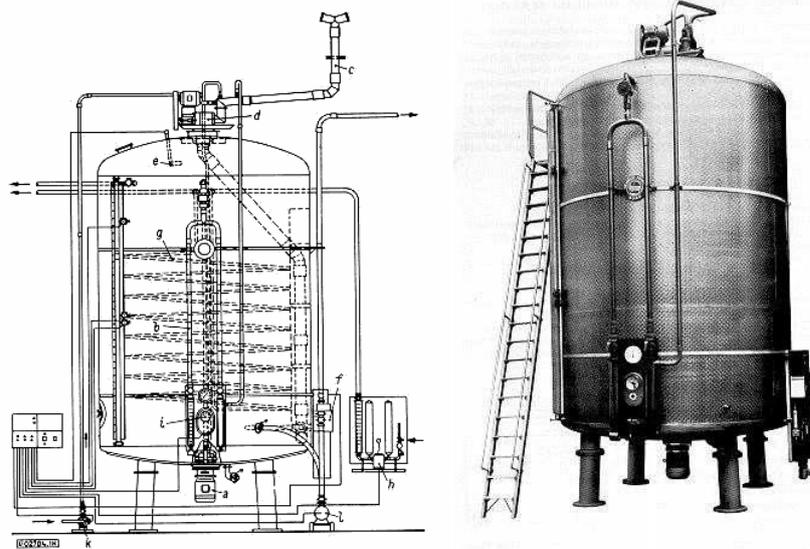


Figura 4. Corte transversal e vista geral de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com fermentação acética submersa. Fonte: RIZZON; MENEGUZZO (2006).

Este método destaca-se por apresentar alta produtividade em relação aos outros métodos de produção do vinagre, e devido a grande demanda de mercado é utilizado atualmente pelas indústrias. Como desvantagens deste processo tem-se o elevado custo de investimento inicial, a necessidade de mão-de-obra especializada para a manutenção, a obrigatoriedade da constância na produção, para que a aeração não seja alterada por pequenas interrupções, produto final apresenta-se turvo, o que requer tratamento por filtração para obter um líquido mais límpido (SPINOSA, 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de realização do trabalho

O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão. As três amostras de diferentes méis foram provenientes de propriedades localizadas no estado do Paraná e São Paulo.

4.2 Caracterização das amostras de méis

Foram utilizados 10 kg de mel monofloral de *Eucalyptus spp* (eucalipto) e 10 kg de mel monofloral de *Citrus spp* (laranjeira) adquiridos de empresas que comercializam méis com identificação botânica. 10 kg de mel melato de *Saccharum spp* (cana-de-açúcar) foram fornecidas diretamente por um apicultor local. Para certificação da origem floral e avaliação da qualidade das amostras as análises foram realizadas em triplicatas para os seguintes parâmetros:

- Análises microbiológicas

Foram avaliados os microrganismos contaminantes: Coliformes a 35°C, Coliformes a 45°C, bolores e leveduras, *Salmonella sp* e *Staphylococcus aureus* utilizando as metodologias descritas por Silva et al. (1997).

- Análises físico-químicas

Os parâmetros avaliados foram:

- Sólidos Solúveis (°Brix) realizados pelo método (Corazza et al., 2000) utilizando refratômetro ATAGO 2T e termômetro digital.
- pH, utilizando-se de medidor de pH (TECNOPON) (MORAES; TEIXEIRA, 1998);
- Acidez (Meq/Kg), determinada por titulação, segundo a metodologia adotada pelo laboratório do Centro de Apicultura Instituto de Zootecnia de Pindamonhangaba, SP (MORAES; TEIXEIRA, 1998);

- Açúcares totais, açúcares redutores e sacarose (%), pelo método de Nelson (1944);
- Cinzas (%), pela metodologia de Bogdanov et al. (1997);
- Cor foi obtida em espectrofotômetro (Ocean Optics, Red Tide USB 650 UV) e os resultados expressos por meio da escala de Pfund (Tabela 2) conforme Moura (2006).

Tabela 2. Classificação da cor do mel segundo Pfund.

Cor	Escala de Pfund (mm)*	Faixa de Cor (inc.)**
Branco d'água	1 a 8	0,030 ou menos
Extra- branco	8 a 17	0,030 a 0,060
Branco	17 a 34	0,060 a 0,120
Extra âmbar claro	34 a 50	0,120 a 0,188
Âmbar claro	50 a 85	0,188 a 0,440
Âmbar	85 a 114	0,440 a 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114	Mais de 0,945

*milímetros. ** incidência (absorbância a 560 nanômetros em espectrofotômetro). Fonte: MOURA, 2006.

- Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Rendón, 1996), usando condutivímetro;
- Hidroximetilfurfural – HMF (mg/Kg), conforme a metodologia de White (1979) modificada por Bogdanov et al. (1997);
- Proteínas (%) foram determinadas seguindo-se as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATO, 1985);
- Umidade (%) foi determinada por meio de refratômetro manual ATAGO específico para mel (ATAGO CO, 1988);
- O Teor de Fenóis Totais (mgEAG/100mL) foi determinado segundo o método Folin-Ciocalteu, descrito por McDonald et al. (2001);
- Índice de Refração foi determinado por meio de refratômetro manual ATAGO específico para mel (ATAGO CO, 1988);
- Índice de formol (mL/kg) foi determinado segundo metodologia a adotada pelo laboratório do Centro de Apicultura Instituto de Zootecnia de Pindamonhangaba, SP (MORAES; TEIXEIRA, 1998);
- Sólidos Totais (%) foi determinado por metodologia estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATO, 1985).

- Atividade Antioxidante realizado segundo método de sequestro de radicais livres descrito por Mensor et al. (2001), que está baseado na descoloração de uma solução composta de radicais estáveis DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) de cor violeta quando da adição de substâncias que podem ceder um átomo de hidrogênio ou na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um oxidante.

- Análise palinológica

A classificação polínica das amostras foi realizada por método qualitativo de acetólise, onde a caracterização dos tipos polínicos foi baseada em literatura especializada (BARTH, 1970 a,b,c; 1989). O método consiste na contagem consecutiva de 300 grãos de pólen por amostra (RANTA; LUNDBERG, 1981) determinando-se a porcentagem e classes de ocorrência segundo Louveaux et al. (1978).

4.3 Elaboração dos hidroméis

Os hidroméis foram elaborados conforme metodologia descrita por Paiva et al. (2009). A partir das amostras de méis foram preparados em triplicatas 10 litros de soluções a 30% de mel (m/v) com teor de sólidos solúveis de 25° Brix. As misturas foram homogeneizadas e acondicionadas em barris de carvalho, para em seguida, receber o pé-de-cuba.

O pé-de-cuba foi preparado em solução aquosa de mel com teor de sólidos solúveis de 5° Brix previamente tratada a 95°C por 20 minutos e, em seguida resfriada a temperatura de 30°C. Para cada 10 litros de mosto foram adicionados 10g de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* comercial. Para ativação das leveduras, o pé-de-cuba foi reservado por 30 minutos e posteriormente adicionado aos barris contendo o mosto.

Com objetivo de ajustar o pH do mosto para (4,5), melhorar a conservação e aumentar as fontes de nutrientes, ao mosto foram adicionados 1,7g/L de ácido tartárico, 0,1g/L de bissulfito de sódio e 0,4g/L de fosfato de amônio respectivamente. A fermentação ocorreu por um mês, à temperatura ambiente.

Após este período o fermentado permaneceu sob refrigeração a 10°C por uma semana, de modo a promover a inativação das leveduras e a sua decantação. Posteriormente, foi realizada a trasfega por meio de sifonação para garrações de vidro de 5 L. Os fermentados alcoólicos obtidos foram mantidos armazenados sob mesma refrigeração.

4.4 Caracterização dos hidroméis

Os hidroméis foram avaliados quanto ao pH e Grau Alcoólico (°GL), ambos determinados de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATO, 1985).

4.5 Obtenção das bactérias acéticas

As bactérias acéticas foram obtidas por meio da fermentação da mistura de vinagre não pasteurizado (vinagre forte) de uva e o hidromel obtido da fermentação alcoólica, obtendo-se assim, o vinagre forte de mel.

4.6 Elaboração do fermentado acético

A fermentação acética ocorreu em barris de madeira (carvalho) pelo processo lento (Orleans) descrito por Olinger (2008). Inicialmente, foram misturados 1L do vinagre forte de mel com 1L de hidromel, esta mistura foi acondicionada no barril para que se procedesse à fermentação acética, a cada semana foi adicionado ao barril 1L de hidromel, este procedimento ocorreu até que se completassem 2/3 do barril. Ao término da fermentação acética o vinagre de mel foi filtrado e pasteurizado a 65°C por 20 min.

4.7 Avaliação da qualidade dos fermentados acéticos

A qualidade dos fermentados acéticos foi avaliada através das seguintes análises:

- Análises físico-químicas

- Determinação do pH: Método da determinação de pH utilizando-se de medidor de pH (TECNOPON) (VARGAS, 2006);
- Determinação do Grau Alcoólico (°GL), por meio de destilação e Alcoômetro de Gay Lussac, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATO, 1985);
- Determinação da Acidez Total (Meq/L): Método titulométrico da instrução normativa nº 24, de 8 de setembro de 2005 (MAPA);
- Determinação da Acidez Volátil (Meq/L): Método titulométrico da instrução normativa nº 24, de 8 de Setembro de 2005 (MAPA);
- Determinação Acidez Fixa (Meq/ L): A acidez fixa foi calculada pela diferença entre a acidez total e a acidez volátil;
- Determinação do Teor de Fenóis Totais: Método Folin-Ciocalteu, descrito por McDonald et al. (2001);
- Para a Análise da Atividade Antioxidante (AA) os extratos tiveram o teor de fenóis ajustados de acordo com a concentração de fenóis totais e foram avaliados através do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) de acordo com o método (MENSOR et al, 2001);
- A determinação da Densidade Relativa a 20°C, Teor de Cinzas, Extrato Seco Total, Extrato Seco Reduzido e Sulfatos, serão realizadas de acordo com a instrução normativa nº 24, de 8 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

4.8 Análise estatística dos dados

As análises físico-químicas do mel, hidromel e dos fermentados acéticos foram avaliadas estatisticamente empregando Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Comparação de Tukey – nível de significância de 5%, utilizando-se o software Biostat 5.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises microbiológicas das amostras de méis

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises microbiológicas realizadas nos méis utilizados para produção dos vinagres de mel.

Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas nas amostras de méis.

Análise	Mel Melato	Mel de Eucalipto	Mel de Laranjeira	Padrão *
Coliformes a 35°C (NMP/g)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Coliformes a 45°C (NMP/g)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Bolores e leveduras (UFC/g)	2,2 x 10 ¹	1,8 x 10 ¹	1,6 x 10 ¹	1 x 10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

* Regulamento Técnico N° 15/1994 do MERCOSUL.

Os parâmetros analisados estão dentro dos exigidos pelo Regulamento Técnico N° 15/1994 do MERCOSUL que aprova o Padrão de Identidade e Qualidade do Mel. Segundo Lieven et al. (2009), a apicultura é uma atividade que vem se destacando nos últimos anos, de modo que se faz necessário o controle e a fiscalização do cumprimento das BPF são indispensáveis para a produção e comercialização adequada do mel, pois, é sabido que os hábitos higiênicos adotados durante a manipulação da matéria-prima estão diretamente ligados a qualidade microbiológica desta.

Schlabit et al., (2010) e Santos & Oliveira (2013) avaliando amostras de méis frente as análises de coliformes a 35 e 45°C, bolores e leveduras, *Salmonella sp.* e *Staphylococcus aureus*, não encontraram amostras fora do padrão estipulado pela legislação brasileira. Por outro lado, Silva e et al., (2008), ao analisar amostras de méis produzidos no estado de Minas Gerais, oriundas de pequenos apicultores e amostras provenientes de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) comprovaram que o cumprimento das BPFs exigidas pelo SIF garante melhor qualidade do produto e evidenciam a extrema necessidade de capacitação dos pequenos apicultores no que diz respeito as boas práticas de higiene durante a manipulação dos méis (manejo, a colheita, extração e envase) visando melhorar a

qualidade do produto.

5.1.2 Análises Físico-químicas dos méis

A tabela 4 apresenta os resultados das análises físico-químicas das amostras de méis empregadas na elaboração dos fermentados acéticos

Tabela 4. Resultados das análises físico-químicas das amostras de méis.

Grupo	Análise	Mel Melato	Mel de Eucalipto	Mel de Laranja	Padrões (*)
Sensorial	Cor (Abs)	0,78 ^a ± 0,01	0,37 ^b ± 0,01	0,17 ^c ± 0,01	-
		Âmbar	Âmbar claro	Extra-âmbar claro	Incolor a pardo-escuro
Maturidade	U (%)	18,06 ^a ± 0,18	16,20 ^a ± 1,97	18,60 ^a ± 0,00	< 20,00
	AR (%)	91,17 ^a ± 1,60	66,67 ^b ± 1,24	75,75 ^c ± 1,99	-
	AT (%)	94,13 ^a ± 1,51	68,02 ^b ± 0,72	76,92 ^c ± 2,57	>60,00*
	Sac (%)	2,82 ^a ± 2,07	1,28 ^b ± 0,50	1,12 ^c ± 0,62	>65,00**
	ÍR	1,49 ^a ± 0,01	1,49 ^a ± 0,01	1,49 ^a ± 0,00	<6,00*
Pureza	ST (%)	81,70 ^a ± 0,10	82,60 ^a ± 0,20	80,00 ^a ± 0,00	<15,00**
	SS (°Brix)	78,33 ^a ± 0,47	79,00 ^b ± 0,00	78,00 ^c ± 0,00	-
	PTN (%)	0,03 ^a ± 0,01	0,02 ^a ± 0,01	0,03 ^a ± 0,01	-
	Cin (%)	0,35 ^a ± 0,11	0,38 ^a ± 0,10	0,14 ^a ± 0,02	<0,60*
Deterioração	pH	3,94 ^a ± 0,02	4,16 ^b ± 0,03	3,77 ^c ± 0,01	<1,20**
	Aci (meq/kg)	29,67 ^a ± 0,47	33,33 ^b ± 2,62	17,72 ^c ± 0,45	-
	HMF (mg/kg)	1,77 ^a ± 0,23	2,89 ^b ± 0,36	1,38 ^c ± 0,20	< 50,00
Adulteração	ÍF (mL/kg)	10,00 ^a ± 1,41	9,00 ^a ± 0,81	4,33 ^c ± 0,47	< 60,00
	Cond (µs/cm)	521,37 ^a ± 3,35	158,40 ^b ± 0,50	175,20 ^c ± 3,67	-
Compostos bioativos	FT (mgEAG/100mL)	389,61 ^a ± 0,09	63,54 ^b ± 0,11	98,37 ^c ± 0,01	-
	AA (%)	91,48 ^a ± 0,02	100,53 ^b ± 0,01	106,83 ^c ± 0,01	-

Umidade (U); Açúcares Redutores (AR); Açúcares Totais (AT); Sacarose (Sac); Índice de Refração (IR); Sólidos Totais (ST); Sólidos Solúveis (SS); Proteínas (PTN); Cinzas (Cin); Acidez (Aci); Hidroximetilfurfural (HMF); Índice de Formol (IF); Condutividade (Cond); Fenóis Totais (FT); Atividade Antioxidante (AA). Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$). (*) IN n° 11/2000 do MAPA. * Limites estabelecidos para mel floral. ** Limites estabelecidos para mel melato.

A análise estatística das amostras de mel melato, de eucalipto e laranja apontam diferenças significativas para a maior parte dos parâmetros analisados, exceto teor de proteínas, cinzas, umidade, índice de refração e sólidos totais. Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008) as análises físico-químicas são de extrema

importância na avaliação da qualidade e da segurança dos alimentos, tornando-se muitas vezes decisiva para resolver problemas de saúde pública e no desenvolvimento de ações de vigilância sanitária. Outro importante uso deste tipo de análise é na elaboração de inovações tecnológicas de alimentos, uma vez que os alimentos são muitas vezes considerados matrizes difíceis de serem manipuladas devido à complexidade da sua constituição orgânica.

As amostras de mel melato, eucalipto e laranjeira apresentaram cor âmbar, âmbar claro e extra-âmbar claro, respectivamente (Tabela 4). O mesmo foi encontrado por Dionizio (2014) para méis com a mesma origem botânica. Segundo Camargo et al., (2006), a cor do mel é uma característica que tem o poder de atratividade perante o consumidor. Este por sua vez, prefere os méis de cores claras e sabor mais forte. Segundo Sodré (2005) há uma relação imperfeita entre a cor e o sabor do mel, pois se acredita que os méis com sabor agradável são sempre claros, enquanto que os méis escuros têm, normalmente, um sabor forte. Ainda segundo Camargo et al., (2010), a cor dos méis pode variar entre vários tons, desde o branco até o negro, passando por cores fortes como o vermelho e até mesmo o verde.

Todas as amostras analisadas apresentaram teor de umidade dentro do previsto pela IN n° 11/2000 do MAPA que estabelece teor máximo de umidade do mel igual a 20% (Tabela 4). O mel é um produto de baixa umidade, o que, associado a outras características tais como, pH baixo e alta concentração de açúcares fazem do mel um produto de origem animal que tem alta vida de prateleira e baixos índices de contaminação por microrganismos (CANO et al., 2007).

As amostras analisadas apresentam teores de açúcares totais e sacarose dentro do padrão da legislação, a qual determina o mínimo de 65% para mel floral e 60% para mel melato de açúcares totais e no máximo de 6% para mel floral e 15% para mel melato de sacarose.

Quanto à pureza dos méis a legislação preconiza que o teor de cinzas máximo no mel floral seja de 0,6% e no mel melato de 1,2%. Deste modo, as amostras analisadas encontram-se dentro da faixa especificada. Campos et al., (2003) ao analisarem amostras de méis melato obtiveram teores de cinzas entre 0,02 e 6,47% e de méis florais obtiveram teores que variam entre 0,06 e 0,60%, respectivamente.

Os teores encontrados de sólidos totais e solúveis das amostras analisadas foram de 80,0 a 82,6% e 78,0 a 79,0°Brix, respectivamente. Dionizio (2014) elucida

em seu trabalho valores de sólidos totais que variam entre 81,4 a 83,86% e valores de sólidos solúveis entre 77,3 a 84,3°Brix.

As proteínas do mel têm duas origens, uma vegetal, o néctar e pólen e a outra animal, representada pelas secreções das glândulas salivares das abelhas, mesmo assim, o mel apresenta baixo teor de proteínas (CAMARGO et al., 2006). Apesar de o mel possuir apenas traços de proteínas em sua constituição, elas podem segundo Crane (1975) ser utilizadas na detecção de adulteração. Rodríguez et al. (2004) afirma que o conteúdo de proteína no mel é usado como um indicador de adulteração por uso de carboidratos. Esta adulteração pode ser descoberta por meio da análise da reação de Lund que se baseia na precipitação das proteínas naturais do mel (BERA, 2004).

As amostras analisadas de mel melato e de laranjeira apresentaram uma porcentagem de 0,03% de proteínas, enquanto que a amostra de mel de eucalipto apresentou 0,02%. Sodré (2005) ao analisar 20 amostras de méis de *Apis mellifera* do estado do Ceará encontrou porcentagens que variam de 0,1 a 0,7%. Marchini (2002) trabalhando com méis do Estado de São Paulo constatou um valor médio de proteína de 0,32% para méis de eucalipto.

De acordo com Saraiva et al., (2013) o mel pode apresentar alterações devido a formas inadequadas de armazenamento e conservação. Tais procedimentos ocasionam sua deterioração, comprometendo seriamente sua vida de prateleira. As análises de pH, acidez e HMF tem como objetivo avaliar o nível de deterioração do mel e são exigidas pela IN N°11/2000 do MAPA. A Tabela 4 apresenta os resultados desta análise, os quais se encontram em conformidade com a legislação, que estabelece uma acidez máxima de 50meq/kg e 60mg/kg de HMF. Desta forma, acredita-se que as amostras utilizadas neste trabalho foram armazenadas e conservadas sob ótimas condições antes e depois da aquisição.

Segundo Aroucha et al., (2008) o elevado preço do mel no mercado incita sua adulteração por produtos como o açúcar, xaropes de sacarose, méis artificiais ou água. As adulterações são cometidas durante o beneficiamento do mel nas etapas de filtração, centrifugação e decantação. De acordo com Sodré (2005) a análise do índice de formol é indicador de adulteração, pois quando muito baixo pode indicar a presença de produtos artificiais e quando muito alto significa que a alimentação das abelhas foi suplementada com proteína hidrolisada. Deste modo, o índice de formol comprova a autenticidade do mel. As análises deste trabalho mostram valores de

índice de formol que variam entre 4,33 e 10mL/kg, os quais estão dentro da faixa encontrada por Sodré (2005), que variam entre 4 e 13mL/kg.

Outra análise que indica a adulteração do mel é a condutividade elétrica, que também pode indicar a origem botânica do mesmo. Segundo Alves (2005) pode substituir a análise de cinzas, pois essa medição é diretamente proporcional ao teor de cinzas no mel. Segundo Pereira (2014) esta análise relaciona-se diretamente com o teor de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas. Todavia, ela não é prevista na legislação brasileira. Alguns trabalhos como os de Silva (2013), Crecente; Latorre (1993) e Almeida (2002) encontraram valores entre 66 e 2200 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Deste modo às amostras analisadas neste trabalho encontram-se entre o intervalo elucidado pela literatura, uma vez que apresentaram condutividade mínima de 158,40 $\mu\text{s}/\text{cm}$ e máxima de 521,37 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Estudos mostram que os compostos bioativos, tais como, fenóis totais e antioxidantes contribuem para a prevenção de doenças associadas ao envelhecimento, diminuem o risco de doenças cardiovasculares e o aparecimento de câncer. Além do bem à saúde os compostos fenólicos também permitem determinar a origem geográfica e floral do mel. Ribeiro (2013) também contempla em seu trabalho o teor de fenóis totais do mel que varia de 150 a 500 mgEAG/100mL. Neste trabalho, o teor de fenóis totais encontrados nas amostras variou de 63,54 a 389,61 mgEAG/100mL.

Segundo Serra (2015) o conhecimento das importantes funções que os antioxidantes desempenham na inibição dos radicais livres resultantes do metabolismo celular, tem causado certo interesse pela análise destes compostos em diferentes tipos de alimentos. Os antioxidantes agem como conservantes alimentares inibindo reações de oxidação responsáveis pela degradação dos alimentos. Neste trabalho, de acordo com a Tabela 3, os teores de antioxidantes das amostras variam entre 91,48 e 106,83%, valores que diferem dos encontrados por Ribeiro (2013) a qual encontrou valores entre 30 e 20% de atividade antioxidante em méis de eucalipto e de laranjeira. Entretanto, os dados obtidos assemelham-se aos de Dionizio (2014) que encontrou valores entre 91 e 108%.

5.1.3 Análise palinológica dos méis

Segundo Silva (2012) a análise palinológica de amostras de méis produzidos objetiva fornecer dados sobre as principais fontes de recursos florais utilizados pela *Apis mellifera L.*, além de possibilitar a caracterização botânica e geográfica desse produto apícola. Todavia, os dados obtidos destas análises podem auxiliar no manejo e fortalecimento da atividade apícola de uma região, de modo que, indica as espécies chaves que contribuem para a produção melífera local.

De acordo com Louveaux et al., (1978) a análise palinológica qualitativa consiste na identificação dos tipos polínicos encontrados nas amostras, sendo realizada a contagem de 300 grãos de pólen nas lâminas de microscopia em triplicata. A classificação é feita em: pólen dominante, aqueles encontrado em quantidades acima de 45% na amostra, pólen acessório os encontrados entre 15 a 45%, pólen isolado importante de 3 a 15%; e pólen isolado ocasional aqueles encontrado em menos de 3% dos grãos contados. Neste trabalho, foram avaliados apenas os pólenes dominantes de modo a confrontar a informação do rotulo dos produtos. Sendo assim, foi comprovada a origem botânica informada nos rótulos, às amostras apresentaram quantidades acima de 45% de pólen de eucalipto e laranjeira, como representados na Figura 5. O mel melato não apresentou grãos de pólen característico para nenhuma espécie floral.

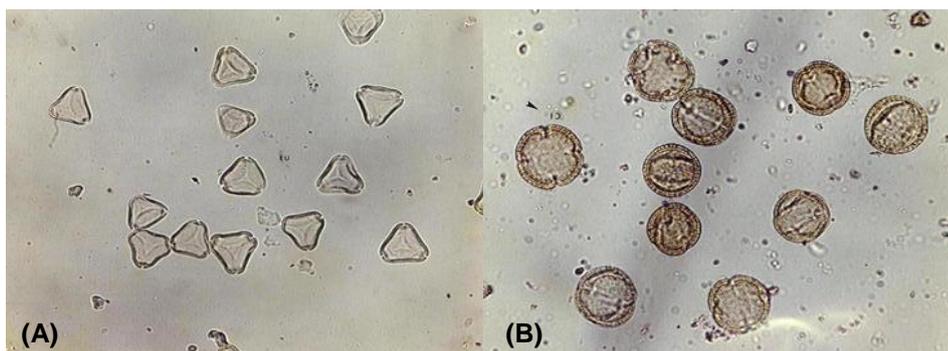


Figura 5. (A)-Pólen de Eucalipto (*Eucalyptus* spp) e (b)-Pólen de Laranjeira (*Citrus* spp). Fonte: USP (2015).

5.2 Análises dos hidroméis obtidos

A Portaria Nº 64 de 23 de abril de 2008 do MAPA, a qual aprova o

Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Fermentadas, trás em seu texto que os hidroméis devem conter graduação alcoólica entre 4 e 14°GL. De acordo com a Tabela 5, as amostras de hidroméis elaboradas neste trabalho atendem a legislação vigente.

Tabela 5. Análise dos hidroméis de mel melato, eucalipto e laranjeira.

Análise	Hidromel de Mel Melato	Hidromel de Mel de Eucalipto	Hidromel de Mel de Laranjeira	Padrão (*)
Grau alcoólico (°GL)	11,00 ^a ± 0,00	10,00 ^b ± 0,00	10,67 ^c ± 0,47	<14,00
pH	3,10 ^a ± 0,01	2,65 ^b ± 0,01	2,30 ^c ± 0,01	-

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$). (*) Portaria N° 64/2008 do MAPA.

Os hidroméis elaborados a partir de mel melato, eucalipto e flor de laranjeira, foram diferentes para todos os parâmetros analisados.

É importante salientar que o hidromel obtido neste trabalho serviu como substrato para as bactérias acéticas e, deste modo, estes fermentados alcoólicos atenderam as necessidades das bactérias do gênero *Acetobacter*, uma vez que estas suportam um teor alcoólico de 11°GL (FIORIO; DALPOSSO, 2011).

Neto et al. (2012), na obtenção de hidromel tipo doce, obteve valores de pH final entre 3,31 e 3,42, ele também obteve teor alcoólico variável entre 5,90 e 7,35°GL. Kempka & Mantovani (2013), utilizando méis de diferentes origens botânicas na elaboração de hidroméis ao final da fermentação constataram que o pH das amostras variou entre 3,24 e 4,05 e teor alcoólico entre 6,50 e 10,00°GL.

5.3 Análise da qualidade dos fermentados acéticos

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises físico-químicas previstas pela IN N°6/2012 do MAPA, resultados de parâmetros complementares e dos teores de compostos bioativos das amostras de vinagres de méis elaborados.

Tabela 6. Médias e desvios padrão dos resultados das análises físico-químicas das amostras de vinagre de méis elaborados.

Grupo	Análise	Vinagre de Mel Melato	Vinagre de Mel de Eucalipto	Vinagre de Mel de Laranjeira	Padrões (*)
Legislação	Extrato seco reduzido (g/L)	84,17 ^a ± 0,24	71,85 ^b ± 1,40	74,32 ^c ± 0,92	>7,00
	Acidez volátil (g/100mL)	5,79 ^a ± 0,07	0,95 ^b ± 0,02	1,63 ^c ± 0,05	>4,00
	Grau alcoólico (°GL)	0,00 ^a ± 0,00	6,00 ^b ± 0,00	7,00 ^c ± 0,00	<1,00
	Sulfatos (g/L)	0,70 ^a ± 0,00	0,70 ^a ± 0,00	0,70 ^a ± 0,00	<1,00
	Cinzas (g/L)	2,00 ^a ± 0,05	2,29 ^b ± 0,01	1,94 ^c ± 0,04	1,00 – 5,00
Análises complementares	Açúcar redutor total (g/L)	5,57 ^a ± 0,04	5,68 ^b ± 0,08	8,51 ^c ± 0,47	-
	Extrato seco total (g/L)	88,74 ^a ± 0,22	76,53 ^b ± 1,45	81,82 ^c ± 0,80	-
	Acidez total (g/100mL)	6,76 ^a ± 0,06	1,51 ^b ± 0,03	2,12 ^c ± 0,06	-
	Acidez fixa (g/100mL)	0,97 ^a ± 0,01	0,56 ^b ± 0,01	0,49 ^c ± 0,01	-
	Densidade (g/mL)	1,0354 ^a ± 0,01	1,0179 ^b ± 0,01	1,0239 ^c ± 0,01	-
	pH	2,49 ^a ± 0,01	2,60 ^b ± 0,01	2,37 ^c ± 0,01	-
Compostos bioativos	Fenóis totais (mgEAG/100mL)	276,54 ^a ± 5,72	95,62 ^b ± 0,94	83,26 ^c ± 5,72	-
	Antioxidante (%)	72,52 ^a ± 4,86	66,98 ^a ± 3,63	78,24 ^a ± 1,99	-

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$).
 (*) IN n° 6/2012 do MAPA.

A análise estatística das amostras de vinagre de mel melato, mel de eucalipto e mel de laranjeira, apontam diferenças significativas ($p < 0,05$) para todas as análises, exceto teor de sulfatos e atividade antioxidante (Tabela 6).

Apenas a amostra de vinagre de mel melato atendeu a Instrução Normativa n° 6 de 3 de abril de 2012 que estabeleceu o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) dos fermentados acéticos/vinagres. Segundo Campos et al., (2003) o mel de melato tende a possuir maior teor de cinzas e nitrogênio, o que pode explicar o melhor desempenho na fermentação. Todavia, vale ressaltar que as características particulares do mel devido à sua multiplicidade de compostos secundários que provêm do néctar e das próprias abelhas, as quais lhe conferem o seu aroma e *flavour* específicos e a sua atividade biológica, podem também influenciar na acetificação (TOSI et al., 2004).

As três amostras de vinagres de mel analisadas permaneceram sob igual condição de temperatura (ambiente) e tempo (sete semanas) de fermentação.

Contudo, não apresentaram as mesmas características ou, tão pouco, características próximas. Observando a Tabela 6, pode-se afirmar que as amostras de vinagre elaboradas com mel de eucalipto e mel de laranjeira, não atenderam a duas características físico-químicas exigidas pela legislação brasileira, sendo elas, acidez volátil e teor alcoólico, que deveriam apresentar valor mínimo de 4g/100mL e máximo de 1°GL, respectivamente.

As análises do teor alcoólico e acidez volátil no vinagre indicam a eficiência da fermentação acética, pois, durante esta, as bactérias acéticas utilizam o álcool presente no hidromel como substrato e o oxidam em ácido acético. Este processo de oxidação ocorre em duas etapas, na primeira o etanol é oxidado a acetaldeído e na segunda, o acetaldeído é oxidado a ácido acético.

Segundo Suman (2012) a qualidade do vinagre pode ser afetada por fatores que prejudicam a fermentação acética. Os principais fatores são:

- A concentração alcoólica, acima de 13% de álcool dificulta a acetificação, sendo o álcool oxidado de maneira incompleta;
- A acidificação inicial, de modo a garantir que a acetificação ocorra em boas condições e sejam evitadas fermentações indesejadas, há necessidade de haver certa acidez no líquido a ser acetificado, pelo qual é normal a adição de vinagre forte não pasteurizado, na proporção de 1:3 a 1:4 do vinho;
- O suprimento de oxigênio, a acetificação do álcool é uma oxidação e depende de oxigênio para proceder-se;
- A perturbação da película de bactérias (mãe do vinagre), a presença e consequente imersão da película acarreta na submersão das bactérias acéticas que deixam de consumir o oxigênio e, portanto não produzem o ácido acético;
- A temperatura deve ser mantida entre 27 e 30°C;
- O pH, o crescimento ótimo das bactérias acéticas ocorre entre 5 e 6,5.

Dos fatores de crescimento das bactérias acéticas citados por Suman (2012) um pode ter contribuído para a não acetificação das amostras contendo mel de eucalipto e mel de laranjeira, o pH. Como mostrado na Tabela 5, o pH das amostras de hidromel são 3,10; 2,65 e 2,30, respectivamente para as amostras que contem mel melato, mel de eucalipto e mel de laranjeira, ou seja, nenhuma das amostras apresentaram pH na faixa ótima, entre 5 e 6,5. Todavia, Romero et al. (1994), citam que algumas espécies de bactérias acéticas podem sobreviver em pH entre 3 e 4.

Este fato justifica a ocorrência da acetificação da amostra que continha mel melato, uma vez que o mesmo apresentava pH de 3,10.

Quanto às análises complementares é correto afirmar que a amostra de vinagre de mel melato apresentou índices de açúcares redutores totais (5,57g/L), extrato seco total (88,74g/L), acidez total (6,76g/100mL), acidez fixa (0,97g/100mL), densidade (1,0354g/L) e pH (2,49) coerentes com os encontrados na literatura.

Marques et al. (2010), ao analisarem amostras comerciais de vinagres de frutas, vinho, cana de açúcar e frutas com mel, encontraram valores de extrato seco total variando entre 5,3 e 48,8g/L, densidade entre 1,0077 e 1,0206g/mL, pH entre 2,65 e 3,74, cinzas entre 0,72 e 5,14g/L e açúcar redutor total entre 1,12 e 8,74g/L. É percebido que em todos os teores máximos de todas (exceto açúcar redutor total) as análises realizadas por Marques et al., (2010) são referentes à amostra de vinagre de laranja com mel.

Pereira (2014) em seu trabalho elaborou vinagre de mel de urze e eucalipto, após 40 dias de fermentação e obteve-se pH variando entre 2,92 e 2,97, grau alcoólico entre 0,54 e 0,68°GL. Barbosa (2012), ao elaborar vinagre de manga, obteve o valor médio de densidade igual a 1,02g/mL, pH de 3,28, cinzas de 1,5g/L, extrato seco total de 11,33g/L, acidez total de 4,21g/100mL, acidez fixa de 0,98g/100mL, acidez volátil de 3,23g/100mL e teor alcoólico de 1,05°GL. Na obtenção de vinagre de *Physalis pubescens* L. Melo (2013) obteve pH final de 3,30 e acidez volátil de 5,67g/100mL. A partir de mandioca e gengibre Suman & Leonel (2013) obtiveram vinagres com as seguintes características respectivamente, acidez total de 5,70 e 4,77g/100mL, teor alcoólico de 0,70 e 1,00°GL, cinzas de 1,2 e 2,1g/L e extrato seco total de 52 e 112g/L.

Quanto às análises de fenóis totais e atividade antioxidante pode-se notar um decréscimo em suas quantidades após a realização das fermentações, exceto para a amostra de vinagre mel de eucalipto, a qual teve um aumento de aproximadamente 50,5%, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7. Decaimento do teor de compostos bioativos.

Compostos bioativos	Melato			Eucalipto			Laranjeira		
	Mel	Vinagre	DP	Mel	Vinagre	DP	Mel	Vinagre	DP
FT	389,61	276,54	29,02	63,54	95,62	-	98,37	83,26	15,36
AA	91,48	72,52	20,72	100,53	66,98	33,37	106,83	78,24	26,76

FT: Fenóis totais (mgEAG/100mL); AA: Atividade Antioxidante (%); DP: Decréscimo percentual.

É possível observar na Tabela 7 que a amostra de vinagre de mel melato apresenta teor de fenóis totais mais elevado do que as outras amostras e que possivelmente também apresentaria maior atividade antioxidante caso as amostras que continham mel de eucalipto e laranjeira viessem a completar a acetificação.

Autores como Pereira (2014) e Barbosa (2014), também avaliaram em seus trabalhos amostras de vinagre frente à análise de fenóis totais. Em vinagre de mel de urze e eucalipto Pereira (2014) encontrou teores que variaram entre 104 a 281mgEAG/100mL, já Barbosa (2014) ao avaliar vinagre de manga encontrou 31,80mgEAG/100mL. Na elaboração de vinagre de amora preta Lima (2014) obteve teores de fenóis totais entre 138,95 e 165,20 mgEAG/100mL, o mesmo autor avaliou o vinagre de amora preta quanto a atividade antioxidante e obteve valores entre 103,50 e 107,73%.

6 CONCLUSÃO

Foi possível a produção de vinagre de mel apenas pela utilização de mel melato de cana-de-açúcar. A graduação alcoólica final abaixo de 1 % indicou que as bactérias acéticas utilizaram o etanol presente no hidromel como substrato durante as sete semanas de fermentação. A Amostra de vinagre de mel melato ainda apresentou-se dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira. Os fermentados alcoólicos e acéticos obtidos dos diferentes méis utilizados apresentaram características físico-químicas distintas, principalmente nas análises de compostos bioativos, onde foi possível observar que o vinagre de mel melato possui maior teor de fenóis totais e atividade antioxidante. Deste modo, são necessários mais estudos para aperfeiçoar a produção do vinagre de mel através do processo Orleans em relação a parâmetros operacionais, como pH, temperatura de fermentação, quantidade de levedura, necessidade de suplementação, caracterização das bactérias acéticas, entre outros.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.; MARCHINI, L.C. Análises físico-químicas de amostras de méis e *Apis mellifera* L., provenientes de duas áreas de cerrado do Estado de São Paulo. **In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS**, 5., Ribeirão Preto, 2002. Anais. Ribeirão Preto:FFCL, 2002. p. 287.

ALVES, E. M.; TOLEDO, V. A. A.; MARCHINI, L. C.; SEREIA, M. J.; MORETI, A. C. C. C.; LORENZETTI, E. R.; NEVES, C. A.; SANTOS, A. A. Presença de coliformes, bolores e leveduras em amostras de mel orgânico de abelhas africanizadas das ilhas do alto rio Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39.n.7.p.2222-2224. Out, 2009.

ALVES, R. M. O.; CARVALHO, C. A.L.; SOUZA, B. A.; SODRE, G. S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciênc. Technol. Aliment.**,Campinas, 25(4), 644-650,out-dez. 2005.

AROUCHA, E. M.; OLIVEIRA, A. J. F. de; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ, P. B.; SANTOS, M. C. A. Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da IAGRAM e comercializado no município de Mossoró/RN. **Caatinga (Mossoró,Brasil)**, v.21, n.1, p.211-217, janeiro/março de 2008.

AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotechnologia na produção de alimentos**. Vol. 4. Editora Blücher, São Paulo, 523 p., 2001.

ATAGO Co. LTDA. **Refratômetro para mel**. *CAB Abstracts*, v.31.n.362, p.9-44, 1988.

BARBOSA, C. D. **Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (*Mangifera indica* L.): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética**. 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

BARTH, M.O. **Análise microscópica de algumas amostras de mel; 1 Pólen dominante.** Anais Academia Brasileira de Ciências, v.42, n.2, p.351-366, 1970a.

BARTH, M.O. **Análise microscópica de algumas amostras de mel; 2 Pólen acessório.** Anais Academia Brasileira de Ciências, v.42, n.3, p.571-590, 1970b.

BARTH, M.O. **Análise microscópica de algumas amostras de mel; 3 Pólen isolado.** Anais Academia Brasileira de Ciências, v.42, n.4, p.748-772, 1970c.

BERA, A. **Composição físico-química e nutricional do mel adicionado com própolis.** 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de pós-graduação em Ciência dos Alimentos: Área de Bromatologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009.** 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, 5 jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 6, de 03 de abril de 2012.** Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 4 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **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, 23 out. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005.** Aprova o manual operacional de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 20 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 64 de 23 de abril de 2008**. Aprova os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 abr. 2008. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986**. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 nov. 1986. Seção 1, pt. 2.

BUCCIANO, B. **Produção de mel do Brasil precisa de modernização, mas ainda está entre as maiores do mundo**. Sorocaba, 2014. Disponível em: <<http://pecuaria.ruralbr.com.br/noticia/2014/08/producao-de-mel-do-brasil-precis-a-de-modernizacao-mas-ainda-esta-entre-as-maiores-do-mundo-4580489.html>>. Acesso em: 26 out. 2014.

CAMARGO, Ricardo C. R. de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; WOLFF, L. F. Mel: Características e Propriedades. **Documentos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Teresina, ISSN 0104-866X, Dez. 2006.

CAMPOS, G.; DELLA-MODESTA, R. C.; SILVA, T. J. P.; BAPTISTA, K. E.; GOMIDES, M. F.; GODOY, R. L. Classificação do mel em floral ou mel de melato. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23(1): 1-5, jan.-abr. 2003

CANO, C. B.; FELSNER, M. L.; BRUNS, R. E. Precisão dos métodos refratométricos para análise de umidade em mel. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(2): 328-332, abr.-jun. 2007.

CASTELO. **Indústria de Vinagres Castelo**. Disponível em: <<http://www.vinagrecastelo.com.br>>. Acesso em: 5 ago. 2015.

CORAZZA, M., RODRIGUES D.G.; NOZAKI, J.: **Preparação e caracterização do vinho de laranja**. Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2000.

CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975. 608p.

CRECENTE, R.P.; LATORRE, C.H. Pattern recognition analysis applied to classification of honeys from two geographic origins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, p.560-564, 1993.

DIONIZIO, A. S. **Caracterização de hidroméis elaborados com méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) de diferentes origens florais**. 2014. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Alimentos) – Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

DOM SPINOSA. **Indústria de Vinagres Dom Spinosa**. Disponível em: <<http://www.domspinosa.com.br>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

FIORIO, J. L.; DALPOSSO, P. V. **Caracterização e fermentação alcoólica de uva-do-japão (*Hovenia Dulcis* T.) Visando produção de vinagre**. 2011. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

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

GOMES, F. P. A. **Biossíntese de celulose bacteriana a partir de resíduos industriais**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Alimentar) – Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2011.

GRAMACHO, K.; GONÇALVES, L.S. **Melhoramento genético de abelhas com base no comportamento higiênico**. In: Congresso Nacional de Apicultura, 14., 2002, Campo Grande-MS. *Anais...* Campo Grande: CBA, 2002. p. 188-190.

HEINIG. **O uso alternativo do vinagre Heinig**. Heinig Indústria de Plásticos e Vinagre, 12 p, Brusque, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2013**. Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 41, p.1-108, 2013.

ILHA, Eunice C.; TORRES, Regina C. de O.; BERTOLDI, Fabiano C.; REIS, Vanderlei D. A. dos; SANT'ANNA, Ernani. Tecnologia de Produção de Vinagre de Mel. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Corumbá, ISSN 1981-7215, Jul. 2009.

KEMPKA, A. P.; MANTOVANI, G. Z. Produção de hidromel utilizando méis de diferentes qualidades. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.273-281, 2013.

LIEVEN, M.; CORREIA, K. R.; FLOR, T. L.; FORTUNA, J. L. Avaliação da qualidade microbiológica de mel comercializado no extremo sul da Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**. v.33, n.4, p.544-552. Out./dez. 2009.

LIMA, K. P. **Produção de vinagre como estratégia de aproveitamento tecnológico da amora-preta: avaliação do processo submerso e do processo lento**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

LINDSAY, R. C. Substâncias adstringentes. *In*: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

LLAGUNO, C., POLO, M. C. **El vinagre de vino**. 1991. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 238p.

LOUVEAUX, J. et al. G. **Methods of melissopalynology**. *Bee World*, v.59, n.4, p.139- 157, 1978.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G. da S.; MORETI, A.C. de C.C. Condutividade elétrica, teor de proteína, viscosidade e teor de água de amostras de mel de flores de

laranjeira produzido por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. (compact disc). **In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2002. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002.

MARQUES, F. P. P.; SPINOSA, W.; FERNANDES, K. F.; CASTRO, C. F. S.; CALIARI, M. Padrões de identidade e qualidade de fermentados acéticos de frutas e vegetais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(Supl.1): 119-126, maio 2010.

MARQUES, G. S.; MONTEIRO, R. P. M.; LEÃO, W. F.; LYRA, M. A. M.; PEIXOTO, M. S.; ROLIM-NETO, P. J.; XAVIER, H. S.; SOARES, L. A. L. **Avaliação de procedimentos para quantificação espectrofotométrica de flavonoides totais em folhas de *Bauhinia forficata***. **Quim. Nova**, vol. 1, no. 6, 2011.

McDONALD, S.; PRENZLER, P. D.; AUTOLOVICH, M.; ROBARDS, K. **Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts**. *Food Chemistry*, v. 73, p. 73-84, 2001.

MELO, L. W. S. de. **Caracterização físico química do fruto e produção de vinagre de *Physalis pubescens* L.** 2013. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Química) – Coordenação de Bacharelado e Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

MENDES, Carolina de G.; SILVA, Jean B. A. da.; MESQUITA, Luciene, X. de; MARACAJÁ, Patrício B. As Análises de Mel: Revisão. **Caatinga**. Mossoró, v.22, n.2, p.07-14, abr./jun. de 2009.

MENSOR L.L.; MENEZES F.S.; LEITÃO G.G.; REIS A.S.; dos SANTOS T.C.; COUBE C.S.; LEITÃO S.G. **Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method**. *Phytotherapy Research*, v.15, p. 127-130, 2001.

MERCOSUL. **Regulamento técnico MERCOSUL de identidade e qualidade de mel**. Resolução n° 15 de 1 de janeiro de 1995. Disponível em: <http://www.mercosur.int/innovaportal/v/3098/1/secretaria/resoluções_1994>. Acesso

em: 10 ago 2015.

MÉTODOS DE PESQUISA. **Laboratório de Abelhas**. Universidade de São Paulo. Disponível em: < <http://www.webbee.org.br/pesquisa/mel.htm>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

MORAES, R.M.; TEIXEIRA, E.W. **Análise de mel**. Pindamonhangaba: SN, 1998.

MOURA, S. G. de. **Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758**. 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

MOURA, S. G. de. 2006. **Qualidade do mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) em função do ambiente e do tempo de armazenamento**. Teresina: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, 2006. (Dissertação de Mestrado).

NELSON, N. **A photometric adaptation of the somogy method for the determination of glucose**. *Journal of Biological Chemistry*, v.153, 375p. 1944.

NETO, P. C. de O.; JERONIMO, K. R.; LIRA, T. K. B. Obtenção de hidromel tipo doce. **In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB**. Anais. Campina Grande, 2012

OLINGER, D. R. **Acompanhamento do processamento e do controle da Qualidade de vinagre de álcool**. 2008. Relatório de estágio supervisionado (Graduação) – Curso Superior de Química. Universidade regional de Blumenau, Blumenau, 2008. Disponível em <http://www.bc.furb.br/docs/re/2008/347258_1_1.pdf>. Acesso em: 26 set 2014.

OPORTUNIDADES para o mercado de mel. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. 2014. Disponível em < http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Estudos%20e%20Pesquisas/2014_06_06_RT_Agroneg%C3%B3cio_Oportunidades_para_o_mercado_de_mel.pdf>. Acesso em: 26 set 2014.

PAIVA, E. V. de; MUNHOS, M. S.; FRANÇA, G.; SEREIA, M. J.; PLATA-OVIEDO, M. Desenvolvimento tecnológico de hidromel com diferentes tipos de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). In: I SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2009, Campo Mourão. **Anais do I Simpósio de Tecnologia e Engenharia de Alimentos**. Campo Mourão: UTFPR, 2009. p. 66-73.

PEDROSO, P. R. F. **Produção de vinagre de maçã em biorreator airlift**. 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; CAMARGO, R. C.R.; VILELA, S. L. O. **Produção de Mel**. Embrapa Meio-Norte. Sistema de Produção, 3 ISSN 1678-8818 Versão Eletrônica. Jul/2003.

PERICO, E.; TIUMAN, T. S.; LAWICH, M. C.; KRUGER, R. L. Avaliação microbiológica e físico-química de méis comercializados no município de Toledo, PR. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.13, nº 3, Edição Especial, 2011.

PIRES, Rosana M. C. **Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 produzido no Piauí**. 2011. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Programa de pós-graduação em alimentos e nutrição – Universidade Federal do Piauí. 2011.

PREGNOLATO, W. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, v.1. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. In PREGNOLATO, W.; (Coord).3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

RANTA, E.; LUNDBERG, H. **Food niche analysis of bumble-bees: a comparison of three data collecting methods**. *Oikos*, v.36, p. 12-16, 1981.

RENDÓN, S.R. **Estudio de la composición físico-química de las mieles extremenas y extranjeras**. In: CONGRESSO IBERO LATINO AMERICANO DE

APICULTURA, 5., 1996, Uruguay. *Anais*. Mercedes: Intendência Municipal de Soriano. 1996. p.174- 183.

RIBEIRO, L. P. M. **Avaliação da qualidade do mel: atividade antioxidante, análise polínica e percepção do consumidor**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Sistema de produção de vinagre**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves. Dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/acetificacao.htm>>. Acesso em 08 ago. 2015.

RODRÍGUEZ, G.O. de; FERRER, de B.S.; FERRER, A. et al. Characterization of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v. 84, 499-502, 2004.

ROMERO, L. E. et al. A kinetic model for growth of *Acetobacter aceti* in submerged culture. **The Chemical Engineering Journal**, São Paulo, v. 54, p. B15- B24, 1994.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A. Características físico-químicas e microbiológicas de méis de *Apis mellifera* L. provenientes de diferentes entrepostos. **Comunicata Scientiae** 4(1): 67-74, 2013.

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

SARAIVA, M. A.; NUNES, G. S.; ROSA, I. G.; SILVA, J. M.; PEIXOTO, C. R.; HOLANDA, C. A. Estado de deterioração dos méis de abelha (*Apis mellifera*) comercializados em São Luís do Maranhão. **Cad. Pesq.**, São Luís, v. 20, n. 1, jan./abr. 2013.

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F. da; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia**

Agroindustrial. Ponta Grossa. v. 04, n. 01, p. 80-90, 2010.

SERRA, M. C. de C. **As propriedades antioxidantes do mel.** Centro de Estudos de Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Disponível em: < http://www.lousamel.pt/files/noticias/pdf/38_pdf_propriedades_anti_oxidantes_do_mel.pdf >. Acesso em: 08 ago. 2015.

SILVA, A. P. C. **Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado de Sergipe, Brasil.** 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

SILVA, C. V. **Características físico-químicas de mel de capixingui e silvestre da região de Ortigueira-PR.** 2013. 34 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

SILVA, J. S. e. **Produção de álcool na fazenda e em sistema cooperativo.** Ed. UFV. Viçosa, v. 1. 168p. 2007.

SILVA, M. B. L. da; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, D.; GOMES, J. C.; GONÇALVES, M. M.; OLIVEIRA, G. L. Qualidade microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores e de méis de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal do estado de Minas Gerais. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v.19, n.4, p. 417-420, out./dez. 2008.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** São Paulo: Varela, 1997.

SODRÉ, G. 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. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; DIAS, C. T. S.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L. de; ALVES, R. M. O. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (Apidae: Trigonini) do Estado da Bahia. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(4): 798-802, out.-dez. 2009.

SPINOSA, W. A. **Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre**. 2002. 274 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SUMAN, P. A.; LEONEL, M. Obtenção de vinagre a partir de mandioca e gengibre. **Energ. Agric.**, Botucatu, vol. 28, n.1, p.52-56, janeiro-março, 2013.

SUMAN, P. A. **Processo de obtenção de vinagre de gengibre**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2012.

TOLEDO, O. Z. de; TEIXEIRA, C. G. Colagem de vinho branco – Comportamento de vários agentes clarificadores. **Bragantia – Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**. Vol. 21. Nº 32. Campinas, jun. 1962.

TOSI, E.A., RÉ, E., LUCERO, H., BULAICO, L. Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. **LWT - Food Science and Technology**, v. 37, n. 6, p.669-678, 2004.

VARGAS, T.: **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos campos gerais do Paraná**. Ponta Grossa. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006. Disponível no site <<http://www.uepg.br/mestrados/mescta/Arquivos/Dissertacoes/VARGAS,T.PDF>>. Acesso em: 2 Set 2007.

VELOSO, Camila L. Sistemas de produção de vinagre. Dossiê Técnico. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. Mai. 2013.