



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

Flávia Cosmo Guedes da Silva

ELABORAÇÃO DO FERMENTADO DE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*), COM ADIÇÃO DO MEL DE ABELHA.

João Pessoa

2018

FLÁVIA COSMO GUEDES DA SILVA

ELABORAÇÃO DO FERMENTADO DE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*), COM ADIÇÃO DO MEL DE ABELHA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Engenharia de Alimentos, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Muniz

João Pessoa

2018

FLAVIA COSMO GUEDES DA SILVA

ELABORAÇÃO DO FERMENTADO DE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*), COM ADIÇÃO DO MEL DE ABELHA.

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Data: 31/10/2018

Resultado: Aprovada

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Muniz
Orientador (DEA/CT/UFPB)

Prof. Dr. Carlos Alberto Bispo de Sousa
Professor (Examinador)

Prof. Dra. Julice Dutra Lopes
Professora (Examinadora)

João Pessoa
2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586e Silva, Flavia Cosmo Guedes da.
ELABORAÇÃO DO FERMENTADO DE JABUTICABA (Plinia
cauliflora), COM ADIÇÃO DO MEL DE ABELHA. / Flavia
Cosmo Guedes da Silva. - João Pessoa, 2018.
53f. : il.

Monografia (Graduação) - UFPB/Campus I/CT.

1. Chaptalização. 2. Cinética fermentativa. 3. Mel. 4.
Plinia cauliflora. I. Título

UFPB/BC

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente, a Deus por seu conforto nas horas, mas difíceis e momentos, essenciais em minha vida, trilha um caminho. A minha mãe Fatima, onde depositou toda sua confiança e esperança, dando assim a oportunidade para estudar e concretizar nossos objetivos. A minhas tias Terezinha (in memoria), que se encontra em um bom lugar porém me fez ver o mundo de outra forma, me ensinando o que é viver, ser humilde e buscar sempre meus objetivos, agradeço onde quer que esteja; Josefa por ter ajudado a superar todos meus problemas e dificuldades que surgiram. Ao meu Deus a você dedico.

Não poderei esquecer-me dos meus amigos que me apoiaram nessa longa caminhada de estresse, tristeza, dedicação, companheirismo e compreensão. Agradeço em especial ajuda de Willans e Joyce, pois vocês sempre estiveram e estão do meu lado quando preciso, depositando confiança, acompanhando, ajudando sempre. Obrigada, a vocês dedico este trabalho. Dedico em especial a uma grande amiga, Camila, por está sempre ao meu lado em todos os momentos, me compreendendo, ajudando, acompanhado, sempre do meu lado, muito obrigado.

A estes dedico meu trabalho, sem a ajuda, compreensão, confiança de todo este sonho não teria se concretizado.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me guiado sempre em todas as minhas escolhas que faço. Ter me ajudado em escolher o curso de Engenharia de Alimentos. A minha mãe que sempre buscou forças para eu continuar estudando e acreditar nos meus objetivos chegando onde estou. Meu maior agradecimento mãe. Agradeço a minha irmã Sandra por acreditar nos meus objetivos e esforços, sempre me ajudando com suas dicas e conselhos. Aos meus amigos da UFPB, do trabalho, da vida, a todos vocês muito obrigado pela amizade, companheirismo e atenção de sempre. Aos professores da minha vida acadêmica, em especial ao meu Orientador Prof. Marcelo Muniz, por acreditar e depositar toda a sua confiança em meu trabalho. Agradeço por transmitir seus conhecimentos e por fazer da minha monografia uma experiência positiva de vida e aprendizado, sempre dedicando seu tempo com toda sua orientação e paciência, muito obrigada. Aos funcionários da Universidade Federal da Paraíba, em especial aos técnicos de laboratórios do Departamento de Engenharia de Alimentos e Química Industrial (LBA) em especial aos coordenadores e examinadores da banca, com todos seus ensinamentos, conselhos e ajuda muito obrigada pela paciência e disposição. Obrigada!

EPIGRAFE

“O senhor é meu pastor, nada me faltará”.

Salmo 23.1

Resumo

GUEDES DA SILVA, Flavia Cosmo. **ELABORAÇÃO DO FERMENTADO DE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*), COM ADIÇÃO DO MEL DE ABELHA.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, 2018.

A fruticultura brasileira possui hoje reconhecimento mundial, devido a sua qualidade dos frutos produzidos e a grande quantidade gerada. Sendo a exportação desses frutos o maior responsável pelo crescimento do PIB (Produto Interno Bruto), no país. Dentre os frutos produzidos, a jabuticaba (*Plinia* sp.) teve um grande destaque em 2013, quando se percebeu o seu potencial no uso da indústria de alimentos, na produção de cookies, licores, geleias e aguardentes e na indústria farmacêutica, devido às antocianinas presente na sua casca. O seu consumo, pode ser feito na forma *in natura*, sendo um fruto muito versátil. Devido a isso, esse trabalho propôs desenvolver, estudar a cinética fermentativa alcoólica realizando a chapitalização com mel de abelha e avaliar suas características físico-químicas do fermentado obtido para assim verificar o grau de aceitabilidade com três experimentos em teores diferentes de grau Brix, nas proporções de 13,5, 15,5, 17,5 °Brix. (R₁, R₂, R₃ respectivamente) em relação à quantidade do mel de abelha adicionado, na proporção e quantidade do extrato da jabuticaba obtida; nesse período foram acompanhando a cinética fermentativa a cada duas horas, com total de 16 horas do processo. É evidente que ocorreu uma diferença em relação à quantidade obtida em cada experimento em decorrência da concentração do chapitalizado, cabe avaliar a diferença nas análises físico-químicas tais como pH onde foi verificado alterações nos três experimentos realizados, na qual se obteve uma variação de 3.02 a 3.43 nos três biorreatores já citados, em relação (SST) apresentaram valores final de 1,5 °Brix para os fermentados R₁, R₂, R₃, concomitantemente. Quanto ao produto final foram feitas análises de ácido ascórbico, cinzas, umidade, atividade de água, acidez fixa, total e volátil, teor alcoólico, sólidos solúveis totais. Vale salientar que a adição do mel de abelha no extrato foi para haver uma substituição ao uso do açúcar industrial, como também a inserção de um produto natural, com mais quantidades de nutrientes disponíveis.

Palavras-chave: Chapitalização, Cinética fermentativa, mel, *Plinia cauliflora*.

ABSTRACT

GUEDES DA SILVA, Flavia Cosmo. **ELABORATION OF THE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*) FERMENTATE, WITH BEE'S HONEY ADDICTION.** 2018. – Senior Research Paper –Food Engineering Department, Federal University of Paraiba, 2018.

Brazilian fruit production today has worldwide recognition due to the quality of the fruits produced and the large amount generated. The export of these fruits is the main responsible for GDP growth (Gross Domestic Product) in the country. Among the fruits produced, jabuticaba (*Plinia* sp.) had a major highlight in 2013 when was perceived its potential use in the food industry, in the production of cookies, liquors, jams and spirits and in the pharmaceutical industry due to anthocyanins present in its peel. Its consumption can be made *in natura* form, being a very versatile fruit. Due to this, this work proposed to develop and study the alcoholic fermentation kinetics by performing the chaptalization with honey and to evaluate the physicochemical characteristics of the obtained fermentation, in order to verify the degree of acceptability with three experiments in different levels of Brix, in the ratios of 13.5, 15.5, 17.5 ° Brix (R 1, R 2, R 3 respectively), relative to the amount of the honey added in the proportion and amount of the extract obtained from the jabuticaba; in this period the fermentative kinetics were monitored every two hours, with a total of 16 hours of the process. Clearly there was a difference in the quantity obtained in each experiment as a result of the chaptalized's concentration, it was possible to evaluate the difference in physical-chemical analysis such as pH, which varied in the three experiments, a variation of 3.02 to 3.43 in the three previously mentioned bioreactors, (SST) presented final values of 1.5 ° Brix for the fermentates R1, R2, R3, concomitantly. Regarding the final product, ascorbic acid, ashes, moisture, water activity, fixed acidity, total and volatile, alcoholic content and total soluble solids were analyzed. It is worth mentioning that the addition of the bee's honey in the extract was to substitute the use of industrial sugar, as well as insert a natural product with greater amount of nutrients available.

Keyword: Chaptalization. Fermentative kinetics. Honey. *Plinia cauliflora*.

Lista de ilustrações

Figura 1- Fruto da jabuticaba;

Figura 2- Chegada da fruta;

Figura 3- Recepção;

Figura 4- seleção dos frutos;

Figura 5- peso da amostra de jabuticaba;

Figura 6- Prensa manual utilizado para a extração;

Figura 7- Copo coletor;

Figura 8- Despolpamento;

Figura 9 – Suco extraído;

Figura 10 - Suco de Jabuticaba *in natura* envasado;

Figura 11- Mel de abelha *in natura*;

Figura 12 – Início da chaptilização;

Figura 13 - Fermento biológico seco;

Figura 14 - Levedura sendo dissolvida;

Figura 15- Biorreatores com inóculo;

Figura 16- Monitoramento de pH;

Figura 17- Monitoramento de temperatura;

Figura 18- monitoramento de sólidos solúveis totais (°Brix);

Figura 19- Monitoramento da acidez;

Figura 20- Monitoramento do teor alcoólico durante a fermentação;

Figura 21- Perfil do pH no processo de fermentativo alcoólico;

Figura 22- Perfil da acidez total da cinética fermentativa alcoólica;

Figura 23- Sólidos solúveis totais, utilizando o sacarímetro;

Figura 24- Sólidos solúveis totais, utilizando o refratômetro;

Figura 26- Perfil da temperatura durante a fermentação alcoólica;

Figura 25- Teor alcoólico durante a fermentação alcoólica.

Lista de tabelas

Tabela 1- Composição centesimal da jabuticaba (em 100g) da parte comestível;

Tabela 2- Avaliação físico-química do fermentado alcoólico de jabuticaba;

Tabela 3- Parâmetro do fermentado alcoólico de jabuticaba.

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ART - Açúcares redutores totais

IAL – Instituto Adolfo Lutz

SST - Sólidos solúveis totais

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

LBA- Laboratório de Análises e Pesquisas de Bebidas Alcoólicas

CT- Centro de Tecnologia

LEA- Laboratório de Engenharia de Alimentos

LABA- Laboratório de Bioquímica de Alimentos

LPFD- Laboratório de Produtos Fermento Destilados

Sumário

1- INTRODUÇÃO	15
2- Objetivos.....	17
2.1- Objetivos gerais	17
2.2- Objetivos específicos	17
3- REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1-Fruticultura	18
3.2 Jaboticaba	19
3.3- Comércio da jaboticaba.....	21
3.4- Fermentação alcoólica de frutas	22
3.5- Mel	23
3.6- Leveduras	23
3.7- Legislação.....	24
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1- Matéria-prima	25
4.2- Métodos	25
4.2.1- Etapas de obtenção da matéria-prima, conforme a figura 01 abaixo:	25
4.2.2- Processamento do extrato de jaboticaba.....	26
4.2.3- Extração da jaboticaba.....	27
4.2.4- Chaptalização.....	28
4.2.5- Inoculação	29
4.2.6- Fermentação alcoólica	30
4.2.7- Cinética fermentativa	30
4.3- Análises físico-químicas envolvidas no processo fermentativo	32
4.3.1- pH	32
4.3.2- Sólidos solúveis totais (SST)	32
4.3.3- Teor alcoólico	33
4.4 - Caracterização do processamento do fermentado.....	33
4.4.1- Extrato seco.....	34
4.4.2- Acidez fixa.....	34
4.4.3- Acidez volátil.....	34
4.4.4- Ácido ascórbico	35
4.4.5- Sólidos solúveis totais (SST)	35

4.4.6-	Açúcares redutores totais (ART)	36
4.4.7-	Análises estatísticas	36
5-	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	– Estudos cinéticos da fermentação.....	37
5.2	– Estudo físico-químico do fermentado alcólico de jabuticaba chapitalizado com mel de abelha.....	42
6	– Conclusão.....	46
	REFERENCIAS.....	47

1- INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos maiores destaques no agronegócio brasileiro (SEBRAE, 2015). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas e o 23º maior exportador. Dentre a variedade de frutas produzidas, a jabuticaba (*Plinia Sp.*) - foi uma das variedades que apresentou maior crescimento de produção, comparado com anos anteriores. No ano de 2013 a safra foi de 2,7 mil toneladas, 10% a mais do que em anos anteriores (IEA, 2014).

A jabuticabeira (*Plinia sp.*) é uma árvore frutífera pertencente à família Myrtaceae, endêmica do Brasil, com existência a mais de 400 anos. Ela possui um significativo potencial econômico, onde seus frutos são muito apreciados principalmente devido às suas qualidades sensoriais. Além de serem utilizadas pela indústria farmacêutica e alimentícia, devido às altas concentrações de óleos essenciais em suas folhas e antocianinas presentes na casca dos frutos (TEIXEIRA et al., 2011; SASSO et al., 2010).

Culturas selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae* tem recebido atenção especial por apresentarem qualidades, principalmente para a elaboração de bebidas que normalmente não estão presentes em outros processos de fermentação. Algumas características desejam envolvem a rápida iniciação da fermentação, conversão eficiente de açúcares fermentescíveis a etanol, manutenção das células por todo período de fermentação, tolerância ao etanol, viabilidade durante a estocagem, resistência ao dióxido de enxofre, produção de fator Killer, formação de componentes do buquê e capacidade de floculação (BEBIDAS ALCOÓLICAS, 2010).

O estudo cinético de um processo fermentativo consiste inicialmente na análise da evolução dos valores de concentração de um ou mais componentes do sistema de cultivo, em função do tempo de fermentação. Entende-se como componentes, o microrganismo (ou a biomassa), os produtos de metabolismo (ou metabólitos) e os nutrientes ou substratos que compõem o meio de cultura (SCHMIDELL, 2001).

O mel é um produto elaborado pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores (mel floral), de exsudados vegetais ou de excreções de insetos sugadores de partes vivas de plantas (mel de melato ou melato). Essa matéria precursora é transformada pela ação das enzimas das abelhas e armazenada em alvéolos de cera para maturação. Tem uma grande importância na produção de vinagre e de hidromel (bebida fermentada à base de mel, água e

suco de frutas). No caso do hidromel a levedura *Cerevisiae* é o fermento responsável pela produção do álcool (KOBBLITZ, 2016).

A jabuticaba possui um grande valor nutricional. Análises físico-químicas demonstraram que a mesma possui alto teor de carboidratos, fibras, vitaminas, flavonóides e, ainda, sais minerais como ferro, cálcio e fósforo (ASCHERI et al., 2006; TEIXEIRA, 2011). Seu fruto pode ser empregado na produção de cookies (ZAGO, 2015), geleias (REZENDE, 2011), licores e fermentados (NEVES, 2016) e aguardente (ASQUUIERI, 2009),

Devido a essa versatilidade o objetivo deste trabalho foi elaborar o fermentado alcoólico de jabuticaba, realizando a chapitalização com o mel de abelha, assim unindo ambos os produtos, agregando valor ao produto final. Objetivando oferecer à população novas opções para consumo de uma bebida com melhores valores nutricionais.

2- Objetivos

2.1- Objetivos gerais

Obter a bebida fermentada de Jabuticaba (*Plinia cauliflora*) com adição do mel de abelha.

2.2- Objetivos específicos

- ✓ Extrair o caldo da jabuticaba;
- ✓ Chaptalizar o caldo de jabuticaba com mel de abelha;
- ✓ Acompanhar a cinética de fermentação (pH, SST (sólidos solúveis totais), acidez total, temperatura, teor alcoólico);
- ✓ Caracterizar o fermentado produzido através de análises físico-químico, açúcar redutor total (ART), cinza e ácido ascórbico.

3- REVISÃO DE LITERATURA

3.1-Fruticultura

Segundo o anuário brasileiro de frutas 2018, na atualidade, dezenas de espécies costumam estar disponível em feiras, mercearias, fruteiras e supermercados. Tendo em vista que as características de clima e de solo nas diferentes regiões nacionais permitem o cultivo e a colheita quase o ano todo, as frutas igualmente chegam à população a preços muito em conta.

O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de países produtores de frutas, com uma produção que tem superado os 40 milhões de toneladas nos últimos anos. A parte agrícola da fruticultura abrange em torno de 3 milhões de hectares, gerando pelo menos 6 milhões de empregos diretos. O país foca a sua produção no mercado interno, exportando apenas cerca de 3% das frutas que produz. Em 2016, o IBGE estimou que a produção para 2017 seria de aproximadamente 44 milhões de toneladas (ACI, 2017).

A jabuticaba apresenta grande potencial de comercialização, pois é muito apreciada tanto para consumo *in natura* como para a fabricação de geleia, bebidas fermentadas, vinagre e licores. Além disso, os frutos podem ser aproveitados pela indústria farmacêutica e alimentícia devido ao seu alto teor de substâncias antioxidantes. O uso das jabuticabeiras como planta ornamental também é indicado, pela exuberância de sua arquitetura e beleza da florada e frutificação (CITADIN et al., 2014; SANTOS 2016).

Os frutos são altamente perecíveis, o período de comercialização após a colheita é curto devido à rápida alteração da aparência, decorrente da intensa perda de umidade, deterioração e fermentação da polpa, observadas em apenas dois a três dias após a colheita. O uso de tecnologias em pós-colheita que visem à diminuição do metabolismo dos frutos, objetivando a redução da aceleração do amadurecimento e, conseqüentemente, o prolongamento da conservação, é fundamental para o sucesso comercial das jabuticabas. (VIEITES, et al., 2011)

3.2 Jaboticaba

A *Myrciaria jaboticaba*, vulgarmente conhecida apenas como jaboticabeira, é uma árvore frutífera nativa do Brasil, encontrada em todo o território, predominantemente nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (SILVA et al.-2008; SANTOS 2016).

Sua florescência pode ocorrer duas vezes ao ano, nos meses de julho-agosto e novembro-dezembro, com os frutos amadurecendo entre os meses de agosto e setembro e de janeiro e fevereiro. Vale lembrar que, nos casos onde a planta é obtida pelo plantio da semente, a primeira produção só terá início após um período de 8 a 12 anos (SUGUINO et al, 2012).

É uma planta subtropical de origem, mas também adaptada ao clima tropical tolera geada não intensa. A jaboticabeira desenvolve-se bem em solos férteis, profundos e com bom suprimento de água o ano todo, principalmente nos períodos de floração e frutificação (SUGUINO et al. 2012).

A jaboticabeira (*Myrciaria caudiflora*) — a árvore da jaboticaba — é da família das mirtáceas, da qual também faz parte a pitangueira. É uma árvore de tamanho médio e crescimento lento, mas pode ser cultivada até em vasos. As flores e as frutas da jaboticabeira crescem bem junto ao tronco e aos galhos, o que dá à árvore uma beleza especial. Na época da floração, a jaboticabeira parece ficar toda branca, coberta de flores dessa cor (BRITANNICA ESCOLA, 2013).

Há diversas variedades de jaboticabeira, como a branca, a paulista e a sabará, e todas elas necessitam de solo úmido. A cada colheita, um pé de jaboticaba adulto, com idade de trinta a cinquenta anos, chega a produzir oitenta caixas de frutas, de 40 litros cada uma. A jaboticabeira começa a dar frutas entre o quinto e o oitavo ano e pode produzir até 1.000 quilos de jaboticabas em um ano. Muitas árvores frutificam duas e até três vezes por ano (BRITANNICA ESCOLA, 2013).

O fruto é do tipo baga, arredondado, de coloração roxo escura, contendo de 1 a 4 sementes. A casca é fina e muito frágil; a polpa é doce com leve acidez, de ótimo sabor e de cor branca a translúcida. Além de ser consumida diretamente, a jaboticaba apresenta potencial como matéria-prima para produção de geleias, sucos, licores e fermentados (DONADIO et al., 2002; CHIARELLI et al., 2005). Conforme a ilustração da figura 1.

Figura 1: fruto da jabuticaba



Fonte: <https://www.smartsupermercados.com/hortifruiti/frutas/jabuticaba>

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), a jabuticaba é uma importante fonte de água, carboidratos, sais minerais, fibras alimentares e vitamina C, conforme a tabela 1. O elevado valor nutricional desses frutos também está relacionado à presença significativa de compostos fenólicos em sua composição, principalmente na casca. Dentre os compostos fenólicos presentes no fruto os flavonoides são um dos grupos mais importantes e se destacam por suas propriedades antioxidantes. (BOESSO, 2014; SANTOS, 2016). Conforme Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal da jabuticaba (em 100g) da parte comestível.

Análises	Resultados
Umidade (%)	83,6
Energia (kcal)	58
KJ	243
Proteína (g)	0,6
Lipídeos (g)	0,1
Colesterol (mg)	NA*
Carboidrato (g)	15,3
Fibra Alimentar (g)	2,3
Cinzas (g)	0,4
Cálcio (mg)	8
Magnésio (mg)	18
Acido ascórbico	16,2

* NA: não se aplica

Fonte: Taco (2011)

A flora brasileira é rica em frutas silvestres comestíveis, as quais constituem um patrimônio de grande valor genético e cultural. Dentre as espécies nativas de importância do Brasil, destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria sp*), pertencente à família Myrtaceae, a qual foi domesticada e incorporada à cultura popular pelos indígenas tupis (DANNER et al., 2006, ALEXANDRE et al., 2006, CITADIN, 2010).

Além disso, a jabuticaba é altamente perecível, apresentando um período curto de utilização, devido ao seu alto teor de água e açúcares. Depois de colhida, a fruta tem vida útil de até três dias, o que prejudica bastante a sua comercialização (ASCHERI et al., 2006; SATO & CUNHA, 2009).

3.3- Comércio da jabuticaba

Produtos mistos de frutas também vêm ganhando mercado, sendo este um advento tecnológico com uma série de vantagens, tais como, a promoção de melhorias das características sensoriais através da combinação de vários aromas e sabores; aumento do valor nutricional com o enriquecimento de nutrientes das frutas utilizadas; além de estímulo ao desenvolvimento do setor produtivo com a elaboração de novos produtos (SILVA et al., 2006; Pereira et al., 2013).

Devido a grande produção da fruta, no ano de 2018, o município de Gurinhém, localizado no estado da Paraíba e a 75 km da capital João Pessoa, na serra do Catolé, realizou o Primeiro Festival da Jabuticaba. Sendo incluído no Mapa do Ministério do Turismo, como rota comercial e gastronômica. A cidade é a maior produtora da fruta no estado, e reuniu turistas, comerciantes e apreciadores da fruta para a degustação da fruta *in natura* e de seus derivados (geleias, licores). Se tornando a maior fonte de renda da população local, que sobrevive da agricultura de subsistência (PARAÍBA ONLINE, 2018; PARAÍBA RURAL, 2018).

O fruto da jabuticabeira apresenta potencial de mercado, tanto para consumo *in natura* como para industrialização, sendo que sua comercialização é prejudicada por sua perecibilidade. O fruto pode ser empregado na elaboração de vários produtos, entre eles aguardentes, comporta, licor, vinhos, etc. (VENTURINI FILHO, 2010).

3.4- Fermentação alcoólica de frutas

O processo fermentativo é iniciado imediatamente após a adição de 20 g/hL de levedura seca ativa (*S. cerevisiae*). Essa levedura deve ser inicialmente hidratada com água morna a 35°C, na proporção de dez vezes o seu peso. A distribuição uniforme das células de levedura no mosto é feita pelo processo de remontagem. (EMBRAPA, 2016).

A fermentação alcoólica é analisada pela determinação da densidade e do teor de açúcar do mosto, no mínimo, duas vezes ao dia, no laboratório da cantina. A temperatura da fermentação deve permanecer entre 25°GL a 30°GL, para favorecer a extração dos compostos fenólicos. Nas safras, quando necessário, é feita a correção do teor de açúcar do mosto com sacarose chapitalização (EMBRAPA, 2016).

A mais importante na fabricação do vinho, abrange toda a etapa desde o preparo do inóculo até a etapa de trasfega. No processo de fermentação pode-se distinguir três fases: uma preliminar que é de adaptação da cultura ao meio, outra tumultuosa e, a fase complementar que é o fim da fermentação. (CORRAZA, et al., 2001).

Durante o processo fermentativo com o *S. cerevisiae* as principais variáveis devem ser bem controladas, como pH, acidez; caso contrário, podem ocorrer variações na composição química do suco pela presença do *Gluconobacter oxydans*, variação no conteúdo de ácido ascórbico, fermentação do citrato, juntamente com a glicose, na presença do *L. plantarum* com a produção de ácido acético e do vinagre, entre outros (CORAZZA et al., 2001; SANTOS, 2016).

3.5- Mel

É definido como uma substância viscosa, aromática e açucarada obtida a partir do néctar de flores e/ou nectários extraflorais e exsudatos sacarínicos secretados por insetos sugadores de seiva, como os produzidos pelas abelhas mellíferas (CAMARGO, 2006).

Conhecido como ingrediente versátil e altamente fermentescível, o mel de abelha apresenta sabor e aroma característico, promovendo um sabor diferenciado à bebida ou alimento (CRANE, 1987). O alto teor de açúcar do mel inibe o desenvolvimento de microrganismos, contudo, quando diluído, o mel poderá auxiliar em processos fermentativos para a produção de destilados (RIVALDI et al., 2009; COSTA et al., 2017).

Devido ao seu alto teor de açúcar, o mel é usado como conservante de alimentos, sendo também uma excelente opção nutricional devido aos seus benefícios demonstrados para a saúde em nível do efeito bactericida, antisséptico, antirreumático, diurético, digestivo, prevenção de gripes e constipações, etc (GOMES, 2010; MILESKI 2016).

O alto teor de açúcar do mel quando diluído para produção do hidromel, é fermentado pelas leveduras da espécie (*Saccharomyces cerevisiae*). As leveduras utilizadas na produção de vinho de mel são geralmente as estirpes empregadas na produção de vinho, cerveja e champanhe (SCHULLER e CASAL, 2005; MILESKI 2016).

3.6- Leveduras

As leveduras são os microrganismos mais importantes na obtenção do álcool por via fermentativa. As leveduras utilizadas na fabricação de bebidas alcoólicas e combustível geralmente são linhagens da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (VENTURINI FILHO; MENDES, 2003; SANTOS, 2016).

Leveduras são fungos conhecidos como fermentos, e apresentam uma forma unicelular. Para a sua produção exigem mais umidade que os bolores e menos que as bactérias. Algumas bactérias aumentam em temperaturas refrigeradas, porém, são poucas as que se reproduzem acima de 45°C. Elas também podem se reproduzir com ou sem a presença de oxigênio, além de o pH ácido beneficiar seu crescimento. (LIMA, 2001; GAVA, 2008).

3.7- Legislação

Segundo a Portaria Nº 64, de 23 de Abril de 2008, fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura. Será denominada de fermentado de, acrescida do nome da fruta utilizada, a bebida definida anteriormente, preparada por meio de processo tecnológico adequado que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo.

Segundo o Art. 4º da mesma portaria, a bebida deverá ser obtida a partir de uma única espécie de fruta, do seu respectivo suco integral ou concentrado, ou da sua polpa, onde poderá, nestes casos, ser adicionada de água.

Segundo Instrução normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012, do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, resolve que:

Art. 3º A fermentação deverá ser efetuada de forma que a bebida fermentada apresente as características odoríferas, sápidas, ou a combinação destas, próprias dos elementos naturais voláteis contidos no mosto fermentado ou derivados do processo fermentativo.

Art. 4º A bebida fermentada deverá ser obtida da fermentação do suco de uma única fruta, ou seja, a partir do suco de maçãs ou do suco de cajus ou do suco de jabuticabas e nunca do suco obtido da mistura de frutas diferentes.

4- MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análises e Pesquisas de Bebidas Alcoólicas (LBA/CT/UFPB), pertencente ao Departamento de Engenharia Química, do Centro de Tecnologia (CT), Campus I da Universidade Federal da Paraíba, localizado no município de João Pessoa – PB. Tendo o apoio para realizar as análises físico-químicas: Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA/CT/UFPB), Laboratório de Bioquímica de Alimentos (LABA/CT/UFPB), Laboratório de Produtos Fermento Destilados (LPFD/CT/UFPB).

4.1- Matéria-prima

Foram utilizados frutos de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg), em estágio maduro adquirido de comerciantes do município de João Pessoa-PB, localizado na Ceasa (comercio de frutas e verduras da cidade). O mel de abelha foi adquirido no comercio local da cidade. Sendo transportados em caixas de polietileno e encaminhados de imediato ao Laboratório Análises e Pesquisas de Bebidas Alcoólicas (LBA/CT/UFPB), onde foram recepcionados e selecionados visando o descarte dos frutos defeituosos.

4.2- Métodos

4.2.1- Etapas de obtenção da matéria-prima, conforme a figura 01 abaixo:

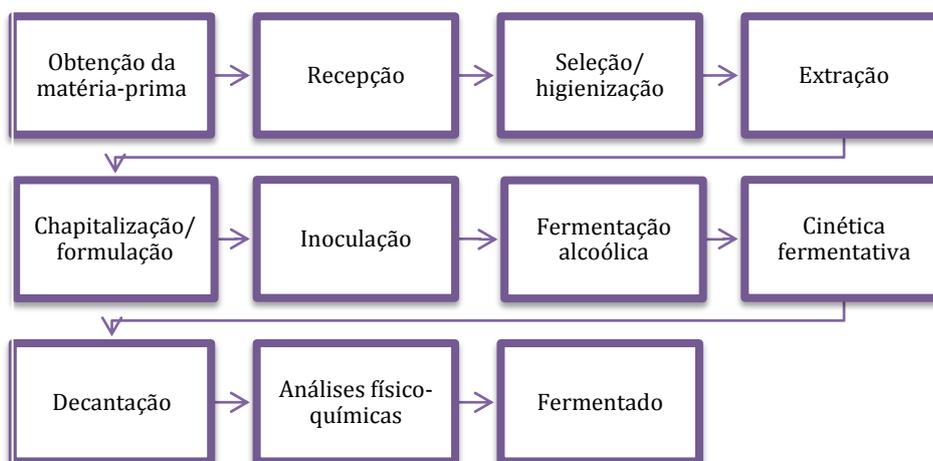


Figura 01 – Esquema de produção do fermentado alcoólico de jaboticaba.

4.2.2- Processamento do extrato de jabuticaba

A jabuticaba foi recepcionada e passou por um processo de seleção manual, como ilustrado nas figuras 2 e 3. Selecionando os melhores frutos e descartando os defeituosos, estragados e verdes, figura 4. Sendo lavados em água potável para a retirada de detritos, Realizando-se a sanitização com solução de hipoclorito de sódio 20 ppm (mL^{-1}) por 15 min. Após o processamento da higienização, lavou-se em tanque com água corrente. Aferindo o peso total da fruta em balança analítica como observa na figura 5.

Fig. 2 - Chegada da fruta



Fig. 3 - Recepção



Fig. 4 seleção dos frutos



Fig. 5 - Peso da amostra de Jabuticaba



Fonte: autoria própria.

4.2.3- Extração da jabuticaba

Para a extração do caldo da jabuticaba utilizou-se prensa hidráulica manual com capacidade máxima para $795,33 \text{ kg.cm}^{-2}$, composta de um cilindro em aço inox perfurado, medindo 222,0 mm de altura x 155,0 mm de diâmetro interno, conforme observa na Figura 6 e 7. O despulpamento ocorreu de forma contínua, na qual obteve-se a separação da casca e da semente do produto final, o qual foi coletado em uma camisa externa (copo coletor) em inox medindo 190 mm x 90 mm de altura, acoplado na parte inferior do cilindro, mostrado na Figura 7 e 8. Por fim obteve o suco extraído, ilustrado na figura 7. Após o processamento, foi envasado em garrafas de polietileno figura 10, com capacidade para 5L, e armazenado a uma temperatura de -18°C .

Fig. 6- Prensa manual utilizado para a extração.



Fig. 7 - Copo coletor

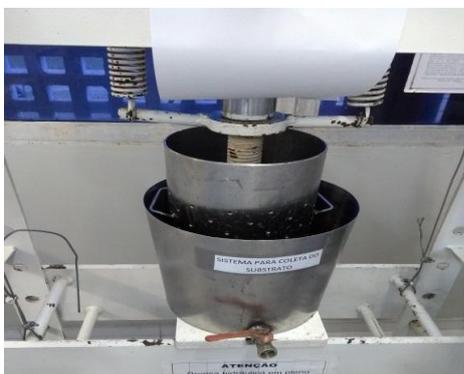


Fig. 8 - Despulpamento



Fig. 9 - Suco extraído



Fig. 10 - Suco de Jabuticaba *in natura* envasado.



Fonte: autoria própria

4.2.4- Chaptalização

O processo de chaptalização consiste na adição da sacarose a um substrato, para obtenção de uma bebida com graduação alcoólica dentro das especificações exigidas pela legislação brasileira (BRASIL, 2008). Rotineiramente é utilizado esse procedimento quando uma fruta não tem quantidades suficientes de açúcares ou se não quando necessário ou ainda pretende obter uma bebida com graduação alcoólica elevada.

Dessa forma, verificou-se que o caldo da jabuticaba apresentava 12° Brix. Para obter o teor desejado foi adicionado o mel de abelha com °Brix de 80. Para realizar o processo descrito anteriormente. Foram utilizados três biorreatores com capacidade máxima de 8 litros cada, denominados R₁, R₂ e R₃, contendo 3,5 L do caldo de jabuticaba em cada recipiente. O mel de abelha foi adicionado aos biorreatores de acordo com a quantidade solicitada para cada ° Brix, até obter o valor correspondente. Para cada experimento, dando início ao processo de chaptalização (Fig. 11), obtendo respectivamente 13,5° Brix, 15,5° Brix, 17,5 ° Brix (Fig. 12) Sendo posteriormente envasado em garrafas de polietileno e transportados para o freezer à temperatura de -18°C.

Fig. 11 - Mel de abelha *in natura*



Fig. 12- Início da chapitalização



Fonte: autoria própria

4.2.5- Inoculação

Realizado o processo de chaptalização, iniciou-se a inoculação utilizando o fermento biológico seco comercial, contendo a levedura *S. cerevisiae* (Fig. 13). Para a preparação do inóculo utilizou-se 20 g L⁻¹ (massa seca), sendo dissolvido em 200 mL do mosto (Fig. 14), logo após foi adicionado nos três biorreatores, iniciando a fermentação alcoólica. (Fig. 15).

Fig. 13 - Fermento biológico seco



Fonte: Coppan.com, 2015.

Fig. 14 - Levedura sendo dissolvida



Fonte: autoria própria

4.2.6- Fermentação alcoólica

Após inoculação do fermento, iniciou-se o processo de fermentação alcoólica sob temperatura aproximadamente $18 \pm 2^\circ\text{C}$. O experimento ocorreu em biorreatores plásticos com capacidade de 8 litros, conforme já mencionado no item 4.2.5. o experimento foi dividido em cada biorreator com a capacidade de 3.5 L. Totalizando três experimentos contendo o extrato da jabuticaba com adição do mel de abelha. A ilustração da Figura 15 observa-se os biorreatores no processo de fermentação alcoólica.

Fig. 15 - Biorreatores com inóculo



Fonte: autoria própria

4.2.7- Cinética fermentativa

O acompanhamento da cinética fermentativa foi realizado a cada 2 horas até o tempo final do processo, o qual obteve a duração de 14 horas de estudo cinético. Realizando assim análises físico-químicas a cada intervalo. Realizando a determinação do pH diretamente pelo potenciômetro de bancada (HMMPB-210) devidamente calibrado com as soluções tampões pH 7,0 e 4,0 a 20°C (Fig. 16). Para a verificação da temperatura utilizou-se um termômetro de mercúrio simples, como ilustrado na (Fig. 17), para análise de sólidos solúveis totais (Brix), usou-se o refratômetro de bancada do tipo ABBE, pelo método refratométrico, leitura direta. Para a comparação dos resultados de $^0\text{Brix}$, utilizou-se o densímetro Sacarímetro de Brix (0/30: 1g/MI 310+5 mm) calibrado (Fig. 18).

A determinação da acidez total titulável (Fig.19), baseou-se no método de titulação da neutralização dos ácidos com solução padronizada de NaOH a 0,1 M, Utilizando a solução de

fenolftaleína 1%, como indicador para soluções claras (vinho e outras bebidas alcoólicas) ou com pHmetro para soluções escuras, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008)

Para a determinação do teor alcoólico, utilizou-se um ebuliometro, previamente calibrado, no qual consiste na determinação expressa em °GL de álcool em um líquido (Fig.20).

Após o término do processo, realizou-se a decantação simples, para a separação do mosto fermentado e sua biomassa. Sendo, posteriormente envasado em garrafas plásticas de polietileno do tipo bobonas de 5 litros e em seguida refrigerado a temperatura de -18 °C.

Fig. 16 - Monitoramento de pH

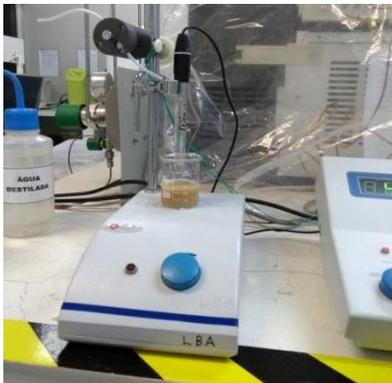


Fig. 17 - Monitoramento de temperatura



Fig. 18 - monitoramento de sólidos solúveis totais (°Brix)



Fig. 19 - Monitoramento da acidez



Fig.20 - Monitoramento do teor alcoólico durante a fermentação.



Fonte: autoria própria

4.3- Análises físico-químicas envolvidas no processo fermentativo

4.3.1- pH

O pH é indicador das concentrações de hidrogênio iônico de uma solução, e, conseqüentemente, se a mesma possui um caráter ácido ou básico. A determinação do pH da amostra ocorreu de forma direta onde coletou-se 50 mL de cada biorreator a cada intervalo de duas horas, na qual os mesmos foram levados a um potenciômetro digital de bancada devidamente calibrado com soluções tampões pH 7,0 e 4,0, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.3.2- Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais no fermentado é normalmente obtido a partir de avaliações do grau Brix, pois os sólidos solúveis em solução a sua maior parte são açúcares. Segundo a metodologia de (ADOLFO LUTZ, 2008).

Este método baseia-se na titulação de neutralização utilizando uma solução de NaOH padronizada a 0,1 M, junto com uma solução de fenolftaleína 1%, de acordo com (ADOLFO LUTZ, 2008).

Cálculo:

$$\text{Acidez total} = \frac{v \times f}{V_a}$$

Onde,

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

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

V_a = volume da amostra usada na titulação.

4.3.3- Teor alcoólico

O teor alcoólico é expresso em °GL representa a porcentagem de álcool em um líquido. Este valor é obtido através do alcoômetro segundo Gay lussac que é um instrumento destinado a medir o teor de álcool em uma solução contendo água e álcool na faixa de 0 a 100° GL.

4.4 - Caracterização do processamento do fermentado

Após o término de todo o processo fermentativo, foi realizado com o fermentado obtido, todas as análises descritas abaixo.

4.4.1- Extrato seco

De acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008), Resíduo por incineração ou cinzas e o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a (550-570)°C. Na qual foi utilizado 5g da amostra, e incinerado em mufla a 550°C.

A quantidade de cinzas foi medida conforme a seguinte equação

$$\text{Extrato seco} = \frac{Pt - Pi * 100}{Pa}$$

Onde:

P_t= Peso do cadinho + peso da amostra em g de cinzas

P_f= Peso final

P_a= Peso da amostra em g.

4.4.2- Acidez fixa

Colocou-se 5 mL da amostra em capsula de porcelana, diluindo em 50 mL de água destilada, deixando-a evaporar em banho maria até secar. Adicionou-se 50 mL de água destilada, evaporando-a e secando-a novamente. Logo após, transferiu-se para um erlenmeyer de 500 mL com auxílio de água destilada, para assim retirar todo o resíduo. Foi adicionado 3 gotas de fenolfetaleína a 1% e posteriormente titulou-se com solução de NaOH 0,1M ate a coloração rósea persistir durante 30 segundos.

Cálculo:

$$\text{Acidez fixa \%} = \frac{V \times f \times X60}{P}$$

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

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação;

P = peso da amostra.

4.4.3- Acidez volátil

Calculou-se pela diferença do conteúdo de acidez total titulável e da acidez fixa.

Calculo:

Volátil % = acidez total % - acidez fixa

4.4.4- Ácido ascórbico

De acordo com a metodologia descrita por Adolfo Lutz (2008), utilizou-se a titulação com 2,6- diclorofenol indofenol que consiste em dar uma cor azul em soluções alcalinas e cor de rosa em soluções ácidas, é reduzido por ácido ascórbico a uma forma incolor. A reação é quantitativa e específica para ácido ascórbico em uma solução numa faixa de pH de 1 a 3,5. O reagente utilizado foi oxálico 2%. Acrescentou-se 5 mL da solução padrão adicionando aproximadamente 50 mL do reagente a 2%. Titulou-se com solução corante azul, até obter uma cor rosa clara permanecendo por até 15 segundos. A análise foi realizada em triplicata.

4.4.5- Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais no fermentado é normalmente obtido a partir de avaliações do grau Brix, pois os sólidos solúveis em solução a sua maior parte são açúcares. (ADOLFO LUTZ, 2008).

4.4.6- Açúcares redutores totais (ART)

A metodologia seguida para a determinação de açúcares redutores totais (ART) foi a do DNS (ácido 3,5 – dinitro salicílico) aparelho utilizado para fazer as leituras foi o espectrofotômetro tipo UV na leitura de 540 nm, o método descrito por Miller (1959) com algumas adaptações.

4.4.7- Análises estatísticas

Para os relevantes estudos das análises físico-químicas foi utilizado o programa computacional Assistat, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e três repetições; a caracterização físico-química foi realizada em triplicata. Para os resultados dos experimentos realizados foi utilizado a análise de variância (ANOVA) utilizando-se o software Assistat versão 7.0 e por meio do teste de Tukey, onde a partir deste foram estimados os efeitos das variáveis estudadas. Toda a estatística empregada foi baseada em um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

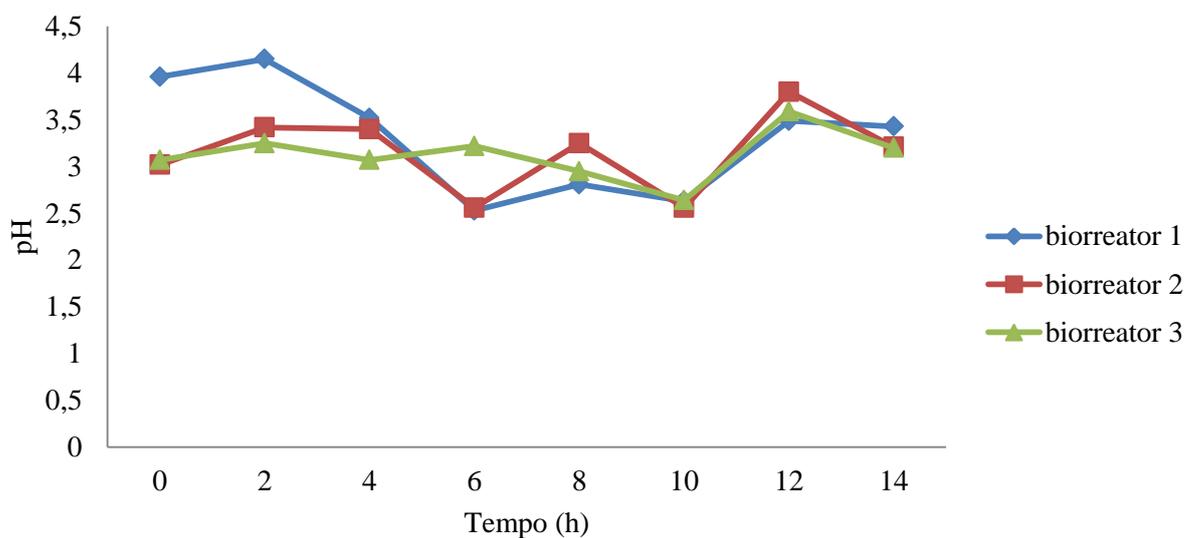
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Estudos cinéticos da fermentação

Foi analisado os perfis das variáveis em relação à cinética fermentativa no fermentado de jabuticaba chapitalizado com mel de abelha, em relação aos parâmetros de pH, acidez total, SST, temperatura e teor alcoólico. O processo da fermentação foi finalizado após a duração de 14 horas.

A Figura 21 contém o gráfico com o perfil do pH no processo da fermentação alcoólica.

Figura 21: Perfil do pH no processo de fermentativo alcoólico



Tem-se que o pH no tempo inicial para o biorreator 2 e 3 observa-se que ficou entre de 3,02 a 3,07, respectivamente, havendo um aumento no tratamento 2 seguido por um declínio aproximadamente no tempo de quatro horas, mantendo-se uma oscilação até sua estabilidade final, que foi de 3,21. O experimento 3 manteve-se o perfil aproximado do anterior (2), porém com algumas oscilações, chegando ao seu tempo final de 3,2.

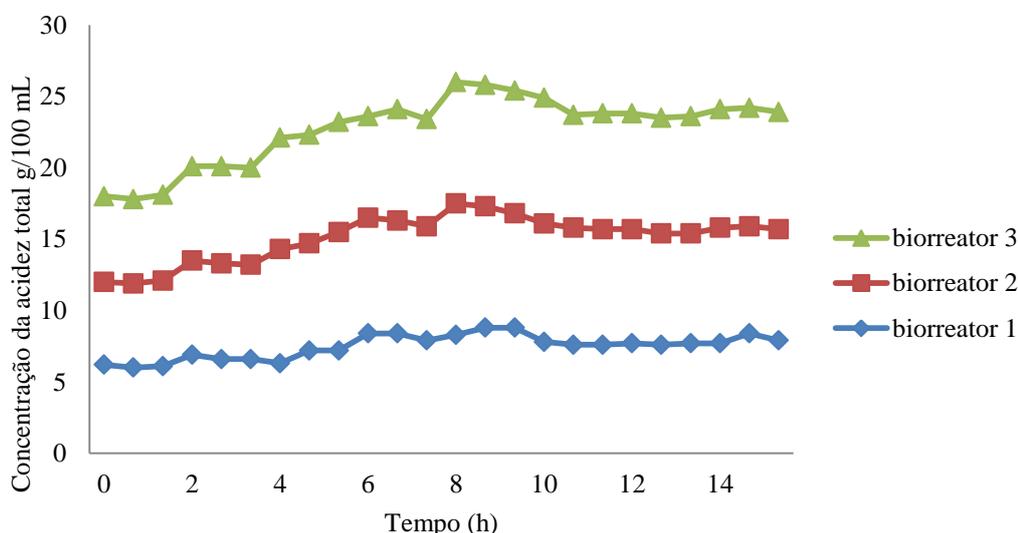
Os dados obtidos do presente trabalho foram similares aos fermentados alcoólico de cagaita, estudo realizado por SOUZA (2015), que encontrou valor aproximado de 3,41. Fermentado de jaca com 3,91 ASQUIERI (2008), fermentado de laranja de 3,2 CORAZZA;

RODRIGUES; NOZAKI (2001). Fermentado de jabuticaba, de 3,3 ASQUIERI et al., (2004) é 3,83 SOUZA, (2015) .Caju NETO et al., (2006), com 3,5.

Segundo SOUZA (2015) o pH final de bebidas alcoólicas fermentadas situa-se, normalmente, entre 2,0 e 4,0. O aumento da acidez e redução do pH são decorrentes da produção de ácidos e valores menores de pH são decorrentes da produção de ácidos orgânicos, como lático, succínico e acético.

Na Figura 22 é possível observar o gráfico em relação a descrição da acidez total no processo fermentativo.

Figura 22: Perfil da acidez total da cinética fermentativa alcoólica



Observa-se na figura 22 que a acidez total, nos três experimentos, iniciou com concentrações diferentes, permanecendo até o fim do processo com poucas oscilações. De acordo com Rizzon et al. apud Oliveira et al. (2011), a variação da acidez durante a fermentação tem grande influência na estabilidade e coloração das bebidas fermentadas. Ao longo do processo o fermentado mostrou-se com aumento na acidez titulável e imediatamente, ao final do tempo de fermentação, apresentou uma acidez estável. Baixos teores de ácidos orgânicos indicam o avançado do estágio de maturação uma vez que os ácidos são degradados à medida que segue a maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Cabe destacar que a diminuição do pH e o aumento da acidez titulável do extrato, podem ter sido ocasionados devido ao armazenamento. Estudo realizado por Damodaran, Parkin e Fennema (2010) afirma que durante o processo de congelamento, a fase

descongelada, ou seja, a fase líquida que se concentra os compostos não aquosos (hidratos de carbono, proteínas, lipídeos, ácidos orgânicos, entre outros) sofre alterações significativas que promovem aumento ou diminuição em parâmetros tais como o pH, a acidez titulável e força iônica, dependendo da composição química do produto.

Nas Figuras 23 e 24 segue o gráfico que descreve o perfil de sólidos solúveis totais utilizando dois parâmetros, um com sacarímetro e o outro com refratômetro.

O teor de sólidos solúveis totais expresso em (°Brix) da polpa de jaboticaba estava em torno de 12 °Brix, realizando-se a chapitalização para a concentração de 13, 15 e 17°Brix.

Figura 23: Sólidos solúveis totais, utilizando o sacarímetro.

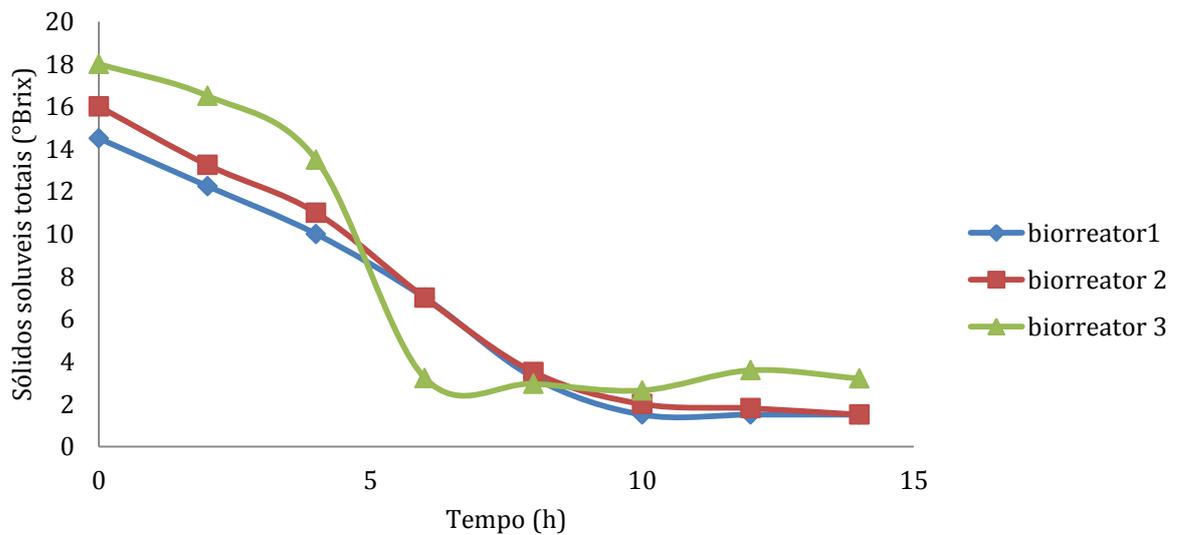
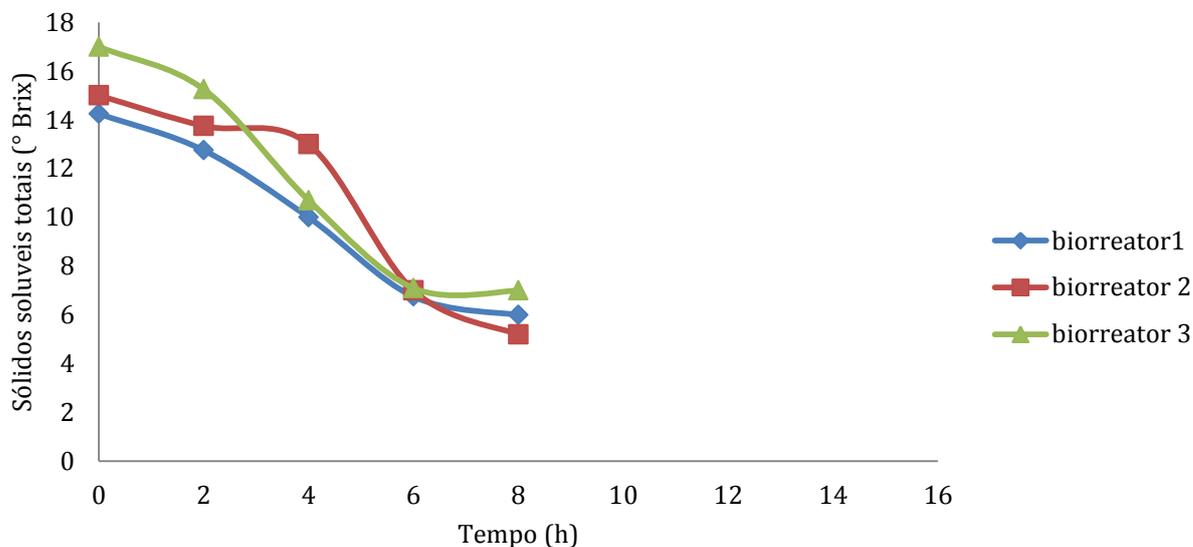


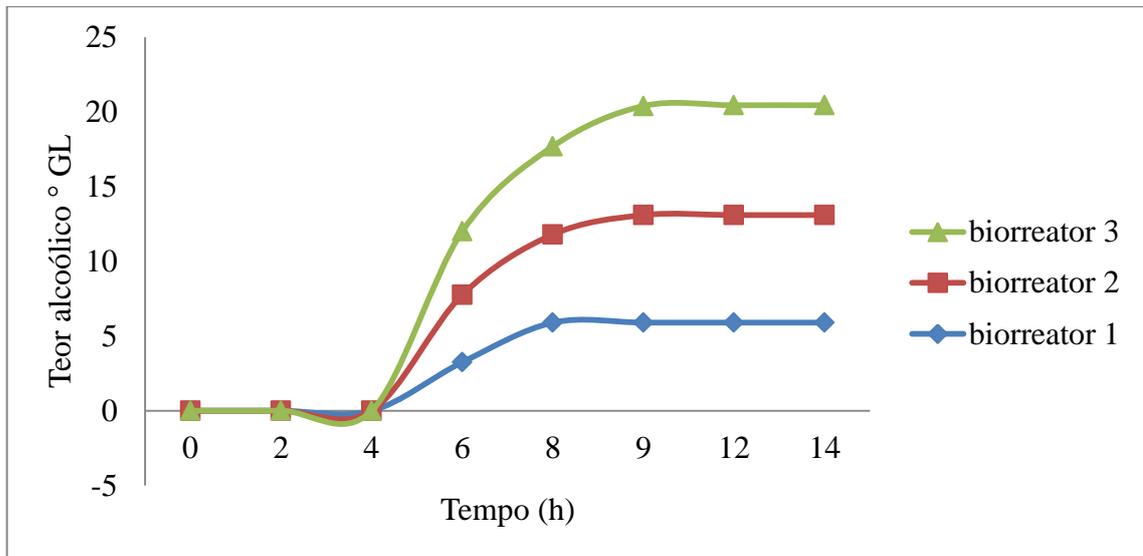
Figura 24: Sólidos solúveis totais, utilizando o refratômetro.



Nos gráficos ilustrados nas figuras 23 e 24, pode observar uma diferença em relação aos dois procedimentos realizados. Analisando o gráfico da Figura 23, observa-se que a determinação de sólidos solúveis totais (SST), utilizando o sacarímetro, é um método bastante eficaz, que proporcionou a visualização na quantidade de açúcares disponível em toda cinética fermentativa, diferente do gráfico da Figura 24, representando as análises realizadas com refratômetro para verificação da quantidade de SST, que, a partir do tempo decorrido de 8 horas do processo da fermentação, impossibilitou a visualização devido ao aumento do teor alcoólico. Conclui-se que os dois métodos são eficazes, verificando-se o consumo de açúcar e a produção do etanol em todo o decorrer do tempo.

Na Figura 25 observa-se o gráfico que descreve o perfil do etanol (°GL) no processo de fermentação alcoólica.

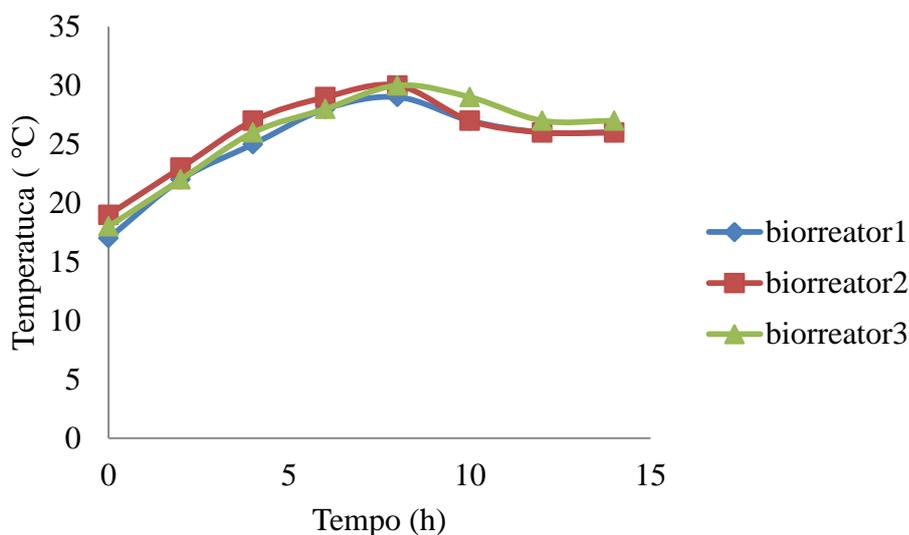
Figura 25: Teor alcoólico durante a fermentação alcoólica



Analisando os dados da Figura 25, verifica-se que atingiu aproximadamente o tempo de 4 horas decorrentes do processo fermentativo não ocasionou a produção de álcool, entretanto iniciando o período de 4 até 6 horas iniciou-se a produção de etanol. Nota-se que a produção de álcool torna-se estável nos três experimentos a partir de 8 horas contínuas, até a cessão da fermentação. O biorreator 1 com de 5,9 °GL. O biorreator 2 com a quantidade de teor 7,2 °GL e o terceiro com 7,35 °GL. Segundo a legislação brasileira de fermentado frutas o valor mínimo aceito é 4 °GL com limite máximo de 14 °GL, considerando assim o fermentado dentro dos padrões estabelecidos. Valor este obtido aproximadamente por (SANTOS, 2016) que obteve um valor de 7,3 °GL para todo seu experimento também com fermentado de jabuticaba.

Analisa-se com Figura 26 o gráfico que descreve o perfil da temperatura no processo da fermentação alcoólica.

Figura 26: Perfil da temperatura durante a fermentação alcoólica



Verifica-se que a fermentação se deu início com temperatura de 18 ± 2 °C, durante as 14 horas variou entre 26 a 27 °C. Analisando que a partir do tempo aproximado de duas horas, pode-se verificar que ocorreu aumento da temperatura nos três biorreatores, devido a uma grande quantidade de consumo de açúcar pelas leveduras. Posteriormente, ocorreu declino até estabilizar o processo fermentativo no tempo de 14 horas.

5.2 – Estudo físico-químico do fermentado alcóolico de jabuticaba chapitalizado com mel de abelha

Observa-se com a tabela 2 os resultados obtidos para a avaliação físico-química do fermentado.

Tabela 2. Avaliação físico-química do fermentado alcoólico de jabuticaba

Variáveis			
Fermentados	Acidez total (meq L-1)	Acidez fixa (meq L-1)	Acidez volátil (meq L-1)
R1	155,33 ^a	9,77 ^b	145,57 ^a
R2	150,23 ^a	3,00 ^c	147,23 ^a
R3	150,57 ^a	19,23 ^a	131,33 ^b
Legislação	55 a 130 (meq/L)	Min. 30 (meq/L)	Máx. 20 (meq/L)

T1 – fermentado com teor de °Brix 12; T2 com °Brix 15 e T3 com ° Brix 17 todos chapitalizado com mel de abelha; As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando a acidez total, verifica-se que todos os fermentados elaborados não apresentaram diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Comparando com a legislação brasileira para fermentado de frutas, se verifica uma alteração entre a acidez total do presente estudo e o valor máximo permitido de 130 meq/L. Isto pode ter ocorrido devido a uma maior concentração de ácido, decorrente a produção pelas próprias leveduras inoculadas ao mosto, ou mesmo uma pequena contaminação no final da fermentação por meio de alguma bactéria acética.

Segundo SILVA, et al (2007) o fermentado de jabuticaba podem ser considerados de acidez elevada, pois a maioria das amostras analisadas neste trabalho obtiveram valores superiores a 130 meq/L, é o limite superior estabelecido pela legislação de vinho de mesa com acidez total. Alguns valores encontrados foram 213 meq/L vinho tinto suave na safra de 2002, 206 meq/L na safra de 2008 e 249 meq/L na safra de 2005.

Na tabela 12 observa os dados para a acidez fixa havendo diferença significativa entre os três fermentados elaborados. Na qual todos os três experimentos também não estão de acordo com a legislação que estabelece valor mínimo para acidez fixa, de 30 meq·L⁻¹ (BRASIL, 2008).

Os dados encontrados na análise de acidez volátil foi acima do esperado, levando em consideração a quantidade máxima de 20 (meq/L).

Tabela 3- Parâmetro do fermentado alcoólico de jabuticaba

Parâmetros	Biorreator 1	Biorreator 2	Biorreator 3	“ <i>In natura</i> ”
Acido ascórbico	0.30000 ^c	0.43333 ^b	0.40000 ^b	0.70000 ^a
Extrato seco	0,28333 ^a	0,25667 ^a	0,31000 ^a	0,18000 ^a

As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando a tabela 03, verifica-se o perfil de umidade, onde o biorreator 1 se diferiu em relação aos demais, e os biorreatores 2 e 3 não apresentaram diferença estatisticamente entre ambos.

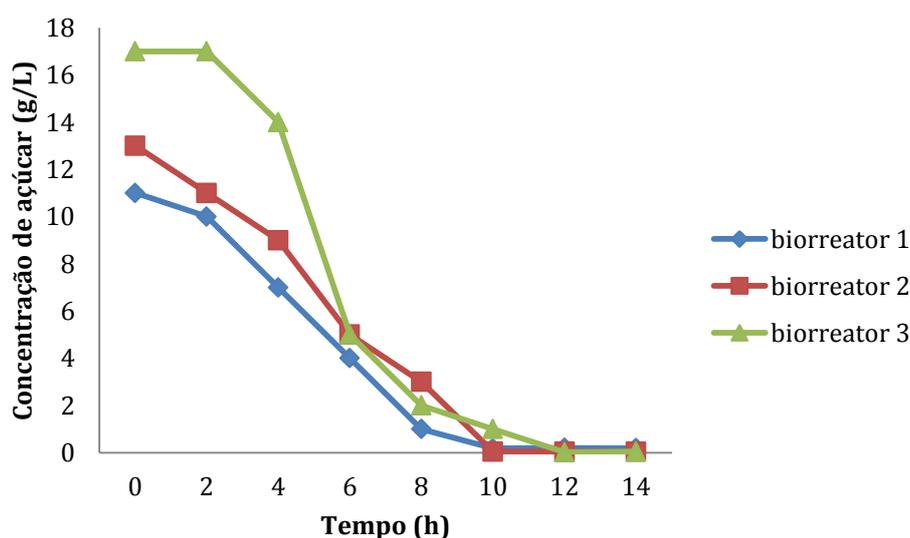
Segundo CECCHI, (2003) a umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição. Onde as frutas se tem um valor de 65-95% de umidade. Visto que a análise realizada esta dentro dos padrões estabelecidos. A determinação de umidade se fundamenta na propriedade físico-química da água de se volatilizar à temperatura de 105°C. O ponto de ebulição da água é de 100°C, a esta temperatura ocorre perdas, por volatilização, de alguns minerais e vitaminas termolábeis (GONÇALVES, 2015).

Analisado os valores para o extrato seco nos três biorreatores de acordo com a tabela 03, verifica-se que as amostras não diferiram entre si. Podendo ser comparado com os valores encontrados por Santos (2016) que foram 0,16 e 0,23%.

Analisando a quantidade de vitamina C segundo a tabela 03, o biorreator 1 diferiu estatisticamente dos demais, entretanto os biorreatores 2 e 3 não diferiram-se entre si. Verificando que o produto *in natura* diferiu entre todos os biorreatores estatisticamente. Segundo SILVA et al. (2006) o teor de vitaminas das frutas pode variar dependendo da espécie, do estágio de maturação na época da colheita, de variações genéticas, do manuseio pós-colheita, das condições de estocagem e do processamento. O conteúdo destes nutrientes no alimento *in natura* e sua estabilidade podem influenciar na sua qualidade nutricional

Observando o gráfico da figura 27, para ART, durante a fermentação alcoólica da jabuticaba chapitalizado com mel de abelha, verifica-se que o biorreator 1 obteve um consumo inicial de aproximadamente 135g/L de açúcar, no entanto o mesmo no tempo de 4 horas, iniciou-se o declínio em todo o processo, observando assim, o consumo de açúcar, até ocorrer uma estabilidade a partir do tempo de seis horas da fermentação. Finalizando assim o biorreator 1 com 2,30 g/L de açúcar. Já o biorreator 2 obteve uma curva parecida com o primeiro levando em consideração que em todo processo se manteve estável com valor final de 0,52 g/L.

Figura 27: resultados de açúcares redutores totais (ART)



Visto o biorreator 3, verifica-se que obteve uma quantidade inicial maior de açúcar com 202 g/L, porém com o início do processo fermentativo chegou no tempo de duas horas, com uma queda acentuada no consumo de açúcar, mantendo uma estabilidade no tempo de 10 horas da análise fermentativa. Observa-se que os fermentados estudados se enquadram na legislação

Segundo a literatura sobre o fermentado de jaca (ASQUIERI, et al 2008) o teor de açúcares redutores encontrado foi de 8,28 g.L⁻¹ não encontrado ou detectado sacarose. Assim ao caracterizar o vinho de mesa em relação ao teor de açúcares, a legislação brasileira estabelece mínimo 5,1 g.L⁻¹ é o máximo de 20 g.L⁻¹ para o tipo meio seco.

6 – Conclusão

1. Os parâmetros analisados na cinética de fermentação em relação ao pH, sólidos solúveis totais, teor de alcoólico, estão todos dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação, com exceção da acidez que ficou fora dos padrões exigidos pela Normativa;
2. As análises físico-químicas para açúcares redutores totais, cinzas e atividade de água da bebida fermentada de jabuticaba, corresponderam as exigências da legislação em vigor, ficando de fora apenas os valores correspondente do ácido ascórbico;
3. O fermentado apresentou valores significativos com a adição do mel de abelha, potencializando uma bebida alcoólica mais natural com o fruto da jabuticaba.
4. Foi verificado na pesquisa que o experimento com o biorreator 3 revelou-se com uma maior produtividade, com o teor alcoólico de 7,35 ° GL, no tempo de 14 horas do fermentado.

REFERENCIAS

ACI. Heloísa Scognamiglio. **ASSESORIA DE COMUNICAÇÃO E IMPRESSA DA FACC.** 2017 <https://acifaacunesp.com/2017/09/17/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo/> ACESSO EM 04/10/218.

ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. **Caracterização da farinha do bagaço da jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados.** *Ciência de Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 867-905, 2006.

ASQUIRI, et al.,. **Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba.** Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. online. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3959/395940098030/>> Acesso em 02 de outubro de 2018.

Anuário brasileiro da fruticultura 2018 / Benno Bernardo Kist... [et al.].— Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

ALEXANDRE, R.S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J.R.S.; BRUCKNER, C.H. **Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira.** *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 12, p. 227-230, 2006.

BRASIL. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** Instituto Adolfo Lutz. 4ª ed. 1ª ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020 p.

BRASIL. Portaria n. 64 de 23 de abril de 2008. **Aprovam os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008.

BRITANNICA ESCOLA. Jaboticaba. 2013. Disponível em:<<https://escola.britannica.com.br/levels/fundamental/article/jaboticaba/483307>> Acesso em 02 de Outubro de 2018.

BRUNINI, M.A. et al. **Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (vell) berg) cv ‘sabará’.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 24, n. 3, p. 378-383, 2004.

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

CECCHI, H.M.; **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2.ed.rev.- Campinas, SP: Editora da Unicamp 2003.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. **Jaboticabeiras.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 32, p. 343-656, 2014.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. **Jaboticabeiras.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, p. 0-1, 2010.

COSTA, R.T.R.V.; SILVA, J.L.; NASCIMENTO, A.M.; SOUTO, M.V.. **Cinética da produção de bebida mista de mel de abelha e morango.** Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. Pombal, PB. v. 12, n.1, p.90-94, jan.-mar, 2017.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. **Preparação e caracterização do vinho de laranja.** Química Nova, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

CRUZ, E. S. da. **Caracterização de genótipos de jaboticabeira com base em descritores morfoagronômicos e moleculares.** Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Cruz das Almas, BA, 2014.

CRUZ et al., **Molecular characterization of jaboticaba tree genotypes located in the municipalities of recôncavo of bahia**. Revista Brasileira de Fruticultura, online Jaboticabal, v.38, n.3, e-pub. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452016000300803&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em 02 de Outubro de 2018.

DANNER et al., **Germplasm characterization of three jaboticaba tree species**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.33, n.3, p.839-847, 2011.

BRITANNICA ESCOLA. Jaboticaba.2013. Disponível em:<<https://escola.britannica.com.br/levels/fundamental/article/jaboticaba/483307>> Acesso em 02 de Outubro de 2018.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A.A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J. SASSO, S.A.Z. **Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, p.530-532, 2006.

EMBRAPA, **Base de Dados dos Produtores – Abacaxi no mundo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/abacaxi>.

GAVA, Altanir Jaime; SILVA, Carlos Alberto Bento da; FRIAS, Jenifer Ribeiro Gava, 2008. **Tecnologia em alimentos: princípios e aplicações**, p. 89-90, 93-94, 114, 381-382, São Paulo: Nobel, 2008.

GOMES, M. **Jaboticaba vira atração turística em município próximo a Brasília**. Correio Braziliense, Brasília, 11 set. 2017. Especial para o correio. Disponível em : < https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/09/11/internas_economia,624812/jaboticaba-vira-atracao-turistica-em-municipio-proximo-a-brasilia.shtml > . Acesso em: 27 julho 2018.

GOMES, T. M.C. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**. Bragança, Portugal: ESA. Dissertação de Mestrado em Biotecnologia. 2010.

GONÇALVES, E.C.B.A.; **Análise de alimentos: uma visão química nutrição**. São Paulo: Livraria Varela, 2015.

IEA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Banco de dados. 2014. Disponível em:<<http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>> Acesso em 02 de outubro de 2018.

KOBLITZ, M. G.B., **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogar, 2016.

LIMA, A. J. B. **Caracterização e atividade antioxidante da jaboticaba, [Myrciaria cauliflora (Mart.) O. Berg]**. Tese (Doutorado em Agroquímica)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LIMA, Urgel de Almeida, et al. **Biotecnologia industrial – Processos fermentativos e enzimáticos**, p. 11, 15, 16, 29-30, ed. 1º, v. 3, São Paulo: Blucher, 2001.

MILESKI,J.P.F, **Produção e caracterização de hidromel utilizado diferentes cepas de leveduras *saccharomyces***/ (Dissertação de mestrado). UTFP, Londrina, 2016.

MEIRA, N.A.N.et al. **Flavonoides e antocianinas em myrciaria cauliflora (jaboticaba) visando à aplicabilidade cosmética**. Visão Acadêmica, Curitiba, v.17, n.3, Jul. - Set./2016.

NEVES, N.A. **Compostos fitoquímicos e bioativos em diferentes espécies, em licor e fermentado de jaboticaba (*Plinia Jaboticada (DC) Berg*)**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia, Universidade Federal de Viçosa., MG.

OLIVEIRA, L. **Gurinhém realiza I festival de jaboticaba na Paraíba**. Ofarolpb, Paraíba. 26 Fev. 2018. Jornalismo justo e com ética. Disponível em:<<http://www.ofarolpb.com/gurinhem-realiza-i-festival-de-jaboticaba-na-paraiba/>> Acesso em: 27 julho de 2018.

PARAÍBA ONLINE. **Gurinhém é o maior produtor de jaboticaba na Paraíba.** Disponível em:<<https://paraibaonline.com.br/2018/03/gurinhem-e-o-maior-produtor-de-jaboticaba-na-paraiba/>> Acesso 02 de Outubro de 2018.

PARAÍBA RURAL. **Cidade de Gurinhém é a maior produtora de jaboticaba na Paraíba.** Disponível em:<<http://g1.globo.com/pb/paraiba/bom-dia-pb/videos/v/cidade-de-gurinhem-e-a-maior-produtora-de-jaboticaba-na-paraiba/6577705/>> Acesso em 02 de Outubro de 2018.

REZENDE, L.C.G. **Influência do processamento no teor de compostos fenólicos e na avaliação sensorial de geléia de jaboticaba (Myrciaria jaboticaba Vell. Berg).** 2011. Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

SASSO, et al., **Propagação de jaboticabeira por enxertia ou alporquia.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p.571-576, 2010.

SEBRAE. **Agronegócio e Fruticultura: Panorama do Setor do Brasil.** 2015. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/11/Panorama-do-mercado-de-fruticultura-no-Brasil.pdf>> Acesso em 02 de outubro de 2018.

RIVALDI, J. D; SILVA, M. M; COELHO, T. C.; OLIVEIRA, C. T.; MANCILHA, I. M. **Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por Saccharomyces cerevisiae IZ 888.** Braz. J. Food Technol., VII BMCFB, 2009.

REZENDE, L.C.G. **Influência do processamento no teor de compostos fenólicos e na avaliação sensorial de geléia de jaboticaba (Myrciaria jaboticaba Vell. Berg).** 2011. Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

SUGUINO, E. et al., **A cultura da jaboticaba.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 9, n. 1, Jan-Jun 2012.

TEIXEIRA, N.C., **Desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação sensorial de suco de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg)**. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) - Faculdade e Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG-2011.

VENTURINI FILHO, W. G.; MENDES, B. P. **Fermentação alcoólica de raízes tropicais**. In: Cereda, M.P. et al. (Coord). *Tecnologias, Usos e Potencialidades de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas*. Série Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, Volume 3. Cap. 19; Fundação CARGILL. p. 530 – 575, 2003.

VENTURINI FILHO, 2010, W.C.; Coordenador, **bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**- São Paulo: Editora Blucher, 2010, volume 1.

VIEITES, I.R., et. al., **Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas**. 2011

ZAGO, M.F.C. **Jaboticaba peel in the production of cookies for school food: technological and sensory aspects**. *Ciência e Agrotecnologia*. V. 39, n. 6 Lavras. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542015000600624&script=sci_arttext> Acesso em 02 de Outubro de 2018.

SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L. **Effect of particle size on rheological properties of jaboticaba pulp**. *Journal of food Engineering*, v. 91, p. 566-570, 2009.

SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. **Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de Ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia**. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.

SILVA, P.H.A, et al. **Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*)**. Universidade Federal de viçosa, química nova. Vol. 31. 2007.

SOUZA, A. C. Utilização De Cagaita, Jabuticaba E Pitaya Na Elaboração De Fermentado Alcoólico E Vinagre. Lavra, UFLA, 2015.

SANTOS, Y.M.G. Desenvolvimento e caracterização de fermentado alcoólico de jabuticaba. Campina Grande, 2016.

SCHMIDELL, W.; Serawalli et al; **Biotechnologia industrial.** São Paulo, Blucher, vol. 2, 2001.

SCHULLER, D.; CASAL, M. **The use of genetically modified Saccharomyces cerevisiae strains in the wine industry. Mini-review. Applied microbiology and biotechnology,** v.68, p.292-304. 2005.