

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO

**EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA ELABORAÇÃO DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) DESIDRATADA IMPREGNADA DE PROBIÓTICOS
Lactobacillus casei E *Lactobacillus acidophilus***

Recife

2020

ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO

EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA ELABORAÇÃO DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) DESIDRATADA IMPREGNADA DE PROBIÓTICOS
Lactobacillus casei E *Lactobacillus acidophilus*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Área de concentração: Ciência dos Alimentos

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Moreira Azoubel

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Neila Mello dos Santos Cortez

Recife

2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Elaine Freitas, CRB4: 1790

B523e Bernardino, Allan Victor Souza
Efeito de diferentes métodos para elaboração de jaca (*artocarpus heterophyllus* Lam.) desidratada impregnada de probióticos *lactobacillus casei* e *lactobacillus acidophilus*/ Allan Victor Souza Bernardino. – 2020.
50 f.; il., tab.

Orientadora: Patrícia Moreira Azoubel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2020.
Inclui referências, apêndice e anexos.

1. Cinética. 2. Ultrassom. 3. Taxa de sobrevivência. 4. Impregnação a vácuo. 5. Fruta tropical. I. Azoubel, Patrícia Moreira (orientadora). II. Título.

612.3 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2020 - 087)

ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO

**EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA ELABORAÇÃO DE JACA
(*Artocarpus heterophyllus* Lam.) DESIDRATADA IMPREGNADA DE PROBIÓTICOS
Lactobacillus casei E *Lactobacillus acidophilus***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Aprovada em: 18 / 02 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dr^ª Jenyffer Medeiros Campos Guerra (Examinadora externa)
Universidade Federal de Pernambuco (DEQ/UFPE)

Prof^ª Dr^ª Neide Kazue Sakugawa Shinohara (Examinadora externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (DTR/UFRPE)

Prof^ª Dr^ª Margarida Angélica da Silva Vasconcelos (Examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco (DNUT/UFPE)

Recife

2020

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a todos os acasos, encontros e desencontros que me conduziram até aqui, que me guiaram e possibilitaram a conclusão de mais uma etapa incrível da minha vida, repleta de sonhos, compartilhamento, companheirismo.

Agradeço à minha mãe Djanira Alves de Souza por ter segurado todas as pontas, em todos os momentos, por ter me permitido estudar, me desenvolver, crescer, mesmo que isso tenha significado um sacrifício enorme para seu próprio desenvolvimento. Obrigado mãe por estar sempre à disposição, nem que seja para um abraço em um momento difícil, ou só por saber que você está sempre ali torcendo por mim.

A minha família, devo toda a paciência e compreensão pra lidar comigo, sei que muitas vezes posso não ser muito inclusivo e nem compartilho meus momentos, mas sempre sei que sempre posso contar com vocês e saibam que estarei sempre aqui por vocês.

À professora Fátima Padilha devo minha vontade de ingressar no mundo da pesquisa científica, sendo minha primeira orientadora, me auxiliando na decisão mais importante do meu futuro, que foi encontrar uma profissão, um ramo que eu aprendi a amar e respeitar. Obrigado por sempre me orientar, não só nos trabalhos científicos, mas também na vida, sempre dando bons conselhos. Quero que a senhora saiba o quanto eu admiro sua história e também sua vontade de sempre ajudar aquele com as maiores dificuldades.

À professora Neide Shinohara que também foi de uma enorme influência na minha vida acadêmica, sempre puxando a orelha quando necessário, sempre me levando onde eu conseguiria produzir frutos para minha carreira, sempre me direcionando para o sucesso em todos os aspectos de minha vida. Obrigado por ser tão durona nas horas necessárias e por nunca pegar leve comigo, isso me ajudou a ser uma pessoa mais focada e entender que preciso lutar pelo que eu quero.

À professora Neila Cortez por ter me mostrado que a pesquisa também tem um lado leve. Sua alegria e simplicidade foram essenciais para o desenvolvimento dessa dissertação, assim como para meu desenvolvimento pessoal. Entendi com ela que finalmente estou amadurecendo de um simples estudante para um pesquisador e isso significou muito para mim.

À professora Patrícia Azoubel, minha orientadora do mestrado, que, com sua maneira serena, acabou me apoiando quando quis juntar algo que vim trabalhando desde a graduação, a microbiologia, com algo que nunca pensei que faria, a aplicação de tecnologia em frutos. Graças

à senhora, me permiti sair da zona de conforto e ir buscar conhecimento em outras áreas. Admiro a forma como a senhora trabalha e passa seus conhecimentos para seus orientandos. Espero que a senhora continue inspirando os futuros cientistas do nosso país e que num futuro nos tornemos colegas de profissão.

Aos meus amigos Kadu, Ícaro e Pinho, que mesmo que ultimamente não nos encontremos como em outras épocas, me fortalecem sempre e ajudam a construir meu caráter.

Aos incríveis colegas de laboratório que tive a imensa oportunidade de conhecer, carinhosamente autodeclarados Pazoubinhos. Muito obrigado por estarem sempre dispostos a ajudar uns aos outros. Se houvessem mais cientistas como vocês, o mundo seria muito melhor.

Agradeço também aos meus colegas de turma, que desde o começo se agregou, se uniu de uma forma que eu nunca esperei vindo de uma turma de mestrado. Admiro todos vocês e torço para que todos tenham um futuro de sucesso.

Aos alimigos, só tenho a agradecer por todo aprendizado que vocês me proporcionaram. Com Bella aprendi que nem sempre o exterior condiz completamente com o que o interior. Com Keyla aprendi que é normal deixar que as emoções por vezes tomem o controle. Com Mari aprendi como é reconfortante estar de volta ao lar, com família, amigos e tudo aquilo que você preza. Com Regi eu aprendi que nunca é hora de desistir, não importa o que ficou no passado, mas sim o que você pode conquistar no seu futuro. Com Wal aprendi que você deve se dedicar totalmente àquilo que se ama, sejam gatos, seja uma casa, seja uma dissertação, seja um pãozinho no forno. Com Weni, além de como fazer minha estatística, aprendi a sempre estar disposto a ajudar o próximo, sem esperar nada em troca. Com Nath aprendi que não se faz um futuro sozinho.

Nathalia Rocha, obrigado por sempre estar comigo, seja no sorriso, seja no choro, seja na discussão. Aprendi com você que o amanhã, apesar de incerto, é completamente moldável. São as nossas decisões que permitem que a gente cresça e se fortaleça.

À banca, obrigado por estarem dispostos a aprimorar minhas visões sobre o trabalho que realizei, obrigado também por se prontificarem a participar desta etapa decisiva da minha vida.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos técnicos dos laboratórios de Engenharia de Alimentos que contribuíram e tiveram sua participação no meu estudo, seja ensinando metodologias, seja monitorando os equipamentos, seja mantendo o ambiente limpo e seguro. Tem um pedaço de vocês em cada palavra da minha dissertação.

RESUMO

A utilização de matrizes vegetais é uma nova tendência para a produção de alimentos funcionais probióticos na indústria de alimentos. A jaca é um fruto que está presente em diversas partes do mundo, principalmente nas mais populosas, como no sudeste asiático. Por ser sazonal, são necessárias medidas alternativas para melhor aproveitamento, o que leva a uma maior disponibilidade em épocas de escassez. Dessa forma, este estudo teve por objetivo produzir jacas desidratadas impregnadas com probióticos *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus*. Os microrganismos foram impregnados na polpa da jaca utilizando-se os seguintes métodos: Impregnação a pressão atmosférica (IA), Impregnação a vácuo (IV), Impregnação a pressão atmosférica pré-tratada com ultrassom (US+IA) e Impregnação a vácuo pré-tratada com ultrassom (US+IV). A secagem foi realizada em secador de leito fixo com velocidade do ar de 2 m/s e temperatura de 50 °C. Após impregnadas e secas, as amostras foram submetidas à análise microbiológica para determinar a concentração de células viáveis de *L. casei* e ao teste de prazo de validade comercial, com leituras semanais, durante 28 dias, da concentração das células probióticas no produto. Foi realizada a caracterização físico-química do fruto *in natura* para identificação de suas propriedades nutricionais, a atividade de água (A_w), pH, composição centesimal e determinação da cor. Os resultados mostraram que as amostras pré-tratadas com ultrassom na etapa de impregnação apresentaram umidade inicial maior que as não tratadas o controle (sem tratamento). Quanto à secagem, a amostra controle apresentou maior tempo para chegar ao ponto de equilíbrio dinâmico, enquanto a amostra submetida ao tratamento IA obteve uma taxa de secagem maior, ocasionando em um menor tempo de processamento (64 minutos contra 220 minutos do controle). O resultado da contagem de células viáveis de *L. acidophilus* apresentou diferença estatística nas amostras pré-tratadas com ultrassom. No emprego do *L. casei*, uma menor concentração foi encontrada, após o tratamento IA ao ser comparado com os demais tratamentos ($p < 0,05$). Em estudo de *shelf-life*, o tratamento US+IA possibilitou ao produto uma concentração de $7,99 \pm 0,07 \log_{10}$ UFC/g, reduzindo esse número em $0,75 \log_{10}$ UFC/g após armazenamento durante 28 dias. A impregnação resultou em uma concentração em seu processo menos eficaz, de $6,79 \pm 0,20 \log_{10}$ UFC/g, quantidade suficiente para ser considerado um produto probiótico. Os resultados demonstraram que o método de impregnação influencia tanto na secagem quanto na concentração dos probióticos durante o processo e armazenamento do produto.

Palavras-chave: Cinética. Ultrassom. Taxa de sobrevivência. Impregnação a vácuo. Fruta tropical.

ABSTRACT

The use of vegetable matrices is a new trend for the production of functional probiotic foods in the food industry. The jackfruit is a fruit that is present worldwide, but mainly in the most populous regions, such as in Southeast Asia. As it is seasonal, alternative measures are necessary for better use, which leads to greater availability in times of scarcity. Thus, this study aimed to produce dehydrated jackfruit impregnated with probiotics *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus*. The microorganisms were impregnated in the jackfruit pulp using the following methods: Atmospheric impregnation (IA), Vacuum impregnation (IV), Ultrasound pretreated atmospheric impregnation (US + IA) and Ultrasound pretreated vacuum impregnation (US + IV). The drying was carried out in a fixed bed dryer with an air speed of 2 m / s and a temperature of 50 °C. After impregnated and dried, the samples were subjected to microbiological analysis to determine the concentration of viable *L. casei* cells and shelf-life test, with weekly readings, for 28 days, of the concentration of probiotic cells in the product. The physicochemical characterization of the fresh fruit was carried out to identify its nutritional properties, water activity (Aw), pH, centesimal composition and color determination. The results showed that the samples pretreated with ultrasound in the impregnation stage showed higher initial moisture than the untreated controls (untreated). As for drying, the control sample showed a longer time to reach the dynamic equilibrium, while the sample submitted to IA treatment obtained a higher drying rate, resulting a shorter processing time (64 minutes versus 220 minutes for control). The result of counting viable *L. acidophilus* cells showed a statistical difference in the samples pretreated with ultrasound. In the use of *L. casei*, a lower concentration was found after the IA treatment when compared to the other treatments ($p < 0.05$). In a shelf-life study, the US + IA treatment allowed the product to have a concentration of $7.99 \pm 0.07 \log_{10} \text{CFU} / \text{g}$, reducing this number by $0.75 \log_{10} \text{CFU} / \text{g}$ after storage for 28 days. The impregnation resulted in a minimum concentration, after drying, in its less effective process, of $6.79 \pm 0.20 \log_{10} \text{CFU} / \text{g}$, enough to be considered a probiotic product. The results showed that the impregnation method influences both the drying and the concentration of probiotics during the process and storage of the product.

Keywords: Kinetics. Ultrasound. Vacuum impregnation. Survival rate. Tropical fruit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Número de pés de jaca no Brasil em (x1000) unidades.	16
Figura 2 –	Colapso da bolha de cavitação.....	19
Figura 3 –	a) Fruto coletado na jaqueira; b) Bagos separados para posteriores análises.	24
Figura 4 –	Umidade em massa seca em função do tempo na secagem da jaca. Tratamentos: IA – Impregnação a pressão atmosférica; IV – Impregnação a vácuo; US+IA – Impregnação a pressão atmosférica pré-tratada com ultrassom; US+IV – Impregnação a vácuo pré-tratada com ultrassom.	31
Figura 5 –	Concentração de L. casei no decorrer de 28 dias de armazenamento. Valores expressos em média e desvio padrão.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização físico-química da jaca in natura	29
Tabela 2 –	Teor de umidade das jacas submetidas aos diferentes tratamentos de impregnação.....	30
Tabela 3 –	Concentração de <i>L. acidophilus</i> e <i>L. casei</i> , em relação ao método de impregnação, após secagem	33
Tabela 4 –	Resultados da análise de colorimetria na jaca in natura, amostras controle e tratadas.....	36

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ANVISA	Agência nacional de vigilância sanitária
APHA	American public health association
Aw	Atividade de água
ATM	Atmosfera
a*	Intensidade das cores vermelha (positivo) e verde (negativo)
b*	Intensidade das cores amarela (positivo) e azul (negativo)
CAAE	Certificado de apresentação para apreciação ética
CEP	Comitê de ética em pesquisa
DCT	Diferença total de cor
MRS	De Man, Rogosa e Sharp
IA	Impregnação a pressão atmosférica
ISO	International organization for standardization
IV	Impregnação a vácuo
L*	Luminosidade
RDC	Resolução da diretoria colegiada
SI	Solução de impregnação
US+IA	Impregnação a pressão atmosférica pré-tratada com ultrassom
US+IV	Impregnação a vácuo pré-tratada com ultrassom

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	PROBIÓTICOS	14
2.2	JACA (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM.)	16
2.3	SECAGEM.....	17
2.3.1	Ultrassom	18
2.4	IMPREGNAÇÃO A VÁCUO	20
3	HIPÓTESE	22
4	OBJETIVOS	23
4.1	OBJETIVO GERAL	23
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
5	MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1	OBTENÇÃO DO FRUTO E MATÉRIA-PRIMA	24
5.2	OBTENÇÃO DA SOLUÇÃO DE IMPREGNAÇÃO.....	25
5.3	IMPREGNAÇÃO DO PROBIÓTICO.....	25
5.4	SECAGEM.....	26
5.5	AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	27
5.6	ANÁLISE DE COLORIMETRIA	27
5.7	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E <i>SHELF-LIFE</i>	27
5.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1	RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA JACA <i>IN NATURA</i>	29
6.2	IMPREGNAÇÃO	30
6.3	SECAGEM.....	31
6.4	CONTAGEM DE CÉLULAS VIÁVEIS DE PROBIÓTICOS	33
6.5	COLORIMETRIA	35
7	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..	45
	ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	47

1 INTRODUÇÃO

A intolerância à lactose pode causar diversas reações físicas, como a incidência de diarreia, flatulência e distensão abdominal (TURNBULL; ADAMS; GORARD, 2015). Estes sintomas, relacionados com o trato gastrointestinal, podem ser amenizados com o consumo de probióticos, visto que estes diminuem a incidência de diarreias, cólicas e vômitos em uma ingestão aguda de lactose (PAKDAMAN et al., 2015).

Em uma dieta com restrição ao leite, há uma limitada ingestão de microrganismos probióticos, visto que estes são frequentemente encontrados – nas concentrações recomendadas – em produtos lácteos. Em vegetais fermentados, essa microbiota não é especificada como probiótica, portanto existe uma demanda e expectativa, por parte do grupo de intolerantes à lactose, pela elaboração de um produto de origem não láctea impregnado de probióticos (VINDEROLA; BURNS; REINHEIMER, 2017).

Diversos produtos vêm sendo elaborados pela indústria de alimentos, buscando atender à demanda supracitada. Dentre eles, está a fermentação de produtos análogos ao leite, os extratos aquosos de vegetais (TAKAGI; KANO; KAGA, 2015), os quais geram produtos alternativos, como iogurtes e queijos vegetais (KUMAR; VIJAYENDRA; REDDY, 2015). Além desses, frutas incorporadas de probióticos aumentam o rol desse tipo de alimento (NERI et al., 2016; NOORBAKSH; YAGHMAEE; DURANCE, 2013; RASCÓN et al., 2018).

As tecnologias para elaboração de produtos não-lácteos com probióticos concentram-se nas áreas de fermentação, encapsulação, secagem, reidratação e armazenamento (MIN et al., 2018). Entre os diferentes métodos, existe a hibridização de tratamentos, a qual busca sanar as deficiências individuais de cada modelo para potencializar ou otimizar as propriedades tecnológicas (MUJUMDAR; LAW, 2010).

É justamente na pesquisa dos métodos que surgiu a impregnação a vácuo, para introduzir elementos previamente não existentes nos alimentos. Ao ser aplicada a frutas e verduras, sua funcionalidade se mostrou eficiente na introdução de líquidos em materiais sólidos. Portanto, essa tecnologia vem se tornando uma tendência para fortificação desse tipo de alimento (BETORET et al., 2015). Adicionalmente, a impregnação de frutas com probióticos seguida da secagem pode se tornar uma alternativa na produção de *snacks* com maior *shelf-life* e que podem atender ao público com patologias como a intolerância à lactose.

Diversos métodos de secagem surgiram na indústria de alimentos para redução da umidade de vegetais com menor perda de nutrientes. A utilização do ultrassom nos processos

de secagem, assim como na aplicação de vácuo, gera uma gama de mudanças na estrutura do tecido vegetal, tal qual o efeito esponja, que auxilia no carreamento da umidade do interior para a superfície do alimento. Dessa forma, a velocidade de secagem aumenta drasticamente, diminuindo o tempo de exposição do alimento ao calor e aumentando a retenção de nutrientes no produto final (MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

Um expoente nos estudos científicos atuais está sendo sobre os frutos tropicais, por sua capacidade nutricional, além das propriedades funcionais garantidas pelos compostos bioativos encontrados em abundância (FERNANDES et al., 2011). A jaca (*Artocarpus heterophyllus*) está neste grupo de frutos, abundante no nordeste brasileiro, que possui condições edafoclimáticas semelhantes às de sua região originária, o sudeste asiático (OLIVEIRA; GODOY; BORGES, 2011).

A jaca é uma boa fonte de minerais e vitaminas, tais quais potássio, cálcio, tiamina, riboflavina, vitaminas A e C (SWAMI et al., 2012). É um fruto que possui baixo rendimento de polpa (parte mais utilizada) por peso do fruto, representando aproximadamente 30 % de seu peso total. Para que seja mantida sua integridade, tanto nutricional, e poder consumi-la não só em seu período de frutificação – visto que é sazonal – a jaca deverá passar por processos que busquem o aumento de sua vida útil e possam, ainda, aumentar seu valor nutricional (BETORET et al., 2015; FERNANDES et al., 2011; MAITY; BAWA; RAJU, 2018).

Este estudo visa utilizar as técnicas de impregnação a pressão atmosférica ou a vácuo, com ou sem pré-tratamento de ultrassom, seguido da secagem para elaborar um produto à base de gomos de jaca desidratada em concentrações funcionais de microrganismos probióticos, que possam servir para suplementação alimentar de indivíduos intolerantes ao leite e produtos derivados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PROBIÓTICOS

Historicamente, os probióticos são utilizados para a elaboração de produtos fermentados a serem consumidos pela população. A primeira evidência de sua contribuição à saúde data de 1899, quando um cientista descobriu uma cepa de *Bifidobacterium* nas fezes em lactentes, e que a presença desta bactéria em seus intestinos estava ligada à diminuição da incidência de diarreia (ISLAM, 2016).

Atualmente, os probióticos são definidos como “microrganismos vivos que quando consumidos em quantidades adequadas, como parte da alimentação, conferem benefícios à saúde do indivíduo” (FAO/WHO, 2001). A legislação brasileira segue a mesma diretriz de definição, onde os produtos para serem considerados probióticos necessitam de comprovação dos benefícios, tanto em testes clínicos como em testes de sobrevivência no trato gastrointestinal (BRASIL, 2018). Em adição a isso, alguns estudos determinam uma concentração mínima de 10^6 a 10^7 UFC/g ou mL, a qual deve ser consumida para que o produto conceda benefícios previstos ao hospedeiro (MIN et al., 2018; SETTANNI; MOSCHETTI, 2010; VESTERLUND; SALMINEN; SALMINEN, 2012).

Essa microbiota é representada por diversas espécies de *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. e, ainda, *Pediococcus acidilactici*, *Propionibacterium freudenreichii* e *Enterococcus faecium*, representantes das bactérias fermentadoras de ácido lático (SALMINEN et al., 2004). Estes microrganismos estão presentes espontaneamente em ambientes ricos em nutrientes, sendo facilmente encontrados em diversos tipos de alimentos e, ainda, habita naturalmente o sistema gastroentérico de mamíferos. São considerados acidofílicos e mesófilos (WRIGHT; AXELSSON, 2012).

Para chegar ao intestino, essas bactérias necessitam transpor a barreira dos sucos digestivos, os quais favorecem a hidrólise de diversos compostos do alimento. Esses sucos podem conter elevada acidez ou alcalinidade, tornando o ambiente hostil para os microrganismos. Há, portanto, a necessidade de ingestão de uma alta concentração de probióticos, visto que maior parte perece no decorrer do trato gastrointestinal (COOK et al., 2012).

Resistindo à passagem pelo estômago e duodeno, os probióticos encontram um habitat apropriado para sua reprodução. Ao se instalarem no intestino, uma série de benefícios manifestam-se no hospedeiro. Isso é decorrente de dois fatores: a adesão à parede do intestino

e a produção de metabólitos secundários (HILL et al., 2014). Quanto à adesão, os probióticos competem com outros microrganismos presentes, principalmente os patogênicos, os quais exigem um meio com maior quantidade de nutrientes, para sua sobrevivência. Por um lado, competem pelo espaço na adesão aos enterócitos, não permitindo que sejam carregados pelo bolo fecal, por outro, existe ainda a competição por nutrientes (SASSONE-CORSI; RAFFATELLU, 2015).

Quanto à produção de metabólitos, essa microbiota pode lançar uma ampla gama de substâncias que são capazes de melhorar a resposta imunológica do organismo, além de outras que podem ser absorvidas pelo intestino, como vitaminas e ácidos graxos de cadeia curta, e também aquelas que auxiliam na digestão de compostos da alimentação, como poli e dissacarídeos encontrados nos alimentos, sendo um desses compostos a lactose (SÁNCHEZ et al., 2017). A β -galactosidase refere-se à enzima responsável pela hidrólise do dissacarídeo lactose. A falta dessa enzima no organismo é uma das causas da intolerância, síndrome que envolve, além da hipolactasia, a má absorção da lactose nas microvilosidades intestinais. O excesso desse carboidrato acarreta na produção de compostos tóxicos ao intestino, advindos da fermentação bacteriana do dissacarídeo, causando diarreia, flatulência, dor e distensão abdominal (SUCHY et al., 2010).

Por consequência de uma programação genética, os humanos passam a produzir menor quantidade de enzima lactase com o avançar da idade. Uma das estratégias para a diminuição dos sintomas é a redução do consumo de leite e produtos derivados, assim como o aumento do consumo de produtos lácteos delactosados. Uma forma de conferir benefícios à saúde gastrointestinal do intolerante à lactose é através da ingestão de produtos probióticos, visto que a microbiota presente neles é capaz de fermentar parcialmente esse dissacarídeo, reduzindo sua concentração no produto em que está inserido, e ainda produzem a lactase, que ao ser ingerida, auxiliará na digestão (SILANIKOVE; LEITNER; MERIN, 2015).

Apesar dos benefícios conferidos pelos probióticos, a maioria dos alimentos que os possui são derivados do leite, desta forma limitando o consumo das pessoas intolerantes à lactose. É, portanto, imprescindível a busca de alternativas viáveis para a ingestão desses microrganismos (VINDEROLA; BURNS; REINHEIMER, 2017). Os estudos sugerem alternativas para tal finalidade, como os vegetais fermentados em salmoura, bebidas vegetais adicionadas de probióticos e produtos derivados de extratos vegetais, assim como a incorporação de probióticos em frutas, como maçã, banana e frutas tropicais, tais como a jaca

(KUMAR; VIJAYENDRA; REDDY, 2015; NERI et al., 2016; NOORBAKHSH; YAGHMAEE; DURANCE, 2013; RASCÓN et al., 2018).

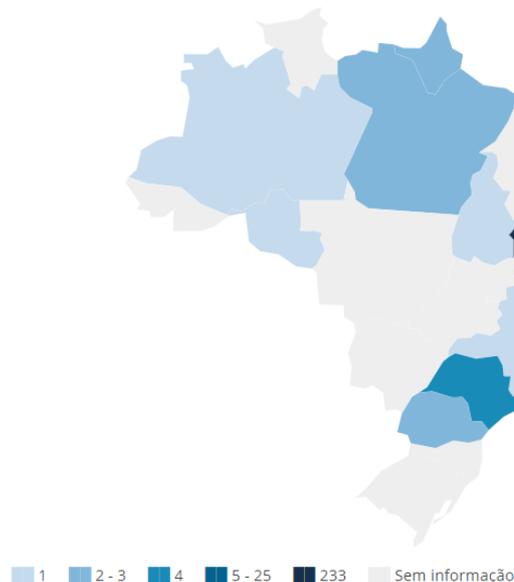
2.2 JACA (ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM.)

A jaca é uma espécie vegetal oriunda do sudeste asiático, pertencente à “Família Moraceae, Subfamília Artocarpoideae, Gênero Artocarpus e Espécie *Artocarpus heterophyllus*”. É composta por cinco componentes principais: casca, bagos, sementes, mesocarpo e pedúnculo. A casca é composta por partes da flor que não foram fecundadas e cada conjunto de bago e semente representa uma fruta única, a qual foi fertilizada (BASSO; MOURA, 2017).

O fruto possui seis estádios de maturação, os quais passam por uma série de mudanças bioquímicas e físicas, sendo cada um deles próprio para a elaboração de produtos alimentícios distintos (SIDHU, 2012). Através dessas mudanças, o fruto desenvolve uma composição nutricional diferente, à medida em que este amadurece. Em seu estágio maduro, é considerada ideal para a confecção de um produto desidratado, tendo as sementes e os gomos completamente desenvolvidos e sua estrutura com a firmeza necessária (RANA; PRADHAN; MISHRA, 2018). Nesse estágio, a jaca contém apreciáveis concentrações de nutrientes, como carboidratos, cálcio, fósforo, potássio e vitaminas A, C e do complexo B, além de fibras e propriedades antioxidantes (SIDHU, 2012; YI et al., 2016).

Difundiu-se em terras brasileiras no séc. XVIII, tendo seu principal habitat a floresta amazônica e a costa tropical, como mostra a Figura 1 (BASSO; MOURA, 2017).

Figura 1: Número de pés de jaca no Brasil em (x1000) unidades.



Fonte: (IBGE, 2017)

Segundo dados do último censo agropecuário brasileiro, a área colhida foi de 1.581 ha, dos quais constam aproximadamente 298.000 pés de jaqueira plantados e 4.113.000 frutos colhidos, tendo sua produção concentrada principalmente na Bahia e em Pernambuco. Possui menor importância se comparado com outras frutas tropicais produzidas no Brasil, como a acerola, caju e goiaba, com produção de 5.753, 62.036, 16.690 hectares, respectivamente (IBGE, 2017).

Um dos motivos da jaca possuir menor importância no mercado nacional se deve ao seu menor valor comercial, ocasionado por seu baixo rendimento de polpa por peso do fruto. A polpa, que corresponde a aproximadamente 30% do peso total do fruto, é a parte mais utilizada comercialmente. É necessário, portanto, agregar valor através da tecnologia, com o intuito de diminuir o custo com transporte, aumentar seu tempo de vida útil e ainda fabricar novos produtos a partir desta matéria-prima, garantindo a valorização para posterior disseminação (MAITY; BAWA; RAJU, 2018).

A jaca é consumida mundialmente de diversas formas: *in natura*, picles, geleias, vinhos e destilados alcoólicos, sorvetes, doces em calda e desidratada. A tecnologia passou a agregar valor a esses produtos, de forma a aumentar seu rendimento, sendo um meio para valorizar produtos de pequeno impacto econômico. Tratando-se do peso como forma de diminuir o custo de transporte, a desidratação pode ser utilizada, por retirar do alimento a maior concentração de sua composição, a umidade (BAKHARA; PAL; BAL, 2018; SIDHU, 2012).

2.3 SECAGEM

A secagem é uma das mais antigas operações unitárias utilizadas pela indústria. É um processo que envolve a transferência de massa entre o alimento e o ar quente ao qual é submetido, ocasionando na remoção da umidade interna, principalmente do espaço intercelular. Ocorre através de dois mecanismos: primeiramente, há a evaporação da umidade presente na superfície, através do ar forçado. Na segunda etapa, a umidade interna migra para a parte externa, sendo evaporada pelo mesmo mecanismo da primeira etapa. Fatores como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do ar forçado, superfície de contato do alimento e pressão são capazes de alterar na taxa de secagem (MUJUMDAR, 2014).

Este processo é capaz de alterar a qualidade do alimento, principalmente por conta do tratamento térmico e exposição ao oxigênio, sendo as vitaminas e pigmentos os mais afetados (OMOLOLA; JIDEANI; KAPILA, 2017). Estudos demonstram a perda de até 97% do conteúdo de carotenoides (MEDEIROS et al., 2016; SILVA et al., 2016; SILVA JÚNIOR et

al., 2018), 60% do conteúdo de clorofila (XU et al., 2019) e até 73% de vitamina C (SILVA JÚNIOR et al., 2018; XU et al., 2019).

Apesar disso, a secagem é capaz de produzir diversos benefícios para a indústria alimentícia, entre eles a diminuição da atividade de água (A_w), que minimiza os processos deletérios causados pelo crescimento de microrganismos, dessa forma aumentando o prazo de validade comercial, acarretando em um menor desperdício e reduzindo as perdas pós-colheita (BRADFORD et al., 2018; TOLERA; ABERA, 2017).

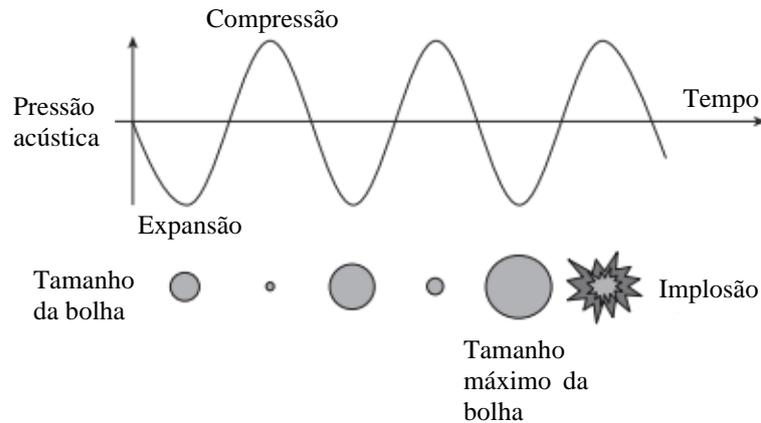
Existem diversos métodos para a secagem de alimentos, os quais vêm sendo aprimorados desde o surgimento da humanidade. Variam desde métodos naturais, utilizando-se o calor do sol, e secagem por ar quente, até aqueles mais tecnológicos, utilizando radiação eletromagnética e ondas de ultrassom (JAYARAMAN; GUPTA, 2014).

2.3.1 Ultrassom

As ondas sonoras são definidas como vibrações mecânicas que ultrapassam aquelas que podem ser captadas pelo ouvido humano (entre 16 e 20 kHz). Acima dos 20 kHz, passam a ser denominadas ondas ultrassônicas, as quais podem ser de baixa ou alta intensidade. As de baixa intensidade transmitem energia sem alterar o estado do meio em que são aplicadas, possuindo frequências acima de 100 kHz e intensidade abaixo de 10 kW/m^2 , sendo utilizadas na indústria de alimentos como uma forma não destrutiva de caracterização de materiais, por exemplo no monitoramento de atividades industriais, diagnósticos médicos e detecção de peixes submersos. As ondas de alta intensidade possuem frequência abaixo de 100 kHz e intensidade superior a 10 kW/m^2 e são utilizados na alimentação em diversos processos, como na inativação de microrganismos, extração de compostos, alteração de viscosidade e na transferência de massa (MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

O ultrassom funciona de forma que haja uma transformação na estrutura da matriz alimentar, através de diversos mecanismos, como o aquecimento, agitação das células, instabilidade da superfície. Estes mecanismos são causados por um fenômeno chamado de cavitação. Este processo consiste na formação de bolhas através de um sistema de contração e expansão causado pelas ondas sonoras, quando em contato com um líquido. A cada ciclo de contração e expansão, as bolhas se expandem até que haja seu colapso (Figura 2), ocasionando em uma violenta reação do gás do interior das bolhas, que chegam a temperaturas de $5000 \text{ }^\circ\text{C}$ e pressões de até 1000 ATM que duram por nanosegundos (SALAZAR et al., 2010).

Figura 2: Colapso da bolha de cavitação



Fonte: Salazar et al. (2010)

Este é um método empregado para o aprimoramento da transferência de massa. Através da aplicação dessa tecnologia, aumenta-se a eficiência do fluxo de umidade que ocorre do interior do alimento para o exterior, primeiramente devido a mudanças na estrutura da própria matriz, como a criação de microcanais e mudanças na membrana celular. Em segundo, alterações de tensão e compressão entre o sólido e o líquido incorrendo na indução do movimento da umidade no interior do alimento. Uma vez alterado o fluxo de umidade, um método de secagem, propriamente dito, pode ser aplicado (MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

No caso da secagem por ar quente, alterações sensoriais e nutricionais nos alimentos decorrem deste tipo de secagem demandar muito tempo ou elevadas temperaturas para serem efetuadas. Essas alterações envolvem cor, textura, sabor ou mesmo a diminuição de vitaminas e outros compostos que alterem a qualidade nutricional, componentes que podem variar devido à extensa exposição ao calor (ORIKASA et al., 2014). Assim, o ultrassom pode ser utilizado como forma de aumentar a eficiência dessa operação, diminuindo o tempo de secagem e danos provocados pelo calor na qualidade química e física do alimento (MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

Existem numerosos estudos sobre o aumento da capacidade de transferência de massa ao ser utilizado o ultrassom como pré-tratamento. Na extração de compostos, o estudo de Grassino et al. (2016) conseguiu diminuir o tempo de extração de pectina do tomate de 1440 min para 15 min, ao compararem a extração convencional com a assistida por ultrassom. He et al. (2016) também encontrou uma extração mais eficiente na extração de antocianinas do mirtilo, assim como Xu et al. (2017) ao extrair antioxidantes da flor de *Limonium sinuatum*. O ultrassom também facilita a transferência de massa ao ser utilizado durante a secagem (MELLO

et al., 2020; SILVA JÚNIOR et al., 2018), como um pré-tratamento (OJHA; KERRY; TIWARI, 2017; RICCE et al., 2016), como também na reidratação de alimentos secos (TÜFEKÇİ; ÖZKAL, 2017; ZHAO et al., 2019).

2.4 IMPREGNAÇÃO A VÁCUO

A impregnação a vácuo é um processo para transferência de massa envolvendo alimentos. Ocorre em duas etapas, onde primeiramente é aplicado o vácuo ao alimento submerso em líquido de impregnação. Nesta etapa, ocorre um fluxo de gás e líquido do interior para o exterior da matriz, deixando-a porosa. Na segunda etapa, é reestabelecida a pressão atmosférica normal e o líquido em que o produto está submerso realiza um fluxo contrário, preenchendo os poros formados na etapa antecedente, conseqüentemente tornando-se uma maneira eficiente de se introduzir solutos desejáveis na estrutura do alimento (ANDRÉS et al., 2001).

Uma tendência que está sendo aprimorada pela ciência e tecnologia de alimentos é a de adição de compostos bioativos na matriz alimentar, sendo classificado em dois grupos: o primeiro trata da adição de compostos para se atingir funcionalidade tecnológica ou qualitativa, destacando-se a função de inibidora enzimática. Isso ocorre através da ausência de oxigênio, impedindo o escurecimento enzimático decorrente da ação da polifenoloxidase e peroxidase (JESUS; LEITE; CRISTIANINI, 2018; SCHULZE; HUBBERMANN; SCHWARZ, 2014) e ainda a adição de íons cálcio para auxiliar na firmeza do tecido vegetal (BETORET et al., 2015; RADZIEJEWSKA-KUBZDELA; BIEGAŃSKA-MARECIK; KIDOŃ, 2014).

O segundo grupo trata da fortificação do alimento através do líquido de impregnação, rico em compostos bioativos e minerais específicos que auxiliem na qualidade nutricional. Os estudos variam da adição de antioxidantes, flavonoides, vitaminas, cálcio e ferro, podendo, ainda, ser realizada em diversas matrizes (BETORET et al., 2015). Além de substâncias orgânicas, a impregnação a vácuo pode introduzir material vivo para o interior do alimento, como as bactérias probióticas. Para tanto, as células probióticas devem ser cultivadas até um ponto ótimo de concentração de células viáveis, para serem repicadas no líquido de impregnação e garantir a concentração mínima com reconhecida atividade funcional (CUI et al., 2018).

A adição de probióticos em bagos de jaca através de processo de impregnação, pré-tratado ou não com ultrassom, é capaz de replicar a concentração de células viáveis desses microrganismos da mesma forma que os produtos derivados de leite. As concentrações devem

ter no mínimo a concentração de $7 \log_{10}$ UFC/g, garantindo a passagem de células viáveis no sistema gástrico para colonizar o intestino.

3 HIPÓTESE

- A utilização, ou não, do ultrassom como pré-tratamento à impregnação a vácuo ou a pressão atmosférica de probióticos em bagos de jaca, seguida de secagem possibilitará a obtenção de um produto desidratado com alegação funcional

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o efeito de diferentes métodos na elaboração de jaca desidratada, impregnada por *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus*.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

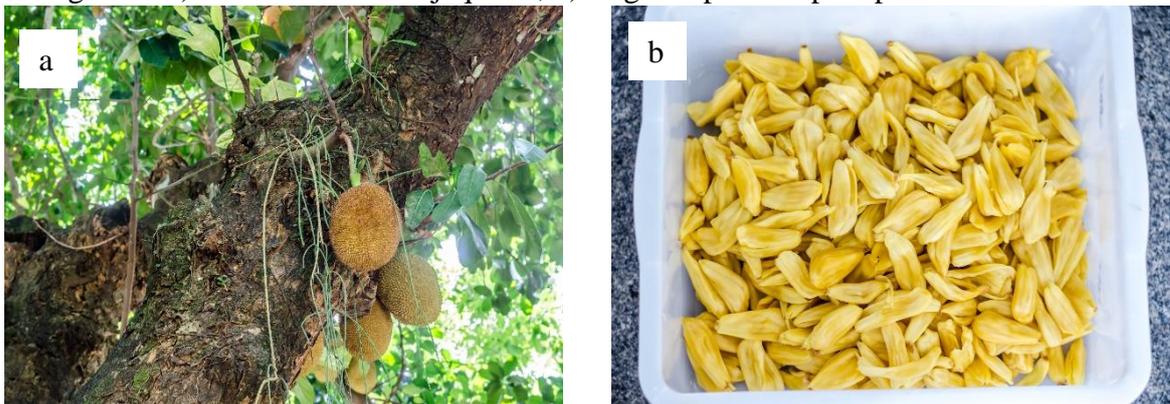
- Realizar análises físico-químicas da jaca *in natura*
- Avaliar o uso do vácuo e pressão atmosférica com ou sem pré-tratamento de ultrassom na impregnação de *L. casei* e *L. acidophilus* em jaca;
- Estudar a secagem convectiva das amostras de fruta com e sem impregnação de probióticos;
- Analisar a contagem de células viáveis de *L. casei* e *L. acidophilus* no produto elaborado;
- Avaliar o *shelf-life* do produto desidratado, impregnado com probióticos.
- Investigar presença/ausência de patógenos.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 OBTENÇÃO DO FRUTO E MATÉRIA-PRIMA

Foram coletados 37 frutos no total, durante o mês de janeiro/2019 em fruteiras localizadas no bairro de Dois Irmãos, Recife – PE (latitude 8°00'49.9" S, longitude 34°56'50.9" W), em seu estágio de maturação V (fruto pré-maduro, para consumo cozido) ou VI (fruto maduro, para consumo fresco), como encontrado na Figura 3a. Este último (VI) foi determinado através da presença de coloração amarelada da parte externa do fruto, odor característico, ligeira resistência ao ser apertado e som oco ao receber choque físico, conforme classificação determinada por Sidhu (2012). Os frutos em estágio V foram armazenados em temperatura ambiente até que atingissem o nível VI. Os bagos da jaca apresentaram uma concentração média de sólidos solúveis totais de 22 °Brix.

Figura 3: a) Fruto coletado na jaqueira; b) Bagos separados para posteriores análises.



Fonte: Autor, 2019

Visto que a jaqueira é uma árvore que frutifica sazonalmente, no Brasil, geralmente no período entre os meses de janeiro a março (FALCÃO et al., 2001), as jacas foram coletadas em janeiro de 2019. Após a coleta, os frutos foram transportados ao Laboratório de Processamento e Análise de Alimentos, localizado no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram descascados e tiveram as sementes separadas dos bagos, que foram selecionados de acordo com sua cor e tamanho para garantir maior homogeneidade (Figura 3b). Após este procedimento, os bagos foram lavados em água potável, seguido de sanitização em solução de cloro ativo a concentração de 0,15 mL/L durante 15 minutos e, novamente, enxaguados em água potável.

As frações da jaca foram pesadas, com o intuito de verificar seu rendimento em peso. As amostras foram armazenadas em congelamento (-20 °C) e depois transferidos para o Laboratório de Engenharia de Alimentos, localizado no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco para uso nas análises posteriores.

5.2 OBTENÇÃO DA SOLUÇÃO DE IMPREGNAÇÃO

Culturas liofilizadas de *Lactobacillus casei* LAFTI[®] L26 (DELVO-PRO[®], DSM, Globalfood) foram cultivadas em Caldo De Man, Rogosa e Sharpe (MRS) a 37 ± 1 °C durante 18 ± 3 h em condição de anaerobiose. Este inóculo foi submetido ao processo de centrifugação a 4800 rpm durante 10 min. Em seguida, o sobrenadante foi descartado e o precipitado recolhido, as células lavadas duas vezes em solução salina estéril e inoculadas em solução de glicose na concentração de 22 °Brix, para ser utilizada como solução de impregnação (SI). Este mesmo procedimento foi realizado, utilizando-se culturas liofilizadas de *Lactobacillus acidophilus* LAFTI[®] L10 (DELVO-PRO[®], DSM, Globalfood). Esta análise se baseou no estudo de Cui et al. (2018) com adaptação na temperatura de centrifugação e do açúcar contido na solução de impregnação.

Foi efetuada a contagem de células viáveis de *L. casei* e *L. acidophilus*, tanto do meio de cultivo, quanto do líquido de impregnação, com a finalidade de determinar a concentração e viabilidade dos probióticos em cada procedimento analítico ao qual foram submetidos (CUI et al., 2018).

5.3 IMPREGNAÇÃO DO PROBIÓTICO

Para a impregnação, as amostras foram descongeladas de forma lenta (4 ± 2 °C) e, posteriormente, cortadas nas dimensões de 2,0 x 2,0 cm e espessura de $5,0 \pm 1$ mm, segundo Gan e Poh (2014), com adaptação da dimensão do corte.

Para estudar os efeitos da impregnação dos probióticos nas amostras de jaca, dois procedimentos foram executados – a vácuo e a pressão atmosférica – sendo pré-tratados (ou não) com ultrassom, todos a 25 °C. As amostras foram imersas em solução de impregnação em uma proporção de 1:2 (p/p) (CUI et al., 2018):

- a) Impregnação a pressão atmosférica (IA): As amostras foram imersas na SI rica em probióticos e mantidos sob pressão atmosférica, durante 30 min, segundo Rodrigues et al. (2018), com adaptação do tempo de exposição das amostras na SI;
- b) Impregnação a vácuo (IV): As amostras foram imersas na SI rica em probióticos e submetidas à pressão de 150 mmHg por 15 min em estufa a vácuo (Marconi, modelo MA030/12, Brasil) e o vácuo foi proporcionado usando uma bomba a vácuo (Primatec, modelo 121 V2, Brasil). Após este tempo, a pressão atmosférica foi retomada, e as amostras foram mantidas no líquido por 15 min (NOORBAKHS; YAGHMAEE; DURANCE, 2013);

- c) Impregnação a pressão atmosférica com pré-tratamento de ultrassom (US+IA): As amostras foram imersas em água destilada numa proporção de 1:4 (p/p), colocadas em um banho de ultrassom (Unique, modelo USC-2580A, Brasil) com frequência de 25 kHz por 15 min (SILVA et al., 2016). Após este processo, o excesso de umidade da superfície foi retirada com papel absorvente e então as amostras foram submersas por 15 min em SI com probiótico (RODRIGUES et al., 2018);
- d) Impregnação a vácuo com pré-tratamento de ultrassom (US+IV): As amostras foram imersas em água destilada numa proporção de 1:4 (p/p), colocadas em um banho (Unique, modelo USC-2580A, Brasil) e submetidas ao ultrassom, com frequência de 25 kHz por 15 min, como descrito em Silva (2016), com adaptações quanto ao tempo de exposição ao ultrassom. Após este processo, o excesso de umidade da superfície foi retirado com papel absorvente. As amostras foram inseridas na SI com probiótico a pressão de 150 mmHg durante 15 min em estufa a vácuo (Marconi, modelo MA030/12, Brasil), com o vácuo sendo proporcionado usando uma bomba a vácuo (Prismatec, modelo 121 V2, Brasil). Após encerrado esse tempo, as amostras permaneceram imersas por mais 15 min na SI (NOORBAKHS; YAGHMAEE; DURANCE, 2013).

5.4 SECAGEM

Após a impregnação, as amostras foram submetidas à secagem por convecção, utilizando-se um secador de leito fixo (secador de bandejas) de aço inoxidável, velocidade do ar de secagem 2,0 m/s e temperatura de 50 ± 1 °C. O sistema de operação do secador consistiu na passagem de ar verticalmente através de bandejas perfuradas, conforme descrito por Silva et al. (2016)

Para o estudo da cinética de secagem, a pesagem das amostras foi realizada utilizando uma balança semi-analítica, sendo pesado no tempo 0 e posteriormente em intervalos 15 minutos durante a primeira hora de processo e de 30 minutos para as horas seguintes, até que o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem fosse alcançado, de acordo com Gan e Poh (2014), com alteração do intervalo de tempo na primeira hora do processo. Este estudo foi realizado para os métodos IA, IV, US+IA, US+IV, além de um grupo controle, onde não houve nenhum tipo de tratamento prévio à secagem. Este estudo resultou em tempos de secagem de 64 min, 103 min, 112 min, 102 min e 220 min, respectivamente, para que fosse atingida a umidade de 25 %, segundo determina a legislação brasileira para frutas secas (BRASIL, 2012).

As amostras, após o processo de secagem, foram armazenadas e mantidas sob refrigeração (4 ± 2 °C), durante 28 dias, em embalagem plástica submetida a vácuo, utilizando-se seladora a vácuo (Foodsaver Oster modelo V2240).

5.5 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Foram avaliadas amostras *in natura* dos bagos de jaca quanto à composição centesimal, umidade, sólidos solúveis totais, acidez titulável, de acordo com o descrito nos métodos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para análise de pH, foi utilizado pHmetro de bancada (mPA-210, Tecnopon®). A atividade de água foi medida utilizando-se um medidor de atividade de água portátil (Decagon, pawKit, EUA). O teor de umidade foi, ainda, avaliado nas amostras controle, IA, IV, US+IA e US+IV, após cada método de impregnação (IAL, 2008). As determinações foram realizadas em triplicata e expressas em média e desvio padrão.

5.6 ANÁLISE DE COLORIMETRIA

Para a determinação da cor das amostras de jaca *in natura*, controle, IA, IV, US+IA e US+IV, foi utilizado um colorímetro portátil (Konica Minolta, modelo CM600D) calibrado. Os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos em média e desvio padrão das coordenadas do CIELAB através dos parâmetros L^* , a^* e b^* . Através destes parâmetros, foi calculada a diferença total de cor entre as amostras de jaca *in natura* e as amostras após serem submetidas ao processo de impregnação e secagem e a amostra controle, seguindo a seguinte equação:

$$DTC = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (1)$$

Onde:

DTC = Diferença total de cor;

L_0^* e L^* = Luminosidade antes e depois do processamento das amostras;

a_0^* e a^* = Intensidade das cores vermelha (positivo) e verde (negativo) antes e depois do processamento das amostras;

b_0^* e b^* = Intensidade das cores amarela (positivo) e azul (negativo) antes e depois do processamento das amostras.

5.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E *SHELF-LIFE*

As amostras foram analisadas quanto à presença de microrganismos patogênicos, segundo a RDC 12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001). As frutas desidratadas se enquadram no grupo 1 e categoria “c” desta legislação, a qual determina limite de concentração de 10^2 UFC/g para Coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de amostra. Esta lei será revogada no dia 26/12/2020, pois entrará em vigor a RDC 331 da ANVISA, a qual além destes limites para Coliformes a 45 °C e *Salmonella* spp. em 25 g de amostra, adicionará limite microbiológico de 10^3 UFC/g para bolores e leveduras para frutas desidratadas (BRASIL, 2019).

Para a contagem de células viáveis de *L. casei* e *L. acidophilus* da solução de impregnação, meio de crescimento do probiótico e da jaca desidratada, foi utilizada metodologia da APHA, descrita por Silva et. al (2017), com adaptações. Para a SI e meio de crescimento, uma alíquota de 10 mL foi homogeneizada em 90 mL de solução salina, sendo feitas dez diluições seriadas e posteriormente inoculadas em ágar MRS. No caso do fruto desidratado, 10 g das amostras foram homogeneizadas em 90 mL de solução salina e seis diluições seriadas foram realizadas, posteriormente. 1 mL dessas diluições foi disposto em placas de Petri e inoculado em profundidade em duas camadas, sendo utilizado ágar MRS. Nesta técnica, primeiramente verte-se o ágar fundido a temperatura de 37 ± 1 °C, o qual é homogeneizado, espera-se a solidificação do meio e, então, repete-se o processo para formar a segunda camada. As placas foram incubadas em posição invertida, a 37 ± 1 °C por 72 ± 3 h em condições de microaerofilia. Por fim, foi feita a contagem de colônias típicas e os resultados foram expressos em \log_{10} UFC/g.

Para determinação de *shelf-life*, as amostras foram armazenadas em embalagem a vácuo, a temperatura de 4 ± 2 °C durante 28 dias, sendo submetidas ao mesmo teste de contagem de células viáveis de probióticos a cada 7 dias.

5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizada a plataforma *GraphPad Prism* versão 7.0 para apresentar os dados através da média e do desvio padrão. Foi utilizada análise de variância e para efeitos de comparação entre os resultados, foi utilizado teste de Tukey em nível de probabilidade 5% ($p < 0,05$).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA JACA *IN NATURA*

O peso das jacas coletadas variou de 1,26 kg a 9,45 kg e, ao final, os 37 frutos no estágio VI utilizados no estudo somaram um total de 137,33 kg. Deste, 57,14 kg de bagos, já separados da casca, mesocarpo, pedúnculo e sementes, atingindo um rendimento de 41,61%, em relação ao peso total. Este pode ser considerado um valor elevado, de acordo com o estudo de Sidhu (2012), o qual mostra que somente com um bom manejo e condições edafoclimáticas ótimas, o rendimento de bagos por fruto poderia ultrapassar os 29%, podendo chegar no máximo a 45%. O rendimento é, ainda, maior do que o identificado por Saxena et al. (2015), que foi de aproximadamente 35% de bagos em relação ao peso total do fruto.

Os resultados da composição centesimal da jaca *in natura* e análises de atividade de água (*A_w*), acidez titulável e quantificação dos sólidos solúveis totais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização físico-química da jaca *in natura*

Componente	Teor
Umidade (g/100 g)	75,52 ± 1,20
Açúcares totais (g/100 g)	15,47 ± 1,28
Proteínas (g/100 g)	1,20 ± 0,06
Lipídios (g/100 g)	2,76 ± 0,11
Cinzas (g/100 g)	0,64 ± 0,02
Acidez titulável (g/100 g)	2,95 ± 0,48
<i>A_w</i>	0,98 ± 0,01
Sólidos solúveis totais (° Brix)	22,00 ± 1,00
pH	5,83 ± 0,03
Resultados expressos em média e desvio padrão	

Os resultados obtidos (Tabela1) estão em conformidade com o encontrado por Goswami e Chacrabati (2016). A polpa da variedade de jaca *Ghila* da região de Modhupur, em Bangladesh, apresenta valores semelhantes quanto à umidade, cinzas, proteínas, carboidratos totais, pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais. A legislação brasileira determina que um produto que possua um valor de gorduras totais abaixo de 3 g por 100 g pode ser rotulado como alimento com baixo teor de gorduras, portanto a jaca *in natura* se enquadra nessa definição (BRASIL, 2012).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável reportados por Yi et al. (2016) apresentou valores médios para SST de 10,1 °Brix e acidez de 0,37 %. Já no estudo de Jagadeesh et al. (2007), os valores médios encontrados foram 27,02 °Brix para o teor de sólidos solúveis e 0,302 % de acidez titulável. Comparando com o SST do presente estudo, pode-se notar que os valores encontrados foram intermediários. Em contraponto, a acidez possui valores elevados. Esta jaca, portanto, seria ideal para o processo de impregnação que utiliza a glicose, visto que quanto maior a acidez encontrada no fruto, menor é a sensação do sabor doce encontrada no produto (JAGADEESH et al., 2007). Estas variações nos teores de nutrientes dos diferentes estudos são normais e provêm das condições edafoclimáticas encontradas na região em que as fruteiras foram plantadas (OLIVEIRA; GODOY; BORGES, 2011).

6.2 IMPREGNAÇÃO

Os resultados do teor de umidade após a impregnação encontram-se na Tabela 2. Pode-se observar que a utilização dos métodos de pré-tratamento com ultrassom (US+IA e US+IV) resultaram em uma umidade inicial maior que os demais. O ultrassom é capaz de alterar a estrutura da matriz através do efeito esponja e da cavitação, dessa forma, alterando o comportamento do transporte de água entre o meio interno do fruto e sua superfície (MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

Tabela 2: Teor de umidade das jacas submetidas aos diferentes tratamentos de impregnação

Tratamento	Controle	IA	IV	US+IA	US+IV
Umidade (g/100 g)	75,52±1,20 ^b	72,52±0,09 ^c	74,23±0,75 ^b	80,05±0,39 ^a	79,29±0,27 ^a

Os dados foram expressos em média ± desvio padrão. Índices sobrescritos em minúsculo na mesma coluna representam que não há diferença significativa segundo o Teste de Tukey ($p < 0,05$).

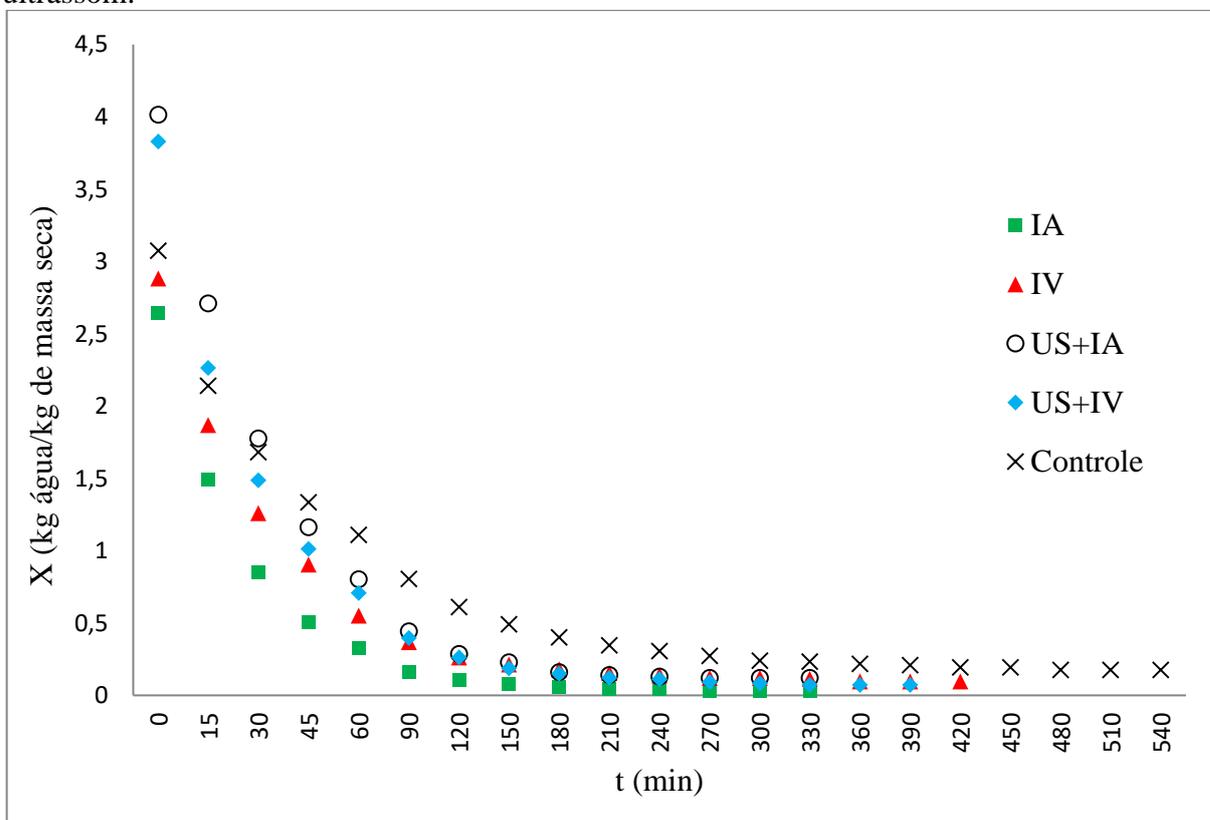
Neri et al. (2016) reportaram um ganho de massa de água mais acentuada com maiores pressões de vácuo, ao combinar a desidratação osmótica com o vácuo para a impregnação de variados tipos de açúcar. Medeiros et al. (2019) demonstraram que os tratamentos envolvendo ultrassom causam um ganho de água e, conseqüentemente, um aumento de aproximadamente 3 e 4 % na umidade inicial da amostra, corroborando com o presente estudo, que teve um aumento entre 5 e 6 % na umidade inicial. Em contrapartida, a impregnação utilizando tratamento osmótico causou um decréscimo de aproximadamente 9 a 12 % na umidade inicial das amostras, e da mesma forma, no presente estudo houve decréscimo da umidade inicial para as amostras não submetidas ao ultrassom, porém a taxas menores (entre 2 e 4 %).

O ganho de sólidos e a perda de massa de água estão intrinsicamente ligados para determinar o resultado final da impregnação. O uso do ultrassom é capaz de alterar as propriedades de frutas e vegetais, de forma que o transporte de massa seja facilitado, tanto pela liberação do líquido intracelular, quanto pela quebra da membrana celular (MASHKOUR et al., 2018; NERI et al., 2016). A utilização do ultrassom foi importante para a impregnação da jaca, visto que a umidade inicial aumentou, ao comparar com a amostra controle. Dessa forma, pode-se inferir que o pré-tratamento com ultrassom teve efeitos positivos na impregnação da jaca.

6.3 SECAGEM

A Figura 4 mostra a variação do teor de umidade das amostras de jaca impregnadas com probióticos durante o processo de desidratação. A partir da cinética de secagem, foi possível verificar o tempo em que o produto atingiria a umidade ideal, uma vez que a legislação brasileira para frutas secas determina que a umidade máxima para esse tipo de produto é de 25 % (BRASIL, 2012). Assim, para dar uma melhor condição de sobrevivência para os probióticos, resolveu-se secar a jaca até a umidade limite de 25 % (0,33 kg/100 kg de massa seca).

Figura 4: Umidade em massa seca em função do tempo na secagem da jaca. Tratamentos: IA – Impregnação a pressão atmosférica; IV – Impregnação a vácuo; US+IA – Impregnação a pressão atmosférica pré-tratada com ultrassom; US+IV – Impregnação a vácuo pré-tratada com ultrassom.



Fonte: Autoria própria

Com a secagem, o teor de umidade da jaca decaiu exponencialmente, e de forma mais intensa, de acordo com cada tratamento de impregnação utilizado (Figura 4). Isso se deve à forma como ocorrem as interações entre a água em nível intra e intercelular e a superfície do alimento, fazendo com que haja troca de massa entre o produto e o ar de secagem (MUJUMDAR, 2014). Tanto o ultrassom como pré-tratamento, devido aos seus efeitos de cavitação e esponja, quanto à aplicação do vácuo na impregnação, com a saída de gases do espaço intersticial e posterior retomada do espaço pelo líquido de impregnação, assim como a própria impregnação a pressão atmosférica, foram capazes de alterar a estrutura do tecido vegetal, fazendo com que a transferência de massa ocorresse de forma mais acentuada na secagem (MASHKOUR et al., 2018; MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

O estudo de Medeiros et al. (2016) mostrou a influência de diferentes métodos de impregnação de compostos fenólicos em manga na secagem desse fruto, relatando que quando comparadas, a amostra controle (sem impregnação) possuiu taxas de secagem menores. Da mesma forma, Pasławska et al. (2017) obteve resultados semelhantes ao realizar a secagem a temperaturas de 50 e 70 °C em maçãs impregnadas com diferentes solutos, onde a amostra controle obteve taxas de secagem menores que as amostras impregnadas. O estudo de Assis et al. (2019) também obteve resultados semelhantes ao comparar a secagem de maçãs impregnadas com lactato de cálcio e, novamente, as amostras impregnadas com a utilização do vácuo obtiveram resultados de secagem mais eficientes ao serem comparadas com a amostra não impregnada.

Os estudos anteriormente citados corroboram com o resultado obtido no presente estudo (Figura 4), visto que, apesar de terem diferentes umidades iniciais, as amostras impregnadas demonstraram uma taxa de secagem maior, dessa forma atingindo o equilíbrio dinâmico entre a umidade do ar e a umidade da amostra de forma mais rápida. Neste estudo, as jacas foram secas até um teor de umidade de 25% (0,33 kg água/kg massa seca) (BRASIL, 2012), onde a amostra controle levou 220 min, secando a uma temperatura de 50 °C. Nas mesmas condições, o tratamento IA (que obteve a maior taxa de secagem) levou 64 min, uma redução de 71% no tempo de secagem. Para os demais métodos de impregnação, os tempos foram de 103 min, 112 min e 102 min, representando uma redução de 53%, 49% e 54%, respectivamente para IV, US+IA e US+IV.

As bactérias ácido-láticas possuem um conjunto de fatores determinantes para sua sobrevivência no meio em que estão inseridas, entre eles a temperatura. Elas são mesófilas, ou seja, têm uma taxa de reprodução ótima a temperaturas entre 20 e 45 °C. A temperatura de

secagem utilizada foi de 50 °C, o que leva a injúria e até morte destas bactérias. O processo, então, deve ocorrer de forma que os microrganismos fiquem a menor quantidade de tempo em exposição a uma alta temperatura. Um estudo sobre a resistência de três espécies de probióticos ao serem submetidos ao calor demonstrou que a concentração de *L. acidophilus* e *L. casei* decresceram em 6,03 e 4,15 log₁₀ UFC/g, respectivamente, ao serem submetidos a uma temperatura de 60 °C por 5 min inoculados em caldo MRS e leite desnatado (PAÉZ et al., 2012). A secagem é, portanto, um dos pontos críticos para se manter a viabilidade dos probióticos inseridos na jaca, sendo mais indicado um processo com uma maior taxa de secagem para que a exposição das bactérias ao calor seja mínima.

6.4 CONTAGEM DE CÉLULAS VIÁVEIS DE PROBIÓTICOS

Em teste preliminar, foi realizada a inoculação de cepas de *L. acidophilus* e *L. casei* em caldo MRS para comparar a viabilidade das duas espécies durante o processamento. O inóculo de *L. acidophilus* manteve a concentração de 12 log₁₀ UFC/g, enquanto o *L. casei* chegou a uma concentração de 9 log₁₀ UFC/g. Entretanto, ao sofrerem o processo de centrifugação, as concentrações passaram para 7 e 8 log₁₀ UFC/g, respectivamente.

Após a secagem, a concentração diminuiu para ambos os probióticos. No entanto, um se sobressaiu ao outro, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Concentração de *L. acidophilus* e *L. casei*, em relação ao método de impregnação, após secagem

Método de impregnação	Concentração de <i>L. acidophilus</i> (log ₁₀ UFC/g)	Concentração de <i>L. casei</i> (log ₁₀ UFC/g)
IA	4,21 ± 0,4 ^{Bb}	6,79 ± 0,20 ^{Ac}
IV	4,10 ± 0,13 ^{Bb}	7,39 ± 0,22 ^{Ab}
US+IA	5,11 ± 0,12 ^{Ba}	7,99 ± 0,07 ^{Aa}
US+IV	4,53 ± 0,52 ^{Bab}	7,51 ± 0,11 ^{Ab}

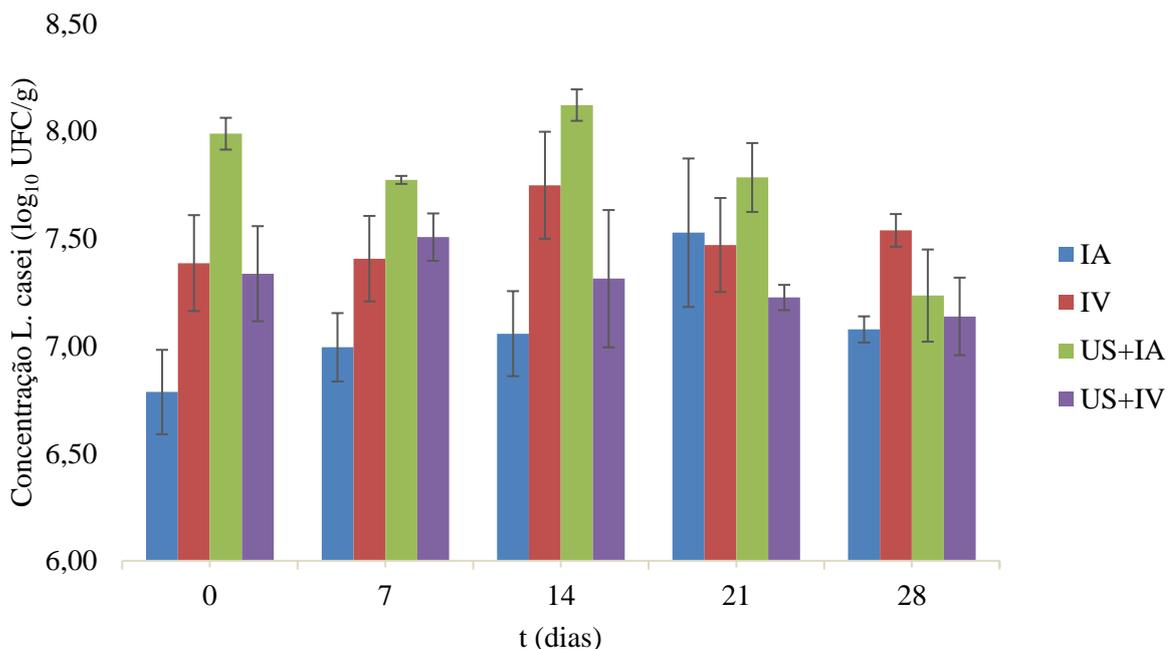
IA – Impregnação a pressão atmosférica; IV – Impregnação a vácuo; US+IA – Impregnação a pressão atmosférica pré-tratada com ultrassom; US+IV – Impregnação a vácuo pré-tratada com ultrassom. Os dados foram expressos em média ± desvio padrão. Índices sobrescritos em maiúsculo iguais na mesma linha e minúsculos na mesma coluna representam que não há diferença significativa segundo o Teste de Tukey (p<0,05).

Os dados da Tabela 3 corroboram com aqueles encontrados na Tabela 2, pois quanto maior a umidade inicial, maior a capacidade de incorporação da solução de impregnação nas amostras, resultando em uma mais elevada concentração de células viáveis de probióticos após

a secagem. Comparando os métodos, verifica-se uma maior concentração de ambos os probióticos no tratamento US+IA ($p < 0,05$), em consonância com a maior umidade inicial, obtida quando foi utilizado o mesmo tratamento. Da mesma forma, em um estudo que buscou determinar a influência da impregnação de ferro em batatas pré-tratadas ou não com ultrassom, foi observado que o pré-tratamento afeta positivamente na impregnação, obtendo uma concentração de ferro maior quando o ultrassom foi aplicado (MASHKOUR et al., 2018).

A partir da Tabela 3, pode-se notar que o *L. casei* se adaptou melhor que o *L. acidophilus* na impregnação e secagem da jaca, onde em nenhum dos tratamentos obteve-se a concentração de $6 \log_{10}$ UFC/g, quantidade necessária para alegação probiótica. Todos os resultados diferiram estatisticamente ao serem comparados os dois probióticos, sendo assim, foi decidida a continuidade do estudo de *shelf-life* somente para o probiótico *L. casei* (Figura 5).

Figura 5: Concentração de *L. casei* no decorrer de 28 dias de armazenamento. Valores expressos em média e desvio padrão.



Fonte: Autoria própria

Percebe-se que o tratamento IA (Figura 5), ao ser comparado com os outros, possui uma concentração menor, inclusive no dia 0 e 7 há diferença significativa ($p < 0,05$). Ao serem realizados os tratamentos com ultrassom e vácuo, há uma maior capacidade de infiltração do microrganismo na matriz da jaca, o que confere maior proteção quanto ao calor. Apesar disso, no tratamento IA, há uma menor infiltração do probiótico, que se encontra, em sua maior parte, na superfície do produto, o que acarreta em maior exposição ao ar de secagem, ocasionando em injúria, assim como observado no estudo de Rodrigues et al. (2018).

Quanto ao acompanhamento semanal (Figura 5), os tratamentos IA, IV e US+IV permitiram que o *L. casei* se mantivesse viável, porém apresentou variação na concentração durante os 28 dias de armazenamento. Os resultados não se mostram significativamente diferentes entre si.

O tratamento US+IA teve, durante as duas primeiras semanas, a maior concentração entre os tratamentos, porém foi o mais afetado pelo tempo de armazenamento, com queda de $0,75 \log_{10}$ UFC/g (Figura 5). Apresenta uma maior eficácia se comparado a um estudo de sobrevivência de probiótico realizado após a impregnação de *L. paracasei* em cubos de maçã e posterior secagem convencional e a vácuo, em que foi verificado que a concentração de probióticos decresceu em mais de $1 \log_{10}$ UFC/g, dependendo do tipo de secagem, após 28 dias de armazenamento (AKMAN et al., 2019). Corroborar, ainda, com outro estudo que comparou a viabilidade de *L. rhamnosus* após impregnação e secagem com diferentes métodos quando armazenado em refrigeração e mostrou que há um decréscimo de aproximadamente $1 \log_{10}$ UFC/g nos primeiros 30 dias, porém os microrganismos tornam a crescer no 60º dia e se estabilizam até o 180º dia (NOORBAKHS; YAGHMAEE; DURANCE, 2013). Um estudo com fermentação de suco de abacaxi, pré-tratado ou não com ultrassom, não manteve a concentração de probióticos, levando a uma queda de $1 \log_{10}$ UFC/g em 28 dias e $3 \log_{10}$ UFC/g em 42 dias de armazenamento, mostrando que os frutos desidratados têm um maior vida útil, se comparado a bebidas fermentadas (COSTA et al., 2013).

Para um produto ser considerado probiótico, é necessário que seja ingerido em quantidades adequadas para apresentar efeitos benéficos à saúde (FAO/WHO, 2001). Entretanto, apesar de não existirem estudos comprovando esses efeitos, uma concentração entre 6 e $7 \log_{10}$ UFC/g (ou entre 8 e $9 \log_{10}$ UFC por porção) é recomendada para um produto ser considerado probiótico, assim como deve manter sua viabilidade durante o *shelf-life* (BERTAZZONI et al., 2013; CHAMPAGNE et al., 2011; CUI et al., 2018; RODRIGUES et al., 2018). A jaca, após seca, possui concentração de *L. casei* entre $6,79 \pm 0,20$ e $7,99 \pm 0,07 \log_{10}$ UFC/g no dia 0 e entre $7,08 \pm 0,06$ e $7,54 \pm 0,08 \log_{10}$ UFC/g no dia 28. Segundo a indicação de concentração de probióticos, a jaca desidratada impregnada com *L. casei* pode ser considerada probiótica, tendo mantido também sua viabilidade e concentração recomendada para alegação funcional durante a vida útil do produto.

6.5 COLORIMETRIA

Os resultados obtidos através da análise colorimétricas estão dispostas na Tabela 4. Pode-se notar que nos parâmetros L^* e a^* , não houve diferença significativa entre os

tratamentos, ou seja, a impregnação seguida de secagem das amostras não variou quanto à luminosidade e intensidade de cor vermelha. Apenas há variação na intensidade da cor amarela ao comparar as amostras *in natura*, controle e US+IA com as amostras IA e IV. Quanto à diferença total de cor (DTC), somente houve diferença estatística entre o grupo controle e o tratamento IA.

Tabela 4: Resultados da análise de colorimetria na jaca *in natura*, amostras controle e tratadas

Amostra	L*	a*	b*	DTC
Jaca <i>in natura</i>	23,33 ± 1,62 ^a	3,61 ± 0,46 ^a	21,14 ± 3,90 ^b	-
Controle	22,38 ± 0,67 ^a	6,46 ± 0,47 ^a	20,06 ± 2,43 ^b	3,61 ± 0,94 ^b
IA	18,85 ± 2,29 ^a	8,50 ± 1,24 ^a	14,68 ± 2,47 ^a	10,45 ± 2,05 ^a
IV	19,10 ± 1,15 ^a	7,43 ± 0,73 ^a	13,88 ± 1,99 ^a	9,35 ± 3,33 ^{ab}
US+IA	22,08 ± 3,19 ^a	8,65 ± 0,42 ^a	20,45 ± 3,38 ^b	5,42 ± 0,69 ^{ab}
US+IV	20,42 ± 0,97 ^a	6,16 ± 0,69 ^a	17,83 ± 4,52 ^{ab}	8,25 ± 2,97 ^{ab}

Os dados foram expressos em média ± desvio padrão. Índices sobrescritos em minúsculo na mesma coluna representam que não há diferença significativa segundo o Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores de L* e b* para a jaca *in natura* (Tabela 4) encontram-se abaixo do relatado no estudo de Yi et al.(2016), 59 e 32, respectivamente. Essa diferença na cor pode ser explicada pelo fato de que no presente estudo, houve congelamento anterior ao processo de impregnação e secagem, o que ocasiona na deterioração de pigmentos, como os carotenoides, assim como o descongelamento em temperatura de refrigeração (4 ± 2 °C), que ocasiona alterações na cor do fruto (ANAYA-ESPARZA et al., 2018).

Na Tabela 4, não há diferença estatística quanto aos parâmetros L* e a*, o que representa um produto final semelhante quando se compara as amostras tratadas com a jaca *in natura*. As jacas desidratadas apresentaram cor marrom clara, podendo indicar um possível escurecimento pelo processo de caramelização, como pode ser notado no estudo de Saxena, Bawa e Raju (2012), visto que as análises da jaca *in natura* apresentaram um teor de 15 % de açúcares totais em sua composição.

Quanto ao parâmetro b*, houve uma diminuição significativa, se forem comparados os tratamentos sem a utilização do ultrassom, resultando em um tom menos amarelo que as demais

amostras. O estudo de Saxena et al. (2012) demonstrou uma diminuição de 22,9 para até 8,8, quanto maior fosse a temperatura de secagem

A diferença total de cor determina o tratamento que mais causou alteração de cor durante o processamento. Pode-se notar que a amostra controle possuiu a menor modificação geral de cor, enquanto o tratamento IA causou a maior mudança, justamente por conta da maior alteração no parâmetro de intensidade da cor amarela.

7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, foi possível verificar que o probiótico *L. casei* obteve maior eficácia ao ser comparado com o *L. acidophilus*, visto que a contagem de células viáveis de *L. acidophilus* em todos dos tratamentos de impregnação seguidos de secagem, os resultados foram abaixo de $6 \log_{10}$ UFC/g.

Quanto à concentração de células viáveis de *L. casei* após o processo de impregnação seguida de secagem, as amostras de jaca resultaram em uma concentração superior a $6 \log_{10}$ UFC/g, valor que determina a alegação de produto probiótico. Dentre os diferentes métodos, o tratamento de impregnação a pressão atmosférica com pré-tratamento de ultrassom foi o que obteve maior concentração de *L. casei*, portanto o mais indicado para a elaboração de jaca desidratada impregnada com probióticos.

REFERÊNCIAS

- AKMAN, P. K. et al. Development of probiotic carrier dried apples for consumption as snack food with the impregnation of *Lactobacillus paracasei*. **LWT - Food Science and Technology**, v. 103, p. 60–68, 2019.
- ANAYA-ESPARZA, L. M. et al. Effects of Minimal Processing Technologies on Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Quality Parameters. **Food and Bioprocess Technology**, v. 11, n. 9, p. 1761–1774, 2018.
- ANDRÉS, A. et al. Vacuum Impregnation Viability of Some Fruits and Vegetables. In: **Osmotic Dehydration and Vacuum Impregnation: Applications in Food Industries**. 1. ed. Lancaster, Pennsylvania: Technomic, 2001.
- ASSIS, F. R. et al. Fortified apple (*Malus* spp., var. Fuji) snacks by vacuum impregnation of calcium lactate and convective drying. **LWT**, v. 113, 2019.
- BAKHARA, C. K.; PAL, U. S.; BAL, L. M. Drying characteristic and physico-chemical evaluation of tender jackfruit slices during osmo-convective drying. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, n. 1, p. 564–572, 2018.
- BASSO, A. M.; MOURA, M. F. V. **Jaca: um estudo de sua química e uma resenha de sua história**. 1. ed. Natal: IFRN, 2017.
- BERTAZZONI, E. et al. Probiotics and clinical effects: is the number what counts? **Journal of Chemotherapy**, v. 25, n. 4, p. 193–212, 2013.
- BETORET, E. et al. Strategies to improve food functionality: Structure–property relationships on high pressures homogenization, vacuum impregnation and drying technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 46, n. 1, p. 1–12, 2015.
- BRADFORD, K. J. et al. The dry chain: Reducing postharvest losses and improving food safety in humid climates. **Trends in Food Science & Technology**, v. 71, p. 84–93, 2018.
- BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001**, 2001.
- BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 54, de 12 de Novembro de 2012**, 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864>
- BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 241, de 26 de Julho de 2018**, 2018. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/378665>>
- BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC Nº 331, DE 23 DE Dezembro DE 2019**, 2019. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>>
- CHAMPAGNE, C. P. et al. Recommendations for the viability assessment of probiotics as concentrated cultures and in food matrices. **International Journal of Food Microbiology**, v. 149, n. 3, p. 185–193, 2011.

COOK, M. T. et al. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal of Controlled Release**, v. 162, n. 1, p. 56–67, 2012.

COSTA, M. G. M. et al. Sonicated pineapple juice as substrate for *L. casei* cultivation for probiotic beverage development: Process optimisation and product stability. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1–4, p. 261–266, 2013.

CUI, L. et al. Effects of different drying methods on quality, bacterial viability and storage stability of probiotic enriched apple snacks. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 17, n. 1, p. 247–255, 2018.

FALCÃO, M. DE A. et al. Fenologia e produtividade da fruta-pão (*Artocarpus Altilis*) e da Jaca (*A. heterophyllus*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 2, p. 179–179, jun. 2001.

FAO/WHO. Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with. p. 1–34, 2001.

FERNANDES, F. A. N. et al. Drying of Exotic Tropical Fruits: A Comprehensive Review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 2, p. 163–185, 2011.

GAN, P. L.; POH, P. E. Investigation on the effect of shapes on the drying kinetics and sensory evaluation study of dried jackfruit. **International Journal of Science and Engineering**, v. 7, n. 2, p. 193–198, 2014.

GOSWAMI, C.; CHACRABATI, R. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). In: **Nutritional composition of fruit cultivars**. 1. ed. Londres: Elsevier, 2016. p. 317–336.

GRASSINO, A. N. et al. Ultrasound assisted extraction and characterization of pectin from tomato waste. **Food Chemistry**, v. 198, p. 93–100, 2016.

HE, B. et al. Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium ashei*) wine pomace. **Food Chemistry**, v. 204, p. 70–76, 2016.

HILL, C. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 11, n. 8, p. 506–514, 2014.

IBGE. Censo Agropecuário. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz (IAL), 2008.

ISLAM, S. U. Clinical Uses of Probiotics. **Medicine**, v. 95, n. 5, 2016.

JAGADEESH, S. L. et al. Chemical composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) selections of Western Ghats of India. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 361–365, 2007.

JAYARAMAN, K. S.; GUPTA, D. K. Drying of fruits and vegetables. In: **Handbook of industrial drying**. 4. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2014. p. 611–636.

JESUS, A. L. T. DE; LEITE, T. S.; CRISTIANINI, M. High isostatic pressure and thermal processing of açai fruit (*Euterpe oleracea* Martius): Effect on pulp color and inactivation of peroxidase and polyphenol oxidase. **Food Research International**, v. 105, p. 853–862, 2018.

KUMAR, B. V.; VIJAYENDRA, S. V. N.; REDDY, O. V. S. Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 10, p. 6112–6124, 2015.

MAITY, T.; BAWA, A. S.; RAJU, P. S. Effect of preconditioning on physicochemical, microstructural, and sensory quality of vacuum-fried jackfruit chips. **Drying Technology**, v. 36, n. 1, p. 63–71, 2018.

MASHKOUR, M. et al. Effect of ultrasound pretreatment on iron fortification of potato using vacuum impregnation. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 5, p. e13590, maio 2018.

MEDEIROS, R. A. B. DE et al. Effect of different grape residues polyphenols impregnation techniques in mango. **Journal of Food Engineering**, v. 262, p. 1–8, 2019.

MEDEIROS, R. A. B. et al. Influence of dual-stage sugar substitution pretreatment on drying kinetics and quality parameters of mango. **LWT - Food Science and Technology**, v. 67, p. 167–173, 2016.

MELLO, R. E. et al. Ultrasound-assisted drying of orange peel in atmospheric freeze-dryer and convective dryer operated at moderate temperature. **Drying Technology**, v. 38, n. 1–2, p. 259–267, 2020.

MIN, M. et al. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 16, p. 1–16, 2018.

MUJUMDAR, A. S. **Handbook of industrial drying**. 4. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2014.

MUJUMDAR, A. S.; LAW, C. L. Drying Technology: Trends and Applications in Postharvest Processing. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 6, p. 843–852, 2010.

MUSIELAK, G.; MIERZWA, D.; KROEHNKE, J. Food drying enhancement by ultrasound – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 56, p. 126–141, 2016.

NERI, L. et al. Use of vacuum impregnation for the production of high quality fresh-like apple products. **Journal of Food Engineering**, v. 179, p. 98–108, 2016.

NOORBAKSH, R.; YAGHMAEE, P.; DURANCE, T. Radiant energy under vacuum (REV) technology: A novel approach for producing probiotic enriched apple snacks. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 3, p. 1049–1056, 2013.

OJHA, K. S.; KERRY, J. P.; TIWARI, B. K. Investigating the influence of ultrasound pre-

treatment on drying kinetics and moisture migration measurement in *Lactobacillus sakei* cultured and uncultured beef jerky. **LWT - Food Science and Technology**, v. 81, p. 42–49, 2017.

OLIVEIRA, L. F.; GODOY, R. L.; BORGES, S. V. O. Qualidade de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) desidratada sob diferentes condições de processo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 03, p. 241–248, 2011.

OMOLOLA, A. O.; JIDEANI, A. I. O.; KAPILA, P. F. Quality properties of fruits as affected by drying operation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 1, p. 95–108, 2017.

ORIKASA, T. et al. Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruit slices. **Journal of Food Engineering**, v. 125, p. 51–58, 2014.

PAÉZ, R. et al. Effect of heat treatment and spray drying on lactobacilli viability and resistance to simulated gastrointestinal digestion. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 748–754, 2012.

PAKDAMAN, M. N. et al. The effects of the DDS-1 strain of lactobacillus on symptomatic relief for lactose intolerance - a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover clinical trial. **Nutrition Journal**, v. 15, n. 1, p. 56, 2015.

PASŁAWSKA, M. et al. Effect of Vacuum Impregnation on Drying Kinetics and Selected Quality Factors of Apple Cubes. **International Journal of Food Engineering**, v. 13, n. 6, 2017.

RADZIEJEWSKA-KUBZDELA, E.; BIEGAŃSKA-MARECIK, R.; KIDOŃ, M. Applicability of Vacuum Impregnation to Modify Physico-Chemical, Sensory and Nutritive Characteristics of Plant Origin Products—A Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, n. 9, p. 16577–16610, 2014.

RANA, S. S.; PRADHAN, R. C.; MISHRA, S. Variation in properties of tender jackfruit during different stages of maturity. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 6, p. 2122–2129, 2018.

RASCÓN, M. P. et al. Osmotic dehydration assisted impregnation of *Lactobacillus rhamnosus* in banana and effect of water activity on the storage stability of probiotic in the freeze-dried product. **LWT**, v. 92, p. 490–496, 2018.

RICCE, C. et al. Ultrasound pre-treatment enhances the carrot drying and rehydration. **Food Research International**, v. 89, p. 701–708, 2016.

RODRIGUES, S. et al. Development of dried probiotic apple cubes incorporated with *Lactobacillus casei* NRRL B-442. **Journal of Functional Foods**, v. 41, p. 48–54, 2018.

SALAZAR, J. et al. Effect of Ultrasound on Food Processing. In: **Novel Food Processing: Effects on Rheological and Functional Properties**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2010. p. 65–84.

SALMINEN, S. et al. Human Studies on Probiotics: What Is Scientifically Proven Today? In: **Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects**. New York: Marcel Dekker, 2004.

SÁNCHEZ, B. et al. Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 61, n. 1, p. 1–15, 2017.

SASSONE-CORSI, M.; RAFFATELLU, M. No Vacancy: How Beneficial Microbes Cooperate with Immunity To Provide Colonization Resistance to Pathogens. **The Journal of Immunology**, v. 194, n. 9, p. 4081–4087, 2015.

SAXENA, A. et al. Degradation Kinetics of Colour and Total Carotenoids in Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Bulb Slices During Hot Air Drying. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 2, p. 672–679, 2012.

SAXENA, A. et al. Optimization of pretreatment and evaluation of quality of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) bulb crisps developed using combination drying. **Food and Bioproducts Processing**, v. 95, p. 106–117, 2015.

SAXENA, A.; BAWA, A. S.; RAJU, P. S. Effect of Minimal Processing on Quality of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) Bulbs Using Response Surface Methodology. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 1, p. 348–358, 2012.

SCHULZE, B.; HUBBERMANN, E. M.; SCHWARZ, K. Stability of quercetin derivatives in vacuum impregnated apple slices after drying (microwave vacuum drying, air drying, freeze drying) and storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 57, n. 1, p. 426–433, 2014.

SETTANNI, L.; MOSCHETTI, G. Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality and provide health benefits. **Food Microbiology**, v. 27, n. 6, p. 691–697, 2010.

SIDHU, A. S. Jackfruit Improvement in the Asia-Pacific Region – A Status Report. **Association of Agricultural Research Institutions (APAARI)**, p. 182, 2012.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U. The Interrelationships between Lactose Intolerance and the Modern Dairy Industry: Global Perspectives in Evolutional and Historical Backgrounds. **Nutrients**, v. 7, n. 9, p. 7312–7331, 2015.

SILVA, G. D. DA et al. Pretreatments for melon drying implementing ultrasound and vacuum. **LWT**, v. 74, p. 114–119, dez. 2016.

SILVA JÚNIOR, E. V. et al. Influence of ultrasound and vacuum assisted drying on papaya quality parameters. **LWT**, v. 97, p. 317–322, 2018.

SILVA, N. et al. **Microbiological Examination Methods of Food and Water**. Second edition. | Leiden, The Netherlands ; Boca Raton : CRC Press/Balkema, [2018]: CRC Press, 2017.

SUCHY, F. J. et al. **NIH consensus development conference statement: Lactose intolerance and health.NIH consensus and state-of-the-science statements**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20186234>>.

SWAMI, S. B. et al. Jackfruit and Its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 6, p. 565–576, 2012.

TAKAGI, A.; KANO, M.; KAGA, C. Possibility of Breast Cancer Prevention: Use of Soy Isoflavones and Fermented Soy Beverage Produced Using Probiotics. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 12, p. 10907–10920, 2015.

TOLERA, K. D.; ABERA, S. Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatments and drying methods. **Food Science & Nutrition**, v. 5, n. 5, p. 989–996, 2017.

TÜFEKÇİ, S.; ÖZKAL, S. G. Enhancement of drying and rehydration characteristics of okra by ultrasound pre-treatment application. **Heat and Mass Transfer**, v. 53, n. 7, p. 2279–2286, 2017.

TURNBULL, J. L.; ADAMS, H. N.; GORARD, D. A. Review article: the diagnosis and management of food allergy and food intolerances. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 41, n. 1, p. 3–25, 2015.

VESTERLUND, S.; SALMINEN, K.; SALMINEN, S. Water activity in dry foods containing live probiotic bacteria should be carefully considered: A case study with *Lactobacillus rhamnosus* GG in flaxseed. **International Journal of Food Microbiology**, v. 157, n. 2, p. 319–321, 2012.

VINDEROLA, G.; BURNS, P.; REINHEIMER, J. Probiotics in Nondairy Products. In: **Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 809–835.

WRIGHT, A.; AXELSSON, L. Lactic Acid Bacteria: An Introduction. In: **Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects**. 4. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2012. p. 1–16.

XU, D.-P. et al. Ultrasound-assisted extraction of natural antioxidants from the flower of *Limonium sinuatum*: Optimization and comparison with conventional methods. **Food Chemistry**, v. 217, p. 552–559, 2017.

XU, Y. et al. A comparative study of drying methods on physical characteristics, nutritional properties and antioxidant capacity of broccoli. **Drying Technology**, p. 1–11, 2019.

YI, J. et al. Developing Novel Combination Drying Method for Jackfruit Bulb Chips: Instant Controlled Pressure Drop (DIC)-Assisted Freeze Drying. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 3, p. 452–462, 2016.

ZHAO, Y.-Y. et al. Improving of texture and rehydration properties by ultrasound pretreatment for infrared-dried shiitake mushroom slices. **Drying Technology**, v. 37, n. 3, p. 352–362, 2019.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convido o (a) Sr. (a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “Efeito de diferentes métodos para elaboração de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) desidratada impregnada de probióticos”, que está sob a responsabilidade do pesquisador Allan Victor Souza Bernardino (Av. Gov. Agamenon Magalhães, 2265, apt 702 – Espinheiro – Recife/PE; Contato: (81) 992696456 allam_@hotmail.com). Está sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Patrícia Moreira Azoubel e co-orientação da Prof^a. Dr^a. Neila Mello dos Santos Cortez.

Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar a fazer parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr.(a) não será penalizado (a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de produto à base de jaca seca por ar quente com probióticos (seres vivos microscópicos que vivem no corpo humano), que seja aceito quanto ao seu gosto, dessa forma ampliando os produtos disponíveis para pessoas que possuam intolerância à lactose (açúcar do leite).

A avaliação sensorial terá como base os aspectos sensoriais (cor, sabor, aroma), assim como a preferência e a intenção de compra entre as diferentes amostras da jaca seca com probióticos. A amostra será entregue ao provador, que deverá marcar a opção que mais lhe agrada.

Em relação aos possíveis riscos da pesquisa, podem ser citados: a possível contaminação do alimento, que será minimizada adotando-se procedimentos seguros para manipulação e armazenamento dos alimentos de acordo com a recomendação da legislação sanitária. Outro provável risco será para os diabéticos, pois o produto contém açúcar em sua composição. Isso será avisado pelo pesquisador antes da realização do teste, para evitar que esse público realize o experimento.

O benefício por auxiliarem na avaliação dos aspectos sensoriais seria a aceitação de um produto contendo organismos capazes de melhorar a saúde do intestino, a qual pode vir a motivar a inserção deste produto no mercado. Além disso, o uso da jaca como elemento principal da composição, aumentaria a oferta de produtos com probióticos para a alimentação de pessoas com intolerância à lactose.

As informações dos participantes são de caráter sigiloso e apenas os dados da pesquisa serão manipulados pelo pesquisador. As fichas serão armazenadas pelo pesquisador em seu banco de dados (computador pessoal), durante o período de cinco anos.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – email: cepccs@ufpe.br).**

Pesquisador: Allan Victor Souza Bernardino

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG/ CPF/_____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA ELABORAÇÃO DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) DESIDRATADA IMPREGNADA DE PROBIÓTICOS, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data _____

Nome e Assinatura do participante ou responsável:

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA ELABORAÇÃO DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) DESIDRATADA IMPREGNADA DE PROBIÓTICOS

Pesquisador: Allan Victor Souza Bernardino

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 03926418.3.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.135.355

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Dissertação de mestrado do pós-graduando ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO, do Programa de Pós-graduação em Nutrição da UFPE, sob orientação da profa. Patricia Moreira Azoubel, do Departamento de Engenharia Química da UFPE.

Objetivo da Pesquisa:

PRIMÁRIO: a elaboração de produto à base de jaca desidratada por convecção, impregnado por probióticos.

SECUNDÁRIO: Executar a impregnação de probióticos utilizando vácuo e/ou ultrassom;•Realizar secagem através de convecção;•Realizar análise microbiológica a fim de verificar a contagem de células viáveis de microrganismos probióticos no produto elaborado e qualidade microbiológica;•Verificar tempo de prateleira do produto•Realizar análise sensorial do produto elaborado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS – Podem ser citados os riscos inerentes à possível contaminação do alimento, os quais serão minimizados adotando-se procedimentos seguros para manipulação e armazenamento dos alimentos conforme recomendação da legislação sanitária.

BENEFÍCIOS: A aceitação de um produto contendo microrganismos capazes de melhorar a saúde gastrointestinal, a qual pode vir a motivar a inserção deste produto no mercado. Além disso, o uso

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.135.355

da jaca como elemento principal da composição, aumentaria a oferta de produtos com probióticos para a alimentação de pessoas com intolerância à lactose.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A fermentação do açúcar pela microbiota natural do intestino em indivíduos intolerantes a lactose leva aos sintomas mais comuns desta síndrome, o que poderia ser minimizado pela ingestão de probióticos, que liberariam substâncias como a lactase. Existe uma demanda, por parte do grupo de intolerantes à lactose, pela elaboração de um produto de origem não láctea impregnado de probióticos. Através da utilização de técnicas de agregação de valor, como a secagem e impregnação, a jaca poderia suprir tal demanda pelos intolerantes à lactose, assim como aumentaria o valor comercial da fruta, fazendo com que esta tivesse maior participação na dieta da população.

O processo de extração da polpa de jaca ocorrerá no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LabEA) da UFPE. As amostras deverão ser submersas em líquido rico em probióticos e mantidas sob pressão atmosférica, durante 30 min ou submetidas à pressão negativa (vácuo) ou submetidas a banho de ultrassom. Após a impregnação, as amostras serão submetidas ao processo de secagem por convecção. As análises físico-químicas da farinha ocorrerão no Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos – UFPE quanto ao teor de umidade, atividade de água, carboidratos, total de sólidos solúveis, acidez titulável em ácido cítrico e pH, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (ZENEBA, PASCUET & TIGLEA, 2008). Serão realizados testes microbiológicos de acordo com o que preconiza a RDC nº 12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001); contagem de células viáveis dos probióticos, pelo método de SILVA et al. (2013) e tempo de prateleira a cada 15 dias por 120 dias. A massa alimentícia produzida será submetida a análise sensorial, em conformidade com o método de Teste de Aceitação por Escala Hedônica com 120 voluntários. Os atributos aparência, odor, textura e sabor serão avaliados através do uso de escala hedônica, a qual contará de com 9 pontos. Ademais, será feito o teste de intenção de compra, que apresentará uma escala de pontuação variando de 1 a 5 pontos. Esta etapa da pesquisa ocorrerá na sala de análise sensorial do Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos – UFPE. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador principal. Os critérios de inclusão e exclusão estão bem definidos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados e estão adequados.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.135.355

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1270179.pdf	04/12/2018 12:26:18		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_Allan.docx	04/12/2018 12:25:42	Allan Victor Souza Bernardino	Aceito

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.135.355

Justificativa de Ausência	TCLE_Allan.docx	04/12/2018 12:25:42	Allan Victor Souza Bernardino	Aceito
Folha de Rosto	comite_de_etica_Allan.pdf	04/12/2018 11:46:51	Allan Victor Souza Bernardino	Aceito
Outros	Termo_de_compromisso.jpeg	04/12/2018 11:43:35	Allan Victor Souza Bernardino	Aceito
Outros	Anuencia_LEAAL.jpeg	04/12/2018 11:43:14	Allan Victor Souza Bernardino	Aceito
Outros	Anuencia_LabEA.jpeg	04/12/2018 11:42:43	Allan Victor Souza Bernardino	Aceito
Outros	SIGaUFPE_Allan.pdf	04/12/2018 02:50:35	ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO	Aceito
Outros	Lattesnathalia.pdf	04/12/2018 02:45:52	ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO	Aceito
Outros	Lattesneila.pdf	04/12/2018 02:45:15	ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO	Aceito
Outros	Lattespatricia.pdf	04/12/2018 02:44:21	ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO	Aceito
Outros	Lattesallan.pdf	04/12/2018 02:43:48	ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Allan.docx	04/12/2018 02:39:22	ALLAN VICTOR SOUZA BERNARDINO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 07 de Fevereiro de 2019

Assinado por:

**Gisele Cristina Sena da Silva Pinho
(Coordenador(a))**

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br