

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CLAUDINEI LUIZ SAIBERT

**AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE SECAGEM DA CASCA DE
JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*) PARA PRESERVAÇÃO DOS COMPOSTOS
BIOATIVOS**

TOLEDO

2022

CLAUDINEI LUIZ SAIBERT

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE SECAGEM DA CASCA DE
JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*) PARA PRESERVAÇÃO DOS COMPOSTOS
BIOATIVOS**

**Evaluation of different types of jabuticaba (*myrciaria cauliflora*) peel drying to
preserve bioactive compounds**

Trabalho de Dissertação apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologias em Biociências do Programa De Pós-Graduação Em Tecnologias Em Biociências – PPGBio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Dr. Jones Erni Schmitz

Coorientadora: Dra. Letycia Lopes Ricardo

TOLEDO

2022



Esta licença permite compartilhamento do trabalho, mesmo para fins comerciais, sem a possibilidade de alterá-lo, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



CLAUDINEI LUIZ SAIBERT

**AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE SECAGEM DA CASCA DE JABUTICABA
(MYRCIARIA CAULIFLORA) PARA PRESERVAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS.**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologias Em Biociências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologias Em Biociências.

Data de aprovação: 02 de Setembro de 2022

Dr. Jones Erni Schmitz, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Dr. Fabiano Bisinella Scheufele, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Dr. Liberato Brum Junior, Doutorado - Prati-Donaduzzi.

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 02/09/2022.

A Deus, família, amigos e pátria!

AGRADECIMENTOS

Obrigado Deus, por me permitir que aconteça somente aquilo com que eu consigo lidar. Obrigado por quem eu me tornei através de tudo que o Senhor permitiu que me acontecesse. Deus, o Senhor esteve ao meu lado e me deu força, ânimo e crença para não desistir e continuar lutando por este meu sonho e objetivo de vida. Ao Senhor eu devo minha gratidão sempre.

Aos meus pais Laudelino Saibert e Elvira Borille Saibert, que apesar de todas as dificuldades me ajudaram na realização deste sonho. Eu nunca teria conseguido sem o apoio de vocês! Obrigado por tudo, de coração.

À minha Esposa Andréia Kroeger Saibert e a minha filha Paola Gabriela Saibert pela compreensão e apoio em todos dias e fins de semana dedicados aos estudos e por permitir que essa caminhada fosse mais alegre.

Aos meus colegas de trabalho que convivo diariamente, Cláudia, Cássia, Dieli, Rafael, professoras Cárin e Graziella e a minha gestora Ana Donaduzzi, que acompanham cada conquista minha.

Aos meus colegas professores e pesquisadores, Helton, Jéssica, Araceli, que tanto me auxiliaram na condução experimental e interpretação dos resultados.

Ao meu orientador Jones Erni Schmitz pela paciência, dedicação e sabedoria, por nunca ter desistido de mim, e acima de tudo, pelo incentivo, pois muitas vezes foi o que precisava.

À minha amiga e coorientadora Letycia Lopes Ricardo por toda ajuda, apoio e confiança, dedicação, paciência durante este período tão importante da minha formação acadêmica.

Ao Parque Científico e Tecnológico de Biociências (Biopark) e Biopark Educação - Associação De Ensino, Pesquisa e Extensão Biopark por oferecer toda a estrutura e materiais necessários para realização da pesquisa.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade de realizar os meus estudos para obtenção do título de mestre.

A quem não mencionei, mas esteve junto eu prometo reconhecer essa proximidade, ajuda e incentivo por toda minha vida.

Agradeço muito a cada um de vocês!

“Sem ensino não existe futuro”
Luiz Donaduzzi.

RESUMO

A espécie *Myrciaria cauliflora* Berg. conhecida como jabuticabeira pertence à família Myrtaceae. A propriedade mais explorada é o elevado potencial antioxidante que a jabuticaba apresenta, sendo relacionada com a quantidade de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas. Assim, o objetivo do trabalho foi definir qual método de secagem é o mais viável para a obtenção de pó de casca de jabuticaba, de modo a conservar os compostos fenólicos, e que possa ser utilizado em composições nutracêuticas e alimentícias. As cascas foram secas em secador estático com circulação forçada de ar, liofilizador e leito fluidizado, em seguida todo material foi triturado e as análises realizadas foram: densidade aparente e compactada, umidade, determinação do pH e análise visual. Foram preparados extratos brutos etanólicos para avaliação da atividade antioxidante e atividade antimicrobiana frente aos microorganismos *S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*. A secagem em leito fluidizado foi avaliada com experimentos por meio de um planejamento experimental 2^2 com duplicata. Pela análise de todos os dados, a eficiência do processo de secagem em conjunto com as propriedades do produto final, os processos de secagem em liofilizador são submetidos a temperatura - 50 °C pressões até 205 mmHg, em leito fluidizado sob vazão volumétrica de 600 m³/h e 25°C se mostraram as melhores condições de secagem para a finalidade de preservação das substâncias, com concentração que inibe a proliferação de culturas celulares em 50% IC₅₀ 29,7 µg/mL, porém, não influenciaram efetivamente a atividade antimicrobiana. Assim, a secagem em leito fluidizado se destaca como uma técnica viável, proporciona um ambiente em estado de fluxo de ar acedente para o material ser secado, controle das variáveis, preservação das substâncias e efetivo para produção em larga escala agregando valor ao subproduto da jabuticaba, com potencial de aplicação na indústria farmacêutica, como revestimento de comprimidos e na composição de nutracêuticos.

Palavras-chave: antioxidante; antimicrobiano; leito fluidizado; secagem.

ABSTRACT

The species *Myrciaria cauliflora* Berg. known as jaboticabeira belongs to the Myrtaceae family. The most explored property is the high antioxidant potential that jaboticaba presents, being related to the amount of phenolic compounds, mainly anthocyanins. Thus, the objective of this work was to define which drying method is the most viable for obtaining jaboticaba peel powder, in order to preserve the phenolic compounds, and which can be used in nutraceutical and food compositions. The peels were dried in a static dryer with forced air circulation, lyophilizer and fluidized bed, then all material was crushed and the analyzes performed were: apparent and compacted density, humidity, pH determination and visual analysis. Crude ethanolic extracts were prepared to evaluate the antioxidant activity and antimicrobial activity against the microorganisms *S. aureus*, *E. coli* and *C. albicans*. Fluidized bed drying was evaluated with experiments using an experimental design 22 with duplicate. By analyzing all the data, the efficiency of the drying process together with the properties of the final product, the drying processes in a freeze dryer are subjected to temperature - 50 °C pressures up to 205 mmHg, in a fluidized bed under a volumetric flow of 600 m³ /h and 25°C proved to be the best drying conditions for the purpose of preserving the substances, with a concentration that inhibits the proliferation of cell cultures by 50% IC₅₀ 29.7 µg/mL, however, they did not effectively influence the antimicrobial activity. Thus, fluidized bed drying stands out as a viable technique, it provides an environment in a state of incoming air flow for the material to be dried, control of variables, preservation of substances and effective for large-scale production, adding value to the jaboticaba by-product, with potential application in the pharmaceutical industry, as tablet coating and in the composition of nutraceuticals.

Keywords: antioxidant; antimicrobial; fluidized bed; drying.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura molecular geral das antocianinas.....	18
Figura 2 - Estruturas das antocianinas presentes na casca da jabuticaba: (a) ciani-dina-o-glicosídeo e (b) delphinidina-o-glicosídeo.....	19
Figura 3 - Estrutura molecular da quercetina	19
Figura 4 - (a) Reação do DPPH em contato com o antioxidante; (b) Mudança de coloração na presença de substâncias antioxidantes.....	34
Fotografia 1- Jabuticabeira (<i>Myrciaria cauliflora</i>).....	15
Fotografia 2- Equipamentos utilizados para secagem do material vegetal. (a) Leito Fluidizado (b) Estufa com circulação forçada de ar (c) liofilizador	27
Fotografia 3 - (a) Triturador Modelo Ninja; (b) Calibrador Rotativo Cônico.....	28
Fotografia 4 – Analisador de umidade Metter Toledo	30
Fotografia 5- pHmetro Gehaka Modelo PG1800	31
Fotografia 6 – Microscópio modelo Bioval	32
Fotografia 7 – Rotaevaporador Quimis	33
Fotografia 8 - Jabuticabeira da variedade sambará, <i>Myrciaria cauliflora</i>	36
Fotografia 9 – Frutos jabuticaba (<i>myrciaria cauliflora</i>) acondicionados para futuro processamento	37
Fotografia 10 – Análise visual dos pós obtidos em liofilizador por 72 horas (A1), liofilizador por 48 horas (A2), leito fluidizado (A3) e estufa (A4).....	47
Fotografia 11 – Cores dos pós obtidos em liofilizador por 72 horas (A1), liofilizador por 48 horas (A2), leito fluidizado (A3) e estufa (A4).....	48
Fotografia 12 - Fotografias dos experimentos de atividade antimicrobiana dos extratos da casca da jabuticaba frente aos microrganismos <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> e <i>C. albicans</i>	53
Gráfico 1 - Rendimento do pó (%) pelos diferentes processos de secagem.....	41
Gráfico 2 - Densidade aparente e compactada pelos diferentes processos de secagem.....	43
Gráfico 3 - Índice de Caar e Hausner dos diferentes processos de secagem ...	43
Gráfico 4 - Perda de água do material vegetal com diferentes tipos de secagem	44
Gráfico 5 - Umidade do material vegetal com diferentes tipos de secagem.....	45
Gráfico 6 - pH do material vegetal dos diferentes métodos de secagem.....	46
Gráfico 7 - Curvas de secagem de acordo com o Planejamento Fatorial	49
Gráfico 8 - Taxas de secagem em função do adimensional de umidade.	49
Gráfico 9 - Comparativo dos valores do halo em mm de inibição	54
Gráfico 10 - Dose-resposta dos ensaios antioxidante com DPPH.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Frutos e teor de antocianinas	17
Tabela 2 - Principais antocianinas e seus respectivos radicais	18
Tabela 3 - Parâmetros de secagem em leito fluidizado	38
Tabela 4 - Parâmetros de secagem em estufa com ventilação forçada de ar....	39
Tabela 5 - Parâmetros de secagem liofilizador por 48 horas	39
Tabela 6 - Parâmetros de secagem liofilizador por 72 horas	40
Tabela 7 - Parâmetros de secagem de JLF-1 a JLF-8	40
Tabela 8 – Índex de Carr / Índex de Hausner	42
Tabela 9 - Valores dos halos de inibição em diferentes microrganismos.....	54
Tabela 10 - Valores de IC50 determinados a partir das curvas dose-resposta com DPPH.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
JLF	Secagem Leito Fluidizado
JVF	Secagem Ventilação Forçada Estufa
JL	Secagem Liofilizador

LISTA DE SÍMBOLOS

Ca	Cálcio
g	Gramma
kg	Quilograma
mg	Miligramma
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
CV	Cavalo Vapor
V	Volt
Mm	Milímetro
W	Watt
m ³ /h	Metro cúbico por hora
KVA	Quilovoltampere
mmHg	Milímetro de Mercúrio
rpm	Rotações por Minuto
ml	Mililitro
m	Massa
V	Volume
Da	Densidade Aparente
Dc	Densidade Compactada
IH	Índice de Hausner
pH	Potencial Hidrogeniônico
mmol	Milimol por Litro
µL	Microlitro
UV	Ultravioleta
IC50	Concentração que inibe a proliferação de culturas celulares em 50%

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo geral.....	14
1.2	Objetivos específicos.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Jabuticabeira e atividade antioxidante	15
2.2	Atividade Microbiológica	20
2.3	Escherichia coli	20
2.4	Staphylococcus aureus	21
2.5	Candida albicans	21
2.6	Técnicas de secagem.....	22
2.7	Revestimento de medicamentos.....	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Material Vegetal	26
3.2	Secagem do material vegetal	26
3.3	Trituração do material vegetal.....	28
3.4	Densidade aparente e compactada.....	28
3.5	Umidade	29
3.6	Determinação do pH.....	30
3.7	Análise visual.....	31
3.8	Preparo do extrato bruto	32
3.9	Avaliação da atividade antioxidante	33
3.10	Teste de disco difusão	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Obtenção do material vegetal.....	36
4.2	Secagem cascas de jabuticaba	37
4.3	Secagem em leito fluidizado	38
4.4	Secagem em estufa	38
4.5	Secagem em liofilizador.....	39
4.6	Parâmetros de secagem para JLF	40
4.7	Discussão	41
4.8	Curvas de secagem.....	48
4.9	Atividade anti-microbiana.....	51
4.10	Teste antioxidante	54

5	CONCLUSÃO	57
6	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa um amplo território com as mais variadas condições climáticas, fato que contribuiu para o desenvolvimento de muitas espécies vegetais caracterizadas pela presença de substâncias biologicamente ativas, dentre essas espécies destaca-se a jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora berg*) (NUNES et al., 2014; COELHO, 2017).

As jabuticabeiras podem ser encontradas nos principais biomas brasileiros, pertencem à família Myrtaceae, é uma árvore frutífera, cujos frutos são caracterizados por uma baga globosa de até 3 cm de diâmetro, pela casca arroxeadada e pela polpa esbranquiçada e agri-doce. Normalmente possui uma única semente, mas pode apresentar até 4 sementes (LIMA et al., 2008).

O consumo do fruto da jabuticabeira, normalmente é feito *in natura* ou na forma de sucos, geleias, vinhos e licores, por esse motivo, apresenta um grande potencial na indústria alimentícia. Moreira e colaboradores (2011) relataram que a casca da jabuticaba é utilizada na medicina popular para o tratamento de tosse, bronquite, asma e inflamação das amígdalas.

Porém, a propriedade mais explorada e requisitada pelo ponto de vista científico é o elevado potencial antioxidante que a jabuticaba apresenta, podendo ser empregada na prevenção de muitas doenças oriundas do estresse oxidativo. As substâncias antioxidantes da jabuticaba atuam equilibrando dano oxidativo. A atividade antioxidante de produtos à base de jabuticaba está relacionada com a quantidade de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas (COELHO, 2017).

Segundo Naves e colaboradores (2010), uma dieta que contemple a inclusão de insumos obtidos de jabuticaba é desejável para uma vida saudável. O emprego alternativo de subprodutos vegetais, desprezados pela indústria de alimentos, agregam valor econômico à produção, e contribuem para a formulação de novos produtos tanto na área de alimentos como nutracêuticos.

Entretanto, existe a necessidade de desenvolvimento tecnológico para se efetuar o aproveitamento das substâncias bioativas presentes em insumos vegetais para a inclusão na dieta humana (SILVA, 2015).

Dessa forma, no presente trabalho avalia-se a obtenção de pó de jabuticaba, de modo que este possa ser utilizado em preparos nutracêuticos e alimentícios, no Capítulo 2 consta a Revisão Bibliográfica pertinente. A seguir, no Capítulo 3

apresentada a Metodologia empregada. Seguindo, são apresentados e discutidos os resultados no Capítulo 4. Por fim, no Capítulo 5 estão as Conclusões.

1.1 Objetivo geral

Definir qual método de secagem é o mais viável para a obtenção de pó de casca de jaboticaba, de modo a conservar os compostos fenólicos, e que possa ser utilizado em composições nutracêuticas e alimentícias.

1.2 Objetivos específicos

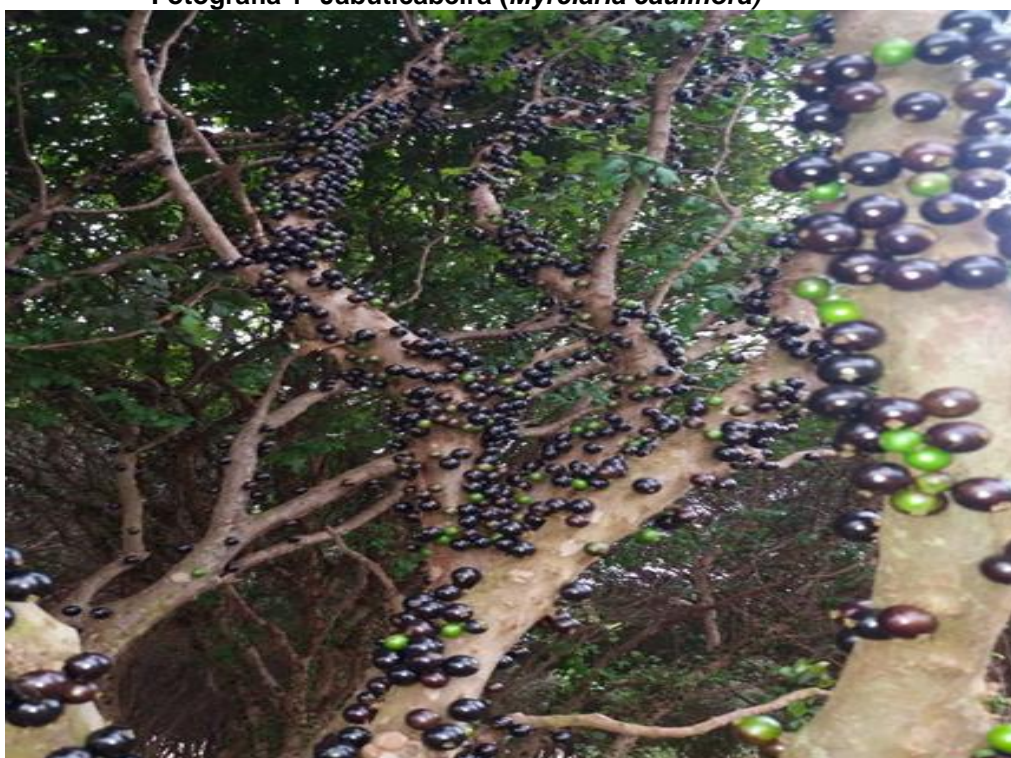
- Secar a casca da jaboticaba em estufa de circulação de ar, leito fluidizado e liofilizador;
- Encontrar as melhores condições operacionais de secagem para o método que apresentar viabilidade técnica e econômica;
- Realizar análises de atividade antioxidante e microbiológicas de extratos metanólicos obtidos de amostras de pó seco;
- Verificar os aspectos físicos do pó obtido após a trituração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Jabuticabeira e atividade antioxidante

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*) (Fotografia 1) é uma planta nativa do Brasil, pertence à família Myrtaceae, podendo ser encontrada desde o Estado do Pará até o Rio Grande do Sul, mas é nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo que ocorrem as maiores produções (ASCHERI et al., 2006). A jabuticaba, fruto da jabuticabeira, apresenta vida útil de aproximadamente três dias após colheita, o que prejudica sua comercialização (SATO; CUNHA, 2009).

Fotografia 1- Jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*)



Fonte: Autoria própria (2019)

A cada ano tem aumentado o comércio dos frutos da jabuticaba no Brasil. Conforme relatos de Sasso, Citadin e Danner (2010), em 2008, já foram comercializadas, em torno de 2.000 toneladas de jabuticaba, de acordo com dados publicados nos entrepostos de companhias e armazéns gerais de São Paulo (CEAGESP) e Central Única de Abastecimento (CEASA) de Curitiba-PR e Belo Horizonte MG.

Estudos mais incisivos precisam ser realizados para estimar o potencial de mercado desse fruto, inclusive na região Sudoeste do Paraná, por meio da coleta de dados referentes aos consumidores e de estatísticas de produção e comercialização (DANNER, 2009). De acordo com dados recentes publicado (IEA - Instituto de Economia Agrícola, São Paulo – SP), 2014 a 2018 a produção paulista de jabuticaba foi em média de 2.646,8 toneladas anuais, esta produção concentrou-se no Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de São João da Boa Vista que foi responsável por 82,1% do total da produção estadual, ou seja, uma média anual de 2.114,2 toneladas, os principais municípios produtores são Casa Branca e Aguaí. Em um total de treze EDRs com informações de produção, destacam-se São José do Rio Preto (Ipiranga, principal município produtor) e Mogi das Cruzes (Guararema, principal município produtor) com médias anuais no período de 144,1 t e 105,5 t, respectivamente.

A jabuticaba apresenta grande potencial de comercialização, por suas características sensoriais e por sua colheita ser feita em meses em que outras frutas são escassas. Além disso, ela é apreciada tanto para consumo *in natura* como para a fabricação de geleias, bebidas fermentadas, vinagre e licor de forma caseira. Sendo essa espécie aproveitada também pela indústria farmacêutica e alimentícia, devido a seu alto teor de substâncias antioxidantes (DANNER et al., 2010). Além das vantagens mencionadas, a jabuticaba também é rica em fibras e o bagaço pode ser aproveitado em ingredientes que venham a substituir parte das calorias de alimentos ricos em carboidratos, podendo influenciar em vários aspectos da digestão, absorção e no seu metabolismo.

De acordo com Lima e colaboradores (2011) há uma grande preocupação com o elevado índice de perdas e desperdícios, levando à necessidade de se criarem meios para o aproveitamento desses resíduos. Tanto a polpa quanto a casca da jabuticaba apresentam pH ácido, devido a elevada quantidade de ácidos orgânicos, além de apresentarem 15 g por 100 g de carboidratos, 2,3 g por 100 g de fibras e quantidade significativa de compostos fenólicos e antocianinas.

Os resíduos agroindustriais oriundos de cascas e bagaços, geralmente são ricos em fibras e compostos bioativos (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007). Pelo alto teor nutricional presentes nos resíduos agroindustriais e os impactos ambientais que o descarte inapropriado dos mesmos pode causar, uma das estratégias para beneficiar a saúde da clientela consumidora e a melhoria do meio ambiente, seria a secagem dessas partes usualmente não comestíveis para a obtenção de farinhas,

tornando-as adequadas para várias aplicações, dentre elas, a produção de alimentos destinado à alimentação escolar (DAMIANI et al., 2011).

Pesquisas têm revelado que as cascas e as sementes de alguns frutos apresentam uma maior atividade antioxidante comparada com a polpa. O extrato natural de jabuticaba pode ser usado em formulações de nutracêuticos junto a indústria farmacêutica pois, além de rico em antocianinas e flavonoides também possui em sua composição, taninos, vitamina C e ácidos orgânicos, possui também ação antioxidante, foto protetora, anti-inflamatória, clareadora, anti-flacidez e anti envelhecimento.

Os antioxidantes são substâncias que podem ser produzidas pelo próprio organismo para combater radicais livres, porém podem ser obtidos por meio da ingestão de produtos sintéticos ou naturais. Os antioxidantes possuem substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio.

Conforme verificado por Terci (2004), a jabuticaba contém elevado teor de antocianinas, assim como a uva, jambolão e amora (Tabela 1). As antocianinas são pigmentos naturais, responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes de frutas, flores e folhas que variam do vermelho alaranjado ao roxo passando pelo vermelho vivo e possuem propriedades antioxidantes (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

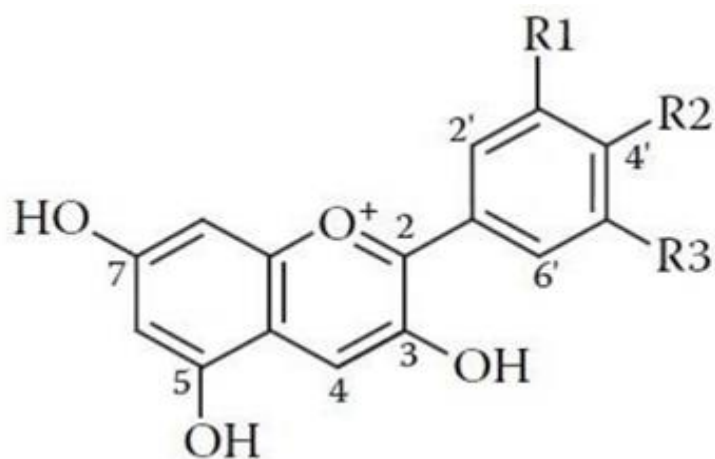
Tabela 1- Frutos e teor de antocianinas

Fruto	Teor antocianinas
Jambalão	386 mg. 100g-1
Jabuticaba	314 mg. 100g-1
Amora	290 mg. 100g-1
Uva	227 mg. 100g-1

Fonte: Bobbio & Bobbio, 2003

As antocianinas possuem dois anéis aromáticos que são unidos por 3 carbonos e um oxigênio. Aproximadamente 90% das antocianinas encontradas na natureza são: cianidina, pelargonidina, peonidina, pentunidina, deflinidina e malvidina (Figura 1, Tabela 2).

Figura 1 - Estrutura molecular geral das antocianinas



Fonte: Staquevis (2013)

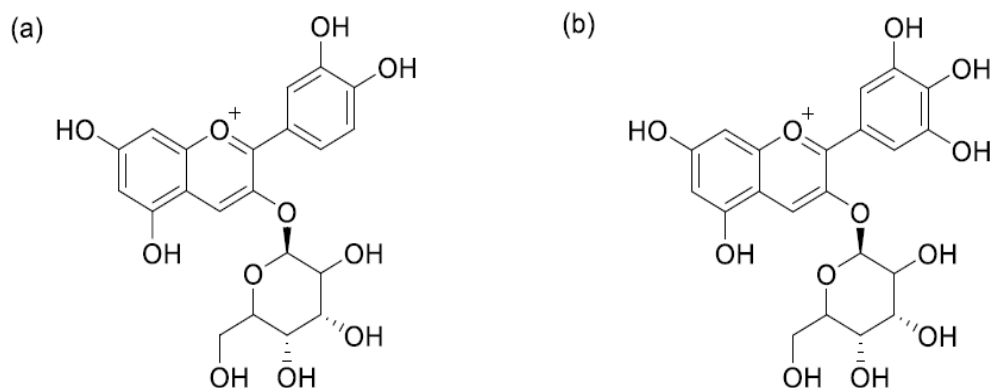
Tabela 2 - Principais antocianinas e seus respectivos radicais

Antocianidina	R1	R2	R3
Pelargonidina	H	OH	H
Cianidina	OH	OH	H
Delfinidina	OH	OH	OH
Peonidina	OCH ₃	OH	H
Petunidina	OCH ₃	OH	OH
Malvidina	OCH ₃	OH	OCH ₃

Fonte: Staquevis (2013)

As principais antocianinas encontradas na casca da jabuticaba são a deflinidina-3-glicosídeo e cianidina-3-glicosídeo (Figura 2).

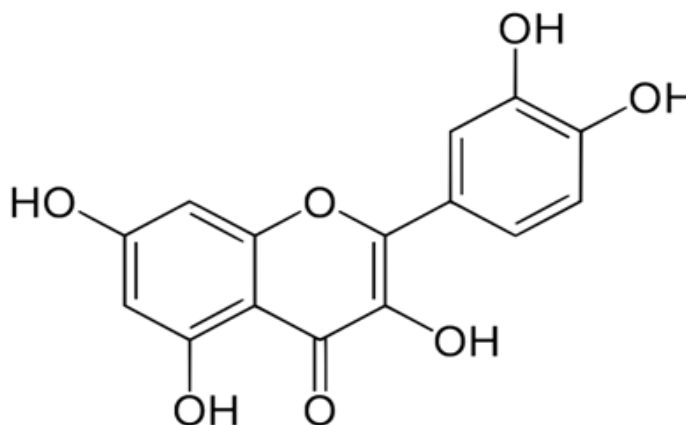
Figura 2 - Estruturas das antocianinas presentes na casca da jabuticaba: (a) ciani-dina-o-glicosídeo e (b) delphinidina-o-glicosídeo



Fonte: Silva (2020)

A jabuticaba também é rica em quercetina (3,5,7,3',4'- pentahidroxi-flavona) um flavonoide com característica antioxidante (BEHLING et al., 2008). (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura molecular da quercetina



Fonte: Silva (2020)

Não apenas os consumidores estão interessados nesse setor de produtos, mas a indústria e a comunidade científica têm buscado cada vez mais informações sobre essas substâncias (FRANCO, 2006).

Estudos de Soong e Barlow (2004) e Ajila e colaboradores (2007) têm sido realizados com a finalidade de buscar antioxidantes naturais em fontes residuais da agroindústria com o objetivo de serem utilizados como alimentos funcionais. A partir

desse conhecimento, atuando na prevenção de muitas doenças degenerativas, doenças cardiovasculares e vários tipos de câncer.

Em recente notícia publicada no site da UNICAMP (Universidade de Campinas – SP), Pesquisadores do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (IB-Unicamp), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), observaram que a ingestão do extrato da casca da Jabuticaba por camundongos envelhecidos, causou a diminuição no ganho de peso e da dislipidemia e da hiperglicemia e melhorou o HDL (*High Density Lipoproteins*) dos animais, entre outros benefícios (EXTRATO, 2018).

2.2 Atividade Microbiológica

As cascas de jabuticaba em pó foram submetidas a análises microbiológicas *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, a intenção de garantir a segurança alimentar, serão realizadas análises microbiológicas no produto final como o pó e após ao ser adicionado ao produto final. Dessa maneira, o produto desenvolvido é saudável, pois a sua segurança alimentar será assegurada através das análises microbiológicas realizadas em laboratórios (BRASIL, 2001).

2.3 *Escherichia coli*

E. coli é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbica facultativa, em forma de bastonete, não formadora de esporos e um dos habitantes mais comuns do trato intestinal (SCHAECHTER, 2009). Pertence à família Enterobacteriaceae, pode ser móvel, dotada de flagelos peritríquicos ou imóveis. Possui papel nutricional importante, sintetizando vitaminas, especialmente, a vitamina K, mas pode ser responsável por infecções urinárias e produtora de enterotoxinas, que podem causar graves doenças de origem alimentar (SOLORZANO-SANTOS; MIRANDA-NOVALES, 2012) e (TORTORA, 2000). Conhecida pela sua capacidade de tolerar ambientes ácidos, sobrevivem em pH 2,5 até por 6 horas e um dos principais agentes etiológicos de surtos de 29 doenças transmitidas por alimentos, representante dos coliformes termotolerantes. Segundo Martins e colaboradores (2003), os surtos decorrentes da infecção por *E. coli* são considerados severos. A principal via de transmissão de *E. coli* se dá, por meio do consumo de alimentos contaminados por fezes, seja direta ou indiretamente, sobretudo nos alimentos como o leite cru e as saladas cruas. A carne

e seus derivados, também, são considerados importantes veículos desse microrganismo, assim como todos os alimentos excessivamente manipulados (MAGNANI et al., 2000; PARDI et al., 2001). Conforme Brasil (2002), outra importante fonte de infecção conhecida é a transmissão pessoa a pessoa, presumivelmente, por meio da via oral-fecal, em razão de hábitos de higiene inadequados.

2.4 Staphylococcus aureus

Staphylococcus é um microrganismo pertencente à família Staphylococcaceae, apresentando-se como cocos Gram-positivos, não esporulados conforme verificado por Jay (2005). Podendo crescer em uma ampla margem de temperatura, tem como limite mínimo 7 °C e máximo 49 °C e a produção de toxinas ocorre na faixa de 10 °C a 48 °C, mas sua faixa ótima de sua produção é de 40 °C a 45 °C (TORTORA, 2000). São bactérias oportunistas, vastamente distribuídas na natureza e fazem parte da microbiota normal da pele e mucosas de mamíferos e aves (ANDRADE; PERAZZO; MAISTRO, 2008).

Segundo Bania e colaboradores (2006), *S. aureus* é encontrada no ambiente externo e em narinas de 20% a 40% dos adultos, ao passo que 60% dos humanos podem ser colonizados, temporariamente, o que aumenta os riscos de contaminação dos alimentos manipulados. A toxiose alimentar estafilocócica é atribuída à ingestão de toxinas produzidas e liberadas pela bactéria, durante sua multiplicação no alimento, tornando-se um risco para a saúde pública. O período de incubação da doença pode variar de 30 minutos até 8 horas; porém, na maioria dos casos, os sintomas aparecem entre 2 e 4 horas após a ingestão do alimento contaminado (FISHER et al., 2007; STAMFORD et al., 2006).

2.5 Candida albicans

A maior parte das infecções fúngicas nos seres humanos é causada por fungos oportunistas, a *Candida* é um fungo responsável pelo desenvolvimento de várias patologias (LIMA et al., 2004; KARKOWSKA-KULETA; RAPALA-KOZIK; KOZIK, 2009). Conforme verificado por Cardoso (2004). Segundo Williams e colaboradores (1997), este fungo, em condições normais está presente nos humanos como um organismo comensal sem que isso implique em quaisquer efeitos prejudiciais à sua saúde. Entre 25 a 75% dos indivíduos saudáveis podem apresentar

Candida spp. Entre as mulheres, cerca de 20% a 30% apresentam colonização na mucosa vaginal, sendo a *Candida albicans* a espécie prevalente (OLIVEIRA et al., 1993; VAL; ALMEIDA FILHO, 2001). Neste caso a candidíase pode ser localizada, determinando sintomatologia restrita a essa área, ou sistêmica e fatal, podem colonizar a cavidade oral, tratos gastrointestinal, respiratório e urinário, além da circulação sanguínea. A candidíase se manifesta quando através de fatores predisponentes, fisiológicos, patológicos e mecânicos, podendo mudar o relacionamento que ocorre entre o hospedeiro e a microbiota natural. Ou seja, a assim a relação comensal é dependente da integridade do tecido do hospedeiro do sistema imune (SOLL; LOCKHART; ZHAO, 2003; COLOMBO; GUIMARÃES, 2003; PFALLER; DIEKEMA, 2007; JOUAULT et al., 2009).

2.6 Técnicas de secagem

Considerando que aproximadamente 90% das plantas são constituídas por água, após a coleta do material vegetal, a secagem vem a ser uma técnica muito importante, pois nessa etapa, se não houver o controle adequada da temperatura, muitos metabólitos ativos presentes no extrato vegetal podem ser degradados.

A secagem consiste na eliminação da água do material por evaporação, processo este que pode ser natural através da exposição do material à luz solar ou artificial, conduzida através de secadores. No entanto, devido ao custo associado e emprego da secagem artificial em função da grande demanda de energia, a secagem natural tem sido bastante difundida e predominante quando comparada com a desidratação em secadores artificiais.

Em qualquer um dos métodos mencionados anteriormente, em função da diferença de temperatura, existe uma transferência de calor da fonte quente para o material úmido, o que leva à evaporação da água. Nestas condições, existe uma diferença de pressão parcial de vapor de água entre o ambiente quente (ar quente) e a superfície do produto proporcionando transferência de massa do produto para o ar, e, desta forma, o vapor será arrastado do material conforme verificado por Alves (2011). Segundo Park e colaboradores (2001), a água presente no material pode ser denominada de “água livre”, isto é, quando a água não está ligada nas estruturas dos sólidos, sendo a energia relacionada ao processo equivalente ao calor latente de vaporização ou “água ligada”, sendo necessário neste caso mais energia para sua vaporização.

A secagem é utilizada com o propósito de minimizar as perdas pós-colheita, assim como na confecção de frutos secos destinados ao consumo direto ou empregado em alimentos processados (SOUSA, 2016). Desta forma, permite que o produto alimentício, seja manuseado, transportado e armazenado na temperatura ambiente, sem que haja perdas consideráveis e que não comprometam suas qualidades sensoriais e nutricionais (SILVA, 2008). De acordo com Park e colaboradores (2001), existem várias vantagens ao se utilizar o processo de secagem, como por exemplo a facilidade na conservação do produto, estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo, reduz ou inibe as perdas por degradação enzimática e oxidativa, redução do seu peso, economia de energia, já que o produto será armazenado à temperatura ambiente, além da maior disponibilidade do produto, reduzindo problemas relacionados à sazonalidade do produto.

Além disso, o processo permite a redução da atividade da água no alimento, o que colabora com sua estabilidade física, química e microbiológica (ARAUJO, 2005). Conforme relatado por Alves (2011), convém salientar que independentemente do processo de secagem utilizado, secagem em estufa de circulação de ar forçado e liofilização, recomenda-se a utilização de temperaturas na faixa de 45 a 60° C pois de acordo com tais temperaturas proporcionaram menores perdas dos seus compostos funcionais ou bioativos.

Outra tecnologia de secagem pode ser empregada, desde as primeiras aplicações na década de 40 do século XX, é o leito fluidizado, demonstrando ser uma técnica versátil no processamento de produtos particulados (WONG, 2002). Equipamentos de adsorção e dessorção, granulação e revestimento de partículas requer uso típico dos leitos fluidizados incluindo reatores no craqueamento, gaseificação, carbonização e calcinação. O ar em estado de fluxo como técnica de processamento surgiu em meados do século XVI, registrando-se a primeira patente em 1910 na indústria petroquímica como método de craqueamento do petróleo.

Secagem e resfriamento de polímeros, minerais, fertilizantes, produtos farmacêuticos, produtos cristalinos e produtos agrícolas tenderam a adaptar-se (RHODES, 2001). A fluidização é um processo onde um leito de material particulado, contido em uma câmara, assume um comportamento de estado de fluxo ao ser atravessado por ar ou líquido com movimento vertical e ascendente injetado sobre o distribuidor que por sua vez é uma superfície perfurada que permite a passagem do

fluido enquanto suporta o leito de particulados. Estes fenômenos de interação fazem da mistura, granulação e secagem, em leito fluidizado, de longe, a mais complexa, enquanto que, ao mesmo tempo, a mais versátil, permitindo transformações de secagem e resfriamento ocorrendo simultaneamente com o aumento de tamanho das partículas (PARK et al., 2000).

2.7 Revestimento de medicamentos

A prática de revestimento em comprimidos é antiga e vem sendo aprimorada com o passar do tempo. Apresenta vantagens como a capacidade de mascarar sabores e odores desagradáveis dos fármacos, de tornar os comprimidos com melhor aparência, além de controlar a liberação do princípio ativo.

A prática de revestimento de comprimidos trata-se de uma adaptação dos métodos empregados à conservação de alimentos que passou a ser aplicada ao setor de medicamentos. Um método antigo de revestimento é o drageamento, também denominado como revestimento por açúcar, devido à sua composição, predominantemente de sacarose. Este recurso é utilizado no setor alimentício, por exemplo, no revestimento de confeitos coloridos. O revestimento obtido é hidrossolúvel e, por isso, as drágeas desintegram-se rapidamente em contato com os fluidos biológicos após a ingestão, devido à dissolução da sacarose (ROLIM et al., 2009).

De acordo com Rolim e colaboradores (2009) e Viana e Júnior (2006) o processo de revestimento por película envolve a formação de uma fina camada lisa e uniforme na superfície do núcleo do comprimido. Além de plastificantes, corantes e solventes são utilizados principalmente polímeros. Os polímeros são as matérias-primas de maior importância para obtenção do revestimento pelicular. Dependendo das características físico-químicas dos polímeros empregados, diferentes perfis de dissolução da forma farmacêutica podem ser obtidos, podendo promover, inclusive, a liberação controlada de ativos (DE SOUZA; SPANIOL; PETROVICK, 2005).

A utilização de co-produtos, além de ser uma fonte economicamente viável, também minimizaria os impactos ambientais decorrentes do descarte destes resíduos sólidos ricos em material orgânico, pois são produzidos em larga escala por indústrias processadoras de sucos e concentrados e seus compostos ativos podem ser obtidos por extração. Dessa forma, estes podem constituir uma nova forma inovadora, simples e prática de disponibilizar princípios ativos naturais, mostraram uma boa alternativa

para veicular os compostos antioxidantes naturais presentes serão uma possível alternativa para o desenvolvimento de produtos nutracêuticos (TEDESCO; MONACO-LOURENCO; CARVALHO, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 Material Vegetal

Os frutos foram selecionados, em um primeiro momento, durante a colheita, junto às jaboticabeiras sendo descartado os frutos que estavam no chão, ou com machucaduras consideráveis. Após a colheita os frutos foram levados para as instalações do Laboratório de Química II, localizado no Biopark Educação, onde passaram por um segundo processo de seleção, sendo retirado aqueles que apresentavam lesões, posteriormente os frutos foram higienizados.

Será realizada a higienização dos frutos em água corrente, e posteriormente a imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10% por 30 minutos, e novamente lavados em água corrente. Na sequência, as jaboticabas serão acondicionadas em sacos plásticos de polietileno e congeladas em um resfriador freezer na temperatura de - 20°C.

Na medida em que os testes foram sendo realizados os frutos serão descongelados de forma lenta e gradual, dentro da geladeira, com diminuição da temperatura de 10°C até 20°C. Após o descongelamento, será realizada a despolpa de forma manual, separando-se a casca da polpa com semente. Somente as cascas serão utilizadas para os demais procedimentos.

3.2 Secagem do material vegetal

O material vegetal será seco em leito fluidizado (JLF), ou em estufa com ventilação forçada de ar (JVF) ou em liofilizador (JL) (Fotografia 2).

O equipamento de leito fluidizado utilizado é um modelo MD FBE 5.0 com capacidade de 5 litros (Fotografia 2-a), que conta com filtro de inox primário diâmetro 0,025 mm, filtro saída de ar atmosférico em tecido secundário de 250 µm, potência do aquecedor 3.500 W, motor do ventilador 2 CV 220V, com corrente de ar ascendente aquecida, em temperatura suficiente para levar a fluidização da casca do fruto, com movimentação destas no recipiente de inox, fazendo com que o processo de retirada da água fosse acelerado e a secagem acontecesse de forma mais homogênea.

Em outro teste foi usada uma estufa com ventilação forçada de ar (Fotografia 2-b), onde a circulação do ar no seu interior é feita por um ventilador situado na parte inferior do equipamento, ainda na secção inferior situam-se as resistências elétricas

responsáveis pelo aquecimento de ar de entrada, dotadas de uma potência total de 1500 W. O controle da temperatura será realizado por meio de um termostato modelo PT100 ligado ao um controlador digital que aciona as resistências elétricas.

Será testada ainda a secagem em liofilizador (Fotografia 2-c), modelo LS6000 com capacidade de 6 kg, e potência de 1 KVA/127V.

Fotografia 2- Equipamentos utilizados para secagem do material vegetal. (a) Leito Fluidizado (b) Estufa com circulação forçada de ar (c) liofilizador



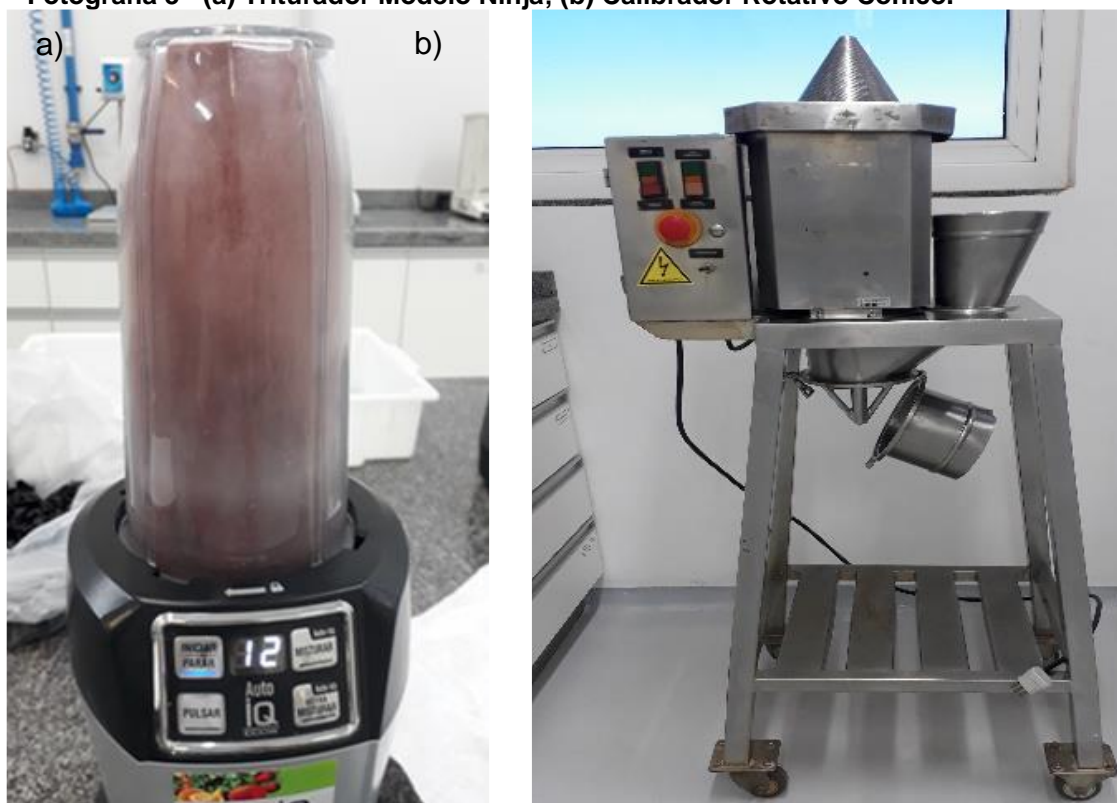
Fonte: Autoria própria (2021)

3.3 Trituração do material vegetal

Para a definição da uniformidade e qualidade granulométrica do pó, será realizado o processo de trituração da casca do fruto após a secagem, em Triturador Modelo Ninja, potência de 1000 W, com sistema de trituração Quadri Pás na Vertical, em movimento rotativo de 20,000 rpm, sendo o tempo total de trituração de três minutos (Fotografia 3-a).

Após a trituração, o pó resultante da trituração passou para etapa seguinte, utilizando Calibrador Rotativo Cônico potência de 1 CV, sendo utilizado peneira granulométrica (tâmis) de 1,5 mm cônico, por onde o pó será submetido ao movimento rotativo horário de 400 rpm para obtenção de um pó granulométrico (Fotografia 3-b).

Fotografia 3 - (a) Triturador Modelo Ninja; (b) Calibrador Rotativo Cônico.



Fonte: A autoria própria (2021)

3.4 Densidade aparente e compactada

O pó granuloso de jaboticaba, será vertido em uma proveta de 100 ml até o volume de 50 ml, a massa ocupada pelo pó é chamada de volume aparente (V_a). A amostra foi submetida a batidas (entre 100 e 200) na superfície da bancada e o volume

ocupado é chamado de volume de compactação (V_c). Para avaliar os índices de Caar e Hausner será calculada a densidade aparente e compactada de cada pó conforme as fórmulas abaixo, conforme verificado por Aulton (2005).

$$D_a = m/V$$

Sendo:

D_a : densidade aparente (g/ml);

m : massa (g);

V : volume aparente (ml).

$$D_c = m/V$$

Sendo:

D_c : densidade compactada (g/ml);

m : massa (g);

V : volume de compactação (ml).

A partir dos dados de D_a e D_c , pode-se calcular o índice de Caar (IC) e Hausner (H).

$$IC = \frac{D_c - D_a}{D_c} \times 100$$

Sendo:

IC: índice de Caar;

D_c : densidade compactada;

D_a : densidade aparente.

$$IH = D_c/D_a$$

Sendo:

D_c : densidade compactada;

D_a : densidade aparente.

3.5 Umidade

O teste foi realizado para determinar o percentual de umidade, usando-se o analisador Metter Toledo modelo HE71/01 (Fotografia 4), será coletada uma amostra de 5 g do pó que será introduzida no recipiente do analisador de umidade, será

ajustada a temperatura de 105 °C, e será considerado o tempo de secagem automática do equipamento.

Fotografia 4 – Analisador de umidade Metter Toledo



Fonte: Autoria própria (2021)

3.6 Determinação do pH

Para a determinação do pH do fruto *in natura* e pó de jaboticaba, 40 mL de água destilada foi adicionada a aproximadamente 10 g de amostra de fruto *in natura* macerado e após secagem e trituração, a solução será agitada e após repouso o pH será determinado por meio de um pHmetro modelo Gehaka PG1800 (Fotografia 5). O aparelho será previamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, sendo a metodologia utilizada descrita por Aoac (2010).

Fotografia 5- pHmetro Gehaka Modelo PG1800



Fonte: Autoria própria (2021)

3.7 Análise visual

Será realizada a análise visual do material vegetal seco por diferentes métodos de secagem. Para tanto, foi utilizado um microscópio Bioval modelo TTR02 com objetivas de 4x (0.10). Para o procedimento, 400 mg de amostra de pó serão vertido para a lâmina de vidro de microscopia 26x76 mm, ajustando objetivas e iluminação até obtenção do foco necessário para observação (Fotografia 6).

Fotografia 6 – Microscópio modelo Bioval



Fonte: Autoria própria (2021)

3.8 Preparo do extrato bruto

Aproximadamente 30 g do material vegetal seco obtido pelos 3 processos de secagem (JLF, JVF e JL) serão submetidos à extração com 200 mL de metanol, à frio, por maceração exaustiva, por 72 horas. Após remoção do solvente sob vácuo em rotaevaporador, marca Quimis modelo Q342B2 (Fotografia 7), à temperatura de 33-35 °C será obtido o extrato bruto metanólico da secagem em leito fluidizado, estufa ventilação forçada e liofilizador.

Fotografia 7 – Rotaevaporador Quimis



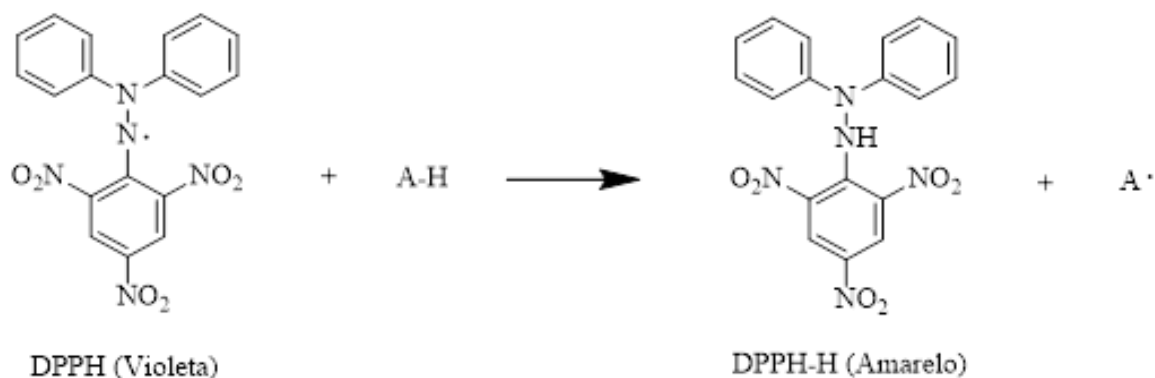
Fonte: Autoria própria (2022)

3.9 Avaliação da atividade antioxidante

A quantificação de atividade antioxidante será baseada no método por DPPH composto químico orgânico 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, conforme descrito por Brand e Willians (1995). As amostras serão preparadas em concentração de 10 mg/ml, utilizando metade do volume em metanol para solubilização e completo com água. A solução de DPPH será preparada da mesma forma em concentração 0,316 mmol/L. Em placa de 96 poços, cada amostra será diluída de forma serial em proporção 1:2 com solução aquosa de metanol 50%, totalizando 100 μ L em cada poço. Como controle positivo será utilizado ácido ascórbico em concentração 1 mg/ml. Após o preparo das amostras, será adicionado 100 μ L de solução de DPPH em cada poço em local de baixa claridade e incubado por 30 minutos em local escuro. A absorbância será medida no comprimento de onda de 516 nm em leitora de microplaca. A cor roxa do DPPH se altera na presença de substância antioxidante, tornando-se amarela (Figura 4). Cada amostra é testada em duplicata e o resultado é expresso como a concentração necessária para inibir 50% dos radicais livres.

Figura 4 - (a) Reação do DPPH em contato com o antioxidante; (b) Mudança de coloração na presença de substâncias antioxidantes.

a)



b)



Fonte: Autoria própria (2021)

3.10 Teste de disco difusão

Este teste de suscetibilidade é baseado no método de Kirky-Bauer conforme descrito por Hudzicki (2009). Para os testes de propriedades antimicrobianas foram utilizados os microrganismos *S. aureus* (ATCC 6538), *E. coli* (ATCC 8739) e *C. albicans* (ATCC 10231) que se encontram em estoque congelado e serão levados a temperatura ambiente para uso. Cada microrganismo será testado em duplicata, em placas de petri de 150 mm contendo meio de cultura ágar Mueller-Hinton recentemente preparada. Foram espalhados 300 μ L contendo aproximadamente 1×10^7 CFU/mL com auxílio de uma alça de Drigalski esterilizada. Discos de papel filtro de 6 mm serão impregnados com solução de cada extrato totalizando 2 mg/disco e esterilizados por luz UV por 15 minutos cada lado. Para os controles positivos serão

utilizados discos impregnados com 10 µL de Gentamicina para *S. aureus* e *E. coli* e 10 µL de Natamicina para *C. albicans*. Esses serão dispostos na placa após o espalhamento do microrganismo e incubados em estufa bacteriológica a 37°C em posição invertida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Obtenção do material vegetal

Aproximadamente 70 kg dos frutos da jabuticabeira da variedade sambará (*Myrciaria cauliflora*) foram coletadas no distrito de Novo Sarandi, no município de Toledo Paraná (23°33'50,0"S e 53°53'36,2"W) (Fotografia 8).

Dos 70 kg de jabuticaba colhida, obteve-se 27,470 kg dos frutos limpos *in natura*, destes, 12,440 kg de casca mais resquícios de polpa e 13,450 kg de polpa mais semente, guardados em freezer novamente para posteriores testes, sendo que o processo da despolpa teve uma perda de 1,580 kg. Assim, 12,440 kg de casca mais resquícios de polpa foram disponibilizados para as atividades experimentais. (Fotografia 9).

Fotografia 8 - Jabuticabeira da variedade sambará, *Myrciaria cauliflora*



Fonte: Autoria própria (2019)

Fotografia 9 – Frutos jabuticaba (*myrciaria cauliflora*) acondicionados para futuro processamento



Fonte: Autoria própria (2019)

4.2 Secagem cascas de jabuticaba

Após a despolpa da jabuticaba colhida, 12,440 kg seguiram para os testes de secagem. Inicialmente as cascas da jabuticaba foram secas em leito fluidizado (JLF), estufa com ventilação forçada de ar (JVF) e liofilizador (JL), sendo que os parâmetros da secagem em liofilizador, foram analisados com tempo de 48 e 72 horas.

Os resultados obtidos para os 3 processos de secagem, foram: rendimento do pó, perda de água da amostra em kg, e em percentual, densidade aparente e compactada do pó, índice de Caar, índice de Hausner, pH e umidade (Tabelas 4 -7).

4.3 Secagem em leite fluidizado

Para 1,545 kg de casca, o fluxo de ar com vazão de 600 m³/h, a temperatura do ar no processo de 40 °C e o tempo total foi de 11 horas. Nestas condições obteve-se um pó com as características apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros de secagem em leite fluidizado

Secagem	Leito 11 horas
Parâmetros	Unidades
Quantidade de material vegetal	1,545 kg
Quantidade de pó obtido	410 g
Rendimento do pó	26,54%
Perda de água da amostra	1,135 kg
Perda de água em %	73,46%
Densidade aparente	0,68 g/mL
Densidade compactada	0,87 g/mL
Índice de Carr	0,22%
Índice de Hausner	1,27
pH antes da secagem	3,58
pH após a secagem	3,23
Umidade	11%

Fonte: Autoria própria (2021)

4.4 Secagem em estufa

Neste processo, 6,765 kg de cascas foram espalhadas uniformemente em bandejas de inox, e secas por 93 horas. A vazão volumétrica de ar foi de 300 m³/h, e a temperatura foi de 40 °C. Procedendo desta forma, obteve-se um pó com as características apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de secagem em estufa com ventilação forçada de ar

Secagem	Estufa 93 horas
Parâmetros	Unidades
Quantidade de material vegetal	6,765 kg
Quantidade de pó obtido	1,680 kg
Rendimento do pó	24,83 %
Perda de água da amostra	5,090 kg
Perda de água em %	75,24 %
Densidade aparente	0,66 g/mL
Densidade compactada	0,89 g/mL
Índice de Carr	0,26%
Índice de Hausner	1,34
pH antes da secagem	3,56
pH após a secagem	3,21
Umidade	10%

Fonte: Aatoria própria (2021)

4.5 Secagem em liofilizador

Para esse procedimento, foram utilizados 613,740 g de casca, sendo a casca congelada previamente e submetida a vácuo de 205 mmHg, com temperatura de - 50 °C, por 48 horas, em seguida, realizado procedimento por 72 horas utilizando 613,435g de casca mantendo as mesmas variáveis vácuo de 205 mmHg, com temperatura de - 50 °C. Conforme características apresentadas nas Tabelas 5 (48 horas) e 6 (72 horas).

Tabela 5 - Parâmetros de secagem liofilizador por 48 horas

Secagem	Liofilizador 48 horas
Parâmetros	Unidades
Quantidade de material vegetal	613,740 g
Quantidade do pó obtido	128,954 g
Rendimento do pó	21,01 %
Perda de água da amostra	484,79 g
Perda de água em %	78,99%
Densidade aparente	0,49 g/mL
Densidade compactada	0,82 g/mL
Índice de Carr	0,40%
Índice de Hausner	1,67
pH antes da secagem	3,60
pH após a secagem	3,21
Umidade	9%

Fonte: Aatoria própria (2021)

Tabela 6 - Parâmetros de secagem liofilizador por 72 horas

Secagem	Liofilizador 72 horas
Parâmetros	Unidades
Quantidade de material vegetal	613,435 g
Quantidade do pó obtido	126,577 g
Rendimento do pó	20,63 %
Perda de água da amostra	486,86 g
Perda de água em %	79,37 %
Densidade aparente	0,48 g/mL
Densidade compactada	0,83 g/mL
Índice de Carr	0,42%
Índice de Hausner	1,72
pH antes da secagem	3,60
pH após a secagem	3,24
Umidade	9%

Fonte: A autoria própria (2021)

4.6 Parâmetros de secagem para JLF

Novos parâmetros de secagem foram definidos no leite fluidizado (JLF-1 a JLF-8), realizando um planejamento experimental 2² com duplicata onde avaliou-se dois parâmetros, temperatura do ar de entrada (°C) e vazão do ar de entrada (m³/h) conforme apresentado na (Tabela 7).

Tabela 7 - Parâmetros de secagem de JLF-1 a JLF-8

Amostra	Vazão do ar de entrada	Temperatura do ar de entrada
	m³/h	°C
JLF-1	500 (-)	45 (+)
JLF-2	600 (+)	25 (-)
JLF-3	600 (+)	25 (-)
JLF-4	500 (-)	45 (+)
JLF-5	500 (-)	25 (-)
JLF-6	500 (-)	25 (-)
JLF-7	600 (+)	45 (+)
JLF-8	600 (+)	45 (+)

Fonte: A autoria própria (2022)

Foram determinadas as curvas de secagem por meio do monitoramento das massas em intervalos de 1 hora, sendo a secagem finalizada até o equilíbrio (massa constante).

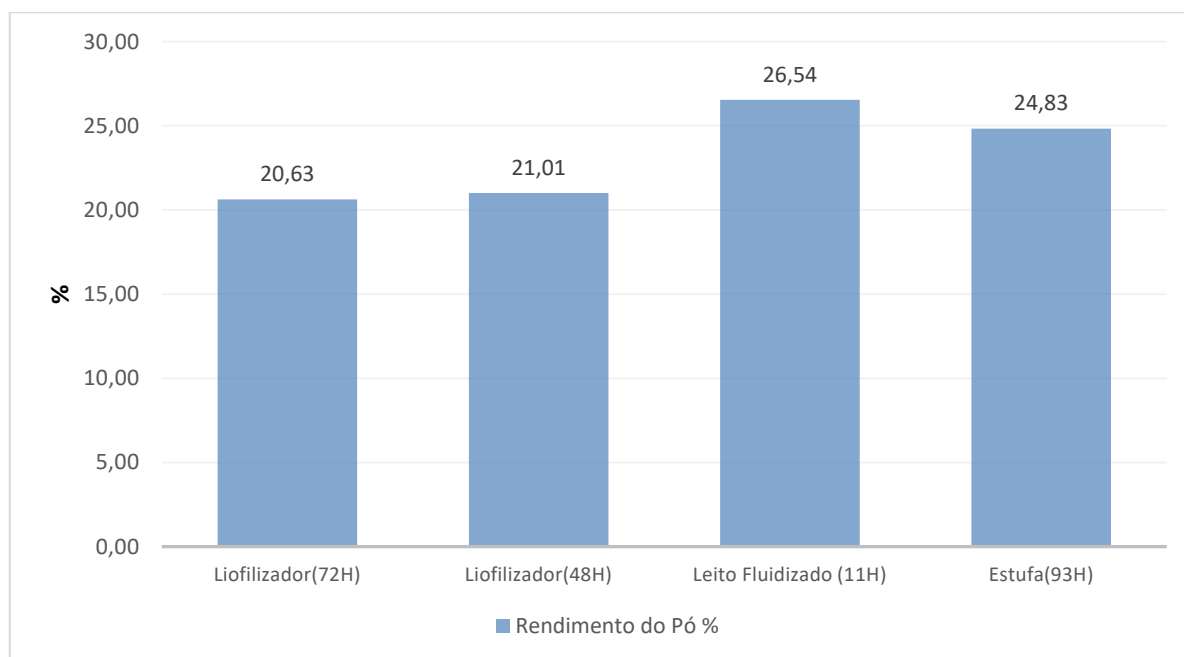
Foi realizado também o extrato bruto metanólico dos 8 experimentos em leite fluidizado (JLF 1 a 8), para todos foram utilizados 15 g do material seco, calibrado e

200 ml de metanol, a extração aconteceu por 72 horas e posteriormente o solvente será filtrado e rotaevaporador.

4.7 Discussão

Utilizando a fórmula (Total de pó x 100% / Total Amostra), observa-se um rendimento de 26,54% em leite fluidizado em relação as demais processos de secagem em estufa e liofilizador com 48 e 72 horas, apresentando um rendimento de 24,83% e 21,01% e 20,63% respectivamente (Gráfico 1). Isso indica que a secagem em leite fluidizado foi a melhor. Segundo Amato e colaboradores (2002) foi observado que a secagem de grãos de arroz também apresentou bons resultados em leite fluidizado, porém a operação de secagem é uma etapa complexa no beneficiamento do arroz, pois é uma tecnologia que envolve inúmeras variáveis no processo e devem ser equilibradas e ajustadas ao longo da operação. Sabe-se que variáveis pré-definidas no início do processo de acordo com as condições do produto em relação ao equipamento ajudam no desenvolvimento da secagem ganhando tempo na indústria.

Gráfico 1 - Rendimento do pó (%) pelos diferentes processos de secagem



Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme verificado por Aulton (2005) o índice de Carr expressa em forma percentual a eficiência de compactabilidade e compressibilidade de um pó, valores entre 10 e 15% são apontados como excelente ou bom através da fórmula $Caar = DC - DA / DC \times 100$. Hausner (1967) apresentou uma fórmula mais simples $IH = DC / DA$ em que valores inferiores 1,00 a 1,18 indicam bom fluxo e valores entre 1,26 e 1,34 exigem a adição de deslizantes para melhorar o escoamento do granulado (Tabela 8).

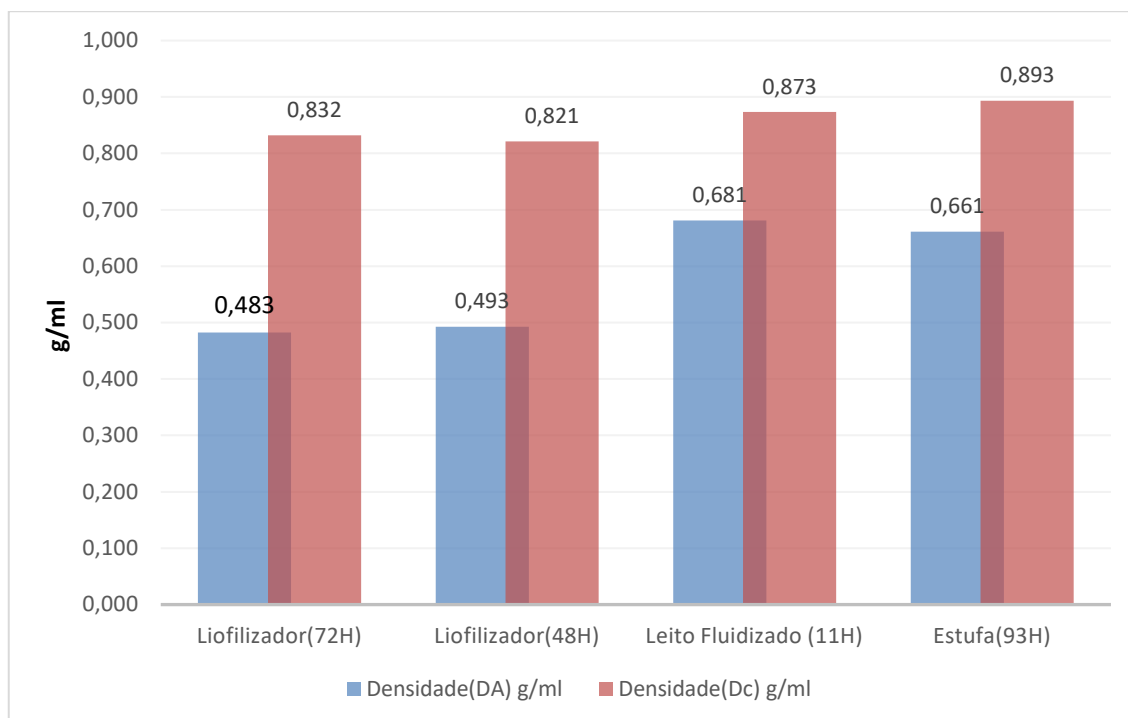
Tabela 8 – Índice de Carr / Índice de Hausner

Fluxo do Pó	Índe de Carr	Índice de Hausner
	Caar %	IH
Excelente	00 - 10	1.00 – 1.11
Bom	11 – 15	1.12 – 1.18
Favorável	16 - 20	1.19 – 1.25
Fraco	21 - 25	1.26 – 1.34
Muito Fraco	26 – 31	1.35 – 1.45
Extremamente Fraco	32 - 37	1.46 – 1.59

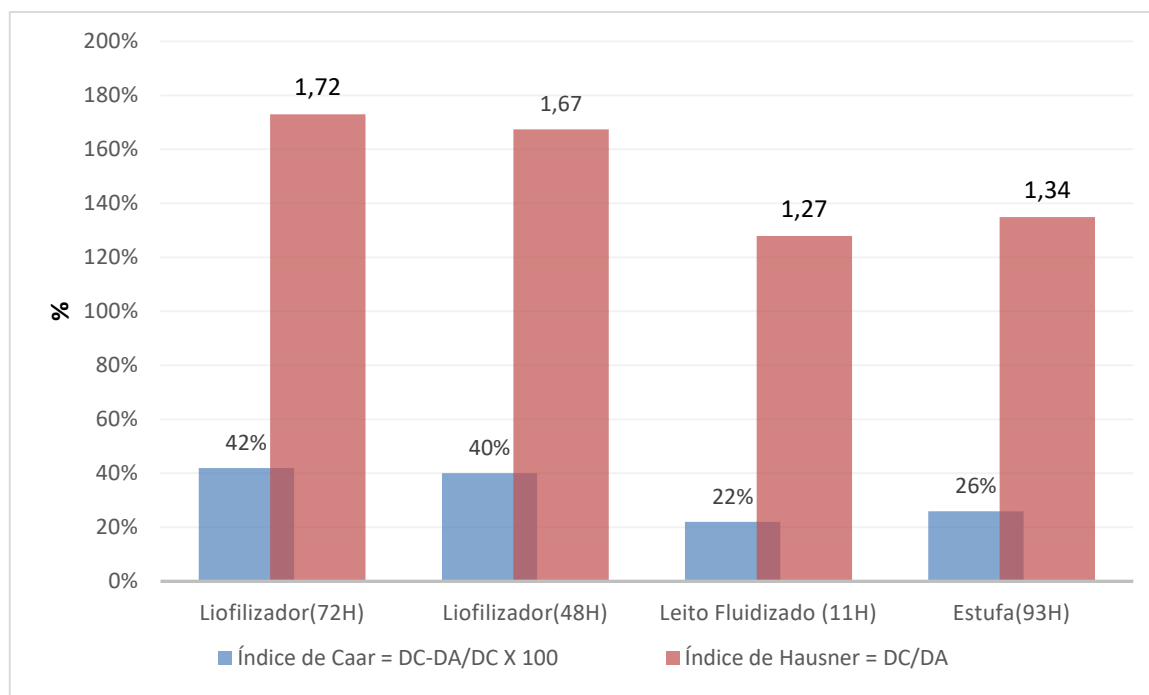
Fonte: (AULTON, 2005)

No Gráfico 2 podemos verificar a análise da densidade aparente e compactada, onde o método de secagem por leito fluidizado expressa o melhor resultado, já o índice de Hausner observado no Gráfico 3 apresentou um IH de 1,27. Conforme verificado por Gupta (2013) os resultados referentes à proporção de Hausner, apresentados no Gráfico 3 demonstram o fluxo do granulado moderado fraco entre os valores de 1,25% a 1,35% indicando possível escoamento do pó, determinando suas características de fluxo.

A proporção de Hausner é um teste inexato, enquanto o índice de Carr apresenta-se como um teste com mais exatidão nos resultados (ANDRADE, 2009). Assim, pela análise do Gráfico 3 nota-se que o leito fluidizado apresentou Índice Carr 22% confirmando que o granulado é o mais eficiente dos em relação as demais secagens.

Gráfico 2 - Densidade aparente e compactada pelos diferentes processos de secagem

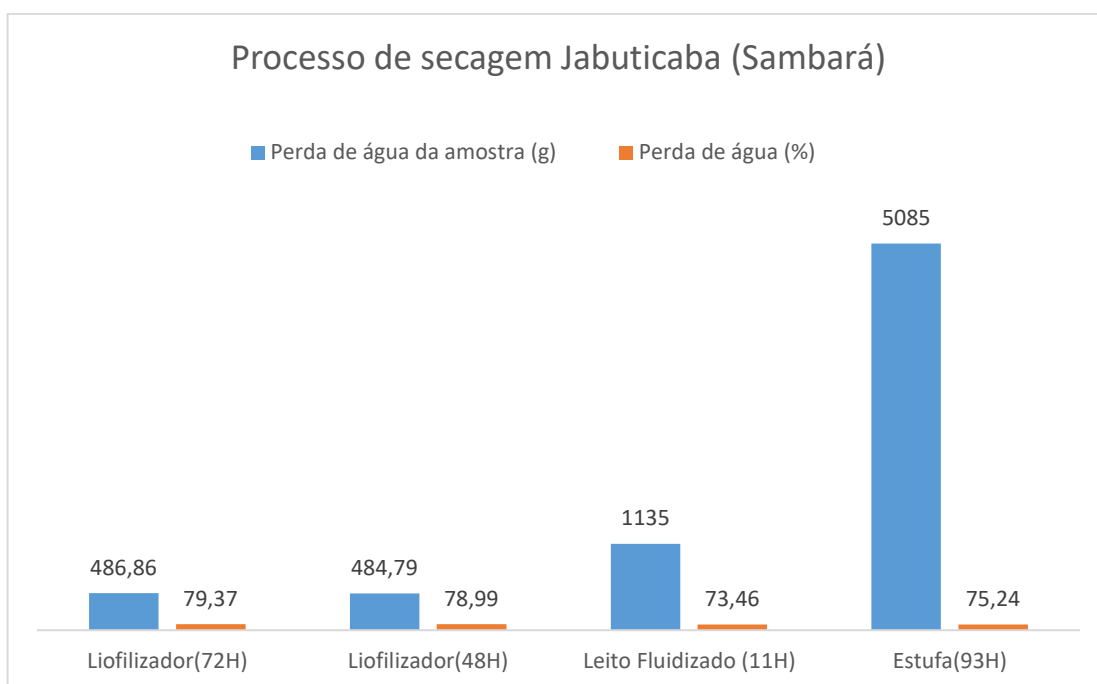
Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 3 - Índice de Caar e Hausner dos diferentes processos de secagem

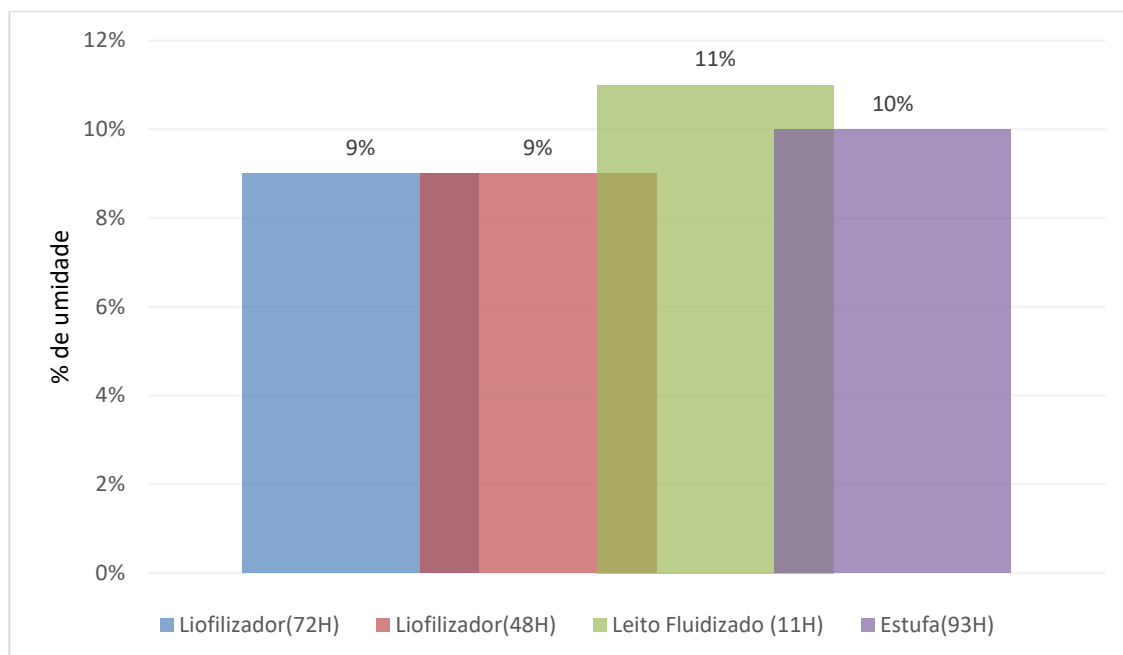
Fonte: Autoria própria (2021)

Com relação a perda de água, o melhor rendimento foi observado para o liofilizador, com perda de água em torno de 79,37% apresentado pelo cálculo em relação aos processos de secagem em estufa e leito fluidizado (Gráfico 4), considerando que o processo de liofilização apresentou o melhor resultado de perda de água, sendo que quanto maior a porcentagem de perda água na amostra menor será sua umidade relativa do produto em processo (Gráfico 5).

Gráfico 4 - Perda de água do material vegetal com diferentes tipos de secagem

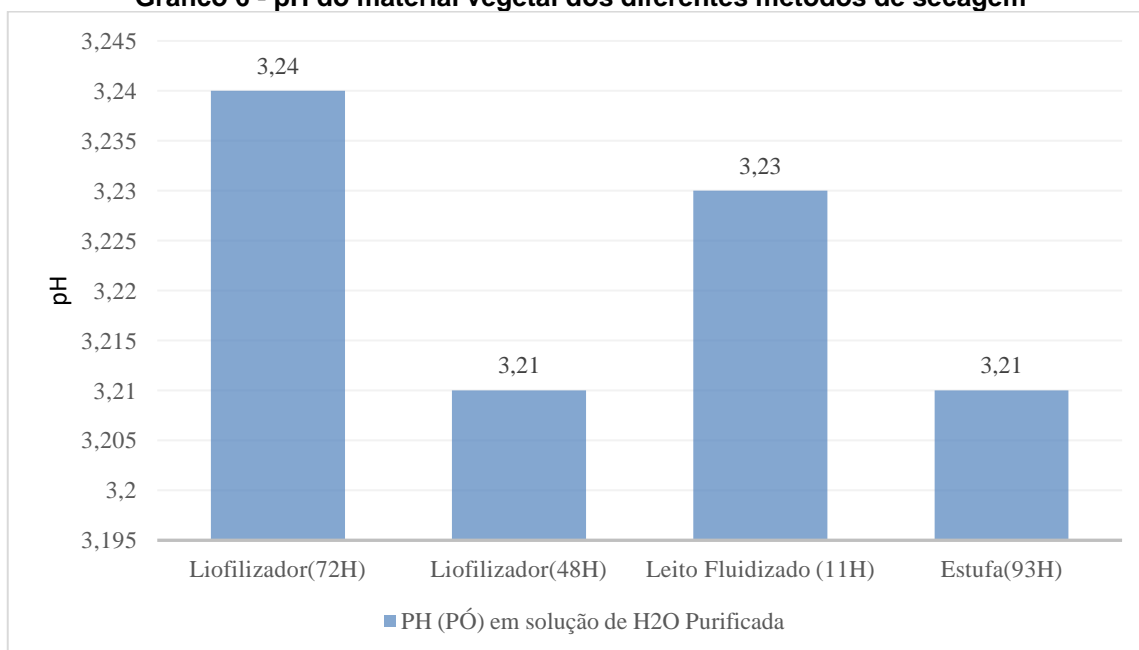


Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 5 - Umidade do material vegetal com diferentes tipos de secagem.

Fonte: Autoria própria (2021)

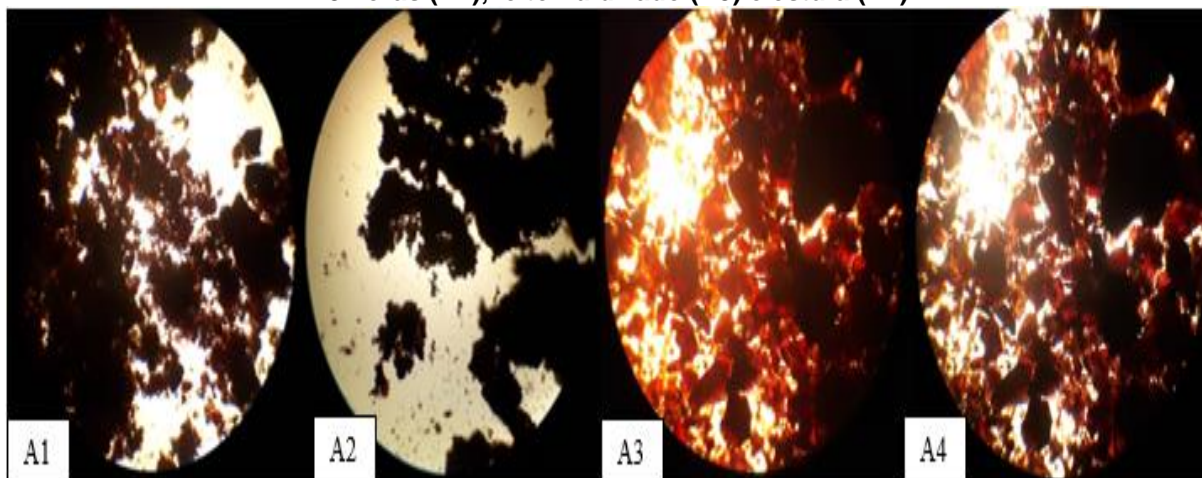
Analisando o pH do pó obtido frente os diferentes tipos de secagem, foi possível observar que o processo de liofilização apresentou um pH com menor acidez, já a secagem em estufa apresentou um pH com maior acidez, e a secagem em o leito fluidizado se manteve numa condição intermediária das demais mencionadas (Gráfico 6). Com base nos resultados, evidenciou-se que as amostras apresentaram o pH ideal varia em função do teor de sólidos solúveis e, deste modo, a literatura recomenda a adição de ácidos até a polpa atingir um pH adequado, entre 3,0 a 3,5, segundo Rocha e colaboradores (2003), significa que os processos mantiveram as características do fruto mostrando ideais para o processo produtivo.

Gráfico 6 - pH do material vegetal dos diferentes métodos de secagem

Fonte: Autoria própria (2021)

A análise visual tem como objetivo observar a diferença das cores e a variação granulométrica do pó e suas características visuais. Pela análise das imagens com microscópio Bioval modelo TTR02 com objetivas de 4x (0.10) é possível observar que a secagem em liofilizador por 72 horas (Fotografia 10 - A1) e 48 horas (Fotografia 10 - A2) apresentaram um pó extremamente fino, de fácil aglomeração entre os grânulos, já o pó obtido por secagem em leito fluidizado (Fotografia 10 - A3) e em estufa (Fotografia 10 - A4) apresentaram granulometria com dimensões maiores observadas visualmente e de fácil dispersão entre as partículas. As cores obtidas também apresentaram diferentes tonalidades (Fotografia 11).

Fotografia 10 – Análise visual dos pós obtidos em liofilizador por 72 horas (A1), liofilizador por 48 horas (A2), leito fluidizado (A3) e estufa (A4)

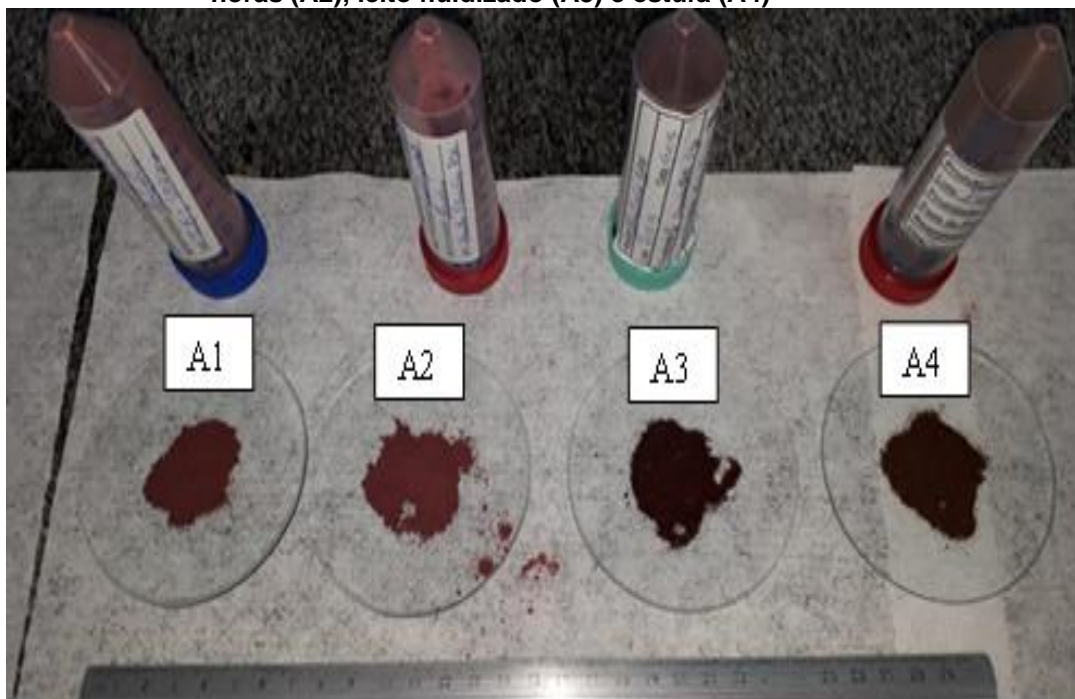


Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme verificado por Rocha (2009) a temperatura utilizada no processo de secagem pode promover alterações na cor original. Visualmente a coloração da polpa e do extrato de jabuticaba apresentaram tonalidade de cor avermelhada clara tendendo para a avermelhada mais escura. As cores obtidas também apresentaram diferentes tonalidades como podemos observar na (Fotografia 11). Pela análise de todos os resultados apresentados, notou-se que a técnica de secagem em liofilizador nos tempos 48 horas (Fotografia A2) e 72 horas (Fotografia A1) apresentou a menor coloração de seus grânulos. Os processos de secagem em leito fluidizado (Fotografia A3) e Estufa de ventilação forçada (Fotografia A4) apresentaram uma coloração mais escura do seu granulado seco.

Por fim, considerando-se tais aspectos, observou-se que o método mais efetivo para produção em larga escala seria o método de secagem por leito fluidizado, pois o mesmo tem um processo mais rápido e pode obter um pó com melhores características para o processamento e desenvolvimento de fórmulas sólidas em comprimidos.

Fotografia 11 – Cores dos pós obtidos em liofilizador por 72 horas (A1), liofilizador por 48 horas (A2), leite fluidizado (A3) e estufa (A4)



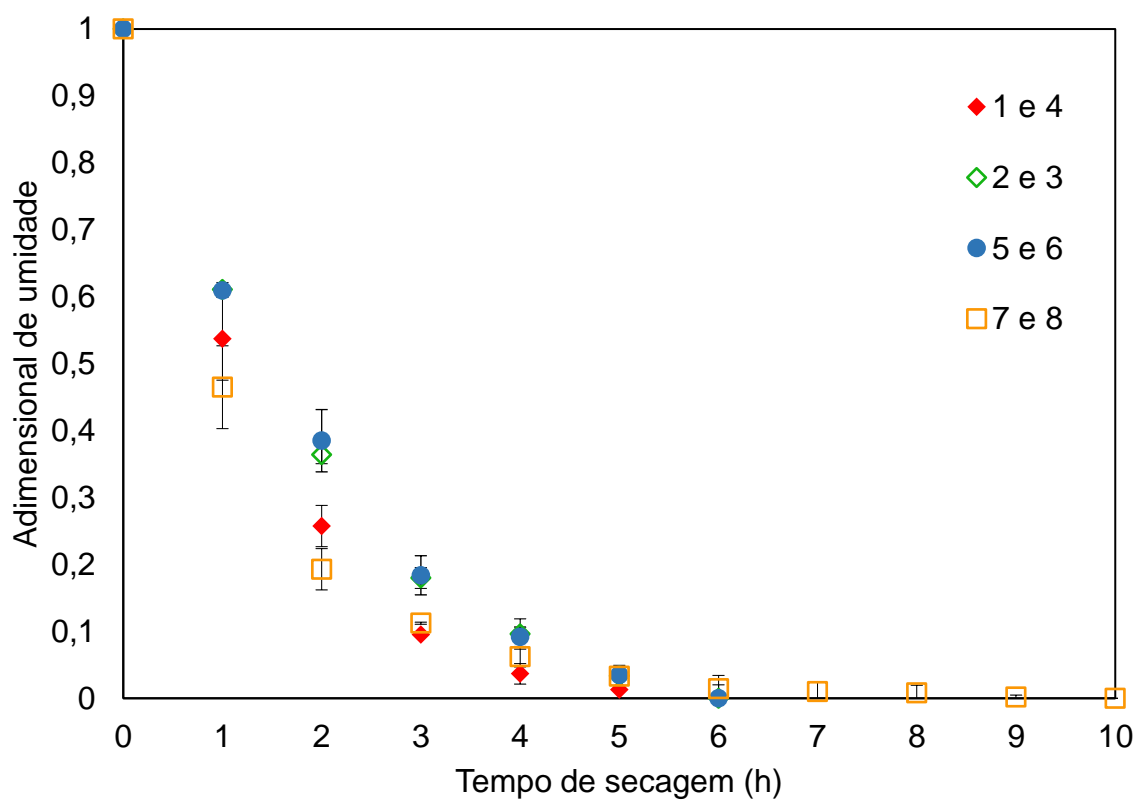
Fonte: Autoria própria (2021)

4.8 Curvas de secagem

Os ensaios de secagem seguiram o planejamento experimental Fatorial 2^2 em duplicata, conforme Tabela 3, apresentada no item 4.3. Nos gráficos 7 e 8 são apresentadas as curvas de cinética e de taxas de secagem relativas às condições de secagem do processo. Durante os experimentos de secagem, foi possível manter o ambiente climatizado com a temperatura ambiente em 22 °C e UR de 55%.

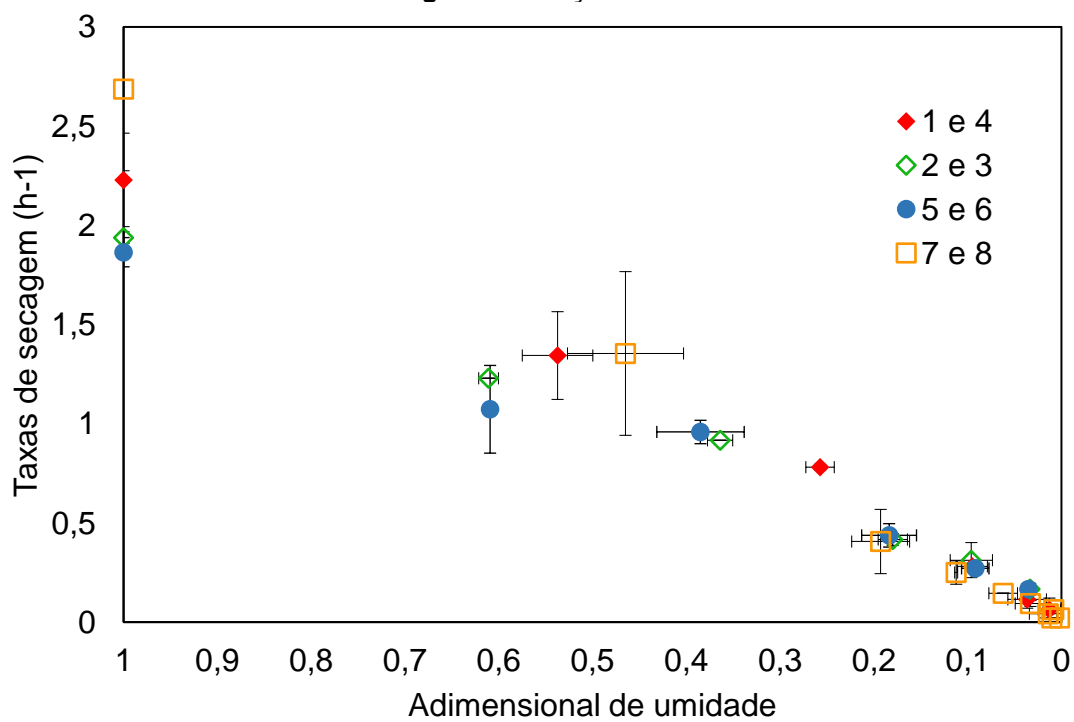
As curvas de cinética de secagem mostram a variação do adimensional de umidade em função do tempo de secagem (h). As taxas de secagem foram plotadas em função do teor de umidade adimensional, e mostram o comportamento da variação de umidade, em função do teor de umidade do material.

Gráfico 7 - Curvas de secagem de acordo com o Planejamento Fatorial



Fonte: Autoria própria (2022)

Gráfico 8 - Taxas de secagem em função do adimensional de umidade.



Fonte: Autoria própria (2022)

As curvas de secagem do Gráfico 7 mostram que a variação da umidade foi maior nas 2 primeiras horas do processo, o que é característico do processo de secagem. Esse comportamento se deve ao fato de que as taxas de secagem são mais altas no início do processo de secagem, como mostra o Gráfico 8, já que os gradientes de temperatura e concentração de umidade são maiores, favorecendo a transferência de umidade.

O período inicial de secagem, neste experimento fortemente caracterizado pelo primeiro ponto medido, é o período de adaptação, em que as taxas de secagem são mais altas. Na sequência, nas duas primeiras horas, as taxas permanecem altas, em relação ao restante do processo. A seguir, as taxas começam a decrescer, até o momento em que se atinge a umidade de equilíbrio e a transferência de massa é cessada.

Observa-se que as taxas de secagem são maiores para as condições mais severas de secagem (curvas 7 e 8), e a variação de umidade é maior. Porém os desvios também são maiores, mostrando uma menor reprodutibilidade entre os experimentos. Além disso, houve uma discrepância entre os experimentos 7 e 8 (mesmas condições), sendo ideal uma repetição para verificação deste desvio, já que o experimento 7 foi o único, dentro dos que demorou 10 horas para atingir o equilíbrio.

Apesar das diferentes condições de secagem, com exceção do experimento 7, o equilíbrio do processo (massa constante da amostra) foi atingido após 6 horas de secagem.

Levando-se em consideração a eficiência energética do processo, que é maior, as condições mais brandas podem se tornar as etapas ótimas do processo. Para a definição do melhor processo, cabe uma discussão global do trabalho, levando em considerações os resultados finais da atividade antimicrobiana e antioxidante, que será apresentada nos itens 3.5 e 3.6.

4.9 Atividade anti-microbiana

De acordo com os resultados, pode-se observar que houve maior suscetibilidade do fungo *C. albicans* frente ao extrato da casca da jabuticaba seca no liofilizador ($9,33 \pm 0,26$ mm), porém o método de secagem JLF - 3 apresentou um valor do halo de inibição muito próximo ($9,17 \pm 0,29$ mm), demonstrando que os dois métodos de secagem exerceram atividade frente a levedura.

Na literatura existem alguns critérios de eficiência da ação antimicrobiana de extratos vegetais. Moreira e colaboradores (2004), propuseram critérios de classificação de atividade antimicrobiana de produtos naturais pelo método de difusão em disco. De acordo com esses critérios, os halos são classificados como não sensíveis para diâmetro inferior a 8 mm, sensível para diâmetros de 9 a 14 mm, muito sensíveis para diâmetro de 15 a 19 mm e extremamente sensíveis com diâmetro maior do que 20 mm. Dentro desta classificação, pode-se observar que os resultados frente a *C. albicans* da secagem 3 e do liofilizador apresentaram um halo classificado como sensível. Resultados semelhantes foram relatados por Fleck e colaboradores (2020) que avaliaram o potencial antimicrobiano do extrato aquoso da casca da jabuticaba frente a vários micro-organismos, incluindo o fungo *C. albicans* e observaram que o extrato não exerceu atividade frente a levedura.

Mothana e Lindequist (2005) propuseram critérios de classificação de halos de inibição de crescimento microbiano, onde halos de 8 a 13 mm são considerados extratos moderadamente ativos e já halos de inibição maiores que 14 mm são considerados extratos muito ativos. Neste critério os extratos foram moderadamente ativos frente a *C. albicans*. Diniz e colaboradores (2010) avaliaram o potencial antifúngico do extrato hidroalcolico da folha e do caule da jabuticabeira com método de secagem em estufa de circulação forçada a 40 °C em diferentes diluições (1:2 a 1:512) e relataram que o extrato exerceu atividade frente a *C. albicans* na diluição de 1:2 com halo de 14 mm.

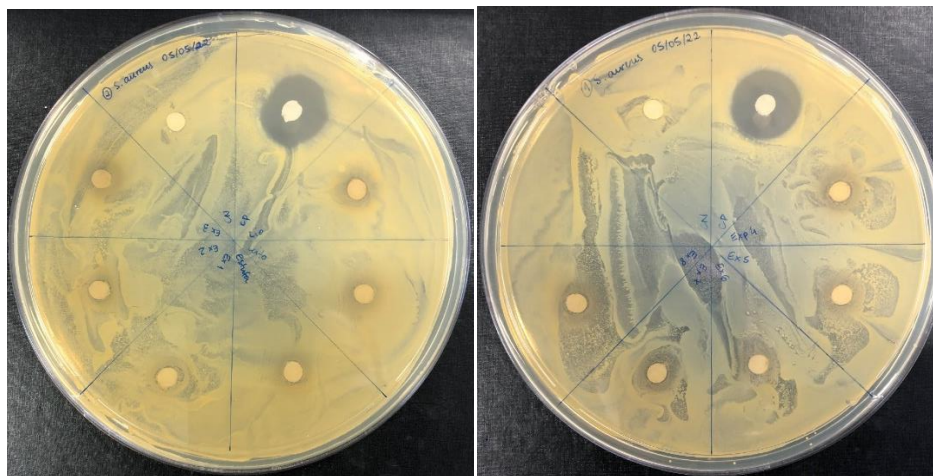
Para a bactéria *E. coli* houve sensibilidade com o extrato cujo método de secagem foi a estufa de circulação forçada. Os diferentes padrões de secagem (2, 3, 4, 6, 7 e 8) demonstraram halos com valores muito parecidos, os padrões 1 e 5 bem como o método de secagem no leito e liofilizador não foram ativos frente a bactéria. Para Oliveira (2016) avaliou a ação antimicrobiana do extrato etanólico e metanólico da casca da jabuticaba pelo método da determinação da Concentração Inibitória

Mínima (CIM) frente a diferentes micro-organismos e relatou que os mesmos não apresentaram inibição do crescimento da bactéria *E. coli*. Para *S. aureus* o valor da CIM foi de $31,25 \mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ com o extrato etanólico, valores estes diferentes dos obtidos neste estudo que apresentou maior susceptibilidade no padrão de secagem 2 ($8,33 \pm 1,07$ mm), para os padrões 3, 4, 5, 7 e 8 houve baixa susceptibilidade bem como na secagem no liofilizador e leito. Nos padrões 1 e 6 e também na secagem em estufa não houve atividade frente a bactéria (Fotografia 12, Tabela 10 e Gráfico 9).

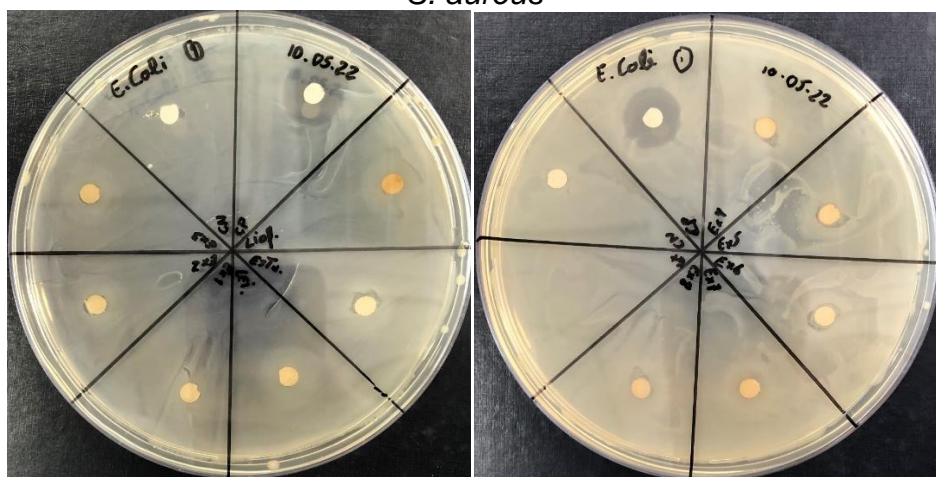
Araújo (2017) avaliou o potencial antimicrobiano pelo método de difusão em discos do extrato das cascas da jabuticaba *in natura* e das cascas submetidas à secagem em estufa a 40°C e relataram que o extrato da casca da jabuticaba seca em estufa produziu halos de inibição superiores ao extrato da casca *in natura*, frente à *S. aureus* ($13,5 \pm 0,5$ mm) e *E. coli* ($10,0 \pm 0,3$ mm), concluindo assim, que os compostos antimicrobianos presentes no extrato da casca da jabuticaba mantêm sua capacidade elevada mesmo após o processo de secagem.

Araújo (2011) avaliou os compostos químicos presentes no extrato etanólico da farinha da casca da jabuticaba submetida a secagem em estufa a 40°C e identificaram elevados teores de flavonoides e antocianinas. Mendes e colaboradores (2011), e Oliveira (2016), relacionaram a ação antimicrobiana de extratos a presença dos flavonoides em sua composição que apresentam a habilidade de inativar enzimas e ligarem-se a proteínas extracelulares, proteínas solúveis e com a parede celular de bactérias, configurando assim, os prováveis mecanismos de ação antimicrobiana.

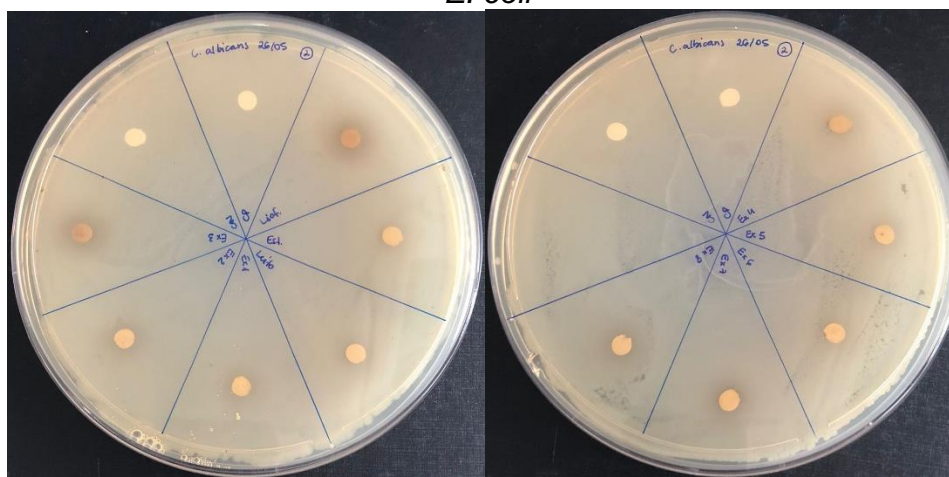
Fotografia 12 - Fotografias dos experimentos de atividade antimicrobiana dos extratos da casca da jabuticaba frente aos microrganismos *S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*.



S. aureus



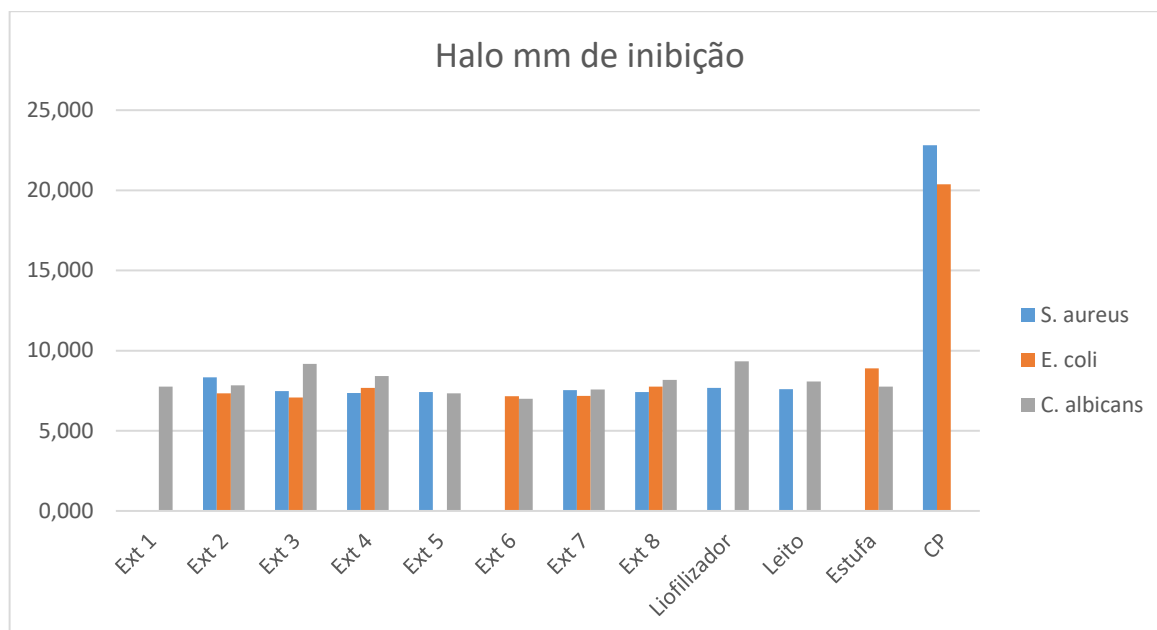
E. coli



C. albicans

Fonte: Autoria própria (2022)

Gráfico 9 - Comparativo dos valores do halo em mm de inibição



Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 9 - Valores dos halos de inibição em diferentes microrganismos

Extrato	<i>S. aureus</i> (mm)	<i>E. coli</i> (mm)	<i>C. albicans</i> (mm)
1	ND	ND	7,75 ± 0,42
2	8,33 ± 1,07	7,33 ± 0,24	7,83 ± 0,61
3	7,47 ± 0,18	7,08 ± 0,12	9,17 ± 0,29
4	7,35 ± 0,23	7,67 ± 0,01	8,42 ± 0,38
5	7,41 ± 0,13	ND	7,33 ± 0,29
6	ND	7,15 ± 0,68	7,00 ± 0,45
7	7,54 ± 0,46	7,17 ± 0,01	7,58 ± 0,38
8	7,43 ± 0,01	7,75 ± 0,82	8,17 ± 0,41
Liofilizador	7,68 ± 0,01	ND	9,33 ± 0,26
Leito	7,61 ± 0,18	ND	8,08 ± 0,42
Estufa	ND	8,88 ± 0,16	7,75 ± 0,20
CP – Controle padrão	22,81 ± 0,31	20,37 ± 0,42	ND

ND – Não determinado

Fonte: Autoria própria (2022)

4.10 Teste antioxidante

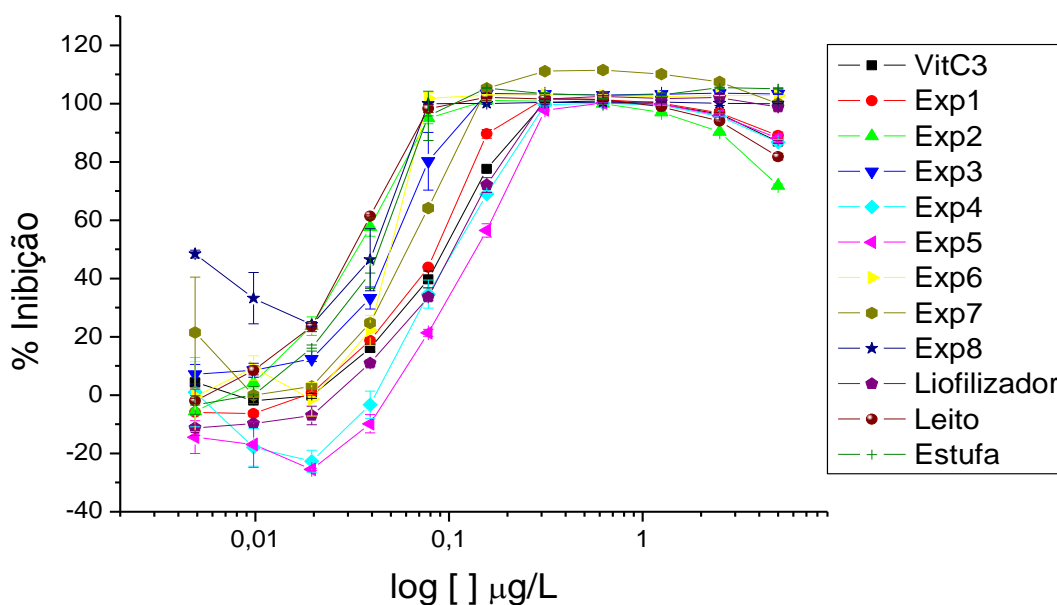
A avaliação da atividade antioxidante foi realizada para os testes de secagem em leite fluidizado, estufa com ventilação forçada de ar e liofilizador e também com os 8 testes em leite fluidizado.

Para as secagens em leite, estufa e liofilizador o melhor resultado foi observado para a secagem em liofilizador, com IC₅₀ (concentração que inibe a

proliferação de culturas celulares em 50%) igual a $31,00 \mu\text{g mL}^{-1}$, apresentando uma alta atividade antioxidante em relação ao padrão vitamina C. Em seguida o segundo melhor resultado foi observado para a secagem em leito com IC_{50} igual a $42,3 \mu\text{g mL}^{-1}$ apresentando também uma alta atividade antioxidante e em estufa com IC_{50} igual a $93,1 \mu\text{g mL}^{-1}$ com uma atividade antioxidante moderada.

Em relação aos experimentos em leito fluidizado, os experimentos 2, 8, 6 e 3 apresentaram uma alta atividade antioxidante com valores de IC_{50} de 29,7, 43,4, 45,6 e $54,1 \mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente. Os experimentos 7 e 1 também apresentaram uma alta atividade antioxidante em relação ao padrão vitamina C, como valores de IC_{50} igual 71,1 e $74,7 \mu\text{g mL}^{-1}$ respectivamente. Os experimentos 4 e 5 apresentaram uma baixa atividade antioxidante com valores de IC_{50} de 90,7 e $108,7 \mu\text{g mL}^{-1}$ respectivamente (Tabela 11 e Gráfico 10).

Gráfico 10 - Dose-resposta dos ensaios antioxidante com DPPH



Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 10 - Valores de IC50 determinados a partir das curvas dose-resposta com DPPH.

Experimento	IC₅₀ (µg/mL)
Vitamina C	74,1 ± 12,8
Exp1	74,7 ± 6,9
Exp2	29,7 ± 5,3
Exp3	54,1 ± 1,0
Exp4	90,7 ± 11,3
Exp5	43,4 ± 2,9
Exp6	45,6 ± 5,4
Exp7	71,1 ± 7,0
Exp8	108,7 ± 10,7
Liofilizador	31,0 ± 5,9
Leito	42,3 ± 3,9
Estufa	93,1 ± 2,3

Fonte: Autoria própria (2022)

Pela análise de todos os dados, foi possível verificar que os parâmetros de secagem em leito fluidizado alteraram significativamente a atividade antioxidante, porém não influenciaram efetivamente a atividade antimicrobiana. Seguindo a análise da resposta do IC50 frente aos fatores Temperatura e Vazão, observou-se que o efeito da Temperatura foi significativo, com um valor de 43,1 µg/ml, já os efeitos da vazão e da interação entre vazão e temperatura não se mostraram significativos, 2,3 µg/ml e 4,9 µg/ml, respectivamente. Fato que era esperado devido a degradação dos antioxidantes em temperaturas mais elevadas. Desta forma, das condições analisadas de maneira global a eficiência do processo de secagem em conjunto com as propriedades do produto final, os processos de secagem em liofilizador e no leito fluidizado considerando uma temperatura de entrada de 25°C se mostraram as melhores condições de secagem para a finalidade de preservação das substâncias bioativas antioxidantes.

5 CONCLUSÃO

Os diferentes métodos de secagem aplicados na casca da jabuticaba exerceram forte influência sobre o teor de compostos bioativos. Pela análise de todos os dados, foi possível verificar que os parâmetros de secagem em leito fluidizado alteraram significativamente a atividade antioxidante, porém não influenciaram efetivamente a atividade antimicrobiana frente aos microorganismos *S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*.

Das condições analisadas de maneira global a eficiência do processo de secagem em conjunto com as propriedades do produto final, os processos de secagem em liofilizador e no leito fluidizado sob vazão volumétrica de 600 m³/h e 25°C se mostraram as melhores condições de secagem para a finalidade de preservação das substâncias.

Por fim, considerando-se tais aspectos, observou-se que o método mais efetivo para produção em larga escala com viabilidade técnica e econômica seria o método de secagem por leito fluidizado, pois o mesmo é mais rápido e pode obter um pó com melhores características para o processamento e desenvolvimento de fórmulas sólidas em comprimidos, além de se destacar como uma técnica viável para a geração de valor da casca da jabuticaba, um subproduto que possui potencial de aplicação na indústria farmacêutica na composição de nutracêuticos, como revestimentos e na produção de formulações de comprimidos, no enchimento de cápsulas e podendo ser comercializados pó *in natura* sendo uma opção de antioxidante natural.

REFERÊNCIAS

- AMATO, G. W.; CARVALHO, J. L. V.; SILVEIRA, F. S. **Arroz parboilizado: Tecnologia Limpa, Produto Nobre**. Porto Alegre: Ricardo Lenz Editor, 2002.
- ANDRADE, C. U. B.; PERAZZO, F. F.; MAISTRO E. L. Mutagenicity of the *Musa paradisiaca* (musaceae) fruit peel extract in mouse peripheral blood cells *in vivo*. **Genetics and molecular research**, Ribeirão Preto, v.3, p. 725-732, 2008.
- AOAC - **Official methods of analysis of association of official analytical chemists**. Gaithersburg: AOAC, 2010.
- ARAÚJO, Clináscia Rodrigues Rocha. **Composição química, potencial antioxidante e hipolipidêmico da farinha da casca de *myrciaria cauliflora* (jaboticaba)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Química). Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.
- ARAÚJO, Eder Augusto Furtado. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus pérsica*)**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- ARAÚJO, Lucas Francelino de. **Avaliação do potencial antioxidante, antimicrobiano e toxicológico do extrato da farinha da casca da jaboticaba (*Plinia cauliflora*)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Departamento de Farmácia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
- ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.
- AULTON M. E. **Delineamento de formas farmacêuticas**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- BEHLING, E. V., SENDÃO, M. C., FRANCESCATO, H. D. C., ANTUNES, L. M. G., & BIANCHI, B. M. D. L. Flavonóide quercetina: Aspectos Gerais e Ações Biológicas, **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n. 3, p. 285-292, 2004.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Editora Varela, 2003.
- BRASIL. **Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003**. Oficializa Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Brasília: Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, [2001]. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-62-de-26-08-2003,665.html>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT — Food Science and Technology**, Amsterdã, v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.

CARDOSO, Bárbara Cachada. **Efeito de antifúngicos em suspensões e biofilmes de *Candida albicans* e *Candida dubliniensis***. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Bioprocessos) - Universidade do Minho, Braga, 2004.

CAVALCANTI, R. N.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidant compounds from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) byproducts: Economic Viability. **Procedia food science**, Amsterdã, v.1, p.1672-1678, 2011.

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

COELHO, Jéssica Aparecida. **Avaliação *in vitro* das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica de extratos orgânicos das cascas do fruto jaboticaba (*myrciaria cauliflora berg*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

DAMIANI, C.; BOAS, E. V. B. V.; JUNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; PAULA, M. L.; ASQUIERI, E. R. Avaliação química de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agro Tecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 177-184, 2009.

DE SOUZA, T. P.; SPANIOL, B.; PETROVICK, P. R. Avaliação de comprimidos revestidos por película contendo alta concentração de produto seco por aspersão de *phyllanthus niruri*. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, Buenos Aires, v.24, n.1, p.61-70, 2005.

DINIZ, D. N.; MACÊDO-COSTA, M.; PEREIRA, M. S.; PEREIRA, J.; HIGINO, J. Efeito antifúngico *in vitro* do extrato da folha e do caule de *Myrciaria cauliflora* Berg sobre microrganismos orais. **Revista De Odontologia da Unesp**, Araraquara, v. 39, n. 3, p. 151- 156, 2010.

EXTRATO de casca de jaboticaba promove efeitos benéfico à saúde. **Jornal da Unicamp**. Campinas, 06 de novembro de 2018. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/11/06/extrato-da-casca-de-jaboticaba-promove-efeitos-beneficos-saude>. Acesso em: 18 set. 2019.

FERNANDES, L. L.; SILVA, B. M. Alimento funcional: Propriedades da jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista Farol**, Rolim de Moura, v. 6, n. 6, p. 49-60, 2018.

FISCHER, A., EIFF, C., KUCZIUS, T., OMOE, K., PETERS, G., BECKER, K.; A quantitative real-time immuno-PCR approach for detection of *Staphylococcal enterotoxins*. **Journal of Molecular Medicine**. v. 85, p. 461- 469, 2007.

FLECK, N. OLIVEIRA, W. C.; VERAS, F. F.; BRANDELLI, A.; SANT'ANNA, V. Análise do potencial antimicrobiano de resíduo de jaboticaba. *In: 7º Simpósio de Segurança Alimentar*, 2020, Porto Alegre. Anais..., Porto Alegre: sbCTA, 2020, p. 1-6.

FRANCO, Roberta Calhes. **Análise comparativa de legislações referentes aos alimentos funcionais**. 2006. Tese (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Nutrição Humana Aplicada). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GUPTA, R.; SHARMA, P.; GANG, A.; SONI, A.; SAHU, A.; RAI, S.; RAI, S.; SHUKLA, A. Formulation and evaluation of herbal effervescent granules incorporated with calliandra haematocephala leaves extract. **Indo American Journal of Pharmaceutical Research**, Amravati, v. 3, n. 6, p. 4366-4371, 2013.

HUDZICKI, J. **Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol**. Washington: American Society for Microbiology, 2016. Disponível em: <https://asm.org/getattachment/2594ce26-bd44-47f6-8287-0657aa9185ad/Kirby-Bauer-Disk-DiffusionSusceptibility-Test-Protocol-pdf.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ISENGARD, H. D.; BREITHAUPT, D. Food Analysis – Instrumental Methods. In: CAMPBELL-PLATT, G. **Food Science and Technology**. Chicester: Wiley-Blackwell, 2009.

JOUAULT, T.; SARAZIN, A.; MARTINEZ-ESPARZA, M.; FRADIN, C.; SENDID, B.; POULAIN, D. Host responses to a versatile commensal: Pamps and prrs interplay leading to tolerance or infection by *candida albicans*. **Cellular Microbiology**, Oxford, v. 11, n. 7, p. 1007–1015, 2009.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; GARCIA-PARILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M.; FETT, R. Atividade antioxidante de pigmentos antocianicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 691-693, 2004.

LIMA, A. D. J. B.; CORRÊA, A. D.; DANTAS, B. A. M.; NELSON, D. L.; AMORIM, A. C. L. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jabuticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Rio de Janeiro, n. 8, v. 33, p. 540-550, 2011.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; BARROS, A. M. D. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 58, n. 4, 2008.

LIRA, C. R. G.; ZU CO, F.; NEGRÃO, A. N.; SILVA, M. A. S.; MURAKAMI, F.S. Nutracêuticos: aspectos sobre a segurança, controle de qualidade e legislação. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 90 p. 45-49, 2009.

MENDES, L. P. M. et al. Atividade antimicrobiana de extratos etanólicos de *Peperomia pellucida* e *Portulaca pilosa*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Araraquara, v. 32, n. 1, p. 121-125, 2011.

MOREIRA, M. R.; PONCE, A. G.; VALLE, C. E.; ROURA, S. I. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdã, v. 38, n. 5, p. 565-570, 2005.

MOTHANA, R. A. A.; LINDEQUIST, U. Antimicrobial activity of some medicinal plants of the island Soqotra. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdã, v. 96, n. 1/2, p. 177-181, 2005.

NAVES, L. P.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (cucurbita máxima) submetidas a diferentes processamentos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, n.1, p. 185-190, 2010.

NUNES, J. S.; CASTRO, D. S.; SOUSA, F. C.; SILVA, L. M. M, GOUVEIA, J. P. G. Obtenção e caracterização físico-química de polpa de jabuticaba (*myrciaria cauliflora* berg) congelada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p 234-237, 2014.

OLIVEIRA, Flávia Cíntia. **Extratos da casca de jabuticaba: Compostos fenólicos e atividade antibacteriana**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Programa de Pós Graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

OLIVEIRA, J. M.; CRUZ, A. S.; FONSECA, A. F.; VAZ, C. P.; RODRIGUES, A.; AUREA, F. Prevalence of *Candida albicans* in vaginal fluid of asymptomatic portuguese women. **The Journal Of Reproductive Medicine**, Chicago, v. 38, n. 1, p. 41-42, 1993.

PARK, K. J.; BROD, F. P. R; PECORA, A. A. B.; Transferência de calor em leitos fluidizados borbulhantes e leitos vibro-fluidizados. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 34, p. 113 –127, 2000.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra barlett (*pyrus* sp) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal Of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, n. 1, p. 118-127, 2007.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal Of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, n. 1, p. 118-127, 2007.

RHODES, M. **Fluidization of particles by fluids**. Melbourne: Monash University, 2001.

ROCHA, F. G. et al., Características de geléias light de pêssego elaboradas com diferentes edulcorantes. In: **Simpósio em Ciência de Alimentos – Alimentos e Saúde**, 2., 2003, Florianópolis.Anais... Florianópolis: UFSC, 2003. p. 979 -1107.

ROCHA, Fernanda Izabel Garcia da. **Avaliação da cor e da atividade antioxidante da polpa de do extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) em pó**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

ROLIM, L. A.; LESSA, M. M.; ALVES RROLIM-NETO, P. J. Aplicações de revestimento em formas farmacêuticas sólidas na indústria farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v.90, n.3, p.224-230, 2009.

SILVA, M. P. S. L.; SOUZA, F. S.; NUNES, T. P.; JUNIOR, A. M. O. Prospecção tecnológica da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Encontro Nordestino de Etnobiologia e Etnoecologia**, Aracaju, v. 3, n.1, p. 214-219, 2015.

SOLL, D. R.; LOCKHART, S. R.; ZHAO, R. Relationship between switching and mating in *Candida albicans*. **Eukaryotic Cell**, Washington, v. 2, n. 3, p. 390-397, 2003.

SOONG, Y. Y.; BARLOW, P. J. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.88, p. 411-417, 2004.

SOUZA, Diene Gonçalves. **Caracterização da farinha da casca de jaboticaba e uso em bebidas lácteas saborizada com mamão**. 2006. Dissertação (mestrado em zootecnia) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde. 2016.

SOUZA-MOREIRA, T. M.; SEVERI, J. A.; SANTOS, E.; SILVA, V. Y. A.; VILEGAS, W.; SALGADO, H. R. N.; PIETRO, R. C. L. R. Chemical and antidiarrheal studies of *Plinia cauliflora*. **Journal Of Medicinal Food**, New Rochelle, v. 14, p. 1590-1596, 2011.

STAMFORD, T. L. M. et al. Enterotoxigenicidade de staphylococcus spp. Isolados de leite *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 41-45, 2006.

SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; TURCO, P. H. N.; CIVIDANES, T. M. S.; FARIA, A. M. A cultura da jaboticabeira. **Pesquisa & Tecnologia** (apta regional), São Bernardo do Campo, v. 9, n. 1, 2012.

TEIXEIRA, Natália de Carvalho. **Desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação sensorial de suco de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Belo Horizonte, 2011.

TERCI, Daniela Brotto Lopes. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

TORTORA, G. J., FUNKE, B. R., CASE, C. L. **Microbiologia**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

VAL, I. C. C.; ALMEIDA FILHO, G. L. Abordagem atual da candidíase vulvovaginal. **Jornal Brasileiro das Doenças Sexualmente Transmissíveis**, Niterói, v. 13, n. 4, p. 3-5, 2001.

VILLAR, J. S.; SILVA, A. C. A.; COELHO, M. R.; SILVA, A. L. G.; SRUR, A. U. O. S. Potencial nutritivo de frutos de pitangão (*Eugenia neonitida*, Sobral). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 536-538., 2006.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: Características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.

WILLIAMS, D. W.; POTTS, A. J.; WILSON, M. J.; MATTHEWS, J. B.; LEWIS, M. A. Characterisation of the inflammatory cell infiltrate in chronic hyperplastic candidosis of the oral mucosa. **Journal Of Oral Pathology & Medical**, Singapore, v. 26, n. 2, p. 83-89, 1997.

WONG, A. C. Use of angle of repose and bulk densities for powder characterization and prediction of minimum fluidization and minimum bubbling velocities. **Chemical Engineering Science**, Amsterdã, v. 57, p. 2635-2640, 2002.