



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**PRODUÇÃO DE AGUARDENTE UTILIZANDO MEL DE REJEITO DE
ABELHAS (*Apis mellifera*) AFRICANIZADAS**

BÁRBARA BRUNA MANIÇOBA PEREIRA MEDEIROS

CAMPINA GRANDE – PB

2020

BÁRBARA BRUNA MANIÇOBA PEREIRA MEDEIROS

**PRODUÇÃO DE AGUARDENTE UTILIZANDO MEL DE REJEITO DE
ABELHAS (*Apis mellifera*) AFRICANIZADAS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Processos.

Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos

Orientadores: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva

Prof. Dra. Alfredina Araújo dos Santos

CAMPINA GRANDE – PB

2020

M488p

Medeiros, Bárbara Bruna Maniçoba Pereira.

Produção de aguardente utilizando mel de rejeito de abelhas (*Apis mellifera*) africanizadas / Bárbara Bruna Maniçoba Pereira Medeiros. – Campina Grande, 2020.

74 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva".

Referências.

1. Aproveitamento de Resíduo de Mel. 2. Bidestilação. 3. Cobre. 4. Fermentação Alcoólica. I. Silva, Osvaldo Soares da. II. Título.

CDU 638.1(043)

**PRODUÇÃO DE AGUARDENTE UTILIZANDO MEL DE REJEITO DE
ABELHAS (*Apis mellifera*) AFRICANIZADAS**

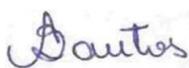
AUTORA: M. Sc. BÁRBARA BRUNA MANIÇOBA PEREIRA MEDEIROS

**ORIENTADORES: Prof. Dr. OSVALDO SOARES DA SILVA
Prof. Dra. ALFREDINA ARAÚJO DOS SANTOS**

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva
Orientador - CTRN/ UAEAli/UFCEG



Prof.^a Dr.^a Alfredina dos Santos Araújo
Co-orientadora – CCTA/UATA/UFCEG



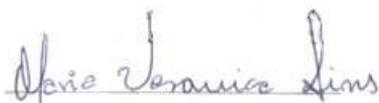
Prof. Dr. Patrício Borges Maracajá
Examinadora Externa - CCTA/UAGRA /UFCEG



Prof. Dr.^a Rosilene Agra da Silva
Examinadora Externa - CCTA/UAGRA /UFCEG



Prof.^a Dr.^a Mércia Melo de Almeida Mota
Examinadora Externa – CTRN/ UAEAli /UFCEG



Dr.^a Maria Verônica Lins
Pesquisadora

**CAMPINA GRANDE-PB
2020**



ATA DA DEFESA PARA CONCESSÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA DE PROCESSOS, REALIZADA EM 28 DE FEVEREIRO DE 2020.

Candidato(a): Bárbara Bruna Maniçoba Pereira Medeiros

Comissão Examinadora: Professores Drs: Osvaldo Soares da Silva (UFCG - Orientador), -, Alfredina dos Santos Araújo (UFCG - Examinadora Externa), Rosilene Agra da Silva (UFCG - Examinadora Externa), Patrício Borges Maracajá (UFCG - Examinador Externo), Mércia Melo de Almeida Mota (UFCG - Examinadora Externa), Maria Veronica Lins (UFCG - Examinadora Externa).

Título: "Produção de Aguardente Utilizando Mel de Rejeito de Abelhas (*Apis mellifera*) Africanizadas"

Horário e Local da defesa: 28 de fevereiro de 2020, às 09:00 horas, Sala de Visualização - Bloco BR - Engenharia Mecânica.

Em sessão pública, após exposição de 45 minutos, o candidato foi arguido oralmente pela Comissão Examinadora, tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema de sua tese sendo "APROVADO". Face a Aprovação declara o Presidente da Banca Examinadora Osvaldo Soares da Silva, achar-se o(a) candidato(a) legalmente habilitado(a) a receber o grau de Doutor no domínio da Engenharia de Processos, cabendo a Universidade Federal de Campina Grande providenciar a expedição do Diploma a que o mesmo faz jus. Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata, que é assinada por mim, Maria de Fátima David Sousa, secretária, e pelos membros da Comissão Examinadora. Campina Grande, 28 de fevereiro de 2020.

Maria de Fatima David Sousa (Secretária)

Professores Drs:

- Osvaldo Soares da Silva (UFCG - Orientador)
- Alfredina dos Santos Araújo (UFCG - Examinadora Externa)
- Rosilene Agra da Silva (UFCG - Examinadora Externa)
- Patrício Borges Maracajá (UFCG - Examinador Externo)
- Mércia Melo de Almeida Mota (UFCG - Examinadora Externa)
- Maria Veronica Lins (UFCG - Examinadora Externa)

.....
Osvaldo Soares da Silva
.....
Alfredina dos Santos Araújo
.....
Rosilene Agra da Silva
.....
Patrício Borges Maracajá
.....
Mércia Melo de Almeida Mota
.....
Maria Veronica Lins

“Ninguém escapa ao sonho de voar, de ultrapassar os limites do espaço onde nasceu, de ver novos lugares e novas gentes. Mas saber ver em cada coisa, em cada pessoa, aquele algo que a define como especial, um objeto singular, um amigo, - é fundamental. Navegar é preciso, reconhecer o valor das coisas e das pessoas, é mais preciso ainda”.

Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMENTOS

Sempre achei esta, uma parte da tese difícil para escrever, talvez porque a vida não se coloca em análise de regressão e não é pelo valor “p” que descobrimos a significância das pessoas na nossa trajetória.

Primeiro de tudo, gostaria de agradecer a Deus por me guiar, iluminar e tranquilizar meu coração para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades.

Agradeço ao meu irmão Ítalo e principalmente aos meus pais, Duda e Ivo, que sempre me motivaram, entenderam as minhas faltas em momentos de afastamento e reclusão e me mostraram o quanto era importante estudar, mesmo não tendo eles a mesma oportunidade no passado, o incentivo, altruísmo e amor de vocês me tornaram a pessoa que sou hoje. Eu os amo muito.

Agradeço ao meu esposo, Luan, que é a pessoa que a vida escolheu para ser meu companheiro nas horas boas e ruins, e nos momentos de tristeza e felicidades como esse, sempre me apoiou e viveu esse sonho comigo. Te amo.

Agradeço imensamente a minha filha, Manuela, meu ponto de apoio e felicidade que chegou em meados do doutorado para modificar e preencher minha vida de amor e felicidade, sou a mulher mais completa do mundo com seu amor.

À toda minha família, sinônimo de amor e união. Obrigada minha sogra Solange, meu sogro Lucena e meu cunhado Sávio (*in memorian*), por acreditarem no meu sonho e sempre me motivar a seguir em frente. É muito bom saber que posso contar com vocês em todos os momentos. Amo vocês!

Agradeço a minha amiga e comadre Thayse Cavalcante, amiga de longa data que compartilha comigo a vida acadêmica desde cedo, e que me ajudou em todas as etapas desta pesquisa. Solicitei sua ajuda inúmeras vezes, e em todas fui atendida com paciência e tranquilidade. Serei eternamente grata por toda ajuda durante a realização deste trabalho, você foi fundamental!

Ao meu orientador, Professor Osvaldo Soares da Silva, pela oportunidade de realizar este trabalho. Obrigada pela confiança e por me atender com paciência todas as vezes que bati em sua porta.

Agradeço ao pai que encontrei na universidade, Professor Patrício Borges Maracajá por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável, e por me guiar nos primeiros passos da pós-graduação. Muito obrigada por tudo!

A minha co-orientadora, professora Alfredina Araújo dos Santos, por toda a ajuda durante a realização deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para a concretização dessa pesquisa. Muito obrigada!

Ao primo e amigo Emmanuel Moreira e Manoel Tolentino por toda a ajuda desde o início dessa caminhada. O apoio e ajuda de vocês foi fundamental.

Ao amigo Marcos Antonio da Federação Paraibana na Apicultura e melipinicultura (FEPAM- PB) e presidente da Associação dos Apicultores de Triunfo-PB pela ajuda na obtenção da matéria prima desse trabalho.

A UFCG instituição que me acolheu desde o meu mestrado e em que agora finalizo minha jornada de pós-graduação. Grata!

A banca examinadora por aceitar o convite e contribuir para com este trabalho.

Por último, tendo consciência de que sozinha nada disto teria sido possível, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho; o meu muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo para obtenção da aguardente	31
Figura 2 - Amostra de mel utilizada no preparo do mosto	32
Figura 3 - Acompanhamento do processo fermentativo.....	33
Figura 4 - Alambique utilizado na destilação e bidestilação	34
Figura 5 - Barris de Umburana com aguardentes durante o descanso	37
Figura 6 - Variação do pH durante a fermentação do mosto de mel.....	45
Figura 7 - Variação da acidez durante a fermentação de mosto do mel.....	46
Figura 8 - Variação dos açúcares redutores totais durante a fermentação de mosto do mel	47
Figura 9 - Variação dos sólidos solúveis e teor alcoólico durante a fermentação do mosto do mel	48
Figura 10 - Variação da concentração de biomassa durante a fermentação do mosto de mel	49
Figura 11 - Perfil de pH das aguardentes destilada e bidestilada durante 180 dias de descanso.....	50
Figura 12 - Perfil do teor alcoólico das aguardentes destilada e bidestilada durante 180 dias de descanso	51
Figura 13 - Perfil de acidez titulável das aguardentes destilada e bidestilada durante 180 dias de descanso	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de planejamento fatorial completo 3^2	30
Tabela 2 - Análises físico-químicas de mel de <i>Apis mellífera</i> proveniente do sertão paraibano	39
Tabela 3 - Análises microbiológicas de mel de <i>Apis mellífera</i> proveniente do sertão paraibano	43
Tabela 4 - Teste de médias aplicada sobre o %conversão.....	44
Tabela 5 - Resultados do %Conversão e teor alcoólico do processo fermentativo	44
Tabela 6 - Valores médios obtidos para concentração de compostos presentes nas amostras de aguardente destilada e bidestilada	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 A criação de abelhas na agricultura familiar	15
3.2 Mel de <i>Apis mellifera</i>	16
3.3 Reaproveitamento do mel de rejeito	18
3.4 Fermentação alcoólica	19
3.5 Produção de aguardentes	20
3.6 Dupla destilação ou Bidestilação	22
3.7 Legislação para aguardentes	25
3.8 Processo de armazenamento de aguardentes	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 Área Experimental	28
4.2 Matéria-Prima	28
4.2.1 Caracterização da matéria-prima	28
4.2.1.1 Teor de água	28
4.2.1.2 Cinzas	28
4.2.1.3 pH	29
4.2.1.4 Acidez livre.....	29
4.2.1.5 Proteínas	29
4.2.1.6 Açúcares redutores	29
4.2.1.7 Compostos fenólicos.....	29
4.2.1.8 Análises microbiológicas.....	29
4.3 Obtenção da aguardente de mel de rejeito	30
4.4 Análises físico-químicas envolvidas no monitoramento do bioprocessamento	33
4.4.1 pH	35
4.4.2 Acidez Titulável	35
4.4.3 Açúcares Redutores Totais	35
4.4.4 Sólidos Solúveis Totais	35
4.4.5 Teor alcoólico	35
4.4.6 Concentração celular (biomassa).....	35
4.5 Análises físico-químicas no destilado e bidestilado alcoólico	36
4.5.1 pH	36
4.5.2 Teor alcóolico	36

4.5.3 Acidez titulável.....	36
4.5.4 Acidez volátil.....	36
4.5.5 Determinação de Componentes Voláteis Majoritários.....	36
4.5.6 Determinação de Cobre	37
4.6 Descanso	37
4.7 Análise Estatística.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 Caracterização físico-química do mel de rejeito.....	39
5.2 Estudos da cinética fermentativa	45
5.2.1 Evolução dos valores de pH	45
5.2.2 Evolução dos valores de acidez	46
5.2.3 Evolução dos valores de açúcares redutores totais.....	47
5.2.4 Evolução dos valores de sólidos solúveis versus teor alcoólico.....	48
5.2.5 Evolução dos valores de sólidos solúveis versus teor alcoólico.....	49
5.3 Caracterização das aguardentes de mel	50
5.4 Caracterização dos compostos voláteis majoritários, acidez volátil e cobre das aguardentes de mel	54
6 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

RESUMO

A obtenção de uma bebida alcoólica utilizando o mel de rejeito de abelhas constitui-se como uma alternativa para o melhor aproveitamento dos excedentes da produção de mel, reduzindo perdas da produção e agregação de valor a este produto. Desse modo, o objetivo do trabalho consistiu em desenvolver e caracterizar um destilado e bidestilado alcoólico de mel de rejeito e avaliar suas características físico-químicas durante o tempo de descanso em barris de Umburana. Para tanto, foi utilizado mel de rejeito de abelhas do gênero *Apis mellifera*, e submetido à caracterização físico-química. Realizou-se um planejamento fatorial para verificar a influência das variáveis de entrada com 3 tipos de levedura (granulada comercial, fresca comercial e CA-11) e diferentes concentrações de sólidos solúveis no mosto inicial (14, 16 e 18 °Brix) tendo como melhor resposta um teor de sólidos solúveis igual a 16 °Brix com o uso da levedura granulada comercial sobre o percentual de conversão de etanol da bebida. Durante a cinética de fermentação foi determinado a viabilidade celular por intermédio da contagem de células vivas e mortas, como também o acompanhamento cinético, por meio do decaimento do açúcar redutor e aumento da concentração de etanol. O processo de destilação foi conduzido em alambique de cobre e o destilado armazenado em barril de umburana onde permaneceu por 6 meses, para descanso, período em que foram realizadas avaliações físico-químicas dos compostos secundários quanto acidez volátil, teor de cobre, aldeídos, ésteres, álcoois superiores, metanol através da análise por cromatografia gasosa no tempo 0 e 180 do período de descanso. Conclui-se que foi possível a obtenção de um destilado e um bidestilado de mel de rejeito. Em relação ao processo da aguardente que passou apenas por uma destilação, a aguardente bidestilada proporcionou redução significativa da acidez total, da acidez volátil, redução do teor do cobre, dos álcoois superiores, e redução no total dos componentes secundários. Portanto, essa bebida bidestilada apresenta melhor qualidade química, sendo uma bebida que atende aos padrões oficiais de identidade e qualidade exigidos pela legislação, possibilitando assim transformar um produto de descarte em um novo produto, contribuindo não apenas para a redução do desperdício, mas também possibilitando o crescimento da agroindústria juntamente com a comunidade rural.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduo de mel, Bidestilação, Cobre, fermentação alcoólica

ABSTRACT

The production of an alcoholic beverage using bee discarded honey is an alternative to making better use of surplus honey production, reducing production losses, and adding value to this product. Consequently, the aim of the study was to produce and characterize a mono-distilled and bi-distilled spirits of discarded honey and to evaluate its physicochemical characteristics during the time in barrels of Umburana. Therefore, it was used discarded honey of bee of the genus *Apis mellifera*, submitted to physicalchemical characterization. A Complete factorial design was used complete factorial design was used to verify the influence of input variables with 3 yeast types (granulated yeast, fresh yeast and CA-11) and different concentrations of soluble solids in the initial wort (14, 16 and 18 °Brix) with a soluble solids content equal to 16 °Brix as the best response with the use of granulated yeast over the ethanol conversion percentage of the beverage. During the kinetics fermentation, the cell viability was determined according to counting live and dead cells, as well as monitoring, through the decay of the reducing sugar and increase in the concentration of ethanol. The distillation process was conducted in copper pot still and the distillate stored in barrer of umburana barrel where it remained for 6 months, for rest, period in which physicochemical evaluations of secondary compounds were carried out regarding volatile acidity, copper, aldehydes, esters, higher alcohols and metanol, using gas chromatography analysis at time 0 and 180 of the rest period. It is concluded that it was possible to obtain a distillate and a bidistillate of discarded honey. Regarding the spirit process, the bi-distilled have significantly reduced total acidity, volatile acidity, reduced copper content, higher alcohols, and reduced total secondary componentes. Therefore, this bidistilled beverage has better chemical quality, being a beverage in compliance with the official standards of identity and quality required by current legislation

Key-words: Use of honey residue, Bi-distillation, Copper, Alcoholic fermentation

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO, em 2018, foram produzidos 1,850 bilhão de toneladas de mel no mundo tendo a china como líder dessa produção. O Brasil nesse mesmo ano produziu cerca de 42 mil toneladas. (FAO, 2018).

O Nordeste brasileiro por sua vez constitui como uma alternativa de uma atividade que pode vir a aumentar o nível socioeconômico das pessoas que ali habitam aproveitando o potencial das áreas onde existe a exploração apícola. Devido a contaminação por pesticidas e por resíduos de antibióticos, existe um valor agregado ao mel que provém da região nordeste, onde o mesmo em sua grande maioria é resultante da vegetação nativa. Em outros países, esse mel é bem mais valorizado no mercado do que em outros países produtores (VIDAL, 2019).

Na Paraíba, apesar do estado apresentar instabilidade climática, é notável o crescimento e o espaço que a apicultura vem ocupando. A produção de mel tem consolidado como uma das principais alternativas de geração de renda nas cidades do interior Paraibano (TARGINO, 2005).

O mel é geralmente encontrado em estado líquido viscoso e açucarado, e é produzido pelas abelhas (PEREIRA e REIS, 2015). De acordo com a Instrução Normativa nº 11, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000) o mel é definido como substância natural produzida pelas abelhas melíferas a partir do néctar das plantas, de secreções de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores que ficam sobre as partes vivas de plantas. As abelhas recolhem, transformam e combinam com substâncias específicas próprias, armazenando e deixando no favo para amadurecer. Possui alto valor energético, é rico em substâncias benéficas ao equilíbrio do organismo humano, tais como vitaminas, minerais, aminoácidos, além de conhecidas propriedades medicinais, como atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, cicatrizante e antioxidante (BOBANY et al., 2010).

Durante a extração do mel, uma quantidade considerável fica retida em diversos equipamentos e utensílios utilizados nesse processo, e com a lavagem desses materiais é gerado um mosto com grandes concentrações de mel (FERNANDES; SCARTAZZINI, 2006).

Tanto os méis retidos nos opérculos e o mel perdido na extração não podem ser comercializados como mel puro, pois até o término de desorperculação este mel hidrata-

se a um valor superior a 20%, máximo permitido para a comercialização (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2009). O processo de reaproveitamento adotado pelos apicultores, frequentemente, é expor estes opérculos para a pilhagem, processo no qual as abelhas devolvem o mel à colmeia. Apesar de parecer vantajoso, por possibilitar um processamento rápido pelas abelhas, esse procedimento pode causar vários problemas ao apiário, como o estímulo ao enxameamento, disputa entre abelhas não pertencentes ao apiário e morte de abelhas que acabam se prendendo nestes méis (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2009).

Vários produtos à base de mel vêm sendo desenvolvidos a fim de manter a apicultura como uma atividade viável, com o intuito de ser uma boa opção para aumentar o lucro dos apicultores, ao passo que se configura como uma alternativa ao excedente de produção do mel, por exemplo a fabricação de hidromel, fermentados alcoólicos, aguardente, entre outros (PEREIRA et al., 2013; IGLESIAS et al., 2014;).

Sendo assim, uma das formas de aproveitamento do mel rejeitado que pode viabilizar uma alternativa para o aumento da rentabilidade comercial dos apicultores no Brasil é a produção de um fermentado (ROCHA, 2007). De acordo com Mattietto et al. (2006) o aproveitamento do mel, na fabricação de outros produtos, vem como uma alternativa complementar na renda familiar de apicultores, agregando valor aos produtos, com tecnologias relativamente simples para a comercialização de produtos artesanais.

A principal característica das bebidas fermento-destiladas é o teor alcoólico superior ao de bebidas fermentadas. Durante a fermentação, os açúcares contidos nos mostos são decompostos em álcool etílico e dióxido de carbono, principalmente. Além destes, são formados compostos secundários, tais como ácidos carboxílicos, metanol, ésteres, aldeídos e álcoois superiores (CANCELIER et al., 2013). Esses compostos secundários são os que diferenciam e definem as características das diversas bebidas fermento-destiladas, sendo, portanto, os determinantes de sua qualidade (ALVARENGA, 2011).

O destilado de mel é uma bebida feita do mosto fermentado de mel e água, que posteriormente é destilada em alambiques. Esse produto ainda é novidade para o mercado brasileiro e também ainda é obtido artesanalmente e em pequena escala. Sua formulação e processo de produção apresentam características similares à da tradicional aguardente, ou seja, teor alcoólico e propriedades que possam servir para degustação natural e preparação de bebidas derivadas e os componentes que desencadeiam a

fermentação, destilando o produto resultante após a fermentação, em seguida o produto é envelhecido, engarrafado e comercializado (MOUCHREK FILHO et al., 2011).

A bidestilação de aguardentes tem como objetivo a obtenção de um destilado mais leve, para ser posteriormente envelhecido, como também atua melhorando a padronização do perfil dos compostos orgânicos secundários em destilados produzidos em alambiques, para a obtenção de uma bebida sensorialmente distinta, apresentando uma maior seletividade das frações desejadas, redução da acidez volátil, do conteúdo de cobre e de aldeídos (ROTA e FARIA, 2009).

Com o intuito de buscar uma nova alternativa de aproveitamento do rejeito do mel bem como melhorar renda dos apicultores, agregar valor à matéria prima, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver e caracterizar um bidestilado alcoólico a partir do mel de rejeito adquirido de apicultores do alto Sertão Paraibano e avaliar suas características físico-químicas, bem como avaliar sua estabilidade durante o tempo de descanso em barril de umburana.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Produzir e caracterizar a aguardente a partir de mel de rejeito de abelhas africanizadas.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a matéria-prima *in natura* quanto à acidez, pH, proteínas, teor de sólidos solúveis, teor de água, cinzas, açúcares redutores, açúcares redutores totais, compostos fenólicos;
- Acompanhar a cinética do processo fermentativo quanto ao pH, acidez, açúcar redutor, teor de sólidos solúveis totais, teor de álcool e contagem de células de leveduras, durante o período de fermentação utilizando o planejamento fatorial 3^2 ;
- Produzir o destilado e bidestilado a partir do fermentado de mel de rejeito e comparar os produtos obtidos;
- Analisar as características físico-químicas da aguardente destilada e bidestilada;
- Armazenar e avaliar o período de descanso do destilado e bidestilado de mel em barris de Umburana.
- Realizar análise cromatográfica dos compostos secundários quanto a ésteres, cobre, aldeídos e metanol no início e fim do período de descanso;
- Avaliar a qualidade do produto final em função dos padrões de qualidade exigidos pela legislação em vigor.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A criação de abelhas na agricultura familiar

A apicultura, atividade definida pela exploração racional de abelhas do gênero *Apis*, constitui-se como alternativa para a produção familiar na obtenção de bons resultados econômicos, ecológicos e sociais, apresentando-se como ocupação e geração de renda no campo (SILVA, 2001).

A produção familiar é caracterizada pela participação da família nos núcleos de decisões, na gerência, no trabalho e na administração do capital. Geralmente, essas atividades são executadas por agricultores que diversificam os produtos para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades de oferta ambiental e disponibilidade de mão-de-obra (PORTUGAL, 2004).

A apicultura pode oferecer diversos produtos de qualidade ímpar, que podem ser resultado de processamento de matérias coletadas na natureza pelas abelhas, como o mel, a própolis e o pólen, e outros são resultado da produção glandular das abelhas, como geleia real, cera e o veneno (COUTO; COUTO, 2002; SOUZA, 2007).

No Brasil, a criação de abelhas se destaca por fatores como a grande diversidade florística, o aumento significativo na produtividade com a africanização das abelhas e a abertura de novos mercados consumidores, impulsionado pelo o interesse da população em buscar uma alimentação saudável e livre de contaminações, características essas associadas aos produtos apícolas (HENRIQUE et al., 2008). Na região Nordeste do Brasil a apicultura se expande a cada ano, com clima e vegetação nativa que favorecem a atividade, sendo considerada a que apresenta melhor remuneração ao produtor, mesmo em anos de adversidades climáticas tão comuns nesta região (SEBRAE, 2005).

Na Paraíba, segundo estudos de Silva (2010), a apicultura apresenta crescimento em sua exploração em todas as regiões do Estado, viabilizado pela gama de possibilidades para seu desenvolvimento. Mesmo com a constante instabilidade climática, o Sertão paraibano se destaca como propício para a atividade apícola com caráter eminentemente familiar, pela riqueza nectarífera de sua vegetação, o desfavorecimento a ocorrência de doenças nas abelhas e a pouca atividade agropecuária fazem dessa região um potencial para a produção de mel orgânico em todo o mundo (VIDAL, 2013).

Segundo o dados do IBGE, no ano de 2018, foram produzidos 42,3 mil toneladas de mel no País, equivalendo a um aumento de 1,6% na produção nacional. A

região Sul seguiu como a principal produtora, sendo responsável por 38,9% do total nacional. Na região Nordeste, o estado do Piauí foi o maior produtor com 5 mil toneladas de mel (IBGE, 2018).

A produção dos apicultores nordestinos se dá em grande parte em casa de mel comunitária, como por exemplo através de associações ou cooperativa, resultando na viabilidade de uma pequena produção, pois mesmo sendo poucos produtores, necessita de uma quantidade mínima para produção (KHAN, 2014).

No estado da Paraíba, a produção se concentra nos municípios do alto sertão, onde no ano de 2018 foram produzidos cerca de 199 mil Kg de mel, tendo a cidade de Triunfo como a maior produtora do estado com 30 mil Kg de mel.

Segundo Dantas et al. (2018) na cidade de Triunfo existe uma associação que desde 2005 vem produzindo beneficiando e/ou comercializando mel, formando a Associação Triunfense dos Apicultores. Com isso eles se capacitaram e buscaram parcerias para melhorar o desenvolvimento da atividade apícola de forma profissional. Atualmente conta com mais de 40 apicultores espalhados por todo o município tanto na zona rural como na zona urbana, sendo esses com propriedades na zona rural e desenvolvem a atividade. Os autores relatam que os benefícios que a associação trouxe foram muitos, entre eles apicultores capacitados; crescimento na produção de mel; melhoria tanto em relação a questão financeira dos apicultores quanto na questão ambiental do município; melhoramento da associação via parcerias com varias entidades e com certeza na questão econômica e social.

Os mesmos autores relatam que devido a criação da associação, a cidade hoje é a maior em quesito quantidade de produção de mel no estado da Paraíba.

3.2 Mel de *Apis mellifera*

O mel de acordo com o Decreto-Lei 214/2003. estabelece as definições, a classificação e as características do mel, define o mesmo como “substância açucarada natural produzida pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* a partir do néctar de plantas ou das secreções provenientes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam por combinação com substâncias específicas próprias, depositam, desidratam, armazenam e deixam amadurecer nos favos da colmeia”.

A qualidade do mel pode ser determinada pelas suas propriedades sensoriais, físicas e químicas que podem variar dependendo da fonte floral, como a cor, aroma, umidade e conteúdo em proteínas e açúcares (AZEREDO et al., 2003).

Na composição de quase todos os tipos de méis é essencialmente presentes diversos açúcares, com predominância da frutose e a glucose, sendo responsáveis por cerca de 95% dos hidratos de carbono. A água é o segundo composto mais importante no mel, variando a quantidade conforme a época de colheita, grau de maturação da colmeia e fatores climáticos. O mel também contém outras substâncias tais como ácidos orgânicos, enzimas e partículas sólidas provenientes da sua colheita que são responsáveis pelo sabor característico (FINOLA et al., 2007).

O mel de abelhas é classificado quanto à sua origem como mel floral, ou seja, obtido dos néctares das flores, que pode ser caracterizado como unifloral ou monofloral (procede principalmente da origem de flores de uma mesma família, gênero ou espécie) ou multifloral ou polifloral (obtido a partir de diferentes origens florais) (BRASIL, 2000).

Segundo Pereira (2008) conforme o modo de produção ou de apresentação o mel também pode ser classificado em diferentes tipos, em favos, com pedaços de favos, escorrido, centrifugado, prensado e filtrado.

O mel é considerado o principal produto da apicultura por ser popularmente mais conhecido, assim, tendo maiores oportunidades de comercialização tanto para o mercado interno como para a exportação. Além de ser um alimento, é também utilizado em indústrias farmacêuticas e cosméticas, pelas suas conhecidas ações terapêuticas (FREITAS e ALMEIDA, 2008). A produção brasileira de mel em 2018 foi de 42,3 mil toneladas (FAOSTAT, 2018), tendo tido acréscimo em relação ao ano anterior. A Região Nordeste contribuiu com mais de 30% da produção brasileira, produzindo 14,2 mil toneladas do produto. O Piauí lidera a produção na região Nordeste, seguido pelo Estado da Bahia. A Paraíba produziu cerca de 200 toneladas nesse mesmo ano, sendo um dos estados com menor produção, porém apresenta grande potencial de aumento. Estados esses que vem tendo quedas na produção devido à falta de chuvas que prejudicou a floração em alguns municípios (IBGE, 2020).

O Brasil apresenta um consumo pouco expressivo, uma vez comparado a outros países como a Suíça, por exemplo, que consomem 1,5 kilogramas/pessoa/ano enquanto no Brasil, o consumo não alcança 100 gramas por habitante (PASIN, TERESO, BARRETO, 2012).

3.3 Reaproveitamento do mel de rejeito

No processo de extração, significativa quantidade de mel fica retida em diversos equipamentos e utensílios utilizados. Com a lavagem desses materiais é gerado um mosto com grandes concentrações de mel (FERNANDES; SCARTAZZINI, 2006). Esse mel não pode ser comercializado como puro. Uma das alternativas para o aproveitamento desses resíduos é a produção do hidromel, que também possibilita a obtenção de um produto com maior valor agregado (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2009).

O aproveitamento do mel na fabricação de produtos alimentícios é uma alternativa para complementar a renda familiar dos apicultores, com a utilização de tecnologias relativamente simples. Produtos fermentados à base de mel não são populares no Brasil, porém são largamente conhecidos e consumidos nos países europeus (MATTIETTO et al., 2006).

No desenvolvimento de novos tipos de produtos, em sabores, nichos de mercado, melhorando a qualidade e popularizando seu uso, a indústria especializada em bebidas está sempre inovando, pois é de vital importância para a sobrevivência e o crescimento do mercado (MARCHI, 2006; PINTO et al., 2014).

O hidromel é uma bebida feita originalmente de água e mel fermentados e reconhecida como uma das mais antigas consumidas pelo homem. Essa bebida pode ser classificada de acordo a tecnologia de fabricação em seco, licoroso, doce e espumoso. Toda a produção depende do tempo de fermentação, da quantidade de mel utilizada e da graduação alcoólica. No processo são adicionadas leveduras, para maior segurança e controle na produção de hidromel, as leveduras utilizadas são normalmente estirpes de *Saccharomyces cerevisiae*, utilizadas na produção de vinho, cerveja e champanhe. Estas leveduras atuam sobre açúcares como a glucose e a frutose, resultando na formação de etanol e dióxido de carbono (PEREIRA, 2008).

O vinagre de mel é uma solução diluída de ácido acético, obtida através de dois processos bioquímicos sucessivos, a fermentação alcoólica, que converte açúcares em etanol, e a oxidação fermentativa, que converte o etanol em ácido acético, nesse caso especial inicia-se com a produção de hidromel, fermentação alcoólica, passando depois para a produção de vinagre, fermentação acética (BORTOLINI et al., 2001; PEREIRA, 2014; TESFAYE et al., 2002).

A produção do destilado de mel é mais uma forma de otimização do aproveitamento do mel que não se enquadra nos padrões exigidos pela legislação em vigor. O procedimento de fermentação são utilizadas leveduras que apresentam além do desempenho fermentativo satisfatório capacidade de flocular, assim o mel apresenta-se como uma alternativa viável para a formulação de mosto que deve receber uma suplementação com nutrientes para produção de aguardente, contribuindo como fonte de renda para o produtor (CAMPOS, 2011).

3.4 Fermentação alcoólica

A fermentação é o resultado de um fenômeno provocado por microrganismos vivos, que pode ser bactérias, fungos ou leveduras, que decompõem e transformam um substrato em produtos variados. Esse fenômeno de liberação de energia ocorre sem participação do oxigênio, onde é constituído por um conjunto de reações bioquímicas em cadeia (glicólise) que os açúcares simples são metabolizados por leveduras que se reproduzem de maneira assexuada através de um processo conhecido como brotamento (AMORIM, 2005).

Leveduras de vários gêneros e espécies são capazes de converter açúcares em etanol e dióxido de carbono, bem como em outros metabólitos importantes, como glicerol, acetato, succinato, piruvato, álcoois superiores e ésteres e esse programa bioquímico é conhecido como fermentação alcoólica, que é responsável pela produção de alguns dos alimentos e bebidas mais importantes que a humanidade tem sempre conhecido, isto é, vinho, cerveja e pão (ALBERGARIA e ARNEBORG, 2016), sendo provavelmente a mais antiga utilização tecnológica de um microrganismo (CARMONA-GUTIERREZ et al, 2012).

A fermentação alcoólica é um processo constituído basicamente por três etapas importantes: fermentação preliminar, onde ocorre a multiplicação das leveduras; fermentação principal, onde se observa significativo desprendimento de CO₂ com intensa produção de álcool e fermentação complementar, onde há o consumo dos açúcares que ainda estão disponíveis no meio (JUSTINO; MUTTON; MUTTON, 2005).

No geral, as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* metabolizam a glicose, obtida através da atividade catalítica da invertase sobre o açúcar; As leveduras descarboxilam o ácido pirúvico a CO₂ e acetaldeído pela ação da enzima piruvato descarboxilase.

Sequencialmente, ocorre reação de redução do acetaldeído a etanol catalisado pela álcool-desidrogenase, enquanto o NADH é oxidado a NAD⁺ formando principalmente etanol e gás carbônico. (MENDES et al., 2013; BADOTTI et al., 2014).

Essas leveduras tem a função de liberar etanol em maior quantidade (SILVA et al., 2009; DUARTE, AMORIM, SCHWAN, 2012) e além disso convertem parte dos açúcares do mosto em compostos secundários, os quais são responsáveis pelas características sensoriais da bebida, dentre eles estão os ácidos orgânicos, alcoóis superiores, aldeídos, ésteres, entre outros (DUARTE et al., 2011). Em particular, os ésteres voláteis são de grande importância industrial, pois a presença destes compostos determina o aroma frutado das bebidas fermentadas, por exemplo cerveja e vinho, e mesmo pequenas quantidades podem produzir grandes efeitos na qualidade sensorial final de bebidas fermentadas (SAERENS et al., 2008).

De acordo com Cardoso et al. (2007) a concentração de substrato, pH, tempo e temperatura e presença de microrganismos contaminantes, são fatores que podem afetar o rendimento da fermentação, ou seja, a eficiência da conversão de açúcar em etanol.

O processo de fermentação finaliza quando a glicose, o substrato das leveduras, apresenta esgotamento identificado através de análise do °Brix do vinho, denominação do fermentado alcoólico do mosto, e nesta etapa, a superfície do mosto não apresenta espuma pela diminuição do desprendimento de CO₂, além de redução da temperatura e aumento de acidez (VENTURINI FILHO, 2010).

3.5 Produção de aguardentes

Na produção de aguardente o processo produtivo pode ser dividido em quatro etapas principais; preparação da matéria-prima, fermentação, destilação e envelhecimento, sendo que esta última é opcional (AQUINO et al., 2006).

De acordo com Janzantti (2004), a fermentação é a principal etapa do processo de produção de aguardente, pois é nela que o açúcar e outros compostos presentes no mosto são transformados em etanol, gás carbônico e outros produtos que são responsáveis pela qualidade do produto.

No processo fermentativo para a produção de aguardente utilizam-se leveduras e algumas bactérias que são responsáveis pelo desdobramento do açúcar (sacarose) em etanol. A fermentação inicia-se pela adição do pé-de-cuba ao caldo de cana presente na dorna de fermentação, e completado com o caldo de cana diluído para 16° Brix. Normalmente o processo fermentativo ocorre em um período de 24 horas, com

reciclagem do inóculo, assim, após esse tempo no fundo da dorna de fermentação as leveduras irão ficar depositadas, retira-se o vinho e adiciona-se um novo mosto, onde a temperatura fique em torno de 30 °C (CANTÃO, 2006).

Na produção de aguardente artesanal é comum a fermentação ser conduzida com fermentos naturais, preparados com farelo de arroz, fubá, caldo de cana, caldo de laranja azeda ou de limão ou ambos e adição de água. É realizado o controle do processo apenas pela verificação da fermentação, pelo término do desprendimento de bolhas de gás carbônico e pelo fim da agitação do mosto fermentado (LIMA, 2001).

É necessário introduzir uma quantidade adequada de fermento de boa qualidade ao mosto, para garantir uma fermentação sadia. Segundo Schwan e Castro (2001), esta quantidade inicial de levedura é denominada de “lêvedo”, “pé-de-fermentação”, “inóculo” ou “pé-de-cuba”.

As leveduras utilizadas na produção de bebidas alcoólicas devem apresentar características que possibilitem um resultado final satisfatório, assim elas devem ser altamente tolerantes ao álcool, demonstrar rápida fermentação no meio, produzir a melhor concentração e balanço de compostos secundários (OLIVEIRA, 2001)

A destilação é o processo onde ocorre a separação, a seleção e a concentração das substâncias componentes de uma bebida destilada. Segundo Faria (2000), o mosto, que após o processo de fermentação é denominado vinho, apresenta uma composição variável de substâncias gasosas, sólidas e líquidas. O gás carbônico é seu principal componente gasoso no vinho dissolvido em pequena proporção. Os sólidos são basicamente constituídos pelas células de leveduras. A fase líquida do vinho é constituída pela água e pelo etanol, componentes mais importantes do ponto de vista quantitativo.

De acordo com Faria (2000) o pé-de-cuba deve conter células de levedura, suspensas em um volume correspondente a 10-20% do volume total de mosto a ser fermentado, de forma a prover cerca de 10 a 20 g de massa úmida de leveduras por litro do meio a ser fermentado. O processo fermentativo consiste basicamente no desdobramento do açúcar (sacarose) em etanol. Seu procedimento consiste em inocular o microrganismo a solução nutriente esterilizada de modo que a fermentação ocorra em condições ótimas.

Esse processo pode levar a baixos rendimentos e produtividade, por outro lado apresenta menores riscos de contaminação comparado aos contínuos e grande flexibilidade de operação. Posteriormente será realizada a destilação simples do vinho

em alambique de cobre, sendo coletadas as frações correspondentes à “cabeça” (10%), ao “coração” (80%) e à “cauda” (10%). A fração “coração”, será usada para o armazenamento (SADI, 2012).

O envelhecimento é uma etapa no processo de fabricação de aguardente considerada opcional, porém é de fundamental importância, pois para a aguardente de cana recém-destilada, apresenta-se coloração branca, um sabor agressivo e levemente amargo. O envelhecimento, além de melhorar o aroma e o sabor, pode modificar a coloração e tornar a bebida macia, aveludada, atenuando a sensação secante do álcool (CAMPOS, 2000; PINHEIRO, 2010; YOKOTA, 2005).

Segundo Miranda et al. (2008) no Brasil, a etapa de envelhecimento da aguardente é optativa, não sendo completamente realizada devido ao tempo requerido pelo processo e aos custos requeridos pelo armazenamento da bebida em tonéis por alguns anos.

Geralmente, a bebida que é envelhecida apresenta menor teor alcoólico e maior concentração de compostos fenólicos e ésteres; essas características são responsáveis pela melhoria em sua aceitação (MOSEDALE; PUECH, 1998). Desta forma, percebe-se a importância do período de envelhecimento da aguardente. É nele onde ocorrem reações como oxidação e esterificação, que reduzem a concentração alcoólica e tornam o produto do ponto de vista sensorial, significativamente melhor (CARDELLO; FARIA, 1998; CAMPOS, 2011).

No armazenamento ou descanso, ocorrem uma série de reações químicas acarretam o surgimento de ácidos e aldeídos aromáticos, cor e leve decréscimo no teor alcoólico, características que melhoram significativamente a aguardente (NOGUEIRA e VENTURINI FILHO, 2005).

3.6 Dupla destilação ou Bidestilação

A segunda destilação ou bidestilação, é uma técnica normalmente utilizadas na produção de bebidas destiladas, como o “whisky”, o conhaque e o rum, visando a obtenção de um destilado mais leve para ser posteriormente envelhecido, tendo sido proposta pela primeira vez por Novaes (1994).

A bidestilação é necessária para enriquecer o destilado com mais características, estabelecendo assim uma alta qualidade do produto final (ZHAO et al., 2014). Essa prática é realizada, após a fermentação do caldo de cana, duas destilações sucessivas,

que podem ser conduzidas em um mesmo alambique ou em alambiques distintos (ROTA; FARIA, 2009).

Pesquisadores têm buscado por tecnologias destinadas a eliminar ou minimizar a formação de contaminantes durante o processo de fermentação e/ou para removê-los durante o processo de destilação, e com isso é encontrado na literatura, um método da dupla destilação que pode reduzir significativamente a concentração de alguns compostos, a exemplo do carbamato de etila e cobre em aguardentes destilados, e também permite a obtenção de uma aguardente mais padronizada, com menor acidez (BORTOLETTO; SILVELLO e ALCARDE, 2014; ROTA; FARIA, 2009).

O carbamato de etila não é muito volátil em soluções alcoólicas, devido à sua afinidade com a água e álcool, e uma vez que é formado pelo processo de destilação, quando uma nova destilação é feita, o produto obtido terá um teor baixo desse contaminante, onde a maior parte desse composto permanecerá no resíduo da primeira destilação (BRUNO, 2012).

Alcarde et al. (2009) realizou um estudo envolvendo uma comparação entre a destilação simples e a bidestilação de aguardentes de cana-de-açúcar, tendo como resultado aguardentes bidestiladas que apresentaram maior qualidade final, com redução dos teores de cobre, acidez volátil, aldeídos, ésteres e metanol.

Rota e Faria (2009) observaram efeitos positivos sob o ponto de vista sensorial no processo de bidestilação de cachaças, com tendência de maior aceitação da amostra bidestilada em alambiques de cobre, em relação aos atributos sabor, impressão global e sabor residual, quando comparada a amostra de cachaça destilada em alambique tradicional.

Zhao et al. (2014) avaliando o monitorando o progresso da segunda destilação de conhaque observou diferentes constituintes de sabor e que seguiam padrões diversos de evolução, este estudo explorou as variações dos componentes principais do sabor durante a segunda destilação, que fornece informações úteis para a diferenciação de conhaques de diferentes lotes e também oferecem instruções úteis para os fabricantes para controlar melhor o processo de destilação e produzir um produto de alta qualidade.

Dourado et al. (2014) avaliaram o efeito da aromatização com casca de limão na qualidade sensorial de bebida alcoólica bidestilada, encontrou uma diminuição dos níveis de acidez volátil das amostras que pode ter sido causado pelo processo de bidestilação. Esses mesmos autores encontraram resultados que indicaram

sensorialmente que as amostras de aguardente bidestiladas apresentaram boa aceitação e não diferiram estatisticamente quanto à avaliação feita pelos provadores.

O processo de dupla destilação contribuiu para a padronização da concentração de aldeídos entre as aguardentes avaliadas, já que o primeiro destilado obtido das leveduras testadas mostrou diferença significativa na concentração deste componente. Esses mesmos autores ainda relatam que comparativamente ao primeiro destilado, a dupla destilação proporcionou diminuição da acidez volátil e da concentração de metanol do destilado final (ALCARDE et al., 2012).

O propósito da segunda destilação é remover contaminantes e reduzir a concentração de compostos secundários, a fim de melhorar a qualidade do destilado e torná-lo adequado à legislação (ALCARDE; SOUZA e BELLUCO, 2011).

Segundo NOGUEIRA e VENTURINI-FILHO (2005), já existe no mercado algumas marcas comerciais de aguardentes bidestiladas, porém de maneira geral, esta prática ainda não é adotada pelos pequenos produtores brasileiros, sendo a aguardente de cana geralmente obtida numa única destilação, sem que nenhuma fração volátil além das contidas na cabeça e na cauda seja separada durante o processo.

Durante o processo de bidestilação, a destilação inicial é realizada até que todo o etanol presente seja destilado, resultando uma mistura com teor alcoólico entre 25 e 27% de álcool em volume, com isso é então submetido a uma nova destilação, onde são então separadas as frações cabeça (2% do volume a ser destilado), coração (com teor alcoólico em torno de 60%) e cauda (com vistas a posterior recuperação do álcool remanescente). A fração coração, neste caso, apresenta um teor alcoólico maior do que a fração coração de uma cachaça obtida pela forma tradicional. As frações “cabeça” e “cauda” serão misturadas e o volume dividido em três partes. A fração "coração" será armazenada em frasco de acordo com o tipo de bebida desejada. Pode ser envelhecido, deixado para “descansar” em tanques adequados para um determinado período de tempo, ou simplesmente ser consumido *in natura* (BRUNO, 2012).

Recentemente, a técnica de bidestilação vem sendo utilizada visando à obtenção de uma bebida sensorialmente diferenciada, considerando-se a possibilidade de selecionar as frações voláteis mais desejadas (ROTA e FARIAS, 2009).

3.7 Legislação para aguardentes

Do ponto de vista da legislação brasileira, a aguardente de cana, deve conter entre 38 e 54% de álcool (expresso em volume). É constituída de água e etanol em grandes proporções, além de vários outros componentes (ácidos orgânicos, ésteres, aldeídos e alcoóis superiores) que são responsáveis pelo sabor e aroma da bebida (DATO et al., 2005).

O Decreto de Lei 6871/2009, que regulamenta o registro, a padronização, a classificação, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebida define aguardente como “bebida com graduação alcoólica de trinta e oito a cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida do rebaixamento do teor alcoólico do destilado alcoólico simples ou pela destilação do mosto fermentado, tendo denominação da matéria prima de sua origem” (BRASIL, 2009).

A Instrução Normativa nº 13/2005, determina a Composição Química e Requisitos de Qualidade para Aguardente de Cana e Cachaça. “O Coeficiente de Congêneres (componentes voláteis “não álcool”, ou substâncias voláteis “não álcool”, ou componentes secundários “não álcool”, ou impurezas voláteis “não álcool”) é a soma de:

- Acidez volátil (expressa em ácido acético, em mg/100 mL de álcool anidro);
- Aldeídos (expressos em acetaldeído, em mg/100 mL de álcool anidro);
- Ésteres totais (expressos em acetato de etila, em mg/100 mL de álcool anidro);
- Álcoois superiores (expressos pela soma de álcool n-propílico, álcool isobutílico e álcoois isoamílicos, em mg/100 mL de álcool anidro);
- Furfural + hidroximetilfurfural (expressos em mg/100 mL de álcool anidro).

O Coeficiente de Congêneres para Aguardente de cana e Cachaça não poderá ser inferior a 200 mg por 100 mL e também não poderá ser superior a 650 mg por 100 mL de álcool anidro, devendo observar os seguintes limites:

- Acidez volátil: máximo 150 mg.100 mL⁻¹;
- Aldeídos totais: máximo 30 mg.100 mL⁻¹;
- Ésteres totais: máximo 200 mg.100 mL⁻¹;
- Soma dos álcoois isobutílico, isoamílicos, e n-propílico: máximo 360 mg.100 mL⁻¹;
- Soma de furfural e hidroximetilfurfural: máximo 5 mg.100 mL⁻¹;

A mesma Instrução Normativa define limites para Contaminantes Inorgânicos, tanto para a Aguardente de cana quanto para a Cachaça. Essas bebidas devem apresentar:

- Cobre em quantidade não superior a 5 mg/L;
- Chumbo em quantidade não superior a 200 µg/L;
- Arsênio em quantidade não superior a 100 µg/L.

* valor a ser exigido a partir de junho de 2010 (BRASIL, 2005a).

3.8 Processo de armazenamento de aguardentes

Ao final da destilação, não é interessante seu consumo imediato, pois sua qualidade pode ser agregada devido a eliminação de compostos desagradáveis. Para agregar qualidade a bebida deve-se realizar o procedimento de descanso ou envelhecimento (SOUZA et al., 2013).

O descanso refere-se a armazenamento da aguardente por um período de no mínimo 6 meses (ANDRADE-SOBRINHO et al., 2009). Durante o processo de armazenamento existem reações químicas que alteram a cor e as propriedades de sabor e aroma e essa etapa só se caracteriza envelhecimento, apenas quando o armazenamento é realizado em recipientes de madeira, independente do seu tipo, mesmo que o produto passe pelo período de descanso em outros tipos de recipientes (vidro, plástico, inox, etc.), não favorecem as reações e interações para promoverem as alterações desejadas (MUTTON & MUTTON, 2010).

O armazenamento realizado em barris além de provocar alterações de cor, sabor, aroma e teor alcoólico, pois no Brasil, são comuns perdas de álcool em torno de 3 a 4% ao ano, seja pela qualidade dos tonéis utilizados, seja pela idade das madeiras em uso. Observa-se durante o processo de envelhecimento um aumento no teor de extrato seco, devido à extração dos compostos não voláteis da madeira. A acidez volátil e a concentração de aldeídos também são acrescidas devido à oxidação do acetaldeído e do etanol. Outra reação que pode ocorrer é a esterificação dos alcoóis e ácidos, produzindo ésteres e levando as bebidas envelhecidas a apresentarem maiores concentrações dessas substâncias (MIRANDA; HORII; ALCARDE, 2006).

Pesquisas elucidaram quais os compostos fenólicos são encontrados em maior concentração em diferentes cachaças envelhecidas em barris de diferentes madeiras, o que dá um panorama geral sobre as possíveis características de bebidas alcoólicas que

passem pelo contato com estes barris. Os tonéis de Amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith) conferiram à cachaça alta concentração principalmente de ácido vanílico e sinapaldeído (DIAS; MAIA; NELSON, 1998; BORTOLETTO, 2016). Em estudo de Leão (2006), foi realizada a comparação entre o extrativo alcoólico de madeira de Amburana natural e termotratada (175 °C durante 120 minutos). O autor verificou que o tratamento térmico realizado sobre *Amburana cearensis* aumentou a quantidade de compostos voláteis, principalmente 1-dodecanol, dihidrocumarina e 2-etil-hexanoico.

A Legislação brasileira define que o aguardente envelhecida deve conter, no mínimo, 50% de aguardente de cana envelhecida em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 L, por um período não inferior a um ano. (BRASIL, 2005a).

As reações que ocorrem durante o envelhecimento, podem ser por via aditiva, corresponde à simples extração dos constituintes da madeira pela bebida. A matriz líquida, composta principalmente por água e etanol, é capaz de solubilizar ácidos voláteis e não voláteis, açúcares, ácidos graxos, triglicéridos, taninos, lactonas, terpenos e fenóis voláteis (BORTOLETTO, 2016). Por via subtrativa, onde com o passar do tempo, a bebida é absorvida pela madeira e penetra em suas fibras e o volume interno do barril é tomado por gás atmosférico que entra pelos poros da madeira. Essas trocas realizadas através dos poros, permitem a saída de compostos voláteis, principalmente compostos sulfurosos normalmente considerados indesejados em bebidas (CONNER; REID; JACK, 2003). Ou ainda a via interativa, onde várias reações químico-físicas ocorrem durante o envelhecimento de bebidas alcoólicas (BORTOLETTO; SOUZA; ALCARDE, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área Experimental

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e Abelhas da Universidade Federal de Campina Grande, (UFCG), – *Campus Pombal* e no Centro Vocacional Tecnológico (CVT), localizados na cidade de Pombal-PB.

4.2 Matéria-Prima

Foi utilizado mel de rejeito produzido pelas abelhas das espécies *Apis mellifera* africanizadas oriundo de pequenos produtores do sertão paraibano da cidade de Triunfo-PB, florada 2015/2016. As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizadas no acompanhamento cinético foram das marcas Granulada comercial, (obtida em comércio local) Fresca Comercial (obtida em comércio local) e CA-11 (doação através de parceiros).

4.2.1 Caracterização da matéria-prima

Todas as análises foram realizadas em triplicata e o valor será expresso pela média aritmética simples das medidas.

4.2.1.1 Teor de água

O teor de água foi determinado conforme método indicado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) por secagem em estufa a 105 °C e a massa medida até que se apresentasse constante e o resultado expresso em percentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial e o final da amostra.

4.2.1.2 Cinzas

O teor de cinzas ou resíduo mineral fixo foi determinado por gravimetria de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras foram previamente incineradas, em seguida foram levadas à mufla aquecida a 550 °C até toda queima da matéria orgânica. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.1.3 pH

As amostras de mel foram diluídas com água e o pH foi lido em pHmetro de bancada pré-calibrado em pH 4,00 e 7,00, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.2.1.4 Acidez livre

A determinação da acidez livre foi realizada por titulação simples com solução padronizada de NaOH 0,05 M, interrompendo-se a titulação quando o pHmetro marcava o valor de 8,5, segundo descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). As análises foram realizadas em triplicata e a acidez livre expressa em mEq.Kg⁻¹ de mel.

4.2.1.5 Proteínas

O teor de proteínas foi determinado conforme técnica baseada no método de determinação do teor de nitrogênio total pelo método de Micro Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para conversão deste em proteínas conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.2.1.6 Açúcares redutores

A percentagem de açúcares redutores foi determinada conforme descrito por Lane e Eynon, conforme o Codex Alimentarius Commission (CAC, 2011).

4.2.1.7 Compostos fenólicos

A quantificação de compostos fenólicos totais foi determinada a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por (WATERHOUSE, 2006), utilizando ácido gálico como padrão. As leituras realizadas em espectrofotômetro a 765 nm.

4.2.1.8 Análises microbiológicas

As amostras foram submetidas à análises microbiológicas em relação à coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C, bolores e leveduras, Contagem Total de

Mesófilos e *Salmonella* sp. Com metodologia descrita pela Instrução Normativa SDA nº 62, de 26 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

4.3 Obtenção da aguardente de mel de rejeito

Na fermentação alcoólica, foi realizado um planejamento experimental fatorial com um objetivo de obter um estudo mais abrangente da influência das variáveis de entrada sobre o sistema de maneira mais organizada e em quantidade mínima de experimentos.

Esse estudo é designado para avaliar quantitativamente a influência das variáveis de entrada (tipo de levedura e concentração de sólidos solúveis) sobre a resposta (%Conversão), quantificando os efeitos destas variáveis para a otimização do processo.

A Tabela 1 mostra os níveis reais e codificados das variáveis independentes, representando as condições quantitativas usadas nas combinações possíveis, onde tem-se um nível inferior (-1), outro superior (+1) e o nível zero (0). A matriz de planejamento fatorial 3^2 totalizando 9 experimentos, sendo 2 fatores(tipo de levedura e °Brix) e 3 níveis.

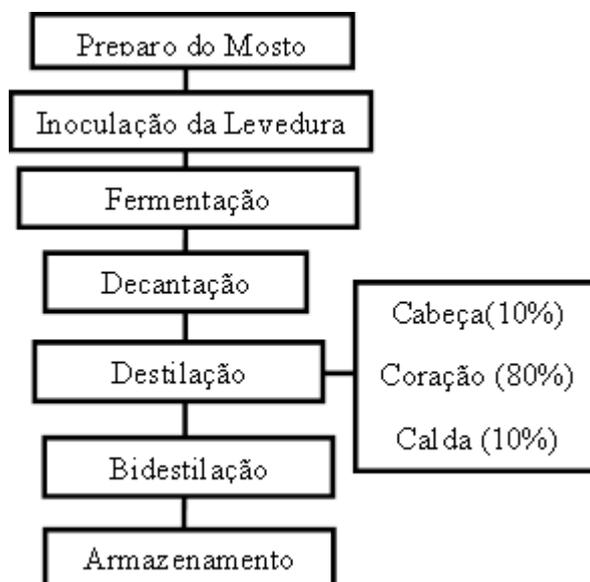
Tabela 1- Matriz de planejamento fatorial completo 3^2

Experimentos	Variável de entrada (Tipo de levedura)	Variável de entrada (°Brix)
1	-1 (CA-11)	-1 (14 °Brix)
2	-1 (CA-11)	0 (16 °Brix)
3	-1 (CA-11)	1 (18 °Brix)
4	0 (Granulada)	-1 (14 °Brix)
5	0 (Granulada)	0 (16 °Brix)
6	0 (Granulada)	1 (18 °Brix)
7	1 (Fresca)	-1 (14 °Brix)
8	1 (Fresca)	0 (16 °Brix)
9	1 (Fresca)	1 (18 °Brix)

Fonte: Autoria própria, 2019.

A produção da aguardente seguiu as seguintes etapas:

Figura 1 – Etapas para obtenção da aguardente de mel



Fonte: Autoria Própria, 2019.

PREPARO DO MOSTO

Segundo Mattiello et al (2006), os cálculos para quantificação de mel e de água necessários para a preparação do mosto podem ser realizados a partir da Equação (1).

$$C_{\text{mel}} \times V_{\text{mel}} = C_{\text{mosto}} \times V_{\text{mosto}} \quad (1)$$

Em que:

C_1 = °Brix do mel

V_1 = Volume de mel

C_2 = °Brix do mosto

V_2 = Volume do mosto

Foi predefinido que o °Brix do mosto deveria ser igual a 16 e seria preparado 22 L de mosto

Logo,

$$80 \cdot V_1 = 16 \cdot 22 \rightarrow V_1 = 4,4L$$

Volume de água será igual a $V_a = 22 - 4,4 = 17,6$ Litros

Para obtenção do mosto de fermentação, usou-se 4,4 L de mel (Figura 2) e diluiu-se em 17,6 L de água mineral, proporção esta para obtenção de 16° Brix no mosto.

Figura 2 - Amostra de mel utilizada no preparo do mosto



Fonte: Autoria própria, 2019.

INOCULAÇÃO E FERMENTAÇÃO DO MOSTO

Terminada a preparação do mosto foi feita a inoculação da levedura na concentrações de 20 g/L conforme matriz de planejamento fatorial e o pH igual a 4,5. Pode-se observar a ação da levedura logo após a inoculação (Figura 3). O microrganismo inoculado foi a levedura seca granulada. A fermentação ocorreu em modo de 9 bateladas simples sem agitação a temperatura ambiente (± 25 °C) em dornas de 25 L e teve duração de 9 horas. Amostras em tempos regulares (1 em 1 hora) eram coletadas para acompanhar o crescimento celular, pH, °Brix, teor alcoólico e açúcares redutores totais durante todo processo fermentativo.

Figura 3 - Acompanhamento do processo fermentativo



Fonte: Autoria própria, 2019.

Após a fermentação, esperou-se a decantação da levedura para a realização da destilação.

4.4 Análises físico-químicas envolvidas no monitoramento do bioprocesso

DESTILAÇÃO E BIDESTILAÇÃO

Para a destilação do mosto, primeiramente realizou-se o cálculo para retirada das frações cabeça, coração e calda.

Para realizar o cálculo necessita-se do volume de mosto fermentado a ser posto no alambique, o seu teor alcoólico, assim como o teor alcoólico da bebida final (fração coração).

Para 20 L de mosto fermentado, com teor alcoólico igual a 6,8%, com a fração coração com 50% de álcool. Com tais informações sabe-se quanto de destilado será retirado, de modo que os primeiros 10% é a fração cabeça, os próximos 80% é a fração coração e os últimos 10% é a calda. Dessa forma, tem-se o seguinte cálculo

$$\text{Volume de destilado} = (\text{Teor alcoólico do mosto}) \cdot \frac{\text{Volume de mosto}}{\text{Teor alcoólico do coração}}$$

$$\text{Volume de destilado} = 6,8 \cdot \frac{20}{50} = 2,72L$$

Cabeça = 272 mL

Coração = 2,176 mL

Calda = 272 mL

Foram realizadas as destilações em alambique (Figura 4) dos 8 mostos fermentados . Para a bidestilação a fração coração foi diluída em água mineral para o teor alcoólico de 10% e foi seguido o mesmo procedimento da destilação simples.

O volume total extraído foi acondicionado em barris de Umburana por 6 meses onde foram retiradas amostras para as determinações analíticas a cada 60 dias com o objetivo de avaliar a qualidade do produto final em função dos padrões de qualidade exigidos pela legislação em vigor.

Figura 4 - Alambique utilizado na destilação e bidestilação



Fonte: Autoria própria, 2019.

Foram realizadas em triplicata a cada 1 hora para os parâmetros:

4.4.1 pH

O pH do fermentado alcoólico foi determinado usando pHmetro de bancada pré-calibrado em pH 4,00 e 7,00, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.2 Acidez Titulável

Consistiu na titulometria baseada na neutralização da amostra com a solução padronizada de NaOH 0,1 N, utilizando indicador ácido-base, fenolftaleína, de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.3 Açúcares Redutores Totais

Foi utilizado o método calorimétrico do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS), descrito segundo Miller (1959). A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram realizadas em uma absorbância de 540 nm, em espectrofotometro.

4.4.4 Sólidos Solúveis Totais

O decaimento do teor de sólidos solúveis foi determinado utilizando-se refratômetro digital de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.4.5 Teor alcoólico

As concentrações de etanol nos destilados foram determinadas por densimetria, utilizando-se o alcoômetro de Gay Lussac, corrigindo os resultados da leitura a 20 °C.

4.4.6 Concentração celular (biomassa)

A concentração celular foi determinada adotando-se o método de massa seca descrito por Florentino (2006), que consistirá em separar as células do meio, secá-las e pesá-las. Com o auxílio de uma pipeta de 2 mL da amostra foram transferidas para tubos de eppendorff. Os tubos foram centrifugados por 10 min a uma rotação de 10.000 rpm e a solução sobrenadante, aspirada e desprezada. Aos tubos, contendo a levedura, adicionou-se água destilada, e a operação de lavagem foi repetida duas vezes. Após a

segunda lavagem as amostras seguiram para a estufa a 105 °C por 24 horas e pesadas até massa constante.

4.5 Análises físico-químicas no destilado e bidestilado alcoólico

As análises de caracterização do destilado foram efetuadas para avaliar a qualidade da aguardente, segundo os Métodos Oficiais de Análises para Destilados Alcoólicos, Retificada e Alcoólica por Mistura, segundo o Decreto N° 6.871 de 2009 (BRASIL, 2009).

4.5.1 pH

O pH foi obtido pelo método potenciométrico, calibrando-se o potenciômetro através das soluções tampão (pH 4,0 e 7,0).

4.5.2 Teor alcóólico

As concentrações de etanol nos destilados foram determinadas por densimetria, utilizando-se o alcoômetro de Gay Lussac, corrigindo os resultados da leitura a 20 °C.

4.5.3 Acidez titulável

A determinação da acidez foi obtida por titulação seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (BRASIL, 2008).

4.5.4 Acidez volátil

A determinação da acidez volátil foi determinada por titulação volumétrica de neutralização. Os ácidos voláteis foram extraídos da bebida por arraste de vapor, utilizando o destilador eletrônico de Gilbertino. Em seguida, são titulados com hidróxido de sódio a 0,02 M. Os resultados obtidos foram expressos em gramas de ácido acético por 100 mL de álcool anidro, conforme a metodologia descrita por Brasil (2005b).

4.5.5 Determinação de Componentes Voláteis Majoritários

As concentrações de ésteres, aldeídos, furfural, álcool metílico, acroleína, álcool sec-butílico, álcool n-butílico, soma dos álcoois superiores e soma dos componentes secundários, foram determinadas por meio de Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização de Chamas (CG/FID) de acordo com o Manual de Análises de Bebidas e Vinagres, do Ministério da Agricultura seguindo a Instrução Normativa nº. 24 de 08 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005b), realizadas no Laboratório de Toxicologia do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP). O Laboratório do ITEP é acreditado pelo INMETRO e reconhecido como referência para análises oficiais de bebidas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5.6 Determinação de Cobre

O cobre foi quantificado por espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite através de Espectrometro de absorção atômica (Marca Thermo Scientific- Modelo S2AASystem- Forno de Grafite GFS 97- Amostrador automático FS95), conforme descrito por Brasil (2005b).

4.6 Descanso

O produto obtido a partir da fermentação e da destilação do mel de rejeito foi armazenado em barris de Umburana de 2 L de capacidade cada (Figura 5) para dar início ao descanso. O processo de descanso foi realizado por um período de 6 meses, com amostras sendo retiradas a cada 60 dias para análises físico-químicas de pH, Acidez e °GL e análises cromatográficas no tempo 0 e no tempo 180 dias de descanso.

Figura 5 - Barris de Umburana com aguardentes durante o descanso



Fonte: A autoria própria, 2019.

4.7 Análise Estatística

Para os resultados das análises físico-químicas das aguardentes foi utilizado o programa computacional Microsoft Excel® com o suplemento XLSTAT, que é um software de análise de dados estatísticos, onde os tratamentos foram comparados através da Análise de Variância (ANOVA) seguido da aplicação do teste de Tukey ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química do mel de rejeito

Na caracterização físico-química do mel, obteve-se as médias dos resultados para os diferentes parâmetros analisados, os mesmos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises físico-químicas de mel de *Apis mellífera* proveniente do sertão paraibano

Parâmetros Avaliados	Amostra de Mel (*)	Padrão (**)
Teor de água(%)	18,47 ± 0,61	Máximo 20%
Cinzas (%)	0,02 ± 0,00	Máximo 0,6%
pH	3,45 ± 0,03	-
Acidez Livre (mEq/Kg)	56,15 ± 0,76	Mínimo 50 mEq/Kg
Proteínas (%)	0,76 ± 0,03	-
Açúcares Redutores (%)	39,99 ± 0,81	Mínimo 65%
Açúcares Redutores Totais (%)	40,57 ± 0,83	-
Compostos Fenólicos (mEq/100 g)	126,30 ± 0,77	-

* Resultados expressos através da média ± desvio padrão de análises em triplicata.

**Padrão MAPA- Instrução Normativa n.11, de 20 de Outubro de 2000 (BRASIL, 2000).

Fonte: Autoria própria, 2019.

O resultado médio do percentual de água encontrado neste trabalho, de 18,47±0,61%, atendeu ao teor máximo de água permitido que é 20% em todas as referências legais, tanto para o Brasil, quanto para o Mercosul, União Europeia e Codex Alimentarius (MERCOSUL, 1999; BRASIL, 2000; UNIÃO EUROPEIA, 2001; CAC, 2001). Em relação à composição do mel, a água é o segundo maior componente, e esse percentual tem sido vinculado com alguns fatores, origem botânica, grau de maturidade do mel atingido na colmeia, bem como as técnicas de transformação e condições de armazenamento (SILVANO et al., 2014; SILVA et al., 2016; SOUSA et al., 2016).

Durante o período de processamento e armazenamento do mel, o teor de água pode aumentar e deve ser avaliado, uma vez que o aumento torna o mel mais suscetível ao processo de fermentação (KARABAGIAS et al., 2014). Essa fermentação indesejável é causada pela ação de leveduras osmotolerantes, sobre os açúcares glicose e frutose, resultando em álcool etílico e dióxido de carbono. Esse álcool é formado

quando na presença de oxigênio, oxida para ácido acético e água, e resulta assim em um produto com gosto amargo (HABIB et al., 2014). Liberato et al. (2013) estudando méis no estado do Ceará encontraram valores médios do percentual de água que variaram de 13,63 a 20,80%. Soares et al. (2010) encontraram uma média do teor de água que variou de 16,5 a 21,5% em amostras de méis provenientes do município de Apodi, RN. Escuredo et al. (2013) verificaram o conteúdo de água em 187 amostras de mel produzidas na Espanha e os resultados variaram de 16,9 a 18,0%.

Os valores para cinzas apresentaram uma média de 0,02% e se encontram dentro do limite estabelecido de 0,6% para mel de origem floral (BRASIL, 2000). Em um estudo de méis de *Apis mellífera* no estado do Ceará, Moreti et al. (2009) encontraram valores médios que variam de 0,013 a 0,670%. Abadio Finco, Moura e Silva (2010) encontraram em méis de *Apis mellífera* um teor médio de cinzas de 0,14%. O percentual de cinzas é uma medida indireta do conteúdo mineral e apresenta relação com a origem botânica e geográfica do mel, bem como a poluição ambiental (KARABAGIAS et al., 2014; SILVA et al., 2016).

Valores baixos de cinzas em amostras de méis podem ser característicos de méis classificados como florais, e uma variação da faixa de valores para cinzas pode indicar ainda não uniformidade nas técnicas de manejo e/ou colheita por parte dos produtores (FINOLA et al., 2007). Teores de cinzas acima do permitido sugerem adulteração por materiais inorgânicos, provenientes de objetos não especificados na descrição dos méis, como terra, areia, pólen em excesso, etc (PINTO e LIMA, 2010).

O mel foi considerado ácido, conforme o pH com uma média 3,45, sendo assim consistentes com a inibição do crescimento de microrganismos, uma vez que a maioria dos microrganismos se multiplicam em pH entre 7,2 e 7,4 (SILVA et al., 2016). O desenvolvimento de fungos ocorre em meio ácido, então baixos valores de pH, contribuem para o crescimento fungico e conseqüentemente redução da vida útil do mel (ESCICHE; JUAN-BORRÁS; DOMENECH, 2014). O pH intrínseco do mel pode ser influenciado pelas condições de armazenamento e a ocorrência de crescimento microbiano, que é capaz de causar mudanças na textura e estabilidade do mel (BOUSSAID et al., 2014). Valores de pH em méis depende de parâmetros como a origem geográfica e botânica, como o conteúdo mineral (VANHANEN; EMMERTZ; SAVAGE, 2011).

Resultados reportados por Oliveira e Santos (2011), revelaram uma média de pH que variou de 3,30 a 3,67 em méis de abelhas africanizada. Filho et al., (2011)

encontraram valores variando de 3,43 a 4,14 em méis comercializados na cidade de Pombal-PB.

Vários fatores estão relacionados à acidez do mel, dentre eles destacam-se: fonte floral, quantidade de minerais, tempo de colheita e quantidade de ácido glucônico resultante da ação enzimática sobre glicose (KARABAGIAS, et al., 2014). O teor de acidez livre tem relação com presença de ácidos orgânicos em equilíbrio com as respectivas lactonas, ésteres e íons inorgânicos (MOREIRA et al., 2007; GOMES et al. 2010). Sendo um fator primordial utilizado para avaliar a deterioração do mel, pois a acidez aumenta à medida que ocorre a fermentação do açúcar em ácidos orgânicos (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013).

O teor médio de acidez livre encontrado nesse estudo foi de 56,15 mEq Kg⁻¹. Liberato et al. (2013) encontraram valores médios de acidez de 54,50, 52,00 e 51,03 mEq Kg⁻¹ estudando amostras de méis no estado do Ceará. Abadio Finco, Moura e Silva (2010), estudando amostras de mel provenientes da região sul do estado de Tocantins, encontraram valores de acidez livre entre 35,00 e 59,00 mEq Kg⁻¹. Altos valores de acidez livre são indicadores da ocorrência de fermentação dos açúcares, pela ação de leveduras, sendo assim o nível máximo de acidez permitido pela legislação vigente é de 50 mEq Kg⁻¹ para méis de abelha *Apis mellifera* (BRASIL, 2000).

O percentual proteico encontrado no mel avaliado foi de 0,76 ± 0,03%. Yücel e Sultanoğlu (2013), estudando méis na Turquia encontraram uma variação de proteína de 0,13% a 1,15%. Almeida-Muradian et al. (2013) estudando méis de *Apis mellifera* e de *Meliponeas* coletados no nordeste brasileiro encontraram uma média de 0,49±0,01% para *Apis*. Kadri et al. (2017) avaliando amostras de méis em São Paulo, encontraram valores proteico de 0,15-0,16 e 0,23-0,25% em mel centrifugado e pressionado, respectivamente. Habib et al. (2014), que revelaram que o conteúdo protéico em méis é dependente da fonte floral e que diferentes valores podem estar associados com a presença de proteínas derivadas do néctar de flores e enzimas introduzidas pelas abelhas nos méis. Méis adulterados, superaquecidos ou armazenados por um longo período mostram uma redução ou ausência do conteúdo de proteína (ALMEIDA-MURADIAN et al., 2013).

No tocante aos açúcares redutores, na amostra de mel foi determinado teor médio de 39,99±0,81%. Observa-se que o mel avaliado apresenta valores de açúcares redutores abaixo do recomendado pela legislação, que é de no mínimo 65% (BRASIL, 2000). Richter et al. (2011) encontraram amostras em desacordo com a legislação,

devido ao baixo conteúdo de açúcares redutores (55,8%), em méis produzidos na cidade de Pelotas/RS. Lira et al. (2014) encontraram um teor de açúcares redutores para méis de *A. mellífera* que variou de 51,09 a 56,56%, em méis obtidos da região sudeste do Brasil. Anacleto et al. (2009) avaliaram méis de abelha jataí e obtiveram um teor médio de açúcares redutores de 55,46%, com variação de 48,66 a 57,97%.

O conteúdo de açúcares redutores pode variar por diversos fatores, entre eles diferentes origens florais do néctar, colheita prematura do mel, onde a sacarose provavelmente não foi totalmente convertida em glicose e frutose, ou mesmo pela adulteração dos méis pela adição de açúcares não redutores entre outros compostos (SODRÉ et al., 2007; MONIRUZZAMAN et al., 2013; SILVA et al., 2016).

O teor médio de açúcares encontrado nesse trabalho foi de $40,57 \pm 0,83\%$. A composição do açúcar depende principalmente da origem botânica do mel e pelas origens geográficas e é afetada pelo clima, processamento e armazenamento (ESCUREDO et al., 2014). Os açúcares são os constituintes majoritários no mel e são responsáveis pela viscosidade, higroscopicidade e valor energético (CAVIA et al., 2002). Altos valores para sacarose revelam a origem botânica, ou pode estar associado a adulteração ou colheita do mel prematura (RICHTER et al., 2011). Kadri et al. 2017, estudando amostras de méis em São Paulo, encontraram uma variação de 68,2-74,5% de açúcares totais.

O valor obtido para o conteúdo de fenólicos totais foi de $126,30 \pm 0,77$ mgEAG/100 g de mel. Resultados próximos ao estudo realizado por Boussaid et al. (2014) em méis da Tunísia, que demonstraram variação de 32,17 a 119,42 mgEAG.100g⁻¹. Almeida et al. (2016), avaliando amostras de méis provenientes da região Nordeste do Brasil, encontraram valores entre 27,0 e 92,7 mgEAG.100g⁻¹ para o compostos fenólicos. Bueno-Costa et al. (2016), avaliou 24 amostras de méis de eucalipto e silvestre do estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, e demonstrou que os valores de compostos fenólicos variaram de 11,37 a 54,01mgEAG.100g⁻¹. Conforme Kuçuk et al. (2007), o tipo e concentração dos compostos fenólicos dependem da origem floral do mel. A capacidade antioxidante dos méis varia de acordo com sua origem botânica e, com isso, méis de diferentes origens botânicas irão possuir atividade antioxidante distinta (HABIB et al., 2014).

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados em relação à caracterização microbiológica do mel.

Tabela 3 - Análises microbiológicas de mel de *Apis mellífera* proveniente do sertão paraibano

	Parâmetros Analisados				
	Contagem de mesofilos total (UFC/g)	Coliformes a 35 °C (NPM/g)	Coliformes a 45 °C (NPM/g)	<i>Salmonella</i> ssp. /25 g	Fungos filamentosos e leveduras UFC/g
MEL	6,5	2,1	Ausente	Ausente	<10

Fonte: Autoria própria, 2019.

Observa-se que a amostra de mel não apresentou contaminação por coliformes a 45 °C, e *Salmonella*, apresentando baixas contagens para mesofilos, coliformes a 35 °C e fungos filamentosos e leveduras. A atual legislação brasileira para mel não contempla as análises microbiológicas, apenas registram que se devem seguir as práticas de higiene na manipulação do produto (BRASIL, 2000). Santos et al. (2011) e Cordeiro et al. (2012) encontraram valores de coliformes a 35 °C inferiores a 3,0 NMP/g.

A ausência de coliformes a 45 °C indicando que houve condições adequadas de higiene ao longo do processamento do mel e que o produto possui qualidade higiênico-sanitária satisfatória. A amostra em estudo encontra-se dentro dos parâmetros de higiene estabelecidos e aceitos pelos órgãos oficiais vigentes. Segundo Ferreira et al. (2013) o mel é um alimento com pH relativamente ácido (3,5 a 4,0) e baixa Aa e umidade, não sendo, por isso, considerado um alimento com condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos. E mesmo o mel de rejeito passando por manipulação durante o processo de extração, não sofre alteração microbiológica, sendo considerado um mel de qualidade.

Bactérias do grupo coliformes são microrganismos indicadores e os coliformes a 35 °C indicam cuidados com a higiene dos materiais e de manipulação (ALVES et al., 2011). A presença de coliformes a 45 °C indica a contaminação com matéria orgânica de origem fecal, o que pode ser visto que não houve essa contaminação no presente estudo. David et al., (2017) avaliando a qualidade de méis também encontraram baixas contagens de bolores e ausência de *Salmonella*. Santos et al., (2011) realizaram um estudo no qual os valores coincidem com os resultados aqui encontrados, apresentando valores abaixo de bactérias do grupo coliformes em méis de abelhas melíferas.

Na Tabela 4 e 5, estão apresentados a média dos resultados dos parâmetros cinéticos.

Tabela 4 - Teste de médias aplicada sobre o %conversão

Médias	Fator 1-Levedura	Fator 2- Sólidos Solúveis (SS)
1	65,57 c	74,86 a
2	77,75 a	74,38 a
3	76,11 b	70,18 b
Dms	1,11	1,11

Fonte: Autoria própria, 2019.

Ao realizar o teste de médias (Tabela 4) nos resultados obtidos do planejamento, observa-se que houve diferença para o fator 1, portanto a levedura comercial granulada foi a melhor levedura para fermentação do mosto em estudo. Para o fator 2, observa-se que não houve diferença significativa para o fator SS, onde o SS de 14 °Brix não diferiu do SS de 16 °Brix.

Ao observar o teor alcoólico dos resultados obtidos (Tabela 5) no fatorial, pode-se observar que a melhor concentração de sólidos solúveis a ser considerada é a que apresentou um maior teor alcoólico. Sendo assim, deverá ser escolhido para fermentação, a levedura granulada comercial e uma concentração de 16 °Brix.

Tabela 5 - Resultados do %Conversão e teor alcoólico do processo fermentativo

Experimentos	Variável de entrada (Tipo de levedura)	Variável de entrada (°Brix)	% Conversão	°GL
1	-1 (CA-11)	-1 (14 °Brix)	66,86	4,78
2	-1 (CA-11)	0 (16 °Brix)	66,78	5,46
3	-1 (CA-11)	1 (18 °Brix)	63,06	5,80
4	0 (Granulada)	-1 (14 °Brix)	77,81	5,57
5	0 (Granulada)	0 (16 °Brix)	81,13	6,63
6	0 (Granulada)	1 (18 °Brix)	74,29	6,83
7	1 (Fresca)	-1 (14 °Brix)	79,91	5,72
8	1 (Fresca)	0 (16 °Brix)	75,22	6,15
9	1 (Fresca)	1 (18 °Brix)	73,20	6,73

Fonte: Autoria própria, 2019.

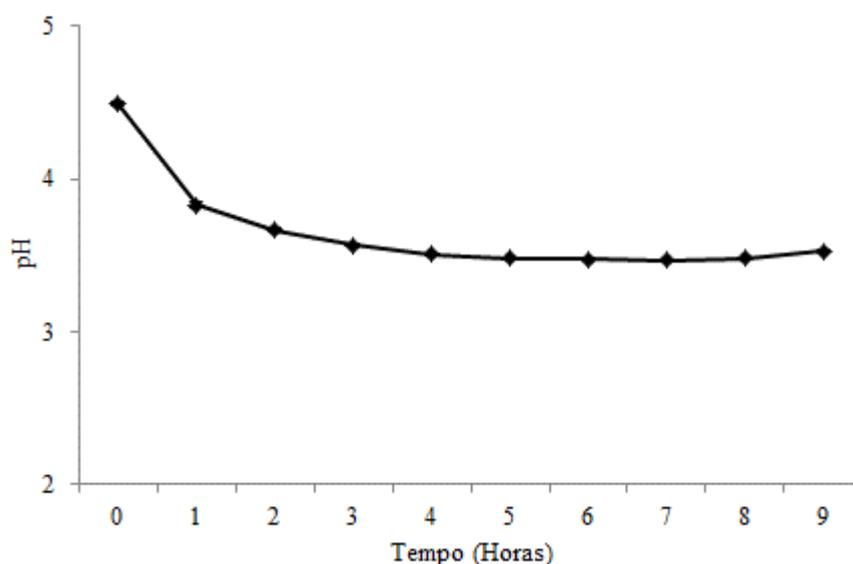
5.2 Estudos da cinética fermentativa

Abaixo estão apresentados os perfis das variáveis cinéticas estudadas: pH, concentração de acidez total, sólidos solúveis totais °Brix, grau alcoólico e biomassa. Estudou-se a fermentação em torno das 9 h (estabilidade do processo).

5.2.1 Evolução dos valores de pH

A evolução do perfil de pH durante a fermentação foi verificada a cada 1 hora sendo possível uma melhor visualização do processo fermentativo. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**6 apresenta o perfil de pH no processo de fermentação alcoólica para produção do aguardente de mel.

Figura 6 - Variação do pH durante a fermentação do mosto de mel



Fonte: Autoria própria, 2019.

A fermentação do mel iniciou-se com pH 4,49 com adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae* granulada comercial e após 9 horas constatou-se um pH de 4,39 como mostra a Figura 6, havendo assim uma pequena alteração de pH. Valores baixos de pH, como já esperado em mostos fermentativos, são devido a acidez do mel e pela possibilidade tamponante do mosto de mel (MENDES-FERREIRA, 2010).

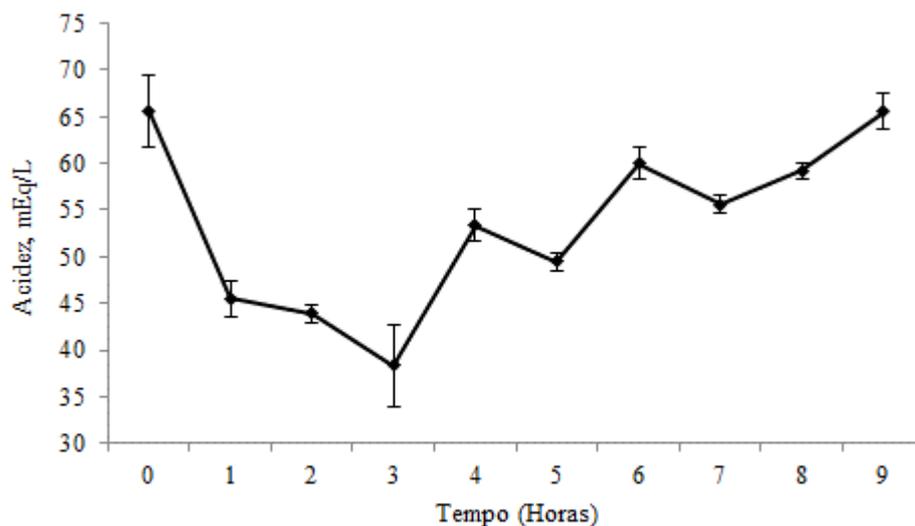
A taxa fermentativa é controlada através desse baixo pH e de uma ligação de ácidos que têm procedência no mel, os quais conseguem controlar a taxa de

fermentação, e essa taxa necessita, principalmente, da qualidade do mel, da espécie de levedura, da constituição do mosto, do pH extracelular e do meio de cultura (KEMPKA & MANTOVANI, 2013). Os valores de pH do mosto fermentado estão próximos dos valores sugeridos por Brunelli, Imaizumi e Venturini Filho (2017), que estudaram a produção de hidromel, que foi de 3,75. Experimentos comprovam que quanto mais ácido for o mosto, maior será a produtividade, pois bactérias e outros contaminantes não sobrevivem em meios de baixo pH (cerca de 3 a 4) e a produção de glicerol como componente secundário da fermentação é muito reduzida em meios ácidos (pH 3 a 4) (QUEIROZ et al., 2014).

5.2.2 Evolução dos valores de acidez

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.7** apresenta o perfil de acidez no processo de fermentação alcoólica para produção do aguardente de mel.

Figura 7 - Variação da acidez durante a fermentação de mosto do mel



Fonte: Autoria própria, 2019.

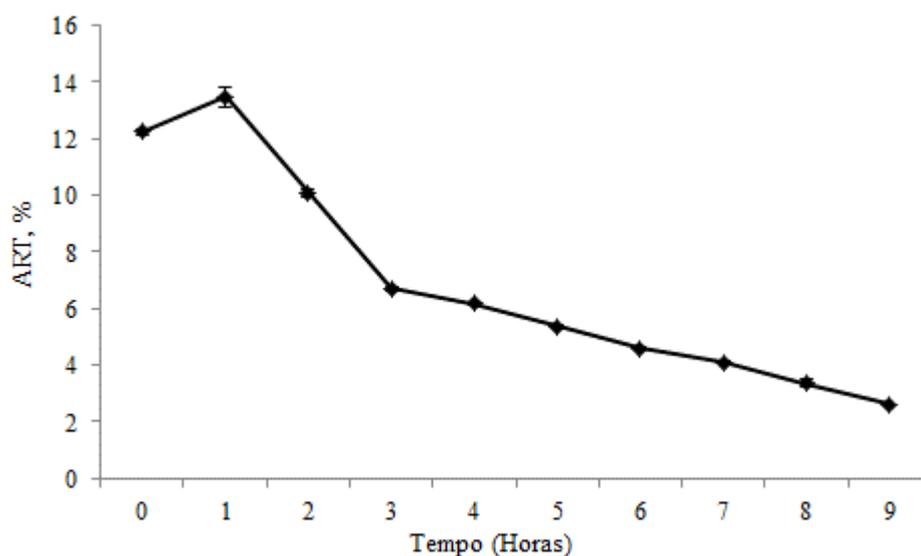
Avaliando o processo temos que nas primeiras horas o nível de acidez tem uma diminuição no seu valor, tendo nas horas restantes um aumento do valor de acidez, comportamento esse esperado em uma fermentação, a levedura consome os açúcares presentes no mosto reduzindo os teores de sólidos solúveis totais durante todo o processo fermentativo, consequentemente resultando em produtos fermentativos na presença de ácidos orgânicos, elevando-se assim os valores de acidez.

A acidez do mosto fermentado de mel apresenta valores (38,33-65,56 mEq/L) abaixo do estabelecido para hidromel, que é entre 50 e 130 mEq/L (BRASIL, 2008). A acidez apresenta funções importantes em bebidas alcoólicas, influenciando o sabor, a resistência, cor, tonalidade, durabilidade (AKALIN, BAYRAM e ANLI, 2017). Brunelli et al. (2017) avaliando mosto utilizado na elaboração dos hidromeis encontraram 13,34 mEq/L.

5.2.3 Evolução dos valores de açúcares redutores totais

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.8** apresenta o perfil de açúcares redutores no processo de fermentação alcoólica para produção do aguardente de mel.

Figura 8 - Variação dos açúcares redutores totais durante a fermentação de mosto do mel



Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com o perfil de comportamento de açúcares redutores totais (ART), conforme observado na Figura acima, durante o processo fermentativo, de produção de aguardente, verifica-se que houve consumo de açúcares dos substratos através do tempo de fermentação, tal fato é evidenciado pelo declínio até o fim da fermentação.

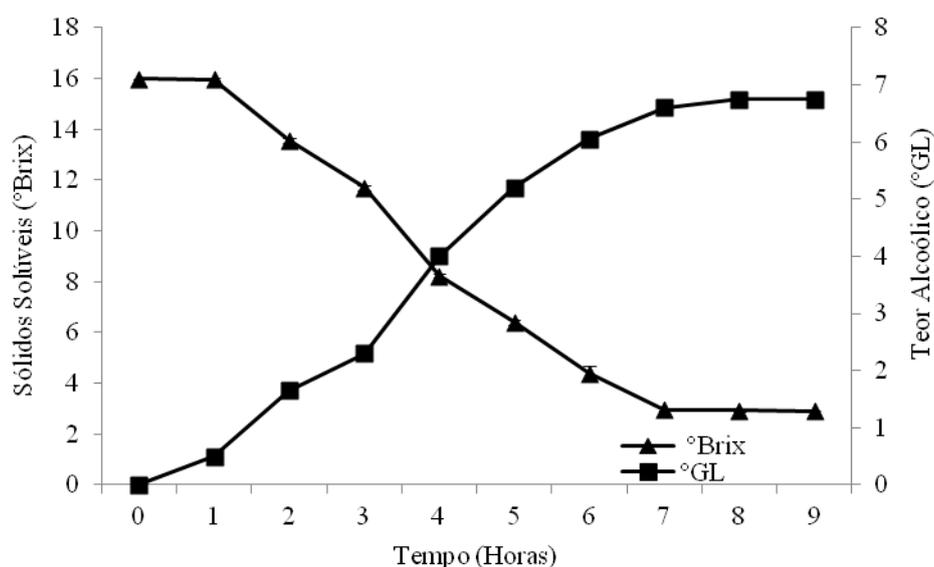
Brunelli et al. (2017) encontraram valores de 29,57% ao caracterizar mosto utilizado para produzir hidromel e 4,30% de açúcares redutores totais no hidromel

produzido, apresentando assim uma fermentação incompleta e esse fato demonstra que a presença de AR na bebida final indica o efeito inibitório tanto da concentração de etanol produzido na fermentação quanto do açúcar em excesso presente no mosto.

5.2.4 Evolução dos valores de sólidos solúveis versus teor alcoólico

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**9 apresenta o perfil de sólidos solúveis versus o teor alcoólico no processo de fermentação alcoólica para produção do aguardente de mel.

Figura 9 - Variação dos sólidos solúveis e teor alcoólico durante a fermentação do mosto do mel



Fonte: Autoria própria, 2019.

A Figura 9 representa a cinética de fermentação, demonstrando o consumo do substrato (açúcares) e a formação do produto (etanol), em função do tempo de fermentação, na qual é possível observar a redução gradual do teor de sólidos solúveis durante todo o período de fermentação, que foi de 9 horas.

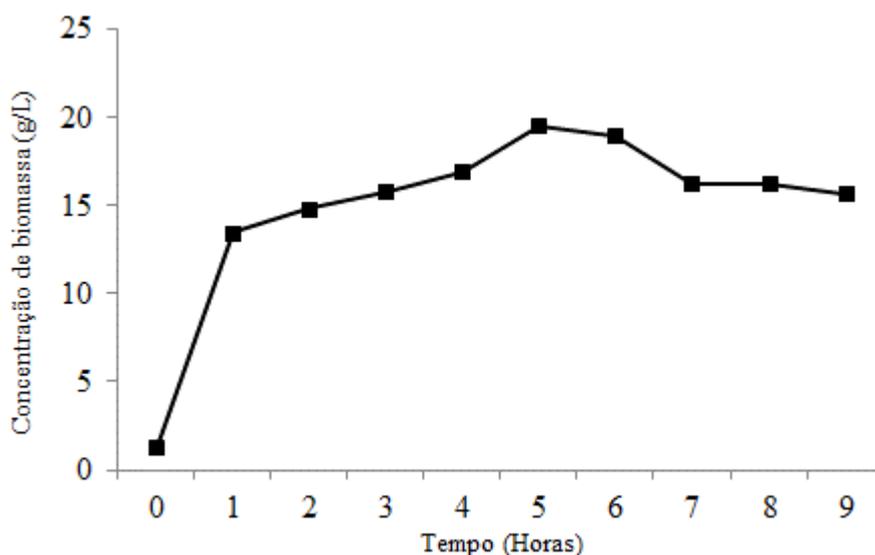
Analisando o comportamento cinético de crescimento do teor alcoólico (°GL) e da variação da concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) em função do tempo (h), considerando que ocorreu inicialmente uma elevação nos valores de sólidos solúveis totais, deve-se ao fato que no início do processo fermentativo há uma adaptação da

levedura ao meio; no decorrer da fermentação houve um elevado declínio no teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do mosto, iniciando no tempo de 3 h de fermentação, depois ocorreu uma diminuição até o final do processo fermentativo que foi no tempo de 48 h, possibilitando uma excelente desempenho realizado pelas leveduras na transformação dos açúcares em álcool, tais resultados se assemelham ao de Neto (2013), obtidos a partir da fermentação do mosto de mel, em seu estudo a respeito de obtenção de hidromel do tipo doce.

5.2.5 Evolução dos valores de sólidos solúveis versus teor alcoólico

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**10 apresenta o perfil de sólidos solúveis da concentração de biomassa no processo de fermentação alcoólica para produção do aguardente de mel.

Figura 10 - Variação da concentração de biomassa durante a fermentação do mosto de mel



Fonte: Autoria própria, 2019.

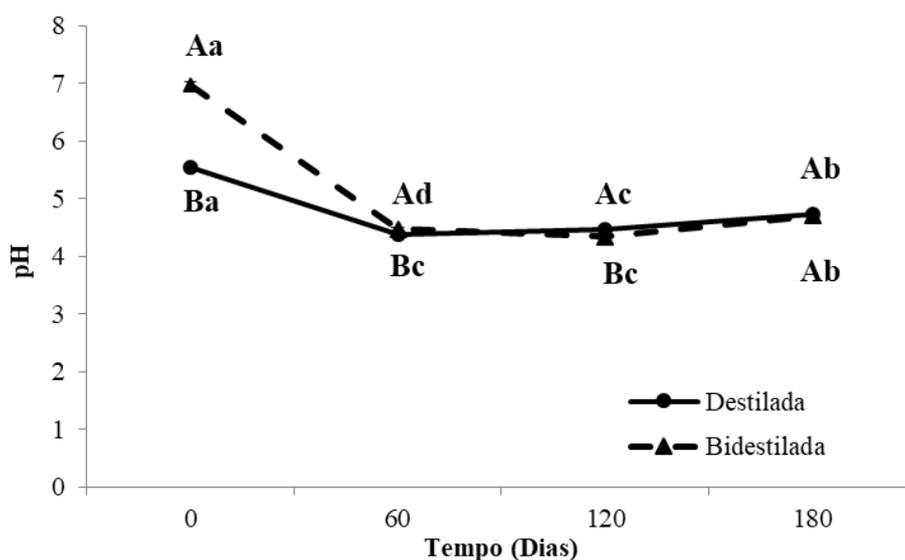
Observa-se um crescimento significativo da biomassa, durante a fermentação. É possível observar a fase exponencial, onde a levedura se tornou adaptada ao meio e às condições físicas, sintetizou componentes celulares e começou a metabolizar os nutrientes do meio e se multiplicar. A partir das 6 horas, iniciou-se o decréscimo da

biomassa, resultado do meio impróprio para o desenvolvimento das leveduras e consequentemente resultando na morte das mesmas.

5.3 Caracterização das aguardentes de mel

Pode-se observar na Figura 11 os resultados obtidos para a avaliação físico-química de pH das aguardentes de mel.

Figura 11 - Perfil de pH das aguardentes destilada e bidestilada durante 180 dias de descanso



Fonte: Autoria própria, 2019.

A, B: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre as amostras. a, b, c, d: Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) de cada amostra ao longo do tempo. Letras iguais não diferem entre si significativamente.

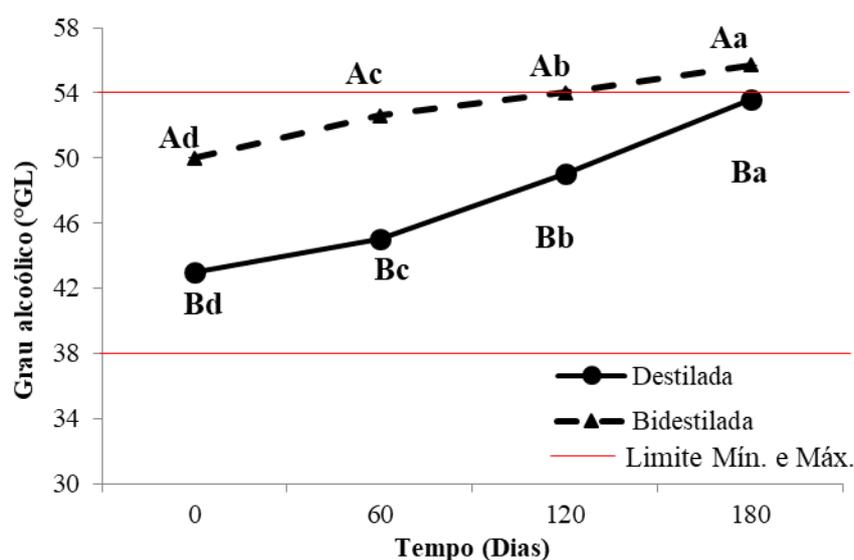
No tocante ao pH, pode-se observar que houve um decréscimo ao longo do descanso para ambas amostras. Estatisticamente, as amostras diferiram entre si, exceto no tempo 180. A amostra destilada foi a que apresentou o menor valor durante todo o descanso, exceto no tempo 180 dias. A amostra bidestilada diferiu em seus valores ao longo do período de descanso, já a amostra destilada não diferiu nos tempos 60 e 120 dias..

Leite et al. (2017) relatam que o processo de envelhecimento das aguardentes diminuiu o pH do produto, provavelmente devido ao aumento das concentrações dos compostos fenólicos e, conseqüentemente, dos ácidos no meio. Reduções dos valores de pH ao longo do tempo de envelhecimento para aguardentes armazenadas em barris de carvalho foram observadas por Parazzi et al. (2008).

Schmidt et al. (2009) encontrou valores de pH em aguardentes não envelhecidas com variação entre 3,57 e 5,08, enquanto que ao analisar amostras de aguardente envelhecidas encontrou variação nos valores de 3,52 a 4,51. Cavalcanti (2009) e Bizelli et al. (2000) relataram que a bidestilação proporcionou significativo aumento dos valores de pH e diminuição da acidez, como o ocorrido no presente estudo.

Na Figura 12 estão os resultados obtidos para a avaliação físico-química do teor alcoólico das aguardentes de mel e o limite exigido pela legislação para esse parâmetro.

Figura 12 - Perfil do teor alcoólico das aguardentes destilada e bidestilada durante 180 dias de descanso



Fonte: Autoria própria, 2019.

A, B: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre as amostras. a, b, c, d: Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) de cada amostra ao longo do tempo. Letras iguais não diferem entre si significativamente

A Instrução Normativa nº 13 de 29/06/2005 no qual estabelece os padrões de qualidade para aguardente, determina que a bebida deva conter graduação alcoólica de

38% a 54% em volume (BRASIL, 2005a). As amostras apresentaram valores de teor alcoólico com variação de 43 a 56% (v/v).

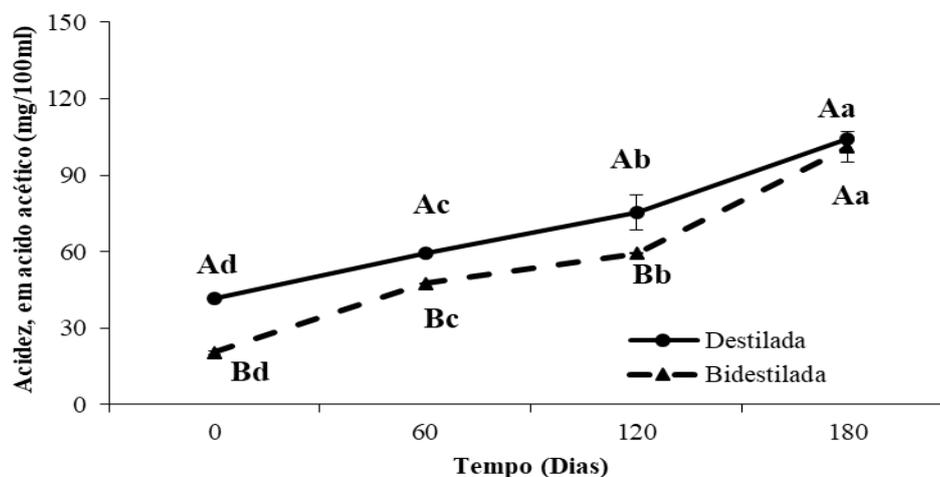
Nota-se as aguardentes armazenadas em barris de Umburana apresentaram em geral, um grau alcoólico que teve uma tendência de aumento ao longo do período de descanso. Catão et al. (2011) relata que o grau alcoólico em cachaças armazenadas em tonéis de madeira pode sofrer oscilações em função da umidade relativa e da temperatura ambiente e que os tiveram resultados obtidos ao longo das três avaliações realizadas no período de 180 dias de descanso, mostrando uma tendência de aumento do grau alcoólico da bebida, revelando que a evaporação de água do destilado foi maior que a de etanol durante este período, pois o armazenamento ocorreu no Planalto Central do Brasil, local de umidades relativas baixas.

É possível observar que houve diferença estatística entre a amostra bidestilada e a amostra destilada durante todos os dias do descanso. A amostra bidestilada apresentou maior teor de álcool e diferiu entre si em todos tempos de análise, apresentando uma tendência de aumento de 10% do grau alcoólico, mostrando que a evaporação de água do destilado foi maior que a de etanol durante esse período. Já a amostra destilada apresentou 20% de aumento do teor alcoólico.

Borragini et al. (2010) estudando o armazenamento usando o processo tradicional e o processo de aeração, tiveram resultados no caso do processo de armazenamento tradicional ao final de seis meses, um aumento de 22,5% no teor alcoólico, devido provavelmente ao clima mais seco da época do experimento, que favoreceu uma maior evaporação da água em relação ao álcool.

Na Figura 13 estão os resultados obtidos para a avaliação físico-química do teor de acidez titulável das aguardentes de mel e o limite exigido pela legislação para esse parâmetro.

Figura 13 - Perfil de acidez titulável das aguardentes destilada e bidestilada durante 180 dias de descanso



Fonte: Autoria própria, 2019.

A, B: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre as amostras. a, b, c, d: Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) de cada amostra ao longo do tempo. Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Os valores médios da acidez total encontrados nas bebidas destiladas, variaram entre 20,53 e 104,05 mg de ácido acético por 100 mL-1 álcool anidro. Durante o descanso em barril de Umburana das aguardentes destilada e bidestilada, houve um aumento na concentração de acidez. As amostras diferiram estatisticamente nos pontos 0, 60 e 120 dias, não havendo no ponto 180 dias. Também houve diferença para cada amostra ao longo do tempo de descanso, tanto destilada quanto bidestilada.

Observa-se redução do teor de acidez total na amostra bidestilada durante o descanso quando comparada a amostra destilada, porém essa amostra apresenta comportamento semelhante a amostra destilada, ou seja houve incremento ao longo de todo descanso. Bizelli, Ribeiro, Novaes (2000) estudando a influência da bidestilação nos teores de acidez em aguardente de cana e observaram reduções nos valores de acidez do produto. Em aguardente de cana, o ácido orgânico mais encontrado é o ácido acético, representando de 90 a 93% do conteúdo total de ácidos orgânicos da bebida (SILVA et al., 2020). São duas as suas origens: a principal é a contaminação por bactérias acéticas; a segunda é a aeração do mosto durante a fermentação, que estimula a produção de ácido acético pelas leveduras a partir do açúcar metabolizado (ALCARDE, 2017).

O ácido acético é o composto responsável pela acidez da bebida e sensação de ardência e pungência após a deglutição. Está ligado à contaminação de bactérias acéticas durante e após a fermentação.

Essa elevação durante o armazenamento é promovida pela oxidação do etanol em acetaldeído, e posteriormente ao ácido acético, o que aumenta progressivamente após o envelhecimento da bebida (BORTOLETTO, 2016). Miranda et al. (2008) afirma também que alguns compostos oriundos da madeira, como ácidos orgânicos não voláteis, componentes secundários, como taninos e compostos fenólicos, favorecem o aumento da acidez na aguardente em envelhecimento.

5.4 Caracterização dos compostos voláteis majoritários, acidez volátil e cobre das aguardentes de mel

Os resultados das análises dos compostos voláteis majoritários, acidez volátil e cobre da aguardente de mel e o padrão de exigência do Ministério da Agricultura Pecuária de Abastecimento para aguardente de cana-de-açúcar estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios obtidos para concentração de compostos presentes nas amostras de aguardente destilada e bidestilada

Componentes	0 dias		180 dias		Padrão ** (mg/100 mL)	
	Aguardente destilada	Aguardente bidestilada	Aguardente destilada	Aguardente bidestilada	Min	Máx
	Ésteres, em acetato de etila	14	15	22	64	--
Aldeídos	5,3	8,5	8,0	8,0	--	30
Cobre	20,5	5	15	5	--	5 mg/L
Acidez volátil, em ácido acético	92	24	176	107	--	150
Furfural	<1,0	<1,0	--	--	--	5
Álcool metílico	<2	<2	--	--	--	20
Acroleína	<1,0	<1,0	--	--	--	5
Álcool sec-butílico	<0,05	<0,05	--	--	--	10
Álcool n-butílico	0,7	0,7	--	--	--	3
Álcoois superiores (*)	555	534	812	282	--	360
Soma dos componentes secundários	665	581	1018	461	200	650

*Álcoois superiores=(isobutílico+isoamilico+n-propílico).

**Padrão MAPA Instrução Normativa n.13, de 29 de junho de 2005 (BRASIL, 2005a).

Fonte: Autoria própria, 2019.

O processo de bidestilação, ou dupla destilação, mostrou-se eficiente na redução de cobre, de acidez volátil, de álcoois superiores e conseqüentemente da totalidade dos componentes secundários do processo de obtenção da aguardente.

As concentrações de acetato de etila, apresentaram aumento ao longo do processo de descanso, porém todas se mantiveram dentro do exigido pela legislação brasileira. Além de serem produzidos durante a fermentação, os ésteres também se formam através do processo de esterificação dos ácidos graxos durante o armazenamento da aguardente, transformando álcool etílico em acetato de etila (FARIA et al., 2003). Segundo Alcarde, Souza e Bortoletto (2014), esses ésteres podem incorporar aroma frutado e agradável à bebida caso esteja presente em concentrações razoáveis, porém pode tornar a bebida “enjoativa” em quantidades excessivas.

O conteúdo de acetaldeído diminui no processo de bidestilação, após 6 meses de descanso em barril de umburana, enquanto que a bebida que passou apenas por uma destilação apresentou aumento no referido teor. Contudo, esses resultados não ultrapassaram o valor máximo estabelecido pela legislação (30 mg/100mL). O acetaldeído é o aldeído mais importante da fermentação alcoólica e é formado como um composto intermediário pela degradação do piruvato (CHRISTOPH & BAUER, 2007). Segundo Vilela et al. (2007) bebidas destiladas, como a aguardente, com grandes quantidades de acetaldeído, provavelmente são originárias de processos de destilação que não separam adequadamente a fração “cabeça” da bebida.

O acetaldeído e o acetato de etila são os compostos mais voláteis e é por isso que eles são apresentados em altos níveis na fração da cabeça e altas as concentrações de ambos os compostos estão associadas a formação de off-flavors (ANJOS;FRAZÃO;CALDEIRA, 2017).

Os níveis de cobre nas aguardentes destiladas analisadas apresentaram resultados acima do padrão estabelecido pela legislação (5 mg/L de cobre), enquanto que as aguardentes bidestiladas estão dentro do padrão. A amostra monodestilada apresentava teor de cobre de 20,5 mg/L e, após o processo de descanso, esse teor foi reduzido para 15 mg/L. Cavalcanti (2009) também encontrou redução dos teores de cobre ao analisar aguardentes bidestiladas. Deve-se ressaltar a importância da limpeza do alambique quanto a esse teor, pois deve ser uma atividade realizada antes do início da destilação, para que haja retirada de resíduos de cobre.

Santiago et al. (2012) estudando aguardentes de cana-de-açúcar armazenadas em tonéis de diferentes madeiras, relataram a possibilidade de uma interação dos íons cobre com compostos presentes nas madeiras, resultando um possível processo de absorção de cobre pela madeira durante o envelhecimento.

Durante a produção de um aguardente são formados compostos secundários e além disso existe a preocupação com a presença de contaminantes, onde o cobre é um dos metais indesejáveis na aguardente (PELLENZ et al., 2017). A ocorrência desse metal, é resultado da constituição do alambique. Contudo, em quantidades pequenas este metal contribui para a eliminação de determinados odores indesejáveis, observados em aguardentes destiladas em alambiques feitos com outros metais, como o aço inox (FRANÇA, et al 2011).

Alcarde, Monteiro e Belluco (2012), estudando o efeito da dupla destilação na redução da concentração de carbamato de etila em aguardente de cana, observaram que, na segunda destilação, as concentrações de cobre aumentaram com o decorrer do processo.

Um dos congêneres de extrema importância na avaliação de bebidas recém-destiladas e envelhecidas é a acidez volátil. Observa-se que as amostras monodestiladas aumentaram os valores de teor acidez volátil de 92 para 176 mg/100 mL durante o período de descanso, ultrapassando o limite estabelecido no final de 180 dias. Contudo, no processo de bidestilação houve uma redução no teor de acidez volátil de 73,9% em relação a monodestilada no início do descanso e é possível observar também um aumento nesse teor durante o descanso, porém não ultrapassa o exigido pela legislação que estabelece valor máximo de 150 mg/100 mL para acidez volátil em ácido acético (BRASIL, 2005a). Alguns autores associaram a oxidação do acetaldeído à incorporação de ácidos orgânicos não voláteis, de outros componentes secundários como os taninos e vários compostos fenólicos da madeira durante o processo de envelhecimento (PARAZZI et al. 2008 e MIRANDA et al. 2008).

Cavalcanti (2009) estudando amostras produzidas nos mesmos alambiques observou que o processo de bidestilação proporciona uma redução dos teores de acidez volátil em mais de 80% em algumas amostras.

Alcarde et al. (2011) ao estudarem o perfil físico-químico da aguardente de cana-de-açúcar produzida por diferentes metodologias de dupla destilação encontraram redução nas concentrações de acidez volátil, e ressaltou que a dupla destilação melhorou a qualidade química das aguardentes.

O teor de furfural foi detectado apenas nas amostras não envelhecidas, tanto destilada como bidestilada, apresentando valores dentro do estabelecido pela legislação. Santos e Faria (2016) não encontraram furfural para as bebidas sem envelhecer e envelhecidas um ano. Porém, para as amostras envelhecidas três anos, os valores se

apresentaram um pouco acima dos limites estabelecidos pela legislação. Miranda et al. (2008) também observaram aumento dos teores de furfural, registrando valores de até 1,14 mg/100 mL álcool anidro, após 390 dias de envelhecimento, provavelmente devido à degradação de pentoses presentes na madeira do tonel.

Dentre os álcoois avaliados, o teor de metanol encontrado foi o mesmo tanto na amostra destilada quanto bidestilada e esse teor não foi detectado no período de descanso da bebida. As aguardentes estudadas registraram baixas concentrações de metanol. Dados de baixos níveis de metanol ou de ausência deste componente são de relevância, uma vez que se constitui em aspecto qualitativo no tocante à segurança toxicológica, pois é indesejável nas cachaças e nas aguardentes (MENDES FILHO et al. 2016). Cavalcanti (2009) encontrou em bebida bidestilada em alambique de cobre resultado significativamente menor teor de metanol do que o da amostra bidestilada no alambique de aço inox contendo o dispositivo de prata.

O limite máximo estabelecido pela legislação brasileira quanto ao teor de acroleína para aguardente de cana é de 5 mg/100 mL álcool anidro. Dos resultados apresentados, podem-se observar concentrações inferiores ao limite estabelecido pela legislação. A quantificação dos teores da acroleína em aguardentes faz-se necessária visto que acima deste limite a bebida estará imprópria para ser comercializada. Outro fato que deve ser considerado é o pequeno número de estudos relacionados à quantificação de acroleína em aguardente de cana.

A concentração do álcool de n e sec-butílico ficaram bem abaixo do limite da legislação e não foram detectados durante o período de descanso. O álcool sec-butílico é outro álcool também classificado como contaminante orgânico em cachaças e aguardentes (MENDES FILHO et al. 2016).

Os valores referentes às concentrações dos álcoois superiores apresentaram-se acima dos valores estabelecidos pela legislação vigente para amostra destilada, o que também pode ser explicado pela influência do processo de descanso, uma vez que este processo pode concentrar alguns compostos presentes na bebida (SANTOS e FARIA; 2016). Houve um aumento de 31% de álcoois superiores durante os 180 dias de descanso na amostra que passou por apenas uma destilação. Tal aumento também foi verificado por Miranda et al. (2008), onde observaram um acréscimo de 13% no teor de álcoois superiores ao longo de 360 dias de envelhecimento de cana.

A aguardente bidestilada também apresentou irregularidade no início do descanso, porém um ponto a ser destacado é a redução do teor de álcoois superiores

durante o descanso dessa amostra, ou seja um percentual de 47% de redução de álcoois superiores.

As concentrações dos componentes secundários foram obtidas pela soma dos teores da acidez volátil, acetaldeído, acetato de etila e álcoois superiores. Os teores dos congêneres da amostra de aguardente monodestilada analisadas aumentaram com o tempo de descanso, devido principalmente à somatória dos componentes individuais, cujos valores aumentaram 40 % com o decorrer do tempo.

Observou-se que a soma dos compostos secundários na amostra monodestilada ultrapassou os limites exigidos pela legislação, ou seja, de 650 mg.100 mL⁻¹ (BRASIL, 2005a), mesmo quando se procedeu ao descanso do produto. Já para a amostra bidestilada, a soma dos compostos secundários não ultrapassou o limite da legislação e ainda houve um decréscimo durante o descanso. Rota (2012) comparando amostras de cachaça tradicional e bidestilada não envelhecidas, verificou que a amostra bidestilada apresenta as menores concentrações dos compostos secundários.

Em destilações realizadas em alambique simples, Alcarde et al. (2009) constataram redução nas concentrações de cobre, de acidez volátil, de aldeídos, de ésteres, de metanol, de álcoois superiores e dos congêneres totais em aguardentes duplamente destiladas. Trabalhando com alambique retificador, Alcarde et al. (2011) constataram a melhoria da qualidade química de aguardente pelo processo de dupla destilação.

6 CONCLUSÃO

O mel de rejeito estudado apresentou-se como uma matéria-prima de qualidade. E o mosto de mel de rejeito com teores suficientes de sólidos solúveis totais para a fermentação alcoólica, sendo possível a obtenção do destilado e bidestilado de mel.

De acordo com os resultados obtidos, o produto analisado pode ser denominado de aguardente. As amostras analisadas estão em conformidades com os parâmetros físico-químicos exigidos pela legislação, demonstrando que a bebida obtida apresenta os padrões e requisitos exigidos pela legislação vigente, sendo possível o registro deste produto no órgão competente. O descanso em barris de Umburana agregou valor ao produto, além de incrementar odores e sabores a bebida.

A técnica de bidestilação comparada a destilação simples se caracteriza como uma boa alternativa para garantir a qualidade da aguardente, pois o processo promoveu redução nas concentrações de acidez titulável, acidez volátil, cobre, álcoois superiores, e consequentemente, a soma dos congêneres dessa bebida. Esse processo vem sendo bastante utilizado para uma bebida mais padronizada e posteriormente ser envelhecida.

Esse trabalho mostrou aspectos importantes de uso de mel de rejeito e destaca a relevância como pioneiro na produção de aguardente de mel de rejeito.

Sugere-se novos estudos com armazenamento com diferentes tempos e tipos de madeira e estudos sobre o envelhecimento durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AKALIN, H.; BAYRAM, M.; ANLI, R. E. Determination of some individual phenolic compounds and antioxidant capacity of mead produced from different types of honey. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 123, n. 1, p. 167–174, 2017.

ALBERGARIA H.; ARNEBORG, N. Dominance of *Saccharomyces cerevisiae* in alcoholic fermentation process: role of physiological fitness and microbial interactions. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, n.5, p.2035–2046, 2016.

ALCARDE, A. R.. Cachaça: ciência, tecnologia e arte. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2017. v. 1. 96p

ALCARDE, A. R.; MONTEIRO, B. M. D. S.; BELLUCO, A. E. D. S. Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de levedura *saccharomyces cerevisiae*. **Quimica Nova**, v. 35, n. 8, p. 1612–1618, 2012.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, L. M.; BORTOLETTO, A. M. Ethyl carbamate kinetics in double distillation of sugar cane spirit. **Journal of the Institute of Brewing**, v.118, n.1, p.27-31, 2012.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, L. M.; BORTOLETTO, A. M. Formation of volatile and maturation-related congeners during the aging of sugarcane spirit in oak barrels. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p. 529–536, 2014.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A. DE; BELLUCO, A. E. DE S. Chemical profile of sugarcane spirits produced by double distillation methodologies in rectifying still. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 355–360, 2011.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BOSQUEIRO, A. C., BELLUCO, A. E. S et al. Perfil físico-químico de aguardente de cana-de-açúcar produzida por metodologias de dupla destilação em alambique simples. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p.499-506, 2009.

ALMEIDA, A. M. M.; OLIVEIRA, M. B. S.; COSTA, J. G.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F. Antioxidant Capacity, Physicochemical and Floral Characterization of Honeys from the Northeast of Brazil. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 1, p. 57-77, 2016.

ALMEIDA - MURADIAN, L. B.; ESTRAMM, K. M.. HORITA, A.; BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; ESTEVINHO, L. M.t al. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. **Food Science and Technology**, v.48, p.1698-1706, 2013

ALVARENGA, R. M. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana**, Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG, 155 p.,2011.

ALVES, T.T.L.; MENESES, A.R.V.; SILVA, J.N.; PARENTE, G.D.L.; HOLANDA NETO, J.P. Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.3, p.91-97, 2011.

AMORIM, H. V. **Fermentação Alcoólica** – ciências e tecnologia. Fermentec: Piracicaba-SP, 2005, 448p.

ANACLETO, D. A.; SOUZA, B. A.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C. et al. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula latreille*, 1811). **Revista Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v.29, n.3, p.535-541, jul/set, 2009.

ANDRADE-SOBRINHO, L. G.; CAPPELINI, L. T. D.; SILVA, A. A.; GALINARO, C. A.; BUCHVISER, S. F., CARDOSO, D. R.; FRANCO, D. W. Teores de carbamato de etila em aguardentes de cana e mandioca. Parte II. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n. 1, p. 116-119, 2009.

ANJOS, O.; FRAZÃO, D.; CALDEIRA, I. Physicochemical and Sensorial Characterization of Honey Spirits. **Foods**, v. 6, n. 8, p. 58, 2017.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC international. 16.ed. Gaithersburg: AOAC, 1997. v.2, 1141p.

AQUINO, F. W. B.; NASCIMENTO, R. F.; ROFRIGUES, S.; CASEMIRO, A. R. S. et al. Determinação de marcadores de envelhecimento em cachaças. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 145-149, 2006.

AQUINO, I. S. **Abelhas Nativas da Paraíba**. 1ª Ed. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB. 2006 91p. Il.

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

BADOTTI, F.; VILAÇA, S. T.; ARIAS, A.; ROSA, C. A.; BARRIO, E. et al. Two interbreeding populations of *Saccharomyces cerevisiae* strains coexist in cachaça fermentations from Brazil. **FEMS Yeast Research**. v. 14, n.2, p. 289-301, 2014.

BIZELLI, L. C.; RIBEIRO, C. A. F.; NOVAES, F. V. Dupla destilação da aguardente de cana: Teores de acidez total e de cobre. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 623–627, 2000.

BOBANY, D. M.; PIMENTEL, M. A. P.; MARTINS, R. R. C.; NETTO, B. A. S.; TOLLA, M. S. Atividade antimicrobiana do mel de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) em cultivo de microrganismos do conduto auditivo de caninos domésticos (*Canis familiaris*). **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p.441-447, 2010.

BORRAGINI, M. DE C. C.; FARIA, J. B. Envelhecimento de cachaça sob circulação Forçada E Aeração. **Alimento e Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 25–30, 2010.

BORTOLETTO, A. M. **Influência da madeira na qualidade química e sensorial da aguardente de cana envelhecida**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-19042016-122917/> >.

BORTOLETTO, A. M.; SILVELLO, G. C.; ALCARDE, A. R. Chemical and microbiological quality of sugar cane juice influencers the concentration of ethyl carbamate and volatile congeners in cachaça. **Journal of the Institute of Brewing**. v.121, p. 251-256, 2014.

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

BOUSSAID, A.; CHOUAIBI, M.; REZIG, L.; HELLAL, R., DONSI, F.; FERRARI, G.; HAMDY, S. et al. Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. **Arabian Journal of Chemistry**, 2014.

BRASIL, Decreto nº 2314, 4 set. 1997, Diário Oficial da União, Brasília, 05 de set., 1997. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Brasília, DF: MAPA/MS, 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 17 de abril de 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. **Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 jun. 2009. p. 15.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **DECRETO-LEI nº 214/2003**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 18 set. 2003. Serie A, p. 6059.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 13 de 29 de junho de 2005**. Diário Oficial da União. Brasília, 30 de junho de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. Diário Oficial da União. Brasília, 19 de setembro de 2003. Seção 1, página 14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 24, de 08 de setembro de 2005**. Manual

Operacional de Bebidas e Vinagres. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set.2005. Seção 1, p.11.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada nº12, de 24 de Julho de 1978. **Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1978.

BRUENING, P. H. **Abelha Jandaíra**. Coleção O Mossoroense. Serie "C" - Volume DLVII. ESAM. Mossoró, RN. 181 p. 1990.

BRUNELLI, L. T.; IAMIZUMI, V. M.; VENTURINI, W. G. Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel produzido a partir de cinco tipos de leveduras alcoólica. **Revista Energia na Agricultura**, v. 32, n. 2, p. 200–208, 2017.

BRUNO, S. N. F. In **Distillation - Advances from modeling to applications**; Zereszki, S., ed. Intech, 2012, 159. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/distillation-advances-from-modeling-to-applications>>. Acesso em: 12 de abr de 2018.

BUENO-COSTA, F. M.; ZAMBIAZI, R. C.; BOHMER, B. W.; CHAVES, F. C.; SILVA, W. P.; ZANUSSO, J. T.; DUTRA, I. et al. Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Food Science and Toxicology**, v. 65, p. 333-340, 2016.

CAC – Codex Alimentarius Commission. **Revised Codex standard for honey**. Codex stan 12 – 1981, Roma, 2 ed, 2001, 7p.

CAMPOS, J. O. S. **Emprego de extratos aromáticos de madeiras regionais como agentes de envelhecimento acelerado de aguardentes**. 2000. 120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

CAMPOS, L. M. A. S. **Estudo dos parâmetros fermentativos na obtenção de aguardente de mel**. 2011. 153 f. Tese (Doutorado em Ciências) Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2011.

CANCELIER, A.; CAPELETTO, C.; PEREIRA, B. A.; TODESCATO, D.; COSTELLI, M. C. Influência de parâmetros de processo na obtenção de bebida fermento-destilada de uva-japão (*Hoveniadulcis* Thunberg). **Brazilian Journal of Food Technology**, v.16, n.1, p. 59-67, 2013.

CANTÃO, F.O. **Análises físico-químicas e avaliação da presença do cobre em aguardentes de cana por aluminossilicatos**. 2006. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia) Universidade Federal Lavras, Lavras, 2006.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus Alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, Maio/Julho, 1998.

CARDOSO, M. G.; CAMPOS, G. A.; SILVA, R. A.; SANTOS, C. D.; PINTO, A. P. S.; SILVA, C. F. et al. Cachaça: Qualidade e Produção. 2007. Disponível em <

www.canabrazil.com.br/ cachaca.../11-cachaca-qualidadee-producao>. Acesso em 20 de março de 2018.

CARMONA-GUTIERREZ, D. et al. A higher spirit: avoiding yeast suicide during alcoholic fermentation. **Nature**, v. 19, p. 913-914, 2012.

CATÃO, C. G.; PAES, J. B.; GOMES, J. P.; ARAUJO, G. T. et al. Qualidade da madeira de cinco espécies florestais para o envelhecimento da cachaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 741–747, 2011.

CAVALCANTI, A. F. Bidestilação em alambiques contendo dispositivos de prata e cobre e sua influência na qualidade da cachaça. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, Araraquara/SP, 2009

CAVIA, M. M.; FERNANDEZ-MUIÑOS, M. A.; GOMEZ-ALONSO, E. G. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. **Food Chemistry**, v. 78, p. 157–161, 2002.

CHRISTOPH, N.; BAUER-CHRISTOPH, C. Flavour of spirit drinks: Raw materials, fermentation, distillation, and ageing. **Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability**, p. 219–239, 2007.

CONNER, J. L.; REID, K.; JACK, F. **Maturation and blending**. In: RUSSELL, I.; STEWART, G.; BAMFORTH, C. Whisky. Technology, Production and Marketing. Londres, Reino Unido: Elsevier, 2003. Cap. 7, p. 209-240.

CORDEIRO, C. A.; ROCHA, D. R. S.; SANTANA, R. F.; MENDONÇA, L. S.; SOARES, C. M. F.; CARDOSO, J. C.; LIMA, A. S. et al. Avaliação da qualidade de méis produzidos no estado de Sergipe. **Scientia Plena**, v.8, n.12, p.1-6, 2012.

COUTO, R. H. N; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. Jaboticabal; FUNEP, 2002.

DANTAS, A. E. F.; SANTOS, A. S.; FERNANDES, J. S.; SILVA, K. R. R.; PINTO, K. R. S.; SILVA, M. G. Associativismo para a apicultura no município de Triunfo, Paraíba. **Caderno verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. v. 18, n. 1, 2018.

DATO, M. C. F.; PIZAURO Jr., J. M.; MUTTON, M. J. R. Analysis of the secondary compounds produced by *Saccharomyces cerevisiae* and wild yeast strains during the production of “cachaça”. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 70-74, 2005.

DAVID, C. S.; NOGUEIRA, V. R.; RONQUI, L.; LISBOA, F. T.; OLIVEIRA, D. F. et al. Qualidade higienicossanitária de mel produzido por *Apis Mellifera* e *Tetragonisca Angustula* e a necessidade de norma regulamentadora. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 1p. 107-111, 2017.

DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. **Food Science and Technology**, 18(3), 331-334, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611998000300014>.

DOURADO, K. K. F.; MONTEIRO, A. B. P.; SOARES, J. C.; CAVALCANTE, R.; CALIARI, M. et al. Efeito da aromatização com casca de limão na qualidade sensorial de bebida alcoólica bidestilada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 93-99, 2014.

DUARTE, W. F.; SOUSA, M. V. F.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F et al. Effect of Co-Inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus fermentum* on the quality of the distilled sugar cane beverage cachaça. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 9, p. 1307-1318, 2011.

DUARTE, W.; AMORIM, J.; SCHWAN, R. The effects of co-culturing non-*Saccharomyces* yeasts with *S. cerevisiae* on the sugar cane spirit (cachaça) fermentation process. **Antonie van Leeuwenhoek Online**. v.103, n. 1, p. 175-194, 2012.

ESCICHE, I.; JUAN-BORRÁS, M.; DOMENECH, E. Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. **Food Chemistry**, 142, 135, 2014.

ESCUREDO, O.; DOBRE, I.; FERNANDEZ-GONZALEZ, M.; SEIJO, M. C.; et al. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. **Food Chemistry**, 149, 84–90, 2014.

ESCUREDO, O.; MIGUEZ, M.; FERNANDEZ-GONZALEZ, M.; SEIJO, M. C. et al. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic área. **Food Chemistry**, v. 138, p. 851-856, 2013.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Databases**. Livestock Primary. 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em 28 Dez. 2018.

FARIA, J. B. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum ssp*) destiladas na ausência de cobre**. Araraquara, 2000. 99p. Tese (Livre Docência). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista.

FARIA, J. B.; LOYOLA, E.; LÓPEZ, M. G.; DUFOUR, J. P. Cachaça, Pisco e Tequila. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Eds.). **Fermented beverage production**. 2 ed. New York: Klumer Academic/Plenum Publishers, 2003. cap. 15, p. 335-363.

FERNANDES, D.; LOCATELLI, G. O.; SCARTAZZINI, L. S. Avaliação de diferentes estirpes da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. **Revista Evidência**, v. 9 n. 1-2, p. 29-42, 2009.

FERNANDES, D.; SCARTAZZINI, L. S. Padronização de Métodos Para a Produção de Hidromel Utilizando os Diferentes Tipos de Méis da Região Centro Oeste Catarinense. Anais do Evento. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; SEMINÁRIO DE PESQUISA, 4.; MOSTRA DE EXTENSÃO, 2., 2006. Videira. **Anais...** Videira: Ed. Unoesc, 2006.

FERREIRA, J. D.; OLIVEIRA, F. C. E.; MANCINI, C. E.; ZANDONADI, F. B.; BRANCO, P. A. C. do V. Determinação de fungos filamentosos e leveduras em méis

produzidos no município de Sinop, Mato Grosso. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 9, n.4, 2013.

FILHO, J. P. A.; MACHADO, A. V.; ALVES, F. M.S.; QUEIROGA, K. H.; CANDIDO, A. F. M et al. Estudo físicoquímico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal – PB. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.3, p.83 - 90 julho/setembro de 2011.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, 100(1), 1649–1653, 2007.

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.

FRANÇA, N.; SÁ, O. R.; FIORINI, J. E. Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG). **Ciência et Praxis**. v. 4, n. 7, p 47-49, jun. 2011.

FREITAS, F. R. D.; ALMEIDA, J. M. F. Apicultura no município de Iguatu - CE: Um estudo de caso. **Cad. Cult. Cienc.**, v. 21, p.46-58, 2008.

FREITAS, M. F.; MARINHO, I. V.; SOUZA, W. A. Avaliação de Colméias de Jandaíra (*Melipona subnitida*), Procedentes de Divisões, no Meliponário escola da UFPB, CAMPUS VII, Patos-PB. In: **Congresso Brasileiro de Apicultura**, 14., 2002, Campo Grande. Anais...Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 104.

GOMES, S.; DIAS, L. G.; MOREIRA, L. L.; RODRIGUES, P.; ESTEVINHO, L.. et al. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honey from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**.48:544–548. 2010.

HABIB, H. M.; MEQBALI, F. T. A, I.; KAMAL, H.; SOUKA, U. D.; IBRAHIM, W. H. et al. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. **Food chemistry**, v. 153, p. 35-43, 2014.

HENRIQUE, R. G.; PEREIRA, D. S.; OLIVEIRA, A. M.; MEDEIROS, P. V. Q.; CUNHA, F. F. et al. Perfil dos produtores familiares de mel no município de Serra do Mel - RN. **Revista Verde**, Mossoró, v. 34, p.29-41, 2008.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., 1ª ed. Digital, São Paulo, 1020p, 2008.

IGLESIAS, A.; PASCOAL, A.; CHOUPINA, A. B.; CARVALHO, C. A.; FEÁS, X.; ESTEVINHO, L. M. Developments in fermentation process and quality improvement strategies for mead production. **Molecules**, v. 19, p. 12577-12590, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção pecuária municipal. IBGE (20186). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 202018.

- JANZANTTI, N. S. **Compostos Voláteis e qualidade de sabor de cachaça**. 2004 123 p. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- JUSTINO, M.; MUTTON, R.; MUTTON, M. A.; Aguardente In: FILHO, W. G. V. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**, São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005. P, 485-522.
- KADRI, S. M.; ZALUSKI, R.; ORSI, R. O. Nutritional and mineral contents of honey extracted by centrifugation and pressed processes. **Food Chemistry** 218 237–241, 2017.
- KARABAGIAS, I. K.; BADEKA, A.; KONTAKOS, S.; KARABOURNIOTI, S.; KONTOMINAS, M. G. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. **Food Chemistry**, v. 146, p. 548–557, 2014.
- KEMPKA, A. P.; MANTOVANI, G. Z. Produção De Hidromel Utilizando Méis De Diferentes Qualidades. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 273–281, 2013.
- KHAN, A. S. et al. Perfil da apicultura no Nordeste brasileiro. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, 2014. 246p. (Série Documentos do Etene n° 33).
- KUÇUK, M.; KOLAYLI, S.; KARAOGLU, S. A.; ULUSOY, E. et al. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. **Food Chemistry**, v. 100, p. 526-534, 2007.
- LEÃO, M. M. Influência do termotratamento na composição química da madeira de (*Amburana cearensis*), Cabreúva (*Myroxylon balsamum*) e carvalho (*Quercus* sp.) e o impacto no aroma de um modelo de cachaça. 2006. 86 p. Dissertação (Mestrado em recursos florestais com opção em tecnologia de produtos florestais). – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006
- LEITE, J. J. R.; OLIVEIRA, E. N.; ALMEIDA, F. L. C.; FEITOSA, R. M. DO R. et al. Caracterização Físico-Química De Aguardentes De Cana-De-Açúcar Produzidas No Rio Grande Do Norte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 1, p. 2297–2313, 2017.
- LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAGALHÃES, I. L.; CAVALCANTI, D. B.; SILVA, M. M. O. et al. O. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará State, Northeastern Brazil. **Food Science and Technology**, Campinas, 33(1), 38-46, 2013.
- LIMA, U. de A. **Aguardentes**. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. (Ed.) *Biotecnologia Industrial – Biotecnologia na produção de alimentos*. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. Cap.5 v.4 p.145-182.
- LIRA, A. F.; SOUSA, J. P. L. M.; LORENZON, M. C. A.; VIANNA, C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.169-178, 2014.

MAIA, A. Ouro Preto- Fazenda Gota de Minas. **Curso de Cachaça Artesanal**. Belo Horizonte: Uni-Bh - LABM Pesquisa e Consultoria, 24 a 26 de jul. 46p. 2000.

MARCHI, R. **Bebida de maracujá natural “light” pronta para beber: formulação, produção e estudo de vida-de-prateleira**. 2006. 206f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) -, Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas; Campinas, 2006.

MATTIETTO, R. A.; LIMA, F.C. C.; VENTURIERI, G. C.; ARAÚJO, A. A. Tecnologia para obtenção artesanal de Hidromel do tipo doce. Embrapa. Comunicado Técnico 170, p.1-5, 2006.

MENDES FILHO, N. E.; MOUCHREK FILHO, V. E.; CASTRO, A. C.; MARTINS, V. M. C.; SOUZA, J. M. T. Caracterização de aguardentes artesanais de cana-de-açúcar produzidas nas regiões de Alpercatas e Sertão Maranhense. **Revista Virtual de Química**. V. 8, n. 5, p. 1421-1432, 2016.

MENDES, T. A. O.; et al. PINTO, L. M.; MENDES, D. S. O.; MALTA, H. L.; OLIVEIRA, E. S. Aumento na produção de biomassa de levedura em propagador aerado por processo descontínuo e semicontínuo para produção de cachaça. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 16, n. 2, p. 81-89, 2013.

MENDES-FERREIRA, A.; COSME, F.; BARBOSA, C.; FALCO, V. et al. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. *International Journal of Food Microbiology*, v. 144, n. 1, p. 193–198, 2010.

MERCOSUL - Mercado Comum do Sul. **Resolução nº 56, de 29 de setembro de 1999**. Regulamento técnico Identidade e Qualidade do Mel. Montevideu. MERCOSUL, 1999. Disponível em: Acesso em 20 junho de 2018.

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

MIRANDA M. B.; MARTINS, N. G. S.; BELLUCO, A. E. S.; ALCARDE, A. A. Perfil Físico Químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 84-89, 2008.

MIRANDA, M. B. DE; HORII, J.; ALCARDE, A. R. Estudo do efeito da irradiação Gamma (60Co) na Qualidade da cachaça e no tonel de envelhecimento. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**. v. 26, n. 4, p. 772–778, 2006.

MIRANDA, M. B.; MARTINS, N. G. S.; BELLUCO, A. E. S.; HORII, J.; ALCARDE, A. R. et al. Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. SUPPL., p. 84–89, 2008.

MONIRUZZAMAN, M.; KHALIL, M. I.; SULAIMAN, S. A.; GAN, S. H. et al. Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, 13, 1, 2013.

MOREIRA, R. F. A.; MARIA, C. A. B. D.; PIETROLUONGO, M.; TRUGO, L. C. et al. Chemical changes in the nonvolatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. **Food Chemistry**. 104:1236–1241, 2007.

MORETI, A. C. C. C.; SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; OTSUK, I, P. et al. Características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. do estado do Ceará, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, 33, 191, 2009.

MOSEDALE, J. R.; PUECH, J. L. Wood maturation of distilled beverages. Trends in **Food Science & Technology**, v. 9, n. 3, p. 95-101, 1998.

MOUCHREK FILHO, V. E.; ALMEIDA, E. B; MOUCHREK FILHO, J. E.; NASCIMENTO, A. R.; OLIVEIRA, M. B.. Produção e avaliação físico-química da aguardente de mel de abelha (*Apis mellifera*). **Higiene Alimentar**- v. 25 – nº 194/195-mar./abr.de 2011.

MUTTON & MUTTON. **Aguardente de Cana**. In. VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia, vol. 1. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. Cap. 12, p. 237-266.

NETO, P. C. . Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do tipo doce. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

NOGUEIRA, A. M. P., VENTURINI-FILHO, W. G. V. **Aguardente de cana**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2005.

NOVAES, F. V. **Noções básicas sobre a teoria da destilação**. Piracicaba: ESALQ, Dpto. de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, 1994. 22p.

OLIVEIRA, E. N. A; SANTOS D. C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.70, n.2, p.132-138, 2011.

OLIVEIRA, E. S. Características fermentativas, formação de compostos voláteis e qualidade de aguardente de cana obtida por linhagens de leveduras isoladas de destilarias artesanais. 2001. 135 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

PARAZZI, C.; ARTHUR, C. M.; LOPES, J, S. C.; BORGES, M. T. M. R. et al. Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus* sp.). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 193–199, 2008.

PASIN, L. E. V.; TERESO, M. J. A.; BARRETO, L. M. R. C.; Análise da produção e comercialização de mel natural no Brasil no período de 1999 a 2010. **Agroalimentaria**, 2012; v.18, n.34, 2012.

PELLENZ, J. M.; LIMA, M. O.; WOBETO, C.; ANDRADE, R. L. T. . et al. Avaliação da qualidade de cachaças produzidas na região norte de Mato Grosso Cachaça quality assessment produced in northern Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, n. Id, p. 20–29, 2017.

PEREIRA A. **Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel**. 2008. 81f Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Politécnico de Bragança; Bragança, 2008.

PEREIRA, A. F. **Otimização da produção de vinagre de mel**. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Politécnico de Bragança; Bragança, 2014.

PEREIRA, A. P.; MENDES-FERREIRA, A.; OLIVEIRA, J.M.; ESTEVINHO, L. M.; MENDES-FAIA, A. High.cell-density fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* for the optimisation of mead production. *Food Microbiology*, v.33 p.114-123, setembro 2013.

PEREIRA, O. J. R.; REIS, J. M.; Estudo Comparativo da Ação Bactericida do Mel sobre *Staphylococcus aureus*. **Revista Ciências em Saúde**, v.5, n. 2, 2015.

PINHEIRO, S. H. M. **Avaliação sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique**. 2010. 129 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

PINTO, C. C. O. A; LIMA, L. R. P. Análises físico-químicas de méis consumidos no Vale do Aço/Mg. **Revista Farmácia & Ciência**, v.1, p.27-40, ago./dez. 2010.

PINTO, L. I. F.; ARAÚJO, M. M. N.; AMARAL, N. M.; MELO, S. C. P.; ZAMBELLI, R. A.; PONTES, D. F. Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada obtida a partir de resíduos agroindustriais. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. 2014.

PORTUGAL, D.A. O Desafio da Agricultura Familiar. 2004. In: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2590963189/>. Acesso em 11 de junho de 2017.

QUEIROZ, J. C. F.; RAMOS, D. F.; ALVES, A. S. S.; RODRIGUES, J. S. L.; SOUZA, J. W. L. et al. Produção artesanal de aguardente a partir de algaroba (*Prosopis juliflora*). **Revista Saúde e Ciência On Line**, v. 3, n.3, p. 321-329, 2014.

RICHTER, W.; JANSEN, C.; VENZKE, T. S. L.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D. et al. Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, . 22, n. 4, p. 547-553, 2011.

ROCHA, D. C. **Apicultura: exportação de mel em maio é a maior dos últimos 31 meses**. 2007. Disponível em: <http://www.zootecniabrasil.com.br/sistema/modules/news/article.php?storyid=340>>. Acesso em: 12 de maio de 2018.

ROCHA, M. C. L. S. A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: IBAMA, 2012.

ROTA, M. B.; FARIA, J. B. Effect of the bidistillation process on the sensory quality of cachaça. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 121-127, 2009.

ROTA, M. Caracterização sensorial e química de cachaça mono e bidestilada, envelhecidas em tonéis de carvalho. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, 2012.

SADI, A.,T. Cachaça Tradicional e Bidestilada: Aceitação e perfis sensoriais. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara. **Universidade Estadual Paulista**. Agosto/2012.

SAERENS, S. M.; DELVAUX, F.; VERSTREPEN, K. J.; DIJCK, V.; THEVELEIN, J. M.; DELVAUX, F. R. et al. Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 2, p. 454-61, 2008.

SANTIAGO, W. D.; CARDOSO, M. G.; ZACARONUI, L. M.; ANJOS, J. P.; MACHADO, A. M. R.; MENDONÇA, J. G. P et al. Perfil físico-químico e quantificação de compostos fenólicos e acroleína em aguardentes de cana-de-açúcar armazenadas em tonéis de diferentes madeiras. **Científica**, v. 40, n. 2, p. 189–197, 2012.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; MARTINS, J. N.; ALBUQUERQUE, E. M. B et al. Qualidade físico-química e microbiológica do mel de *Apis mellifera* comercializado na cidade de Russas, CE. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.5, n.1, p.41-45, 2011.

SANTOS, F. A. M. **A Criação da abelha sem ferrão Tianguá**, CE: EMATERCE, 2007.

SANTOS, F. A. R.; OLIVEIRA, A. V.; LIMA, L. C. L **Espécies da flora nordestina com importância econômica potencial**. Recife: Associação de plantas do nordeste. p.15-26, 2005.

SANTOS, V. R.; FARIA, J. B. Efeito da adição de açúcar e do processo de envelhecimento na qualidade sensorial de amostras de cachaça obtidas tradicionalmente e por redestilação. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. et al. *Biotechnology Industrial*, Volume 2, Engenharia Bioquímica, 1ª ed., São Paulo, **Ed. Edgard Blucher Ltda.**, 2001, 541 p. il.

SCHMIDT, L.; MARMITT, S.; OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, C. F. V. et al. Características físico-químicas de aguardentes produzidas artesanalmente na região do vale do taquari no rio grande do sul. **Alimento e Nutrição**, v. 20, p. 539–551, 2009.

SCHWAN, R.F.; CASTRO, H.A. de; **Fermentação**. In: CARDOSO, M. das G. (Ed). *Produção de aguardente de cana-de-açúcar*. Lavras: Editora UFLA, 2001. cap. 3 p.113-127.

SEBRAE Nacional, **Gestão orientada para resultados – A experiência da rede apis**, 2005.

SILVA, A. P.; SILVELLO, G. C.; BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. de et al. Composição química de aguardente de cana obtida por diferentes métodos de destilação. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1–10, 2020.

SILVA, C. L. C.; VIANNA, C. R.; CADETE, R. M.; SANTOS, R. O.; GOMES, F. C. O.; OLIVEIRA, E. S.; ROSA, C. A. et al. Selection, growth, and chemo-sensory evaluation of flocculent starter culture strains of *Saccharomyces cerevisiae* in the large-scale production of traditional Brazilian cachaça. **International Journal of Food Microbiology**. v. 131, p. 203-210, 2009.

SILVA, E. M. S. **Análise físico-química dos méis de abelhas** (*Apis mellifera* e *Melipona scutellaris*) 2001, 38p. Monografia (Graduação em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba. Areia.

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

SILVA, R. A. **Plantas Apícolas da Paraíba**. João Pessoa: SEBRAE-PB, 2010.

SILVANO, M. F.; VARELA, M. S.; PALACIO, M. A.; RUFFINENGO, S.; YAMUL, D. K. et al. Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires region. **Food Chemistry**, 152, 500-507. 2014.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M.; GÓIS, V. A. Qualidade físico-química de méis silvestres comercializados no município de Apodi, RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.1, p. 55-58, 2010.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C.C.; OTSUK, I. P.; CARVALHO, C. A. L. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. **Ciência Rural**, 37, 1139, 2007.

SOUSA, J. M. B.; SOUZA, E. L.; MARQUES, G.; BENASSI, M. T.; GULLÓN, B. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. **Food Science and Technology**, v. 65, p. 645-651, 2016.

SOUZA, D. C. **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. 2 ed. rev. Brasília: Sebrae, 2007.

SOUZA, L. M.; ALCARDE, A. R.; LIMA, F. V.; BORTOLETTO, A. M. **Produção de cachaça de qualidade**. 2013. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/cprural/publicacoes/mostra/67/producao-de-cachaca-de-qualidade---casa-do-produtor-ruralesalqusp.html>. Acesso em 29 de mai de 2019

TARGINO, L. C. **A apicultura com suas diversidades, estudada em três diferentes municípios do Estado da Paraíba**, 32p. Monografia (Graduação em zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, 2005.

TESFAYE, W.; MORALES, M. L.; GARCIA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. et al. Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. **Trends in Food Science & Technology**, 13, 12-21.2002.

UNIÃO EUROPÉIA. Comissão do Conselho Europeu. **Diretiva CE nº 110, de 20 de dezembro de 2001**. Define as normas comuns para o mel adaptando-as a legislação geral aplicada a produtos alimentícios. Bruxelas: EU, 2001. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:010:0047:0052:EN:PDF>> Acesso em: 10 de junho de 2018.

VANHANEN, L. P.; EMMERTZ, A.; SAVAGE, G. P. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. **Food Chemistry**, 128, 236-240, 2011.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas** - Ciência e Tecnologia. Volume 1. 1. ed. São Paulo: Blucher, p, 492, 2010.;

VIDAL, M. F. **Efeitos da seca de 2012 sobre a apicultura nordestina**, Informe Rural Etene Banco do Nordeste do Brasil S/A. ano VII, n.2, 2013. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ire_ano7_n2.pdf> Acesso em 18 maio de 2017.

VIDAL, M. F. Evolução na Produção de Mel na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**. Ano 4, nº 62, jan. 2019. Disponível em: . Acesso em: 12 de julho de 2019.

VILELA, F. J.; CARDOSO, M. G.; MASSON, J.; ANJOS, J. P. et al. Determinação das composições físico-químicas de cachaças do sul de minas gerais e de suas misturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1089–1094, 2007.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p. 3-5, 2006.

WOLFF, L . F. **Apicultura sustentável na propriedade familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 15 p.

YOKOTA, S.R. C. **Avaliação sensorial descritiva de cachaças nova e envelhecida por 18 ou 24 meses em barris de madeira por equipes com diferentes números de julgadores treinados**. 2005. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

YÜCEL Y., SULTANOĞLU P. Characterization of hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. **Food Chemistry**. 140(1):231–237, 2013.

ZHAO, Y. et al. ZHAO, Y.; TIAN, T.; LI, J.; ZHANG, B.; YU, Y.; WANG, Y.; NIU, H. Variations in Main Flavor Compounds of Freshly Distilled Brandy during the Second Distillation. **International Journal of Food Engineering**. v.10, n.4, p.809–820, 2014.