



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROALIMENTAR**

JAILMA DA SILVA COSTA

AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO DO MEL DE ABELHA

**DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG**

POMBAL-PB

2014

JAILMA DA SILVA COSTA

AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO DO MEL DE ABELHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade de Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimento.

Orientadores:

Prof. Dr. Adriano Sant'Ana Silva
Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva

POMBAL-PB

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

MON
C837a

Costa, Jailma da Silva.

Avaliação da cinética de fermentação do mel de abelha / Jailma da Silva Costa. -
Pombal, 2014.
41fls.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia
Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof^o. Dr^o. Adriano Sant'ana Silva".

"Co-orientação: Prof^o. Dr^o. Osvaldo Soares da Silva".

Referências.

1. Mel de Abelha - Fermentação. 2. Fermentação Alcoólica. I. Silva, Adriano
Sant'ana. II. Silva, Osvaldo Soares da. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 638.162

JAILMA DA SILVA COSTA

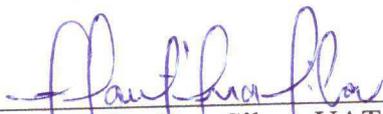
AValiação DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO DO MEL DE ABELHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade de Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimento.

Data de defesa: 16/04/14

Resultado: Aprovada

BANCA EXAMINADORA



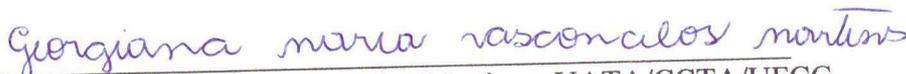
Prof.^o. Adriano Sant'Ana Silva – UATA/CCTA/UFCG

Orientador



Prof.^o. Osvaldo Soares da Silva – UATA/CCTA/UFCG

Co-Orientador



Prof.^a. Georgiana Maria Vasconcelos Martins – UATA/CCTA/UFCG

Examinadora Interna



Prof.^a. Hofsky Vieira Alexandre – PDI/CNPQ

Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Dedico aquele que é rei soberano e de infinita bondade, que nunca desampara os seus e que concedeu a minha vinda ao mundo, e que sempre está comigo nas horas boas e ruins nunca me deixando de lado, sempre me motivando com o propósito de nascer e crescer na busca pelo bem maior, oferecendo a mim um pouco de sabedoria, sempre reconhecendo minhas limitações, mas também me iluminando para corrigi-las. Esse só pode ser nosso Deus.

Dedico aos meus pais (Maria da Cunha Silva e Francisco Ferreira da Silva), por sempre estarem torcendo pelo meu progresso e me apoiando a persistir na busca por vitórias.

Dedico ao meu noivo (Antônio Lindeilton Monteiro da Silva Segundo), pelas palavras de carinho, amor e aconchego nas horas de aperreio e agonia e mais pela sua infinita compreensão que foi retransmitida a mim em palavras de força, coragem e companheirismo.

Dedico a todos aqueles que participaram de forma direta ou indiretamente na elaboração desse projeto, não citarei o nome de todos por que acredito que dedicatória não é capaz de mensurar minha gratidão pelo apoio.

Dedico aos demais parentes que ausentes ou presente sempre contribuem de forma direta ou indiretamente na construção de minha vida, sempre acrescentando novas palavras e exemplos do dia a dia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela força, coragem para trilhar por caminhos difíceis e vencer os obstáculos impostos a mim e por conseguir realizar mais esse sonho em minha vida.

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e sempre ter apoiado minhas decisões e auxiliado com palavras importantes em momentos de dificuldade sempre buscando enaltecer meu ego e motivar-me para vencer. Desta forma Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada. Ao meu noivo pela força durante as horas de desânimo.

Agradeço a meu professor orientador Adriano Sant'ana Silva uma pessoa de ideais e objetivos, que me auxiliou com palavras e pensamentos sábios, postando em mim sua confiança. Sabendo das dificuldades, mas nunca desistindo dos propósitos apresentados na ideia.

À meu co-orientador Professor Osvaldo Soares da Silva por seu apoio.

Aos meus colegas de classe que ao longo dessa jornada, se tornaram para mim como familiares, me proporcionando momentos de alegria, tristeza e amizade nesses cinco anos. Todos com objetivos comuns em concluir o curso de Engenharia de Alimentos, então agradeço pela perseverança e pelo apoio dado a mim por todos.

A Natália Horrana em especial pela atenção, mesmo sendo de período diferente, mas sempre me ajudou e me motivou estando comigo nas horas mais complicadas da elaboração dos resultados, acrescentando a este trabalho um papel importante e uma visão sobre amizade, que não tem hora, nem dia e nem sempre surge de alguém próximo mas de qualquer lugar.

Agradeço a Iury dos Santos Almeida por seu auxílio e apoio na desenvoltura do trabalho. Agradeço a Maria Angélica, a Joana e a Gabriela da Silva Alves (in memoriam).

A todos que direto e indiretamente me incentivaram e me deram coragem para seguir e enfrentar os obstáculos proporcionados pela vida, mais que sempre me deram palavras de vitória, possibilitando a realização deste sonho, a todos os meus sinceros agradecimentos.

AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO DO MEL DE ABELHA

RESUMO

Desenvolvimento de novos produtos a partir do mel de abelha tem impulsionado diversos estudos com o objetivo de aproveitamento desta matéria prima no alto sertão paraibano. Entretanto, o mel de abelha quando coletado e beneficiado de forma inadequada tem sua qualidade comprometida diante do mercado nacional e internacional sendo considerado imprópria à comercialização. Diante disso, faz-se necessário propor alternativas aos méis de abelha cuja composição química não está em conformidade com a Legislação Nacional. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o processo de fermentação alcoólica do mel de abelha visando propor possíveis aplicações para o fermentado alcoólico. Para o processo fermentativo utilizou-se um planejamento experimental 2² com 3 pontos centrais, tendo como variáveis independentes os sólidos solúveis totais e a concentração de levedura e variável dependente o teor alcoólico do fermentado. O mel de abelha utilizado no processo fermentativo foi caracterizado quanto a sua acidez, pH, sólidos solúveis totais, açúcares totais, teor de umidade e de cinzas. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que a interação sólidos solúveis e concentração de levedura foi a variável de maior influência na fermentação alcoólica, seguida da variável sólidos solúveis totais. Em vista de se obter elevados teores alcoólicos, a princípio, recomenda-se fermentar o mel de abelha com baixas concentrações de levedura e de sólidos solúveis totais. Quanto à caracterização físico-química, o mel utilizado nos experimentos não está em conformidade com a legislação nacional, mas pode ser transformado em outros produtos como hidromel, fermentado acético e aguardente.

Palavras-chave: mel, fermentação, processo

ABSTRACT

Development of new products from the honey bee has driven many studies aiming to use this raw material in high Paraiba backwoods. However, honey bee when collected and processed improperly have compromised their quality before the national and international market being considered unfit for marketing. Therefore, it is necessary to propose alternatives to honey bee whose chemical composition is not in accordance with the national legislation. Thus, the aim of this study was to evaluate the process of fermentation of the honey bee aiming to propose possible applications for the alcoholic fermentation. For the fermentation process used an experimental design with 3 22 center points, having as independent variables and the total soluble solids concentration of yeast dependent variable and the alcohol content of the fermented. The honey used in the fermentation process was characterized as its acidity, ph, total soluble solids, total sugars, moisture content and ash. According to the results obtained it was found that interaction and the soluble solids concentration of yeast was the variable with the highest influence on the fermentation, followed by soluble solids variable. In order to achieve high alcohol content, at first, it is recommended fermenting honey with low concentrations of yeast and total soluble solids. As for physicochemical characterization, the honey used in the experiments is not in accordance with national legislation, but can be transformed into other products like mead, vinegar and brandy.

Keywords: honey, fermentation, process

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FAO A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IAL Instituto Adolfo Lutz

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- reatores utilizados na fermentação alcoólica do mel de abelha.....	16
Figura 2- Ebulliômetro utilizado nos experimentos.....	18
Figura 3- Diagrama de Pareto para os efeitos das variáveis independentes sobre o teor alcoólico, referente à fermentação alcoólica do mel de abelha.....	22
Figura 4- A probabilidade normal dos resíduos obtidos nos experimentos de fermentação alcoólica de mel abelha.....	24
Figura 5- Curvas de nível obtidas para o teor alcoólico na fermentação alcoólica do mel de abelha.....	25
Figura 6- Perfil da variação dos sólidos solúveis totais (°Brix) na fermentação alcoólica do mel de abelha.....	26
Figura 7- As curvas de produção de etanol.....	26
Figura 8- Perfil da variação do pH do mosto na fermentação alcoólica do mel de abelha.....	27
Figura 9- Curvas de acidez total titulável do mosto na fermentação alcoólica do mel de abelha.....	28
Figura 10- Curvas de crescimento celular durante a fermentação alcoólica do mel de abelha.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis reais e codificados das variáveis de entrada empregados na fermentação alcoólica do mel de abelha.....	15
Tabela 2 - Caracterização do mel de abelha utilizado na fermentação alcoólica.....	19
Tabela 3 - Matriz do planejamento experimental 22 com 3 pontos centrais.....	21
Tabela 4 - Análise de variância simplificada para a fermentação alcoólica do mel de abelha.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Mel de abelhas.....	4
3.1.1. Definição, composição, classificação e aspectos nutricionais.....	5
3.2. Aplicação do mel.....	7
3.3. Aplicação terapêuticas.....	7
3.4. Panorama da apicultura.....	8
3.5. Qualidade do mel.....	9
3.6. Fermentação alcoólica.....	9
3.7. Hidromel.....	11
3.7.1. Especificidade do hidromel.....	13
3.7.2 Mercado do hidromel.....	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1. Local dos experimentos.....	14
4.2. Caracterização da matéria-prima.....	14
4.3. Planejamento experimental.....	14
4.4. Processo fermentativo do mel de abelha	16
4.5. Caracterização físicas e físico-químicas do fermentado.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1. Caracterização do mel	19
5.2. Planejamento experimental.....	20
5.3. Processo cinético fermentativo.....	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
7. REFERÊNCIAS	31

1- INTRODUÇÃO

Desde a pré-história o mel, é usado como alimento pelo homem, que vários séculos foi retirado dos enxames de forma extrativista e predatória, o que ocasionava danos ao meio ambiente, matando as abelhas, mas com o tempo, o homem foi aprendendo a proteger seus enxames, instalá-los em colmeias racionais e manejá-los de forma que houvesse maior produção de mel sem causar prejuízo para as abelhas tal processo conhecido até hoje como apicultura. (PEREIRA et al, 2003).

Vale ressaltar que no Brasil, a produção comercial do mel está ligada à esse processo, cuja história teve início com a inserção das abelhas européias *Apis melífera* no Estado do Rio de Janeiro em 1839, realizada pelo Padre Antônio Carneiro mas, os principais avanços ocorreram com a introdução das abelhas africanas (*Apis melífera scutellata*) em 1956, que culminou na africanização das demais subespécies existentes no país (PIRES, 2011).

Com o avanço da apicultura e o surgimento da *Apis melífera scutellata* ficou evidente a necessidade do desenvolvimento de técnicas adequadas de manejo fato esse ocorrido na década de 70 que culminou na pulverização do processo apícola estendendo-se para todos os estados brasileiros (SOUZA, 2004).

No cenário mundial este produto é consumido mundialmente por ser considerado um edulcorante natural e energético, com predominância dos açúcares, glicose, frutose, sacarose (70% de carboidratos) e água, na qual os açúcares estão dissolvidos. (CRANE, 1983; BARROS; BATISTA, 2008; AROUCHA et al., 2008).

Em nível regional, a produção nordestina está em ascensão, e entre 1999 e 2005 a produção alcançou 10,9 mil toneladas estando em segundo lugar, quando comparada com a região Sul, que ocupa, tradicionalmente, o primeiro lugar, com 15,8 mil toneladas de mel (IBGE, 2006). Tal fato refletiu-se em 2009, quando a região Nordeste foi responsável pela produção de 14,9 mil toneladas de mel do Brasil, mantendo o segundo lugar e aproximando-se da região Sul, que produziu 16,5 mil toneladas de mel (IBGE, 2009).

Somado a isso, tem-se que a alta demanda internacional do produto e os preços favoráveis à exportação, favoreceu que a apicultura no Brasil deixasse de ser artesanal e voltada apenas ao mercado interno, para tornar-se empresarial, com técnicas mais elaboradas e produtivas, voltadas para o mercado externo (VARGAS, 2006).

Entretanto, para que o mel brasileiro alcançasse o mercado internacional, este deveria atender aos inúmeros critérios de qualidade e certificações, antes de sua comercialização e

exportação, uma vez que o mel de abelha está sujeito a fraudes, adulteração e contaminação por manipulação inadequada (SILVA et al., 2008).

Nesse sentido sabe-se que o mel é um produto muito apreciado, no entanto, de fácil adulteração com açúcares ou xaropes (RODRIGUES et al, 2005). Complementando (SNOWDON; CLIVER, 1996; SODRÉ, 2005) diz que a microbiota do mel é muito variável e advém de microrganismos originários de fontes primárias, introduzidos pelas próprias abelhas, e por fontes secundárias advindas da forma inadequada de higiene durante o manejo das colmeias e da manipulação do mel, que sofre ação de fatores ambientais como: vento, poeira, insetos, água e animais. Os microrganismos comumente encontrados neste produto são as bactérias em sua forma esporulada, como os *Bacillus*, leveduras e fungos, como os gêneros *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus* e *Saccharomyces*.

As fraudes e adulterações do mel podem ser detectadas através das análises físico-químicas estabelecidas pela Legislação e Instituto Adolf Lutz (BRASIL, 2000) e 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).

Obviamente que para o alcance dos padrões internacionais (IN nº 11 do MAPA, o mel não deve conter nenhum tipo de substância estranha a sua composição original) de comercialização/produção do mel de *Apis mellifera* o Brasil segue a Instrução Normativa nº 11, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, MAPA (ANACLETO, 2007).

No entanto atualmente, o Brasil vive um paradoxo entre o rigor e o cumprimento da Legislação Brasileira (BRASIL, 2000), que regulamenta o padrão de qualidade e identidade do mel comercializado e estabelece limites que atuam na exclusão de méis que sofreram alguma adulteração ou práticas inadequadas (VILELA, 2000; AROUCHA et al., 2008).

Nesse sentido para atender as exigências expressas em lei, o controle da qualidade da produção do mel é primordial, tornando-se fundamental o atendimento das boas práticas de higiene por parte dos produtores, bem como a utilização de um local adequado para o manuseio e extração do mel (PIRES, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o processo de fermentação alcoólica do mel abelha, e propor possíveis aplicações para o fermentado alcoólico.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar o mel de abelha do ponto de vista físico-químico;
- Produzir um fermentado alcoólico de mel abelha;
- Avaliar por meio de um planejamento experimental o efeito dos sólidos solúveis totais e da concentração da levedura concentração de etanol do fermentado de mel de abelha;
- Identificar as condições reacionais em que as maiores concentrações de etanol serão obtidos;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Mel de abelha

A importância do mel foi mencionada na Bíblia no antigo testamento, bem como a sua excelência medicinal e a qualidade do alimento ressaltada pelos povos israelitas, que em agradecimento a Deus pelos produtos de suas primeiras colheitas incluíam o mel como presente; os Egípcios ofertavam alimentos em suas cerimônias, entre eles destacava-se o mel. Esse alimento também foi muito utilizado na Babilônia e na Grécia Antiga, com a finalidade de conservar os corpos de reis e generais mortos em grandes batalhas (PEREIRA et al., 2003; BOGDANOV, 2009).

O mel é um alimento produzido pelas abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.), que pode ser obtido a partir do néctar das flores, das secreções de plantas ou de excreções de insetos. As abelhas coletam essas substâncias e as transformam em mel, que é armazenado pelas mesmas, deixando madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

O mel apresenta variação na coloração, no sabor e no aroma, em função da sua origem floral. Comercialmente o mel pode ser classificado de acordo com sua origem botânica e procedimento de obtenção (BRASIL, 2000).

Segundo Pereira et al., (2003), os estudiosos também classificam o mel de abelhas:

a) pela qualidade, considerando-se as diferentes floradas, como por exemplo, mel de laranjeiras, mel de carqueja, mel de eucalipto;

b) de acordo com sua densidade: mel fluido, mel cristalizado, mel virgem ou mel pasteurizado;

c) de acordo com a apresentação, conforme a embalagem, em mel acondicionado em vidros ou sacos plásticos.

A cor do mel, além do *flavour* e aroma, é uma das características que permite identificar a sua origem floral, e pode variar de amarelo pálido a âmbar, e de âmbar vermelho escuro até quase preto (BERTONCELJ et al., 2007).

As principais enzimas presentes no mel são a invertase, a amilase e a glicose oxidase, todas produzidas pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas e adicionadas ao néctar na vesícula melífera, enquanto a abelha o transporta para a colmeia ou o manipula antes de depositá-lo no favo (SILVA, 2007).

3.1.2 Definição, composição, classificação e aspectos nutricionais.

O mel é composto, em sua maior parte, por água e carboidratos, principalmente glicose e frutose, além de minerais (cálcio, cobre, ferro, magnésio, fósforo, potássio e outros), proteínas, aminoácidos, vitaminas, flavonóides, pigmentos e um grande número de ácidos orgânicos (SILVA et al., 2008). A água representa de 17 a 20% além de mais 181 substâncias diferentes identificadas, algumas inexistentes em outras fontes (CRANE, 1983).

O mel é um produto viscoso, adocicado e geralmente de aroma agradável. É constituído, essencialmente, por diferentes açúcares, com predominância de glicose e frutose, que perfazem cerca de 70% do total de carboidratos, além de contribuírem na sua doçura (CRANE, 1983; MOREIRA; DE MARIA, 2001). Contudo, Finola, Lasagno e Marioli (2007) afirmaram que esses monossacarídeos variam de 85% a 95% da totalidade da composição de glicídios no mel, sendo a água o segundo maior componente no mel.

No que concerne à classificação do mel, este pode ser classificado quanto a sua origem, em mel floral ou mel de melato. O néctar é a matéria-prima para a produção de méis florais, que podem ser unifloral ou monofloral, quando o néctar é coletado da mesma origem de flores de uma mesma família, gênero ou espécie; multifloral ou polifloral, quando o néctar coletado vem de diferentes origens florais. O conhecimento da flora apícola é importante para identificar as espécies vegetais utilizadas pelas abelhas (BRASIL, 2000; CAMPOS et al., 2003).

O mel de melato refere-se ao mel obtido a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções em forma de líquidos açucarados, de insetos sugadores de plantas que vivem como parasitas sugadores da seiva elaborada do floema das plantas. Quando relacionado ao mel floral, dentre outros aspectos, o mel de melato possui menor teor de glicose, razão pela qual usualmente não cristaliza; menor teor de frutose, maior teor de cinzas, elevado pH e maior teor de nitrogênio (BRASIL, 2000; CAMPOS et al., 2003).

Segundo Otilia et al., (2008) correlacionou a composição química com a capacidade antioxidante do mel de melato e concluiu que o mel de melato contém substâncias antioxidantes como fenólicos, flavonoides e outros pigmentos, e mostrou-se com elevada atividade antibacteriana.

Contudo, fatores como a florada nativa, o solo local, a espécie da abelha, o estado fisiológico da colônia, insetos sugadores, o estado de maturação do mel, o clima e outros,

podem alterar as características da composição do mel (CAMPOS et al., 2003; SOUZA et al., 2008).

Portanto, o conhecimento da composição química de nutrientes em alimentos é importante para a adequação de dietas aos indivíduos, além de possibilitar fontes alternativas de produtos nutritivos e saudáveis, com a finalidade de se recomendar uma alimentação balanceada a grupos populacionais (SOUZA et al., 2004).

No Brasil, a cor do mel é um parâmetro de classificação das características sensoriais, podendo variar de quase incolor a pardo-escuro (BRASIL, 2000). É uma das características que mais influencia na preferência do consumidor que, na maioria das vezes, escolhe o produto pela aparência. No mercado mundial o mel é avaliado por sua cor e méis mais claros são mais aceitos no mercado alcançando preços mais elevados em detrimento aos escuros (INTERNATIONAL TRADE FORUM, 1979).

Segundo a IN N° 11 de 20 de outubro de 2000, a cor do mel é um dos parâmetros das características sensoriais e pode variar de quase incolor a parda escura (BRASIL, 2000).

A cor do mel está correlacionada com a sua origem floral, processamento e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel amadurece na colmeia (SEEMANN, NEIRA, 1988).

De acordo com a legislação brasileira, o mel pode ter sua consistência de acordo com o estado físico em que se apresente e/ou processamento ao qual foi submetido. Pode ser classificado em cristalizado ou granulado quando o mel sofre um processo natural de solidificação, como resultado da cristalização dos açúcares; e cremoso quando o mel tem estrutura cristalina fina e pode ter sido submetido a um processo físico, lhe conferindo essa estrutura (BRASIL, 2000).

Segundo Crane (1983) líquidos newtonianos normais quando fluem estão sujeitos a fricções internas, sendo isto caracterizado pela viscosidade do líquido; entretanto, méis com viscosidade alta fluem de forma devagar. A viscosidade do mel está relacionada ao seu conteúdo de água, ou seja, quanto menor o conteúdo de água mais alta será a viscosidade do mel.

Bogdanov (2010) também afirma que fatores como o conteúdo de água e a temperatura, na qual o mel é submetido podem interferir na sua viscosidade. Reforçando essa tendência, Olaitan, Adeleke e Ola (2007) enfatizaram a importância da viscosidade, já que durante o seu processamento pode ocorrer uma redução da fluidez, principalmente com o

aumento da temperatura ocorre à redução na viscosidade do mel, complementam Silva et al. (2010).

3.2. APLICAÇÕES DO MEL

O mel tem sido utilizado também em larga escala como ingrediente em alimentos, como constituinte de nutracêuticos e na linha de cosméticos (SATO; MIYATA, 2000; HOSNY; EL-GHANI; NADIR, 2009). Segundo Matsuda e Sabato (2004) o mel é bem aceito em preparações como condimentos, temperos para saladas, na indústria de laticínios, por ser considerado um alimento prebiótico, carnes, bebidas, doces e produtos confeitados.

O mel é notoriamente o produto da apicultura mais conhecido e comercializado no mundo (SEBRAE, 2007), sendo utilizado em algumas regiões, mais como medicamento do que como alimento (FAO, 1986) e em outras, como a Etiópia, ele é largamente utilizado para a produção de vinho de mel (FITE et al., 1991; TERAMOTO et al. 2005), como também é conhecido o hidromel. Entretanto, a maior parte do mel produzido no mundo é vendida para ser consumido como mel de mesa ou utilizado na indústria alimentícia. A falta de uniformidade nas características físico-químicas e o comportamento químico devem ser levados em consideração quando o mel é usado industrialmente. O completo conhecimento das particularidades de cada tipo de mel é necessário para o sucesso na utilização desse produto apícola na panificação, produção de iogurte, doces, sorvetes e vinhos (PETROV, 1972).

Outros produtos podem ser desenvolvidos na propriedade rural com considerável sucesso e com maior valor agregado que o mel, ainda que em pequeno volume, e complementando a renda dos apicultores. Alguns desses produtos são: a cera de abelha, a própolis, o pólen, a geleia real, a apitoxina, o hidromel, a manteiga com mel, o iogurte com mel, os licores, os doces, os sorvetes, os cosméticos, entre outros (FAO, 1986; CORTOPASSI-LAURINO & GELLI, 1991; SEBRAE, 2007).

3.3. APLICAÇÕES TERAPÊUTICAS DO MEL

A crença de que o mel possui efeitos curativos e cicatrizantes se faz nos dias atuais, quando incorporados em várias receitas de cunho médico popular para o tratamento, limpeza e cicatrização de feridas infectadas por microrganismos, baseada na vinculação do seu

potencial antimicrobiano relacionado, principalmente, ao seu efeito osmótico por se tratar de um alimento concentrado em açúcares (MOLAN, 1992; SHEIKH et al., 1995).

De acordo com Silva et al. (2006) o mel pode ser eficiente como repositor de glicose, na reidratação e adicionado à frutose auxilia na absorção de sódio, água e potássio. O mel é capaz de promover e reparar danos à mucosa intestinal, funcionando como um agente anti-inflamatório.

A importância das aplicações tópicas do mel na pele, para o tratamento de feridas, queimaduras, abscessos e edemas foi mencionada por alguns autores (MATHEWS; BINNINGTON, 2002; SUBRAHMANYAM, 2007). Swellam et al. (2003) realizaram um estudo experimental para verificar o efeito anticancerígeno do mel de abelha contra células neoplásicas na bexiga in vitro e in vivo e concluíram que o mel de abelha inibiu o crescimento de células cancerígenas na bexiga in vitro, porém ressaltam a necessidade de mais pesquisas para esclarecer esses efeitos.

3.4. PANAROMA APICULTURA

O homem foi aprimorando suas técnicas de manejo com as abelhas, e com a finalidade de proteger seus enxames aprendeu a utilizar as colmeias racionalmente e manejá-las de forma a aumentar a produção de mel sem causar danos às abelhas. Dessa forma, a apicultura foi se desenvolvendo (SANTOS; RIBEIRO, 2009).

O mercado mundial do mel é progressivamente sofisticado e exigente e os grandes consumidores têm padrões elevados de exigência. A crescente regulamentação do mercado reduz o espaço para novos produtores que vislumbram atender às normas técnicas, oriundos de países em desenvolvimento que apresentam frágeis infraestruturas de produção, comercialização e vigilância sanitária (BRASIL, 2007).

Ainda sob o ponto de vista social, outra vantagem da apicultura é sua incorporação às pequenas propriedades, sendo adaptável ao consórcio com outras atividades agropecuárias, com a diversificação dos trabalhos em propriedade familiar, resultando em mais uma fonte de renda (COSTA; FREITAS, 2009).

3.5. QUALIDADE DO MEL

Cresce cada vez mais a preocupação da população com a qualidade dos alimentos que consomem, sejam de origem animal, sejam vegetal.

Todas as etapas que vão desde a produção até o consumo do mel devem ser consideradas de extrema importância para a qualidade final do produto. Dentro desse universo de fatores, grande parte dos problemas está ligada a descuidos com a saúde dos manipuladores, falta de higiene no manuseio e ausência de preservação adequada dos alimentos (SILVA JÚNIOR, 1996).

A obtenção de um produto seguro depende da qualidade da matéria-prima e dos procedimentos de transformação do produto até sua distribuição (ISPERS & KASSOF, 1996). MAPA (2000), trabalhando com mel, verificou variações nas suas composições física e química. Ele enfatizou que essas mudanças ocorrem devido alguns fatores que interferem na sua qualidade, como estágio de maturação, condições climáticas, espécie de abelha, processamento e armazenamento, além do tipo da florada.

Vale ressaltar que em março de 2006, a União Europeia suspendeu as exportações do mel brasileiro em decorrência da existência de falhas no sistema de monitoramento da qualidade do mel e o baixo nível tecnológico que predomina na apicultura brasileira. O embargo Europeu ao mel brasileiro provocou desemprego em todo o país e desestímulo à atividade, principalmente, no semiárido nordestino (SOUZA, 2006; PASIN; TERESO, 2008).

É importante formar um apicultor treinado e assistido periodicamente, e que esteja apto a transferir a tecnologia correta, para evitar o manejo inadequado das colmeias que não compromete a produção do mel e manter-se inserido no mercado nacional e internacional. Um ponto crucial para a profissionalização do campo é o fortalecimento do associativismo e cooperativismo, uma vez que o pequeno produtor é à base da produção de mel brasileiro e não consegue sobreviver individualmente (SOUZA, 2006).

3.6. FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

A fermentação alcoólica é o processo através do qual certos açúcares, principalmente a sacarose, glicose e frutose, são transformados em etanol. Nessa transformação, partindo-se da sacarose, ocorrem 12 reações em sequência ordenadas, sendo cada reação catalisada por enzima específica, ocorrendo no citoplasma celular. Essas enzimas, referidas como

"glicolíticas", sofrem ações de diversos fatores (nutrientes, minerais, vitaminas, inibidores, substâncias do próprio metabolismo, pH, temperatura e outros) (LIMA et al., 2001).

Segundo Maia e Campelo (2006), geralmente os organismos superiores são aeróbios, isto é, só sobrevivem em presença de oxigênio. Os micro-organismos são divididos em três classes:

- Estritamente anaeróbios: utilizam, exclusivamente, a primeira fase do metabolismo e só se reproduzem e sobrevivem na ausência de oxigênio, como por exemplo, diversas espécies de bactérias lácticas;
- Estritamente aeróbios: utilizam, necessariamente, a primeira e segunda fase do catabolismo e só se reproduzem e sobrevivem na presença de oxigênio, como por exemplo, diversas espécies de bactérias acéticas;
- Facultativos: utilizam padrões metabólicos adaptados para cada caso e se reproduzem e sobrevivem tanto na presença como na ausência de oxigênio.

Diversos fatores físicos (temperatura, pressão osmótica), químicos (pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (contaminação bacteriana), afetam o rendimento da fermentação e a eficiência da conversão de açúcar em etanol (LIMA; BASSO; AMORIM, 2001).

Uma das etapas mais importantes na fabricação de bebidas fermentadas é a fermentação alcoólica, que pode ser conduzida com várias leveduras, destacando-se a *Saccharomyces cerevisiae* (BARRE et al., 2000).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é largamente disseminada na natureza, porém a espécie é mais frequentemente associada com as fermentações industriais, em particular as fermentações para produção de bebidas alcoólicas e etanol carburante. A espécie é também empregada na produção de levedura de panificação (VASCONCELOS, 2010).

Durante a fermentação, a levedura pode estar exposta a vários fatores estressantes. Dentre esses fatores, os mais frequentemente mencionados são os altos teores alcoólicos, a temperatura elevada, a acidez do meio (inclusive no tratamento ácido), a presença de sulfito, a contaminação bacteriana e, mais raramente documentada, a contaminação com leveduras não *Saccharomyces* (BASSO, 1991; BASSO, 2004).

A produção de alimentos e bebidas fermentadas é uma aplicação de bactérias e fungos (bolors ou leveduras). Em diversos casos, o microrganismo indispensável para a produção de

determinado alimento e contaminante que deprecia a qualidade de outro. Portanto, a expressão “microrganismos contaminantes” (que alteram a composição e comprometem a qualidade sensorial de um alimento) não deve ser confundida com “microrganismos patogênicos” (que põe em risco a saúde do consumidor) (MAIA; CAMPELO, 2006).

Segundo Vasconcelos (2010) a fermentação alcoólica inicia-se após a mistura do inóculo (fermento) com o mosto, sendo dividida em três etapas principais, denominadas, respectivamente, fase preliminar, fase principal ou tumultuosa e fase final ou complementar.

A fermentação preliminar inicia-se com a adição do mosto ao levedo. Quando o inóculo é pequeno, esta fase caracteriza-se pela multiplicação das leveduras, com consequente consumo de açúcares e lenta produção de álcool. Portanto, deve-se utilizar uma quantidade maior de leveduras de rápida multiplicação, já que o processo de produção de álcool requer alta produtividade. Ocorrendo o aumento da produção de álcool, evidenciado pela produção de gás carbônico, tem-se o final desta fase e o início da fase de fermentação principal ou tumultuosa (EMBRAPA, 2005).

As principais características da fase de fermentação principal são: intensa produção de álcool e liberação de CO₂; aumento da temperatura, a qual deve ser controlada por resfriamento; progressivo aumento de espumas e elevação da acidez do mosto. A fermentação principal cessa quando diminui a liberação de gás e, conseqüentemente, a turbulência característica do mosto. Na pós-fermentação verifica-se a diminuição da temperatura do vinho, elevação da acidez e a diminuição da atividade de fermentação da levedura pela ação do acúmulo de determinadas substâncias, do esgotamento dos carboidratos e das toxinas dos contaminantes (EMBRAPA, 2005).

3.7. HIDROMEL

O hidromel é uma das bebidas alcoólicas mais antigas consumida pelo homem, talvez mesmo antes do vinho (BERTELLO, 2001). Antigamente o seu uso era generalizado, mas, com o desenvolvimento das civilizações e dos recursos agrícolas, desencadeou a substituição do hidromel por outras bebidas, como o vinho (PEREIRA, 2008).

O Hidromel, também conhecido como vinho de mel, é considerado uma das primeiras bebidas fermentadas originada na África há milhares de anos e cuja produção moderna foi registrada 2000 anos a.C. O hidromel é uma bebida alcoólica (12 a 18% v/v) fermentada a partir de mel, água e levedura, podendo ser aditivado com ervas, especiarias e frutas durante

ou após a fermentação, o que resulta em uma ampla variedade de produtos possíveis (BERRY, 2007).

O hidromel é obtido pela ação das leveduras do gênero *Saccharomyces* na fermentação do mosto constituído de mel diluído em água e enriquecido com sais minerais (CRANE et al, 1983; FITE et al., 1991; AQUARONE et al., 2001 NAVRÁTIL et al., 2001).

Já para a legislação Nacional (BRASIL, 1997) é dada a seguinte definição: hidromel é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a 20°C, obtida pela fermentação alcoólica de uma solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável. O hidromel também pode ser classificado em seco, licoroso, doce e espumoso, segundo sua tecnologia de fabricação.

A fermentação do mosto depende especialmente da variedade do mel, da espécie de levedura, dos nutrientes disponíveis e do pH do meio (NAVRÁTIL et al., 2001). Os fermentos usados para se fazer hidromel são os mesmos utilizados na panificação (TECPAR, 2006).

O hidromel pode ser produzido nas diferentes regiões do Brasil de maneira artesanal sem a necessidade de equipamentos sofisticados, quando comparados com os atualmente utilizados na produção de vinhos de uva, e informações sobre os mesmos podem ser encontradas no trabalho de (MATTIETTO et al. 2006).

Existem poucos estudos disponíveis sobre hidromel em alguns países produtores, como a Polónia, uma das razões para a diminuição da sua produção está relacionada com a falta de avanço científico nesta área. Alguns problemas descritos por (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007) estão relacionados com a fermentação do mosto e a maturação do hidromel, que pode ir de alguns meses até anos, o que faz com que seja economicamente inviável.

Existem Experimentos que visam à otimização dos bioprocessos fermentativos do hidromel são desafiadores e de sigilo absoluto, pois se trata de soluções tecnológicas para maximizar as variáveis importantes do processo, tais como o rendimento e concentração do inóculo, minimizando os custos operacionais e evitando problemas como a falta de uniformidade dos produtos finais para manter a apicultura como uma indústria viável (PEREIRA et al., 2013).

3.7.1. ESPECIFICIDADE DO HIDROMEL

Os mostos de hidromel são caracterizados pelo pH baixo e por uma combinação de ácidos que têm origem no mel, os quais podem influenciar a taxa de fermentação. A taxa de fermentação do hidromel depende, sobretudo, da variedade do mel, da estirpe de levedura, da composição do meio de cultura e do pH extracelular (NAVRÁTIL *et al.*, 2001). Devido ao elevado conteúdo em açúcares, o processo fermentativo é bastante lento e necessita que o pH, a temperatura, a estirpe de levedura e os fatores de crescimento sejam os mais adequados. A identificação e eliminação dos fatores que diminuem a atividade celular podem tornar o processo de produção mais rápido, e assim reduzir os custos (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007).

O tempo necessário para a fermentação e maturação varia desde vários meses a alguns anos, podendo ser classificado como seco, licoroso, doce e espumoso, de acordo com sua tecnologia de fabricação. É interessante manter um pH baixo durante a fermentação, bem como manter o controle das necessidades nutricionais da levedura no processo fermentativo (ROLDAN *et al.*, 2011).

Os atrasos e amuos nas fermentações, bem como a produção de *flavours* indesejados, são alguns dos problemas encontrados na produção de hidromel, normalmente associados com a incapacidade de resposta das leveduras para se adaptar às condições de *stress* desfavoráveis ao seu crescimento (ATTFIELD, 1997; BISSON, 1999).

3.7.2. MERCADO DO HIDROMEL

Atualmente, o mercado global de vinhos encontra-se em expansão, com estimativa de aumento no consumo de 10% entre os anos 2005 e 2010, representando volumes de venda de US\$ 28 bilhões (BERRY, 2007).

Devido ao seu sabor e aroma característicos e a sua longa história de produção em nível mundial, existe atualmente nichos de comercialização de hidromel constituídos por consumidores exigentes por bebidas e alimentos de origem orgânica, o que estimula ainda mais esse mercado (BERRY, 2007).

O valor de mercado para 750 ml de hidromel oscila entre US\$ 10.9 e US\$ 20; para produtos considerados *Premium*, esse valor pode alcançar os US\$ 70 (BERRY, 2007).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bioquímica, Laboratório de produtos hortícolas e Laboratório de Produtos de origem Animal da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba.

4.2. Caracterização da matéria-prima

O mel foi caracterizado quanto à acidez total titulável, pH, açúcares redutores totais, sólidos solúveis totais, teor de cinzas e teor de umidade. A acidez total titulável (ATT), por titulação com NaOH 0,1N, e os resultados foram expressos em miliequivalente por litro (meq/L) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O pH, foi determinado por potenciômetro, calibrado periodicamente com soluções tampão de pH 4 e 7 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). E os açúcares totais expressos em percentual de glicose onde foram determinadas pela reação de antrona (IAL, 2005). Os sólidos solúveis totais ou °Brix foi determinado com refratômetro analógico de Abbe, previamente calibrado com água destilada. Teor de cinzas e umidade foram determinados por gravimetria conforme metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (2008).

4.3. Planejamento experimental

Visando avaliar os efeitos das variáveis independentes Concentração de levedura (g/L) e °Brix, sobre a variável dependente Teor alcoólico (g/L) utilizou-se um planejamento experimental 2^2 composto por 3 pontos centrais, objetivando identificar o quanto um modelo de 1ª ordem (Equação 1) representa o comportamento dos dados experimentais obtidos.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3 + \varepsilon \quad \text{Equação 1}$$

Em que β_n são as constantes do modelo, x_n os valores das variáveis independentes e y a variável dependente.

Na Tabela 1 encontram-se, respectivamente, os níveis reais e codificados das variáveis de entrada estudados na fermentação alcoólica do mel de abelha. Os níveis reais foram estabelecidos mediante pesquisa na literatura especializada.

Tabela 1 – Níveis reais e codificados das variáveis de entrada empregados na fermentação alcoólica do mel de abelha

Variáveis de entrada	Níveis		
	-1	0	+1
°Brix	14	18	22
Concentração de levedura (g/L)	10	15	20

Para a análise dos resultados obtidos utilizou-se o programa computacional Statistica v.5.0 (STATSOFT, 1997). A partir da análise no programa computacional, foi possível obter o gráfico de Pareto, o modelo matemático para a representação dos dados experimentais, validar o modelo matemático por meio da análise de variância (ANOVA) e pelo gráfico de valores previstos versus valores observados, e gerar os gráficos de superfície de resposta e curvas de nível.

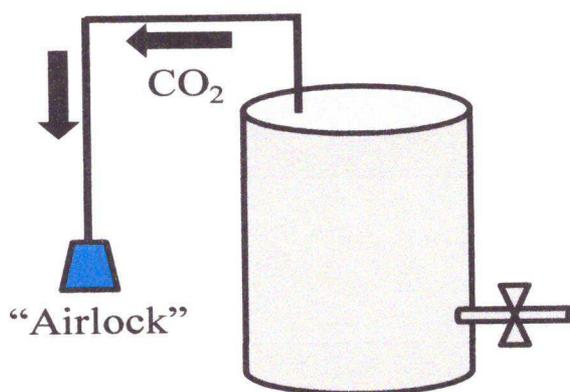
O gráfico de Pareto foi utilizado para avaliar os efeitos das variáveis sobre as respostas em estudo. A ANOVA dos modelos gerados valida se o mesmo representa e prediz com precisão o processo. Os gráficos de superfície de resposta e curvas de nível representam graficamente o modelo matemático obtido e indicam o perfil das variáveis independentes sobre as respostas em estudo. O modelo matemático ainda foi avaliado quanto a significância

de sua regressão ao nível de 95% de confiança, ao coeficiente de determinação (R^2) e falta de ajuste (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

4.4. Processo fermentativo do mel de abelha

A fermentação do mel de abelha foi conduzida em reatores de bancada compostos de polipropileno transparente e capacidade máxima de 7,5 litros (Figura 1). Para cada experimento o mel de abelha foi diluído em água potável da rede pública do município de Pombal, duplamente filtrada em filtro de carvão ativado tipo CIII. O volume de mosto empregado para cada experimento foi de 3 litros, aos quais foram retirado alíquotas de 80 mL em potes esterilizados a cada 2 horas afim de acompanhamento do processo fermentativo. As alíquotas coletadas foram congeladas para posterior caracterização físico-química. O tempo de fermentação foi de 16 horas.

Figura 1 - Croqui do reator e reatores utilizados na fermentação alcoólica do mel de abelha





Fonte: Autora

4.5. Caracterizações físicas e físico-químicas do fermentado

Para fins de controle de processo foram analisados os sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez total titulável (%), crescimento celular (g/L) e teor alcoólico (g/L) do processo.

A acidez total titulável foi determinada utilizando-se o método de acidez total titulável de acordo com (IAL 2008). O teor de sólidos solúveis foi determinado pelo refratômetro analógico. O pH, determinado por potenciômetro, calibrado periodicamente com soluções tampão de pH 4 e 7 (IAL, 2008).

A concentração celular (biomassa) foi determinada adotando-se o método de massa seca descrito por Florentino (2006), que consiste em separar as células do meio, secá-las e pesá-las. A princípio, os tubos de eppendoff, com a capacidade de 1,5 mL cada, foram preenchidos com o fermentado, e em seguida centrifugado por 10 minutos a 3000 rpm.

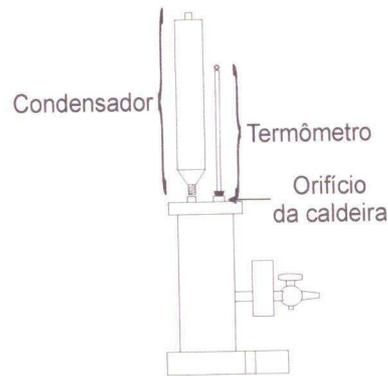
Em seguida foi realizado o processo de lavagem do material (repetido por duas vezes). Ao término das lavagens, o material foi levado para estufa a 105 °C por 24 h, e em seguida pesado. O cálculo para determinar a biomassa, foi feito por diferença entre a massa inicial (M1) e a massa final em gramas (M2), dividida pelo volume (V) da amostra utilizado (1,5 mL), multiplicado por 1000 para obter o valor em g L, conforme Equação 2.

$$\text{Concetração de biomassa (g/L)} = \frac{M1 - M2}{V} \times 1000 \quad \text{Eq. 2}$$

A determinação do teor alcoólico (mL de etanol/100mL da amostra) no mosto fermentado foi realizada por ebulliometria, método este que se baseia nas propriedades

coligativas do mosto. O procedimento consiste na transferência de 30 mL da amostra para a caldeira do ebuliômetro previamente calibrado com água destilada. A calibração com água destilada permite identificar a temperatura em que a água ferve sem a presença de etanol. Com o auxílio de uma régua de calibração é possível identificar o teor alcoólico do mosto fermentado. O aquecimento da caldeira é conduzido até que a temperatura se estabilize, cerca de 10 minutos Figura 2.

Figura 2 - Ebuliômetro utilizado nos experimentos



Fonte: Autora

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização do mel

Na Tabela 2 encontram-se os resultados de acidez, pH, açúcares totais, teor de cinzas e umidade, do mel de abelha utilizado na fermentação alcoólica.

Tabela 2 - Caracterização do mel de abelha utilizado na fermentação alcoólica

Parâmetros	Resultados	Desvio
Acidez livre (meq/kg)	58,9	0,5
Ph	4,8	0,25
Açúcares totais (g/100g)	80,3	0,89
Sólidos solúveis totais ou ° Brix	82,0	0,00
Teor de cinzas (%)	0,52	0,04
Teor de umidade (%)	21,7	0,78

No tocante a acidez do mel de abelha verificou-se que o mesmo não se encontra na faixa de valores estabelecida pela legislação brasileira (BRASIL 2000) a qual determina um valor máximo de 50 meq/kg para a acidez livre. Segundo Almeida Filho e colaboradores (2011) a acidez do mel pode ser ocasionada pela variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar coletadas pelas abelhas melíferas que, pela ação da glicose-oxidase, a qual decompõe a glicose em ácido glucônico e a ação de bactérias a maturação.

Não há indicação dos valores de pH na legislação brasileira, porém essa medida é considerada importante por ser uma variável auxiliar na avaliação de qualidade, podendo indicar processos fermentativos ou adulterações no produto, indicando o estado de conservação do mel (WELKE et al, 2008). O valor de pH da amostra foi de 4,8 e quando comparada com o limite estabelecido para alimentos ácidos é um pH próximo de 4,5, porém para o mel, o mais recomendável é um pH inferior a 4 (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007), porém segundo a literatura o pH do mel de abelha pode variar de 3,3 a 4,6 (LEAL; SILVA; JESUS, 2001). Sendo o resultado obtido no presente estudo encontra-se acima deste valor o que pode ser resultante de degradação do produto ou beneficiamento inadequado.

Quanto ao teor de cinzas, a legislação brasileira estabelece o limite máximo de cinzas a 0,6% (BRASIL, 2000), e de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, verificou-

se que o teor de cinzas no presente estudo encontra-se em conformidade com a legislação brasileira. Um baixo valor no teor de cinzas indica que o mel de abelha possui pequena quantidade de resíduo sólidos contaminante e que foi beneficiado e manipulado de maneira higiênica. O teor de cinzas indica a quantidade de minerais encontrados no mel, determinando sua coloração, pois quanto mais claro, menor a quantidade de matéria mineral. Influenciado por sua origem botânica, valores de cinzas muito altos ou baixos indicam que o mel sofreu alguma adulteração (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Os resultados encontrados por Moret (2002) variaram entre 0,01 a 0,3%, confirmando os resultados encontrados nesta pesquisa. Em estudo com 10 amostras provenientes do estado da Paraíba, o teor de cinzas variou entre 0,01 e 0,03 (RODRIGUES et al, 2005).

Referente aos açúcares totais o valor obtido no presente estudo foi de 80,3 g/100g, entretanto a legislação brasileira não define valores quanto a este parâmetro.

O teor de umidade obtido para o mel de abelha em estudo foi de 21,7%, valor este acima do determinado pela legislação brasileira, a qual estabelece limite máximo de 20% de umidade (BRASIL, 2000). Análises de umidade em méis da Paraíba variaram entre 17,59 a 20,3% (RODRIGUES et al, 2005). As condições climáticas no dia da colheita e extração do mel influenciam seu conteúdo de água, já que é um produto higroscópico, ou seja, absorve água (SILVA et al, 2004). Segundo Almeida Filho e colaboradores (2011) o teor de umidade além de ser um parâmetro de referência ao tempo de prateleira do mel de abelha este indica se o produto susceptível à fermentação ou crescimento microbiano.

O valor médio dos sólidos solúveis totais foi de 82 e este resultado quando comparado com os resultados de Silva et al (2004), encontraram valores de grau Brix que variaram entre 76,07 a 80,80 °Brix, analisando méis de *Apis*, originários do estado do Piauí. O valor médio encontrado por Silva et al (2009), foi de 83,28° Brix. Então os valores encontrado nesse estudo se encontra superior quando comparado com silva et al (2004).

5.2. Planejamento experimental

Na Tabela 3 encontram-se apresentados a matriz do planejamento experimental 2^2 com 3 pontos centrais, tendo como variáveis independentes o °Brix e a Concentração de levedura e variável dependente o Teor alcoólico.

Tabela 3 – Resultados da Matriz do planejamento 2^2 das variáveis independentes e a variável resposta referentes à fermentação alcoólica do mel de abelha

Experimentos	°Brix	Conc. Levedura (g/L)	Teor alcoólico (g/L)
1	14	10	58,46
2	14	20	35,55
3	22	10	46,61
4	22	20	58,46
5	18	15	46,61
6	18	15	46,51
7	18	15	46,71

A análise destes resultados permitiu avaliar os efeitos das variáveis independentes sobre a variável dependente, por meio de análise estatística, com intervalo de confiança de 95%. Além disso, verificou-se que se o fermentado alcoólico de mel de abelha for direcionado para a formulação de hidromel o teor alcoólico obtido para todos os experimentos encontram-se na faixa de valores exigida pela legislação regida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009), a qual determina que o hidromel deve conter teor alcoólico entre 31,6 e 110,6 g/L.

Os resultados obtidos para os experimentos quanto ao teor alcoólico, quando confrontados com outros resultados obtidos na literatura especializada, observou-se que a concentração do teor alcoólico registrada no presente estudo apresenta valores notórios, visto que estes encontram-se próximos aos observados em literatura.

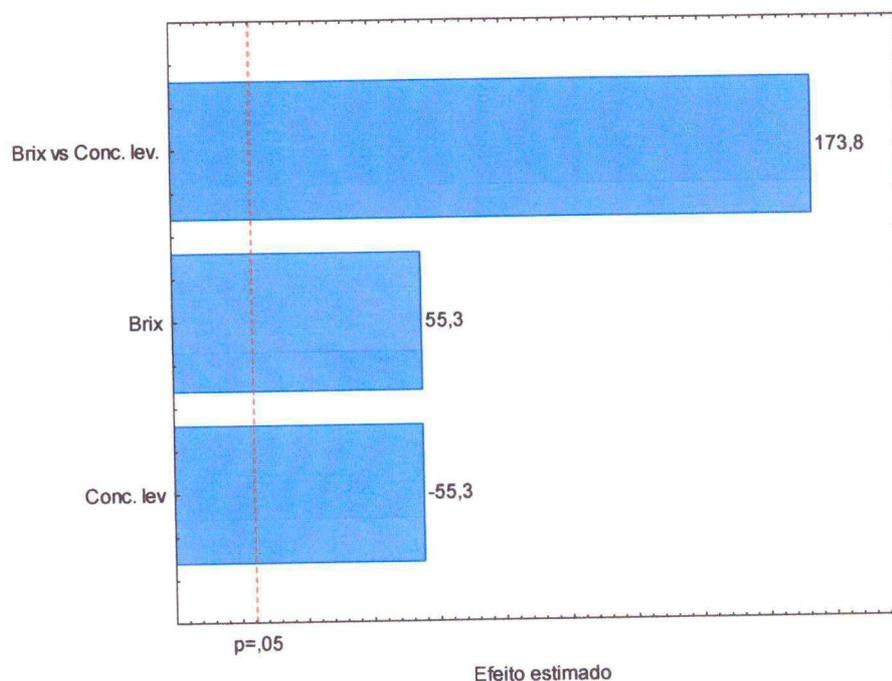
Pereira e colaboradores (2013) ao estudarem a otimização da fermentação alcoólica do mel de abelha obtenção de hidromel, obteve teor alcoólico de 76,6 a 81,4 g/L. Ilha e colaboradores (2008) ao produzirem hidromel a partir de mel de abelha, em condições otimizadas, registrou teor alcoólico entre 62,9 e 63,4 g/L.

O valor máximo de teor alcoólico, obtido neste estudo, foi de 58,46 g/L o que em comparação com o resultado de Pereira e seus colaboradores (2013) pode ser considerado bom, visto que a levedura utilizada para a produção de hidromel era de panificação e a adição dos nutrientes necessários para o desenvolvimento celular não foi efetuada. Quando

comparado com os resultados de Ilha e colaboradores (2008) ficaram próximos indicando que se a fermentação for executada em condições adequadas elevados teores de álcool podem ser obtidos.

Na Figura 3 encontram-se apresentado o gráfico de Pareto, referente ao teor alcoólico obtido a partir da análise estatística dos resultados experimentais resultantes da fermentação alcoólica do mel de abelha.

Figura 3 - Diagrama de Pareto para os efeitos das variáveis independentes sobre o teor alcoólico, referente à fermentação alcoólica do mel de abelha



Fonte: Autora

A análise destes resultados revelou que as variáveis °brix e concentração de levedura, bem como suas interações foram estatisticamente significativas para o processo fermentativo com 95% de confiança. Além disso, observou-se que a interação °Brix versus concentração de levedura foi a variável de maior influência no processo fermentativo, seguido da variável °brix e concentração de levedura.

No tocante a interação das variáveis °brix versus concentração de levedura, observou-se que a variação simultânea destas variáveis tem efeito positivo, ou seja, resulta na elevação do teor alcoólico da fermentação. Por outro lado, o °brix e a concentração de levedura apresentaram efeitos positivos e negativos, respectivamente. O efeito positivo observado para

o °brix indica que ao se elevar esta variável de 14 para 22 °brix haverá um aumento na concentração do teor alcoólico. Contrariamente, ao se elevar a concentração de leveduras de 10 para 20 g/L, observou-se uma redução no teor alcoólico do fermentado.

A redução na concentração do teor alcoólico do fermentado, ao se elevar a concentração de levedura, pode está relacionado ao crescimento celular, isto é, estando a levedura em grande quantidade esta necessitará de nutrientes para o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, consumirá os substratos que poderiam resultar em álcool etílico como produto.

Com base nos resultados da análise dos efeitos das variáveis independentes sobre o teor alcoólico, realizou-se a análise de regressão para a obtenção de um modelo matemático que represente o comportamento dos resultados experimentais obtidos. No modelo obtido foram consideradas apenas as variáveis que apresentaram efeito estatístico significativo com no mínimo 95% de confiança.

Assim o modelo obtido pela análise de regressão e que relacionam o teor alcoólico com as variáveis independentes encontram-se descritos na Equação 3.

$$\text{Teor alcoólico (g/L)} = 48,416 + 2,765 \times \text{Brix} - 2,765 \times \text{Conc. lev.} + 8,69 \times \text{Brix} \times \text{Conc. lev.} \quad \text{Eq. 3}$$

Visando avaliar a adequação do modelo aos resultados experimentais obtidos realizou-se uma análise de variância (ANOVA), a qual se encontra na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise de variância simplificada para a fermentação alcoólica do mel de abelha

	SQ	GL	Fcal	Ftab	Fcal/Ftab	R²	ERM
Regressão	363,226	3	21,194	9,280	2,284	95,5	3,28%
Resíduo	17,138	3					
Falta de ajuste	17,118	1	1711,817				
Erro puro	0,020	2					
Total	380,364	6					

ERM - Erro relativo médio

Com base nos resultados apresentados verificou-se que o modelo obtido é estatisticamente significativo, apresenta erro relativo médio inferior a 5% e que 95,5% da variação do modelo é explicado pelo modelo. Ainda, tem-se que a falta de ajuste não foi significativo do ponto de vista estatístico, validando ainda mais o modelo.

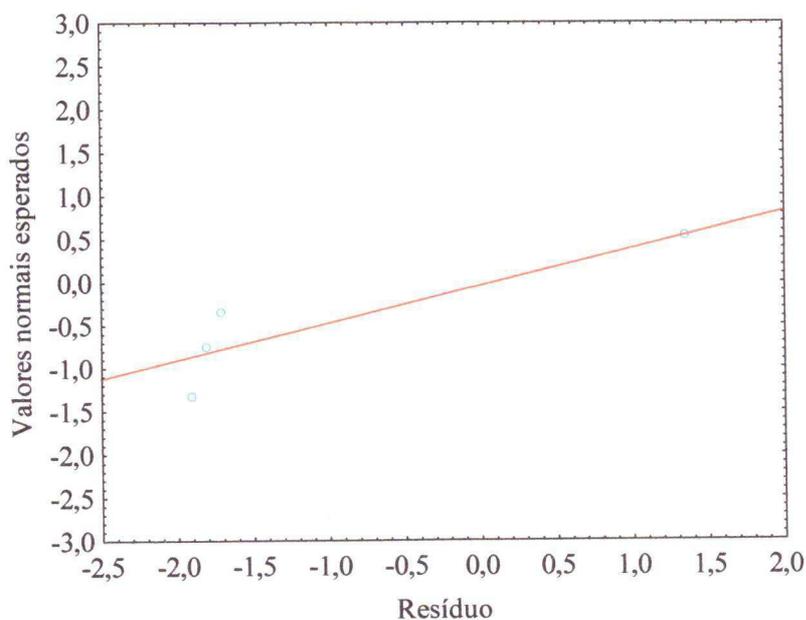
Entretanto, Barros Neto *et al.* (2001) afirmam que uma regressão, mesmo estatisticamente significativa conforme teste F, pode não ser útil para realizar previsões de

dados experimentais, por cobrir uma faixa de variação pequena dos fatores estudados. Então foi sugerido por Box *et al.* (1978) que para que uma regressão seja preditiva e estatisticamente significativa, o valor de F_{cal} deve ser superior, no mínimo, ao valor de F_{tab} , cerca de 4 a 5 vezes. No estudo em questão foi obtido uma razão F_{cal}/F_{tab} de 2,28, sugerindo assim que o modelo obtido é apenas significativo.

Contudo, o sugerido pelos autores supracitados não se encontra de acordo com os resultados obtidos neste estudo. Mesmo assim pode-se afirmar que o modelo obtido permite uma predição do comportamento dos dados experimentais.

Na Figura 4 encontra-se apresentado a probabilidade normal dos resíduos obtidos nos experimentos de fermentação alcoólica de mel abelha. Segundo Calado e Montgomery (2003) a probabilidade normal dos resíduos permite identificar se o erro experimental apresenta uma normalidade.

Figura 4 - Probabilidade normal dos resíduos obtidos nos experimentos.



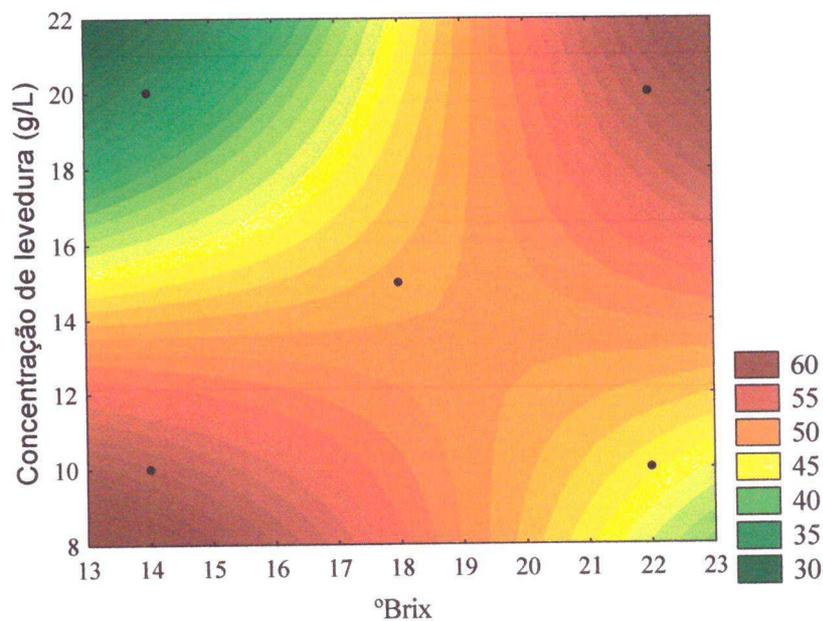
Fonte: Autora.

Segundo Calado e Montgomery quanto mais próximos os pontos experimentais estiverem da linha contínua, mais válida será a suposição de normalidade dos resíduos. Além disso, se os erros estiverem distribuídos normalmente, cerca de 95% dos resíduos padronizados cairão no intervalo de -2 a +2 para os valores normais esperados. Diante destas

afirmações pode-se dizer que os dados experimentais obtidos são válidos por apresentarem resíduos que seguem uma distribuição normal.

Com o modelo validado, foi possível gerar as curvas de níveis para a variável dependente teor alcoólico, apresentada na Figura 5. Em análise aos resultados contido nas curvas de níveis verificou-se que os maiores teores alcoólico serão obtidos para uma faixa de °brix de 14 a 15 com concentração de levedura entre 10 e 12 g/L. Ainda tem-se que os maiores teores alcoólicos serão obtidos para uma faixa de °brix 21 e 22 com concentração de levedura entre 18 e 20 g/L.

Figura 5 – Curvas de nível obtidas para o teor alcoólico na fermentação alcoólica do mel de abelha

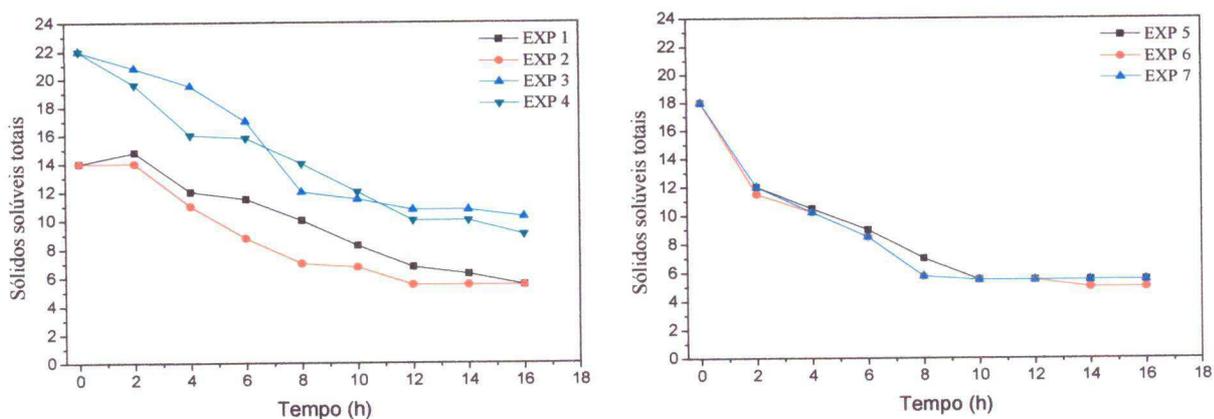


Fonte: Autora

5.3. Processo cinético fermentativo

Na Figura 6 encontram-se apresentados a variação dos sólidos solúveis totais para os 7 experimentos executados ao longo de 16 horas, tempo este selecionado para a análise dos dados no planejamento experimental do processo fermentativo. A análise destas figuras permitiu acompanhar as curvas de decaimento dos sólidos solúveis em função do tempo do processo fermentativo do mel de abelha.

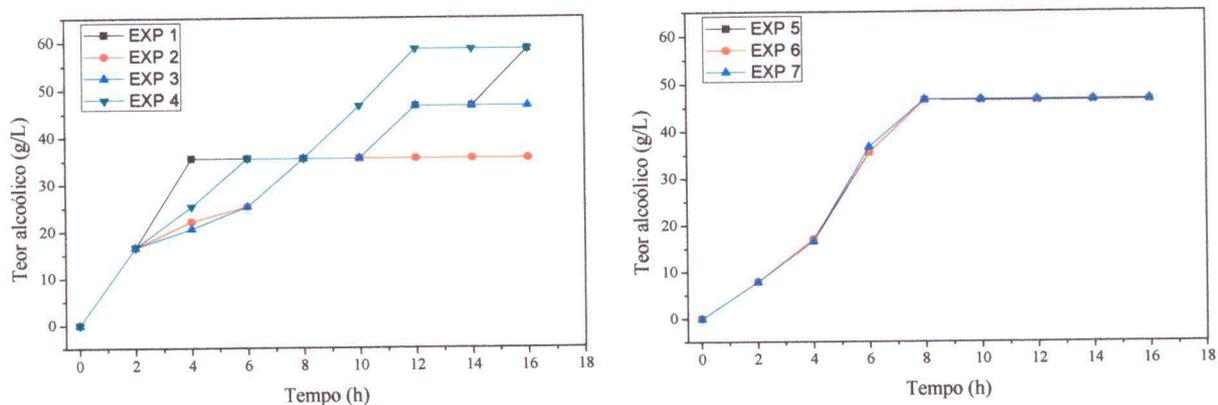
Figura 6 - Perfil da variação dos sólidos solúveis totais (°Brix) na fermentação alcoólica do mel de abelha



Em análise a estes resultados verificou-se que a exceção do experimento 1 e 4, os demais experimentos alcançaram o equilíbrio por volta de 16 horas, ou seja, não foi constatado nenhum consumo de açúcar após este tempo. Um fator determinante para um curto período de fermentação se deve a composição de carboidratos do mel, que na maioria dos casos, é composto pelos carboidratos glicose e frutose, principalmente. Estes carboidratos por sua vez são metabolizados mais rapidamente pela levedura durante o processo de fermentação alcoólica.

Na Figura 7 encontram-se apresentados as curvas de produção de etanol representados pelo teor alcoólico (g/L) para os sete experimentos executados. Como pode ser observado, o experimento 4 foi o que resultou no maior teor alcoólico o que pode ser explicado pela elevada concentração de levedura e de sólidos solúveis totais, isto é, uma grande quantidade de substrato encontrava-se disponível para as leveduras.

Figura 7 - Perfil da variação do teor alcoólico na fermentação alcoólica do mel de abelha



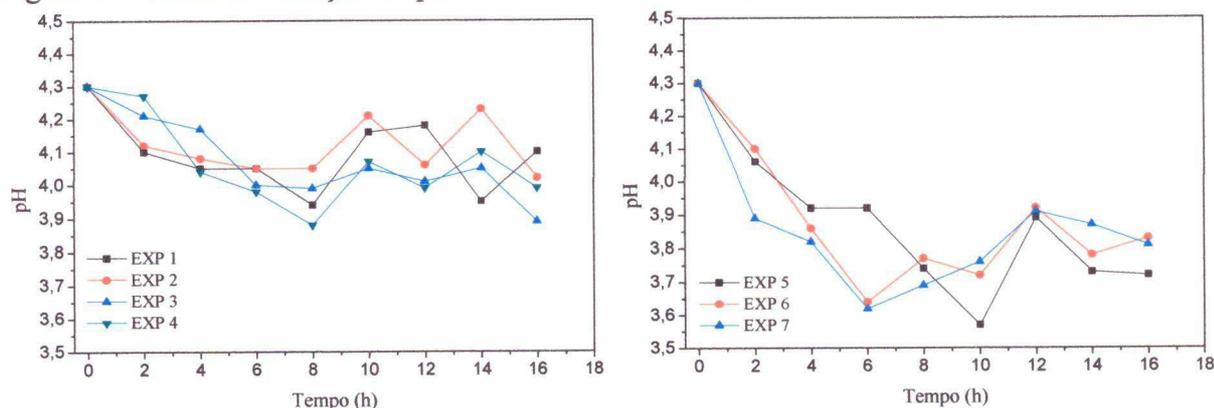
Observou-se ainda que houve um aumento dos perfis do teor alcoólico para todos os experimentos. a partir do tempo de 2 horas, sendo o tempo 16 horas escolhido para a análise estatística dos experimentos, visto que a grande parte dos experimentos entrou em equilíbrio neste tempo. Contudo, o aumento mais acentuado na produção de etanol foi observado para os experimentos 1, 2, 3 e 4.

Resultados semelhantes foram observados por Lopes et al. (2005) ao produzirem fermentado alcoólico do fruto da palma forrageira com levedura de panificação e por Almeida et al. (2009), ao produzir fermentado alcoólico do fruto do mandacaru. Neste estudos os autores observaram acentuado aumento no teor alcoólico após duas horas de fermentação e, também, constataram maior teor alcoólico para experimentos com 21°Brix e concentração de levedura de 20 g/L.

Além disso, verificou-se que os valores do teor alcoólico para todos experimentos, caso o produto seja direcionado para a produção de hidromel encontram-se dentro da faixa de valores delineada pela legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009) a qual determina teor alcoólico de 4 a 14 °GL ou 31,6 a 110,6 g/L.

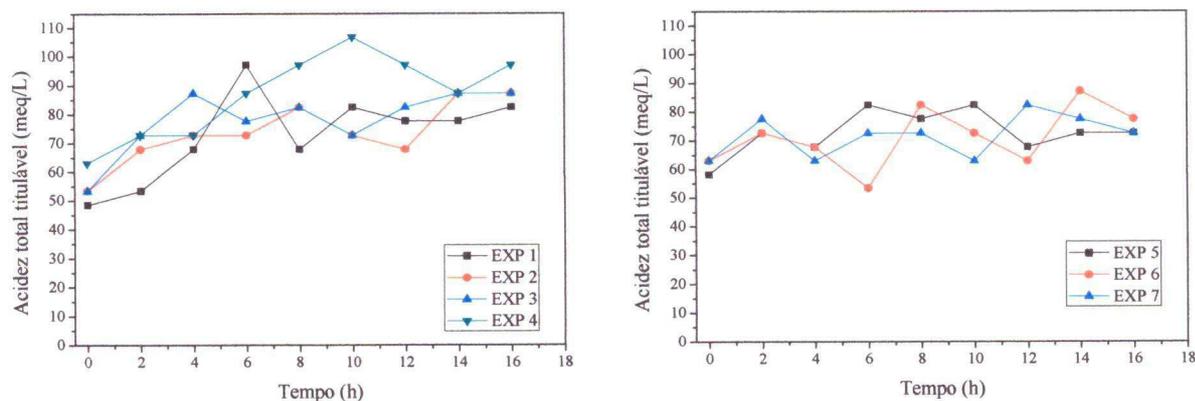
Na Figura 8 encontram-se apresentados os perfis acidez representados pelo potencial hidrogeniônico dos sete experimentos realizados. Como pode ser observado, houve uma pequena redução no valor deste parâmetro, para os experimentos 1, 2, 3 e 4, indicando que o fermentado alcoólico acidificou.

Figura 8 - Perfil da variação do pH do mosto na fermentação alcoólica do mel de abelha



Na Figura 9 - Os resultados referentes a acidez total titulável dos experimentos de fermentação alcoólica de mel de abelha encontram-se apresentados. Estes resultados, juntamente com os resultados de pH confirmam a tendência do parâmetro da acidez total titulável em se elevar ao longo do processo fermentativo.

Figura 9 - Curvas de acidez total titulável do mosto na fermentação alcoólica do mel de abelha.

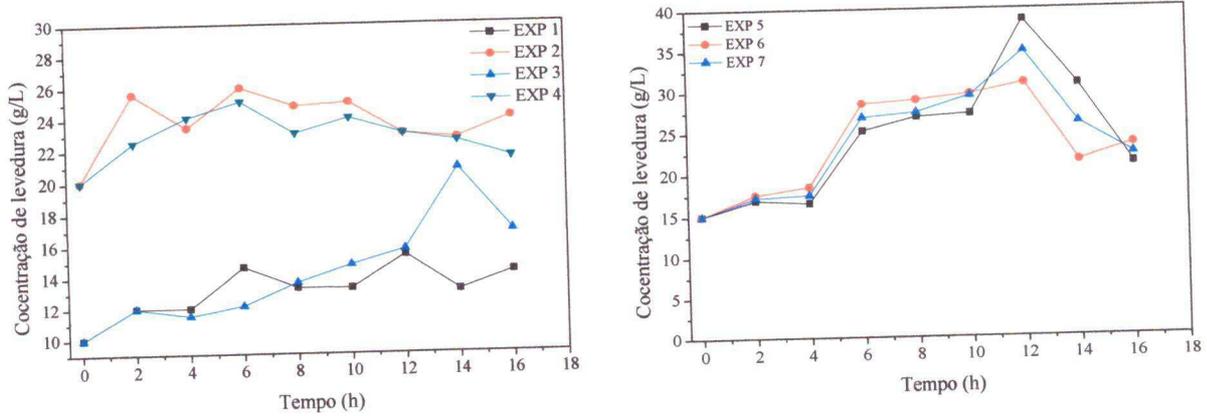


O aumento na acidez total titulável e a redução no pH do fermentado alcoólico de mel de abelha pode está correlacionado a dissolução do gás CO₂ produzido durante a fermentação, visto que os reatores utilizados nas fermentação eram hermeticamente fechados, impedindo a entrada de oxigênio ambiente na parte interna dos reatores. Além disso, o aumento da acidez total titulável também está relacionado com o metabolismo da levedura, a qual pode produzir ácidos, como o láctico ou succínico durante a fermentação (BORZANI; BORALLE, 1983)

Outro ponto importante a ser enfatizado é que se o fermentado alcoólico do mel de abelha for direcionado para a produção de hidromel, o valor da acidez total titulável para todos os experimentos, encontram-se dentro da faixa de valores definida pela legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2008), o qual delimita de 50 a 130 meq/L para o hidromel.

Na Figura 10 - encontram-se apresentados os perfis de crescimento celular ao longo da fermentação alcoólica do mel de abelha para os experimentos executados. A análise destes resultados permite identificar parcialmente as fases do crescimento celular da levedura durante a fermentação.

Figura 10 - Curvas de crescimento celular durante a fermentação alcoólica do mel de abelha.



Observa-se um aumento da concentração microbiana durante o processo fermentativo, o qual converte o substrato em produto. Embora o objetivo da fermentação não seja o crescimento microbiano, no transcorrer do processo a velocidade de consumo do substrato diminui gradativamente, devido ao consumo dos nutrientes no mosto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da execução do trabalho conclui-se que baixas concentrações de levedura e sólidos solúveis totais podem ser utilizados na obtenção de elevados teores de etanol permitindo que o fermentado produzido seja utilizado na produção de hidromel, fermentado acético e aguardente de mel de abelha.

Méis de abelha com seus parâmetros de identidade e qualidade fora da legislação podem, inicialmente, ser utilizados na fermentação alcoólica.

No caso desse estudo verificou-se que todos experimentos alcançaram o equilíbrio por volta de 16 horas, exceto o experimento 1 e 4 . Não foi constatado nenhum consumo de açúcar após este tempo.

Em relação ao desenvolvimento das células, com a adição de levedura de panificação ao mosto de mel não houve desenvolvimento celular. Até por que as adições de nutrientes necessários não foram feitas. Mesmo assim os valores de teor alcoólico ficaram próximos dos valores existentes na legislação. A interação das variáveis °brix versus concentração de levedura, a variação simultânea destas duas variáveis contribui na elevação do teor alcoólico da fermentação.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO , J. P.; MACHADO, A.V.; ALVES, F. M. S.; QUEIROGA, K. H.; Cândido, A. F. M. **Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal – PB, Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.3, p.83, 2011

ALMEIDA, M.M.; CONRADO, L. de S.; SILVA, F.L.H. da FREIRE, R.M.M.; VALENÇA, A.R.; **Caracterização de frutos do mandacaru provenientes de duas cidades paraibanas. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, p.15-20, 2009.

ANACLETO, Daniela de Almeida. **Recursos alimentares, desenvolvimento da colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponídeos, do município de Piracicaba**, Estado de São Paulo. 2007. 133f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotechnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 523p.

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

ATTFIELD, P.V., 1997. **Stress tolerance: the key to effective strains of industrial baker’s yeast**.

AZEREDO, L.C., AZEREDO, M.A.A., SOUZA, S.R., DUTRA, V.M.L. **Protein contents and physicochemical properties in honey samples of Apis mellifera of different floral origins. Food Chemistry**, v. 80, n.2, p. 249- 254, 2003.

BARRE, P. et al. La levadura de fermentación alcohólica. In: FLANZY, C. **Enología: fundamentos científicos e tecnológicos**. Madrid: Mundi-Prensa e AMV, 2000, p. 274-315.

BARROS, H. D.; BATISTA, E. **Avaliação físico-química e microbiológica de diferentes marcas de mel.** Higiene Alimentar, v. 22, n. 166/167, p. 76-79, 2008. Disponível em: http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppgan/arquivos/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Fina%20MSc_%20Rosana%20Martins%20Carneiro%20Pires.pdf . acesso:06-04-2014.

BARROS NETO, B; SCARMÍNIO, I. S; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos.** 3 ed., Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2001. 300p.

BASSO, L. C. Fisiologia e ecologia microbiana. **I Workshop Tecnológico sobre Produção de Etanol.** Projeto Programa de pesquisa em Políticas Públicas, ESALQ/ USP, 2004.

BASSO, I. c. 1991. In ALVES, D. M. G. **Fatores que afetam a formação de ácidos orgânicos bem como outros parâmetros da fermentação alcoólica** (Tese Doutorado) ESALQ Piracicaba, 1994, 199 p.

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

BERTELLO, J. P. **Hidromiel: De la miel, el vino.** Maio, 2001.

BERTONCELJ, J., DOBERŠEK, U., JAMNIK, M., GOLOB, T., 2007. **Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey.** Food Chemistry, 105, 822-828. DISPONIVEL EM: <http://www.meaderylab.com/ARCHIVE/P-00110-PT.pdf>. ACESSO : 15-05-2014.

BISSON, L.F., 1999. **Stuck and sluggish fermentations.** American Journal of Enology and Viticulture, 50, 107–119.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: a short history of honey. Bee Product Science, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BOGDANOV, S. **The Book of Honey: physical properties of honey.** Bee Product Science, chapter 4, January, 2010. Disponível em: <<http://www.bee-766hexagon.net/files/file/fileE/Honey/4PhysicalPropertiesHoney.pdf>>. Acesso em 28 de março

de 2011.

BORZANI, W.; BORALLE, S. B. **Correction of results obtained in laboratory-scale studies of batch fermentation kinetics.** *Biotechnology and Bioengineering*, v.25, p.3201-3206, 1983.

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experiments: an introduction to design, data analysis and model building**, New York:Wiley e Sons Inc, 1978, 653p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Portaria no 368, de 4 de set. de 1997

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel.**

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Decreto nº 2314, de 04 de setembro de 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de flores e mel.** Ministério da Agricultura e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura: Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (Coordenadores). Brasília: IICA MAPA/SPA, 140 p., 2007.

CALADO, V. MONTGOMERY, D. C. **Planejamento de experimentos usando o Statistica.** Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2003, 260p.

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.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 1, p. 1-5, 2003.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLI, D.S. **Analyse pollinique, propriétes physico chimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées Apis mellifera et de Méliponinés du Brésil.** *Apidologie*, v.22, n.1, p.61-73, 1991.

COSTA, C. P. M.; FREITAS, F. R. D. **A produção do mel de abelha (Apis melífera) no**

Município de Jardim: um estudo de caso. Cadernos de Cultura e Ciência, v. 1, n. 1, p. 56-76, 2009.

CRANE, E. **O livro do mel.** São Paulo: Nobel, 1983. Disponível em: http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppgan/arquivos/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20MSc_%20Rosana%20Martins%20Carneiro%20Pires.pdf. acesso:06-04-2014.

FAO. **Food and Agriculture Organization. Tropical and sub-tropical apiculture.** Roma: 1986. 283p. (FAO Agricultural Services Bulletin, 68).

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. **Microbiological and chemical characterizations of honey from central Argentina.** Food Chemistry, v. 100, p. 1649-1653, 2007.

FITE, A.; TADESSE, A.; URGA, K.; SEYOUM, E. **Methanol, fusel oil and ethanol contents of some Ethiopian traditional alcoholic beverages.** Ethiopian Journal of Science, v.14, p.19-27, 1991.

FLORENTINO, E. R. **Aproveitamento do soro de queijo de coagulação enzimática.** 2006. 138f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química, Natal.
Disponível: <http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/95820381.pdf>

HOSNY, L. M.; EL-GHANI, S. A.; NADIR, A. S. **Nutrient composition and microbiological quality of three unifloral with emphasis on processing of honey probiotic yoghurt.** Global Veterinária, v. 3, n. 2, p. 107-112, 2009.

IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de Alimentos.** 3ª ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2005. v. 1.

IAL. Normas Analíticas Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ILHA, Eunice Cassanego; BERTOLI, Fabiano Cleber; REIS, Vanderlei Doniseti Acastio; SANT'ANNA Ernani. **Rendimento e Eficiência da Fermentação Alcoólica na Produção de Hidromel.** 2008.

Disponível: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP84.pdf>. Acesso: 06-04-2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal 2006**. Rio de Janeiro, v. 34, p. 1-62, 2006.

Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2006/ppm2006.pdf>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção da Pecuária Municipal 2009**. Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-55, 2009.

Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009/ppm2009.pdf>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2010.

INTERNATIONAL TRADE FORUM. Upswing in the honey market. International Trade Forum, Geneva, v. 13, n. 3, p. 21-31, 1977. Resumo em Apicultural Abstracts, v. 30, n. 3, p. 214, 1979.

ISPERS, E. E.; KASSOF, A. L. **A segurança dos alimentos: uma preocupação crescente**. **Higiene Alimentar**, São Paulo, n. 44, p. 18-21, jul./ago., 1996.

LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. **Aspecto físico-químico do mel de abelhas comercializado no município de Salvador-Bahia**. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 14-18, 2001. Disponível em:
<<http://www3.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewFile/585/301>>. Acesso em: 06-04-2014.

LIMA, U.A. et al. **Processos fermentativos e enzimáticos**. (Serie Biotecnologia Industrial). Sao Paulo, Edgar Bluche LTDA, v.3 p. 1-39, 2001.

LIMA, U. A; BASSO, L. C; AMORIN, H. V. In LIMA, U. A (coord). **Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**. São Paulo. Edgard Blucher, 2001 p. 143. (Biotecnologia Industrial; v.3).

LOPES, R. de V.V.; ROCHA, A.S.; SILVA, F.L.H. da; GOUVEIA, J.P.G. de. **Aplicação do planejamento fatorial para otimização do estudo da produção de fermentado do fruto da palma forrageira.** *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.7, n.1, p.25-32,2005.

KOMATSU, Sônia S.; MARCHINI, Luís Carlos; MORET, Augusta C. de C. **Análises físicoquímicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera L.* 1758 (Hymenoptera, Apidae) no estado de São Paulo. 2.** Conteúdo de açúcares e de proteína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, n. 22, p. 143-146, maio/ago. 2002.

MAIA, A. B. R. A.; CAMPELO, E. A. P.; **Tecnologia da Cachaca de Alambique.** Editora SEBRAE/MG; SINDBEBIDAS: Belo Horizonte, 2006.

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

MATHEWS, K. A.; BINNINGTON, A. G. Wound Management using honey. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 24, n.1, p. 53-60, 2002

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de flores e mel.** Ministério da Agricultura e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura: Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (Coordenadores). Brasília: IICA MAPA/SPA, 140 p., 2007.

MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey 1. **The nature of the antibacterial activity.** *Bee World*, v. 73, p. 5-28, n 1992. Disponível em: www.ufpi.br/subsiteFiles/ppgan/arquivos/files/Dissertação%20Final%20MSc_%20Rosana%20Martins%20Carneiro%20Pires.pdf

MOREIRA, R. F. A; DE MARIA, C.A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, v.24, n. 4, p. 516-525, 2001.

NAVRÁTIL, M.; STURDÍK, E.; GEMEINER, P. Batch and continuous mead production with pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. *Biotechnology Letters*, v.23, p.977-982, 2001.

OLAITAN, P. B.; ADELEKE, O. E.; OLA, I. O. Honey a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African Health Sciences*, v. 7, n. 3, p. 159-165, 2007.

OTÍLIA, B.; MARGHITAS, L.; KRISZTINA, R. I.; MIHAELA, N.; DEZMIREAN, D. **Honeydew honey: correlations between chemical composition, antioxidant capacity and antibacterial effect.** *Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehnologii*, v. 41, n. 2, p. 271-277, 2008.

PASIN, L. E. V.; TERESO, M. J. A.; **Análise da infraestrutura existente em unidades de produção agrícola para processamento de mel na região do Vale do Paraíba – SP.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 2, p. 510-516, 2008.

PEREIRA, A. P. R. **Caracterização de mel com vista à produção de hidromel.** Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) – Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2008.

PEREIRA, A. P.; MENDES – FERREIRA, A. OLIVEIRA, J.M. ESTEVINHO, L. M.; MENDES – FAIA, A. High-cell-density Fermentation of *Saccharomices Cerevisae* for the Optimisation of mead production. *Food Microbiology*, v. 33, n 1 february 2013.

PEREIRA, Ana Paula Rodrigues, 2008. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança.

Disponível: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1103/1/Tese%20mestrado%20%20Ana%20Paula%20Pereira.pdf>. Acesso: 07-04-2014

PEREIRA, Fábila de Mello; LOPES, Maria Teresa do Rêgo. CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues. VILELA, Sérgio Luís de Oliveira 2003. Fábila de Mello Pereira. Bruno Souza. **Mel brasileiro conquista o mercado externo.** Disponível em: http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao10/inovacao_em_pauta_10_apicultura.pdf. Acesso: 05-04-2014

PETROV, V. Minerals and nutritive value of honey. *American Bee Journal*, v.112, n.2, p.54-56, 1972. DISPONÍVEL EM : <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BP84.pdf>

PIRES, ROSANA MARTINS CARNEIRO. **QUALIDADE DO MEL DE ABELHAS *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 PRODUZIDO NO PIAUÍ.** Teresina, 2011 Disponível em: http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppgan/arquivos/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Fina%20MSc_%20Rosana%20Martins%20Carneiro%20Pires.pdf. Acesso: 06-04-2014.

RODRIGUES, Adriana Evangelista et al. **Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba.** *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, set./out. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n5/a28v35n5.pdf>>. Acesso em: 06-04-2014.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos.** Campinas: Casa do Pão Editora, 2005.

ROLDAN, A.; VAN MUISWINKEL G.C.J.; LASANTA C.; PALACIOS, V.; CARO, I. Influence of pollen addition on mead elaboration: physico-chemical and sensory. *Food Chemistry*. v. 126, n. 2, p. 574-582, 2011.

SATO, T.; MIYATA, G. *Nutrition*, New York, n. 16, p. 468-469, 2000.

SEBRAE. **Informações de mercado sobre mel e outros derivados das abelhas: sumário executivo.** [S.l]: SEBRAE, 2007. 27p.(Série Mercado). Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/E41C0BA5033EB42D8325727D004FCE50/\\$File/NT00035056.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/E41C0BA5033EB42D8325727D004FCE50/$File/NT00035056.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2008.

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. **Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 4, n. 3, p. 01-06, 2009.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola.** Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciências Agrarias Empaste, 202 p., 1988.

SHEIKH, D.; ZAMAN, S. U.; NAQVI, S. B.; SHEIKH, M. R.; ALI, G. Studies on the antimicrobial activity of honey. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 8, n. 1, p. 51-62, 1995.

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

SILVA JÚNIOR, E. A. da. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos.** 2. ed. São Paulo: Varela, 1996. 475 p.

SILVA, K. F. N. L.; SANTOS, D. C.; SILVA, C. T. S.; QUEIROZ, A. J. M.; LIMA, A. O. **N. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do Município de Tabuleiro do Norte – CE. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 52-57, 2010.

SILVA, M. B. L. **Diagnóstico do sistema de produção e qualidade do mel de *Apis mellifera***. 2007. 80f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SILVA, M. B. L.; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, G.; GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. L. **Qualidade microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores e de méis de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal no Estado de Minas Gerais. Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n. 4, p. 417-420, 2008.

SILVA, Sandra Jussara Nunes da et al. **Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínética capilar micelar. Revista Ciências Tecnologia e Alimentação**, Campinas, n. 28, p. 46-50, dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000500008&script=sci_arttext>. Acesso em: 07 out. 2011.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. **Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006.

SILVA, Roberto do Nascimento et al. **Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.

SILVA, Rosilene Agra da et al. **Análise Físico Química de Amostras de Mel de Abelhas ZAMBOQUE (*Frieseomelitta varia*) da Região do Seridó do Rio Grande do Norte. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, n. 4, p. 70–75, out./dez.2009.

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. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), 2005.

SOUZA, D. C. **A profissionalização da apicultura no Brasil. Revista Sebrae Agronegócios**, n. 3, p. 50-51, 2006.

SOUZA, D. C. (org.). **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. Brasília: SEBRAE, 100 p., 2004.

SOUZA, D. L.; SILVA, R. A.; QUEIROGA, R. C. R. E.; OLIVEIRA, M. E.; RODRIGUES, A. E. **Análise físico-química de méis de abelha urucu (*Melipona scutellaris*), produzidos na microrregião do Brejo Paraibano**. *Higiene Alimentar*, v.22, n. 165, p. 103-106, 2008.

SOUZA, D. L.; SILVA, R. A.; QUEIROGA, R. C. R. E.; OLIVEIRA, M. E.; SOUZA, R. C. S.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; OLIVEIRA, F. P. M. **Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica**. *Acta Amazônica*, v. 34, n. 2, p. 333-336, 2004.

SNOWDON, J. A.; CLIVER, D. O. Microorganisms in honey. **International Journal Food of Microbiology**, v.31, p.1-26, 1996.

SROKA, P., TUSZYŃSKI, T., 2007. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. **Food Chemistry**, vol. 104, 1250-1257.

STATSOFT, Inc. Statistica (Data Analysis Software System), Version 5, 1997. Statsoft. (1997). Statistica for Windows 5.0., 1995. Computer program manual. Statsoft Inc., Tulsa

SUBRAHMANYAM, M. Topical application of honey for burn wound treatment – an overview. *Annals of Burns and Fire Disasters*, v. 20, n. 3, p. 137-139, 2007.

SWELLAM, T.; MIYANAGA, N.; ONOZAWA, M.; HATTORI, K.; SHIMAZUI, T.; AKAZA, H. Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: In vivo and in vitro studies. *International Journal of Urology*, v. 10, n. 4, p.213-219, 2003.

TECPAR. Instituto de Tecnologia do Paraná. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Resposta técnica. 2006.

TERAMOTO, Y.; SATO, R.; UEDA, S. Characteristics of fermentation yeast isolated from traditional Ethiopian honey wine, ogol. *African Journal of Biotechnology*, v.4, n.2, p.160-163, 2005.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná.** 2006. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

VASCONCELOS, J. N. de. Fermentacao Etanolica. In: SANTOS, F. BOREM, A. VIEIRA. RAFAEL PORTO. CARDOSO; LUAN VIEIRA; SOUZA. FERNANDO DE ARAÚJO. 2010. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/4426.htm> acessado em 06/04/2014.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C.. **Características do Mel.** Boletim Técnico da Universidade Federal do Espírito Santo –UFES, ago. 2007. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01107_caracteristicas_mel.pdf>. Acesso em: 6- 04. 2014

VILELA, S. L. de O. **A importância das novas atividades agrícolas ante a globalização: a apicultura no Estado do Piauí.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 228 p., 2000.

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