

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

NATHALIA SANTOS ROCHA

**DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA SECA SEM GLÚTEN À BASE
DE AMIDO DA SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* L.)**

Recife
2020

NATHALIA SANTOS ROCHA

**DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA SECA SEM GLÚTEN À BASE
DE AMIDO DA SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus L.*)**

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 de Alimentos

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

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Neide Kazue Sakugawa Shinohara

Recife

2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Elaine Freitas, CRB4: 1790

R672d Rocha, Nathalia Santos
Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base de amido da semente de jaca (*artocarpus heterophyllus* L.) / Nathalia Santos Rocha. – 2020.
73 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, apêndices e anexo.

1. Extração em fase sólida. 2. Ultrassom. 3. Resíduos. 4. Doença celíaca. 5. Massas alimentícias. I. Azoubel, Patrícia Moreira (orientadora). II. Título.

612.3 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2020 - 089)

NATHALIA SANTOS ROCHA

**DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA SECA SEM GLÚTEN À BASE
DE AMIDO DA SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus L.*)**

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: 20 / 02 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr^a Maria do Rosário de Fátima Padilha (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (DTR-UFRPE)

Prof.^a Dr^a Viviane Lansky Xavier (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof.^a Dr^a Tânia Lúcia Montenegro Stamford (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Universo por ter me conduzido a este caminho, e ter me proporcionado uma vivência muito além de tudo que eu havia imaginado. Por ter me permitido chegar tão longe, e continuar almejando muito mais.

Agradeço à minha mãe, Joanalice Rocha, por sempre ter lutado pela minha educação, e por me permitir fazer o que eu gosto. Sem esse apoio, nada disso teria sido possível. Agradeço por estar sempre presente, por querer entender o que está acontecendo a cada passo dado, por saber quando era a hora de parar, quando nem eu mesma sabia e/ou aceitava. O seu apoio incondicional, especialmente durante o tempo de estudo para a seleção do mestrado, me permitiram estar aqui hoje. Obrigada por permitir que eu me dedicasse somente ao estudo, mesmo quando as coisas se tornaram mais difíceis.

À minha orientadora, Patrícia Azoubel, por ter me aceitado mesmo quando o tema do trabalho ainda não era de sua área de atuação. Obrigada por ter me acolhido, e se mostrado disposta a discutir temas que se tornassem pertinentes. Sua paixão pela pesquisa inspira a todos, espero que nossos caminhos continuem se cruzando. Ter a chance de aprender com você sem dúvida foi uma das melhores experiências que vivenciei no mestrado. A sua calma e objetividade transcendem você. A estabilidade emocional que você consegue proporcionar para todos os seus orientandos te torna uma orientadora sem igual.

À minha co-orientadora, Neide Shinohara, que me acompanha desde a graduação, e sempre esteve na torcida para o seguimento da carreira acadêmica. Obrigada por todos os ensinamentos, todo estímulo e pelas conversas. Sem você definitivamente eu não teria nem mesmo pensado nessa possibilidade, muito menos teria entrado em um programa de prestígio.

À Fatima Patilha, a professora que me inseriu no mundo das pesquisas e aulas. Serei eternamente grata a você por ter aberto a minha mente, e me apresentado um mundo novo de possibilidades. Ter a oportunidade de ser sua orientanda em iniciação científica e projeto de extensão foi extremamente enriquecedor. Perdoe-me por nem sempre ter buscado seus conselhos, e por as vezes ter sido mais independente do que deveria. A maturidade ensina que para aprender, primeiro é preciso saber como fazer e isso se faz buscando informações com quem realmente sabe.

Às minhas amigas dos tempos de colégio (Bru, Vane, Rena, Ju, Thati, Ka, Nati, Clara e Kasy) por não desistirem de mim. Mesmo todas as vezes eu falando que não podia sair por estar cheia de coisas do mestrado para fazer, vocês sempre se mantiveram presentes.

Aos “*Pazoubinhos*”, como nos chamamos no laboratório, por estarem SEMPRE tão dispostos a colaborar e contribuir com o trabalho alheio. Vocês foram essenciais do começo ao final desta pesquisa! Obrigada Rafa, Ed, Shirley, João, Amanda e Elaine. Com certeza aprendi muito com vocês, espero poder transmitir tudo que me foi passado.

À minha turma do mestrado, sem dúvida alguma a turma 2018 irá ficar marcada na pós como a mais unida e proativa da história. A interação entre todas as áreas conseguiu dar mais leveza às aulas e à rotina cansativa.

Aos meus “*alimigos*”, Allan, Keyla, Bella, Wal, Mari, Regi e Weni não tenho palavras nem para expressar toda gratidão. Vocês são incríveis, nunca duvidem do potencial de vocês, muito menos permitam que alguém faça isso. Oficiais ou extraoficiais, cada um ajudou de uma forma, no seu tempo e dentro das suas condições. Jamais vou esquecer nossos perrengue coletivos, desabafos coletivos e mais importante, nossos lanches coletivos. Obrigada por sempre me alegrarem quando estava para baixo, por me ouvirem, por confiarem em mim e por me alimentar de coisas gostosas.

À Allan Souza, que além de encarar essa jornada comigo, foi porto seguro quando tudo era vendaval. Obrigada com compartilhar a vida comigo e essa experiência do mestrado.

À banca, que desde a defesa de qualificação fez excelentes sugestões, as quais contribuíram para a melhoria do trabalho. Agradeço também por terem aceitado o convite e estarem comigo em um dia decisivo.

Aos técnicos dos laboratórios de Engenharia de Alimentos, Márcia, Ronaldo, Graciliane, Ana e Karla, por me socorrem nas análises. Agradeço a solicitude e disposição a ensinar, mesmo as vezes isso ocorrendo durante as férias. Obrigada pelas conversas na hora do almoço, que sempre ajudaram a relaxar um pouco diante da rotina cansativa do laboratório.

À professora Neila Cortez, por sempre ter se mostrado disposta a ajudar, e por sempre ajudar no que fosse necessário para a realização das análises.

RESUMO

Apesar do crescimento do nicho de mercado dos produtos sem glúten, a inclusão de produtos triviais *gluten-free* na dieta, como as massas alimentícias, pode chegar a impactar em mais de 50% do orçamento alimentar familiar. Portanto, a utilização de matérias-primas não convencionais e o aproveitamento de subprodutos podem ser alternativas para reduzir esse impacto. Nesse contexto, a semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.), fruta amplamente cultivada em zonas tropicais e subtropicais, pode representar até 15% do peso do fruto, tendo o amido como principal componente. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma massa alimentícia sem glúten, à base de amido extraído da semente de jaca (ASJ) com utilização de ultrassom. Foram coletadas jacas da variedade dura, em estágio de maturação V e VI, os quais representam respectivamente a infrutescência madura, para consumo cozido e infrutescência completamente madura, para consumo fresco. As sementes foram removidas, descascadas, trituradas e o amido foi extraído utilizando ultrassom (25 kHz) por 15 min. O rendimento do amido não purificado foi de aproximadamente 18%, sendo este, seco a uma temperatura de 50 °C, por 310 min. O ASJ foi utilizado como base em duas formulações de massas sem glúten, sendo ambas adicionadas de 25% de goma de tapioca pré-gelatinizada, e uma delas, adicionada de especiarias secas a 60 °C. As massas obtidas foram avaliadas quanto à composição físico-química, perfil de cor, textura, avaliação microbiológica e sensorial. Pela avaliação colorimétrica, pôde-se observar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras do grupo seco e hidratado em relação aos parâmetros L^* e a^* . Quanto ao parâmetro b^* , houve diferença significativa entre as amostras apenas no grupo dos exemplares hidratados, onde todos divergiram entre si. Quanto às propriedades tecnológicas, a adição de especiarias na massa causou diferença estatística nos parâmetros de perda de massa na cocção e índice de inchaço. Em se tratando das análises microbiológicas, foi observada a conformidade com a legislação brasileira vigente. Os resultados da análise sensorial mostraram a aceitação dos produtos elaborados, sendo o atributo aroma o único a apresentar diferença significativa. Verifica-se, portanto, que o amido da semente de jaca pode vir a se tornar uma matéria-prima de ampla utilização comercial. Seu uso além de promover maior diversificação de ingredientes, virá a contribuir com o meio ambiente, visto que o descarte de resíduo sólido será reduzido.

Palavras-chave: Extração em fase sólida. Ultrassom. Resíduos. Doença celíaca. Massas alimentícias.

ABSTRACT

Despite the growth of the market niche for gluten-free products, its inclusion in the diet, such as pasta, can impact more than 50% of the family food budget. Therefore, the use of non-conventional raw materials and by-products can be alternatives to reduce this impact. In this context, jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seed, a fruit widely cultivated in tropical and subtropical areas, can represent up to 15% of the weight of the fruit, with starch as its main component. Thus, this work aimed to develop a gluten-free pasta, based on jackfruit seed starch (JSS) extracted with ultrasound. Jackfruits of the hard variety were collected, in the stage of maturation V and IV, which respectively represent the mature fruit for cooked consumption and completely ripe fruit for fresh consumption. The seeds were removed, peeled, crushed, and the starch was extracted using ultrasound (25 kHz) for 15 min. The yield of unpurified starch was approximately 18%, which was dried at a temperature of 50 °C for 310 min. JSS was used as the basis for two gluten-free pasta formulations, both being added by 25% of pregelatinized tapioca gum, and one of them added with spices dried at 60 °C. The obtained pastas were evaluated for physical-chemical composition, color profile, texture, microbiological and sensory evaluation. By colorimetric evaluation, it was possible to observe significant differences ($p < 0.05$) between dried and hydrated samples in relation to parameters L^* and a^* . Regarding parameter b^* , there was a significant difference between the samples only in the hydrated group, where all diverged from each other. As for the technological properties, the addition of spices to the dough caused a statistical difference in the parameters of mass loss in cooking, and swelling index. Regarding to microbiological analysis, compliance with current Brazilian legislation was observed. The results of the sensory analysis showed acceptance of the elaborated products, being the aroma attribute the only to present a significant difference. It is verified, therefore, that the jackfruit seed starch may become a raw material of wide commercial use. Its use, in addition to promoting greater diversifications of ingredients, will contribute to the environment, since the disposal of solid waste will be reduced.

Keywords: Solid phase extraction. Ultrasound. Waste. Celiac disease. Pasta.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	A:Jaqueira plantada na UFRPE; B: Frutos selecionados de acordo com o estágio de maturação	23
Figura 2 –	porção de sementes coletadas para o estudo.....	25
Figura 3 –	A: sementes separadas e selecionadas B: sanitização das sementes.....	32
Figura 4 –	Amostra piloto do ASJ submetida à cinética de secagem.	33
Figura 5 –	À esquerda amostra padrão (MP) e à direita amostra temperada (MT) submetidas à cinética de secagem	37
Figura 6 –	Curva de secagem do amido. Tempo expresso em minutos.....	43
Figura 7 –	Massas alimentícias elaboradas e codificadas. A – massa padrão; B – massa temperada.....	45
Figura 8 –	Curvas de secagem das massas alimentícias produzidas. A: gráfico da massa padrão; B: gráfico da massa temperada.....	46
Figura 9 –	Perfil dos provadores participantes da análise sensorial	52
Figura 10 –	Representação do percentual de provadores de acordo com a nota atribuída à intenção de compra.....	54
Figura 11 –	Representação da quantidade de provadores de acordo com as notas obtidas no teste de escala do ideal.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Formulação das massas alimentícias secas.....	36
Tabela 2 –	Caracterização centesimal, físico-química do amido extraído da semente de jaca.....	44
Tabela 3 –	Avaliação de solubilidade do amido da semente de jaca (ASJ) em diferentes temperaturas.....	45
Tabela 4 –	Composição físico-química das massas alimentícias elaboradas com amido de semente de jaca.....	47
Tabela 5 –	Parâmetros de cocção das massas sem glúten elaboradas com amido de semente de jaca.....	48
Tabela 6 –	Propriedades de textura das massas sem glúten cozidas elaboradas com amido de semente de jaca	48
Tabela 7 –	Comparação de cor das amostras nas condições secas e hidratadas.....	50
Tabela 8 –	Análise microbiológica das massas secas elaboradas com amido de semente de jaca	51
Tabela 9 –	Resultado da avaliação individual de atributos das massas alimentícias sem glúten.	53
Tabela 10 –	Resultados obtidos no teste de penalidade, através da aplicação da escala do ideal.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
ASJ	Amido da semente de jaca
BHI	Ágar Infuso Cérebro Coração
DC	Doença celíaca
DP	Desvio padrão
DSG	Dieta sem glúten
EAUS	Extração assistida por ultrassom
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
MA	Massa alimentícia
MP	Massa padrão
MT	Massa temperada
PCA	Ágar Infuso Cérebro Coração
PDA	Ágar Dextrose Batata
PNRS	Política nacional de resíduos sólidos
RA	Resíduos alimentares
RS	Resíduo sólido
SG	Sem glúten
SJ	Semente de jaca
US	Ultrassom

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN.....	16
2.1.1	Propriedades tecnológicas.....	16
2.1.2	Processo de secagem.....	17
2.1.3	Massas alimentícias sem glúten convencionais.....	18
2.1.4	Desafios para manutenção da dieta sem glúten.....	19
2.1.5	Possíveis alternativas.....	21
2.2	APROVEITAMENTO DAS SEMENTES DE JACA.....	22
2.2.1	Importância da fruta.....	23
2.2.2	Utilização das sementes.....	24
2.2.3	Fonte alternativa de amido.....	26
2.3	EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS POR ULTRASSOM.....	27
3	HIPÓTESE.....	30
4	OBJETIVOS.....	31
4.1	OBJETIVO GERAL.....	31
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
5.1	MATÉRIA-PRIMA.....	32
5.2	EXTRAÇÃO DO AMIDO.....	33
5.2.1	Secagem do amido.....	33
5.2.2	Análises físico-químicas e de solubilidade do amido.....	34
5.3	ELABORAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN.....	35
5.3.1	Secagem das massas.....	37
5.3.2	Caracterização físico-química das massas.....	37
5.3.3	Propriedades de cocção.....	38

5.3.3.1	Determinação do tempo de cocção ideal	38
5.3.3.2	Perda de massa em cocção.....	38
5.3.3.3	Absorção de água.....	38
5.3.3.4	Aumento de volume ou índice de inchaço.....	38
5.3.4	Análise de textura	38
5.3.5	Análise microbiológica	39
5.3.6	Análise sensorial.....	39
5.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6.1	EXTRAÇÃO DO AMIDO	42
6.2	SECAGEM DO AMIDO	42
6.3	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E FÍSICO-QUÍMICA DO AMIDO	43
6.4	SOLUBILIDADE DO AMIDO.....	44
6.5	ELABORAÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS.....	45
6.6	SECAGEM DAS MASSAS	46
6.7	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS	46
6.8	PROPRIEDADES DE COCÇÃO.....	47
6.9	TEXTURA.....	48
6.10	ANÁLISE DA COR DO AMIDO E DAS MASSAS	49
6.11	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS MASSAS	51
6.12	ANÁLISE SENSORIAL	51
7	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS.....	57
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	65
	APÊNDICE B – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL	67
	APÊNDICE C – PANFLETO DE DIVULGAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL.....	69

ANEXO A – PARECER DO CEP PARA EXECUÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL	70
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

Cerca de 1% da população brasileira possui doença celíaca, sendo que na escala global esse número pode chegar a 2% (AFONSO; JORGE; MOREIRA, 2016; THEETHIRA; DENNIS, 2015). Até o ano de 2023, o aumento na venda de produtos sem glúten está estimado em 7,6% ao ano. No entanto, a busca por alimentos mais saudáveis e que auxiliem na dieta, especialmente no que concerne à perda de peso, também tem contribuído para o aumento do consumo desse tipo de produto (MARKETS and MARKETS, 2018).

Apesar da crescente tendência observada, os produtos alimentares sem glúten, incluídos nesse grupo as massas, são mais caros se comparados aos tradicionais, representando mais de 50% do orçamento alimentar familiar. No caso das massas alimentícias, foi encontrada uma das maiores diferenças de preço em relação ao alimento convencional, o que representa um fator negativo, já que esse é um alimento considerado essencial à alimentação diária (AFONSO; JORGE; MOREIRA, 2016).

Dentre as alternativas capazes de ajudar a solucionar o problema do custo elevado e a baixa variedade deste tipo de produto, a utilização não convencional dos alimentos se mostra um método passível de utilização. A importância deste método se baseia no fato de o desperdício alimentar influenciar na disponibilidade de recursos para o cidadão, uma vez que há elevação do custo dos produtos convencionais. As perdas alimentares brasileiras apresentam características de nações em desenvolvimento, bem como das desenvolvidas, visto que o país possui dimensão continental, com diferenciações regionais e socioeconômicas. Compreender o impacto e os desdobramentos da perda alimentar é fundamental, já que esse problema perpassa questões sociais, econômica e ambientais (SANTOS, 2017).

Para a elaboração de produtos sem glúten, geralmente utiliza-se um mix de farinhas alternativas, obtidas de grãos livres de glúten, as quais podem receber aditivos para lhes conferir características semelhantes às da proteína do trigo (JOHNSTON; SNYDER; SMITH, 2017). Além disso, verifica-se o recorrente uso da técnica de pré-gelatinização. O método vem sendo utilizado com farinhas e amidos de fontes não convencionais, para desenvolvimento de massas alimentícias (LARROSA et al., 2016; ORMENESE; CHANG, 2003).

De fácil disseminação e com proliferação espontânea em regiões que apresentam marcantes características das zonas tropicais no país, a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) também pode ser cultivada em zonas subtropicais e semiáridas – utilizando-se a técnica de irrigação. Assim sendo, no Brasil, esta cultivar é amplamente cultivada em toda a costa

tropical. No caso da jaca, a absorção pelo mercado se dá principalmente através da polpa, enquanto todo o resto do fruto é geralmente descartado, apesar de volume total dos sementes representar até 15% de seu peso total (CARVALHO; BORGES; TEIXERA, 2009; SANTOS et al., 2012; SOUZA et al., 2009).

Em farinha elaborada com as sementes, Santos (2012) obteve elevado teor de proteínas e de fibras – 12% e 29,10%, respectivamente – o que faz da semente da jaca uma boa alternativa para a substituição do trigo na alimentação humana. Adicionalmente, em estudo acerca das características e propriedades do amido extraído da semente de jaca, Madruga et al. (2014) concluiu que tal matéria-prima possui elevado potencial para extração do supracitado composto.

Como tecnologia alternativa na extração de compostos tem-se a utilização do ultrassom, o qual se utiliza de diferentes fenômenos físicos e químicos para sua efetivação, conseguindo, assim, ser mais eficiente que as técnicas convencionais. Como resultado, oferece mais qualidade ao produto obtido, além de reduzir o binômio tempo-temperatura, bem como o uso de solventes químicos (CÁRCEL et al., 2012; CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHAN, 2011).

As vibrações mecânicas ocasionadas pelas ondas ultrassônicas com frequências acima de 20 kHz (inaudíveis para humanos) são capazes de se dissipar em diversos meios. Elas podem ser utilizadas para variados propósitos, tanto tecnológicos, a exemplo da emulsão e extração, quanto de conservação, como para inativação enzimática e microbiológica (MARIĆ et al., 2018).

Recentemente, estudos envolvendo utilização de ultrassom em alimentos foram realizados com sucesso, sendo este tanto um pré-tratamento como uma tecnologia combinada. A aplicabilidade da técnica em diversos métodos se mostrou viável em matrizes vegetais como mamão, melão, nectarina e jaca (JÚNIOR et al., 2018; MOORTHY et al., 2017; SILVA et al., 2019, 2016).

Diante do exposto, evidencia-se a possibilidade de obtenção de produtos sem glúten aceitos sensorialmente, elaborados através do uso de subproduto com valor nutricional apreciável. Assim, além de contribuir atendendo a um crescente nicho de mercado, também é uma forma de colaborar com o meio ambiente no que concerne à utilização de resíduos antes descartado, por vezes de forma inadequada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN

2.1.1 Propriedades tecnológicas

O processo produtivo de massas alimentícias à base de farinha de trigo envolve a formação da cadeia de glúten para que este garanta a elasticidade da massa e a retenção dos grânulos de amido – tornando, portanto, ínfimas as perdas durante o cozimento. Propriedades específicas do produto podem tornar a modificação da base de trigo por uma base sem glúten ainda mais difícil, sendo essas: a perda máxima de sólidos solúveis deve ser $\leq 6\%$ (durante a cocção); o peso do produto cozido deve ser o dobro da matriz crua; e seu volume deve ser de duas a três vezes maior (BRITES; SCHMIELE; STEEL, 2018).

No desenvolvimento de produtos sem glúten (SG), a substituição das funcionalidades desta proteína representa, portanto, a maior dificuldade quanto às questões tecnológicas. Tradicionalmente em substituição à farinha de trigo utiliza-se a farinha de arroz. No entanto, pela ausência do glúten, a inserção de aditivos alimentares como proteínas e hidrocoloides são essenciais para dar coesividade e estabilidade à massa (PHONGTHAI et al., 2017).

O uso de vegetais proteicos para a confecção de alimentos vem consolidando como tendência, dada a versatilidade deste nutriente. Algumas importantes propriedades tecnológicas de interesse comercial, como emulsão, gelatinização e ligação hidrofílica-hidrofóbica, podem ser conseguidas através do uso das proteínas vegetais, a exemplo das extraídas da semente de jaca, com a utilização de ultrassom (RESENDIZ-VAZQUEZ et al., 2017).

A escolha de ingredientes que melhorem as características tecnológicas de massas se torna bastante complexa, visto que aditivos químicos são considerados não saudáveis pelo consumidor. Assim sendo, a indústria tende a acrescentar proteínas extraídas de fontes naturais, buscando melhorar as características nutricionais e de textura do alimento *gluten-free* (MARTI et al., 2013).

Tais propriedades de textura apresentam características específicas, as quais dividem-se em três grupos: mecânicas, geométricas e outras. Estas podem ser visualizadas, respectivamente, através de submissão à pressão, observação da aparência e mastigação. Os atributos geralmente observados dentre estas propriedades são dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e viscosidade (características mecânicas); formato da superfície ou do

arranjo celular (características geométricas); umidade e oleosidade (características de mastigação) (SZCZESNIAK, 1963).

A partir de investigações destes atributos foi possível perceber que alguns fatores estão diretamente ligados, como: quanto menor o grau de expansão da massa, menor a dureza e, conseqüentemente, maior a quebra. Verificou-se, também, que a presença de fibras em massas eleva a dureza do produto, em virtude da menor espessura da parede celular. Ademais, verificou-se a relação de dependência da viscosidade quanto à capacidade de gelatinização do amido (JOZINOVIC' et al., 2016).

No que concerne às propriedades de cocção das massas secas, tanto as características da matéria-prima, quanto as do processo de elaboração são importantes. O amassamento e a extrusão da massa alimentícia (MA) após a hidratação da farinha são cruciais para a qualidade do produto. A utilização de temperatura alta e baixa umidade, tende a ocasionar uma maior interação entre amido, proteína e lipídio, tornando a massa mais estável após o cozimento. Já temperatura e umidade elevadas, podem vir a colaborar para o inchamento anormal do grânulo de amido, o qual virá a se partir, e produzir uma massa de baixa qualidade (NONI; PAGANI, 2010).

Diante da complexidade dos atributos avaliados, as propriedades de textura vêm sendo estudadas com o auxílio de equipamentos, em conjunto com análises sensoriais, de forma a se obter um melhor resultado. A percepção humana acerca dessas características é de extrema relevância, já que é considerada um ponto crítico no desenvolvimento e na aceitação de alimentos (CHAMBERS; JENKINS; GARCIA, 2017).

2.1.2 Processo de secagem

As inúmeras facilidades como a maior conservação, a redução do espaço de armazenamento e a estabilidade microbiológica fizeram com que a técnica fosse aperfeiçoada ao longo dos anos. Datado do início da civilização, o processo de secagem segue sendo aplicado rotineiramente no processamento de alimentos. No entanto, a escolha da temperatura adequada se mostra de suma importância para a preservação de compostos termossensíveis. Apesar dos benefícios, o processo convencional de transferência de massa nem sempre apresenta bons efeitos, como nos casos de deterioração por degradação térmica (REN et al., 2018b; ROMERO J.; YÉPEZ V., 2015).

Um estudo experimental desenvolvido por Laleg et al. (2019) visou verificar se diferentes temperaturas de secagem de massas poderiam vir a afetar parâmetros nutricionais do

alimento e metabólicos de animais que as ingerissem. Diante da ingestão de massa alimentícia (MA), a qual foi seca em alta temperatura (90°C), a investigação concluiu que dentre todas as variáveis observadas a única que apresentou alteração foi o aumento do nitrogênio fecal e decréscimo da digestibilidade proteica. Tal evidência se justificou pela formação da reação de Maillard, a qual demonstrou *in-vitro* uma menor taxa de quebra e liberação de aminoácidos.

Em contraponto, estudos identificaram que na secagem tradicional de massas, com aplicação de alta temperatura em pouco tempo, a reação de Maillard pode ser formada e pode vir a liberar melanoidinas como produto, reduzindo a disponibilidade de proteínas. Ademais, durante a caramelização, pode haver formação de furosina. Este composto é utilizado como marcador indicativo de dano térmico na secagem de massas alimentícias e, em estudos experimentais, demonstrou ser nocivo para o fígado e os rins (GASPARRE; BETORET; ROSELL, 2019).

Visto que a secagem é a etapa crítica na elaboração de massas, é importante observar que massas sem glúten tendem a comportar-se de maneira diferente, haja vista a diversidade de ingredientes utilizados para substituição do glúten. A importância desta fase no processamento de massas SG se baseia na garantia da baixa atividade de água e, conseqüente, estabilidade microbiológica, além de conferir boas propriedades de cocção (GASPARRE; BETORET; ROSELL, 2019).

Apesar dos benefícios, a perda de água e aquecimento ocasionados pela secagem podem vir a alterar a matriz alimentar. Tal alteração pode ser especialmente importante no que concerne à textura e à reidratação. O encolhimento causado pela perda de água pode alterar o formato e vir a diminuir a maciez e, potencialmente, a aceitação do produto (BARRAGÁN-IGLESIAS et al., 2019).

2.1.3 Massas alimentícias sem glúten convencionais

Os amidos presentes nos cereais são utilizados comercialmente como substitutos ao glúten do trigo. Seu princípio de utilização se baseia na retrogradação, a qual é capaz de aumentar a viscosidade da massa, garantindo uma melhor textura. Além do crescimento de estudos acerca da adição de ingredientes, muitos processos de elaboração do produto também vêm sendo estudados. Técnicas de secagem, extrusão direta no cozimento, recozimento e elevação da temperatura de secagem das massas vêm sendo testadas de forma a obter um alimento de melhor qualidade (LINARES-GARCÍA et al., 2019).

Considerado um produto trivial, as massas alimentícias têm em seu processo de elaboração convencional a formação da cadeia de glúten. Tal formação ocorrerá a partir da mistura de trigo/sêmola e água e, virá a garantir propriedades viscoelásticas às massas. Quando há produção de um alimento livre desta proteína, aditivos como gomas e emulsificantes são geralmente adicionados para garantir uma melhora na textura (PHONGTHAI et al., 2017; SOSA; CALIFANO; LORENZO, 2019).

Devido ao sabor suave, alta digestibilidade e baixa coloração, a farinha de arroz é a principal substituta utilizada na elaboração de alimentos sem glúten. Apesar disso, suas propriedades tecnológicas não são adequadas, visto que esta matéria-prima produz alimentos com baixa coesividade. Por este motivo, estudos recentes envolvendo a utilização de ingredientes naturais vêm crescendo, buscando não só a melhora tecnológica, como também a nutricional (LARROSA et al., 2016; PHONGTHAI et al., 2017).

Com um número crescente de consumidores, as massas alimentícias sem glúten vêm sendo desenvolvidas e comercializadas a partir de variados cereais, de forma a agradar um maior nicho do mercado. Além do arroz, é possível encontrar nos mercados massas elaboradas a partir de milho e de outras farinhas sem glúten. No entanto, a maior parte dos produtos apresenta baixa qualidade de cocção. Elevada perda de massa na cocção e pegajosidade são defeitos comuns às massas SG (MARTI; PAGANI, 2013; PALAVECINO et al., 2017).

Dessa forma, ainda que haja uma grande variedade de produtos sem glúten no mercado, torna-se evidente que há necessidade de melhoramento nutricional e tecnológico. Por conta do papel central que esta proteína possui na estrutura do alimento, a produção de massas SG torna-se especialmente árdua ainda, portanto, representando um grande desafio. Ademais, assim como as massas elaboradas com farinha de arroz, as demais matérias-primas comerciais geralmente apresentam baixo valor nutricional, uma vez que há pobreza de minerais e compostos bioativos (MARTI; PAGANI, 2013).

2.1.4 Desafios para manutenção da dieta sem glúten

Definida como uma propensão hereditária, a doença celíaca (DC) se enquadra como uma patologia crônica autoimune, a qual possui diferentes graus de severidade. Quando há presença do glúten na alimentação, desencadeia-se um processo inflamatório do intestino delgado, a partir do qual pode vir a apresentar diversos sintomas como: diarreia, falta de apetite, alteração de humor, dermatites, deficiência de ferro, entre outros. O tratamento infundável à

intolerância ao glúten é a dieta baseada em produtos sem esta proteína, de modo que isto possa propiciar à mucosa intestinal uma recuperação total (BRASIL, 2015; RUBIO-TAPIA; MURRAY, 2010).

No entanto, alguns fatores foram apontados como estopim para transgressões alimentares, sendo eles: alto custo, pequena gama de produtos, baixa palatabilidade e ingestão por contaminação cruzada – quando não se ingere intencionalmente. Sendo assim, o desafio de manter uma dieta sem glúten de sucesso deve envolver conscientização, por meio da educação alimentar, instrução e acompanhamento médico, não só do celíaco, como de todos ao seu redor. A aquisição de alimentos sem glúten (SG), especialmente os que podem ser levados para encontros sociais se tornaria um fator de facilitação à aderência de tal prática alimentar (RODRIGUES; YONAMINE; SATIRO, 2018).

Além dos portadores de DC, modismos gastronômicos levam imperitos em alimentação a buscar diversas dietas as quais eliminem hábitos ditos não-saudáveis. Dentre eles, o consumo de produtos sem glúten se destaca, uma vez que a população acredita que tal proteína está associada a efeitos adversos negativos (JOHNSTON; SNYDER; SMITH, 2017).

A crescente popularização deste tipo de produto no comércio – visando atender ambos os públicos – alavancou as pesquisas de melhoramento tecnológico de alimentos, especialmente no que concerne ao pão e ao macarrão. Apesar disso, a substituição da farinha de trigo em produtos predominantemente consumidos no dia-a-dia por grande parte da população mundial, por outra matriz SG, ainda se apresenta como um desafio para a indústria alimentícia (MENGA et al., 2017).

Estudos envolvendo a utilização da técnica de pré-gelatinização na elaboração de diferentes tipos de macarrão obtiveram sucesso quanto à proximidade das características de textura em relação a uma massa convencional. Considerada uma técnica comum na elaboração de massas SG, o processo de pré-gelatinização utiliza choques térmicos de modo a ocasionar a retrogradação do amido, o qual será responsável pela formação de uma cadeia resistente, similar ao glúten (BRITES; SCHMIELE; STEEL, 2018; LARROSA et al., 2016).

A indústria de alimentos vem se esforçando em criar e comercializar novos produtos, os quais se encaixem em dietas restritivas – para intolerantes e alérgicos, bem como para os consumidores influenciados por modismos alimentares. Apesar disso, a variedade disponível ainda é bastante limitada, apresentando por vezes um alto custo frente a dificuldade de produção (BURDEN et al., 2015).

2.1.5 Possíveis alternativas

A importância da transformação de um resíduo, o qual pode ser ou não um subproduto, em matéria-prima vai além da questão da diminuição do desperdício alimentar, pois engloba problemas como a otimização do uso de recursos, preservação do meio ambiente, segurança alimentar e nutricional e o fator econômico. Nos últimos dez anos, ao menos 50 indústrias distribuídas pelo mundo se dedicaram a transformar resíduos de subprodutos em produto com valor agregado. Essa valorização do subproduto alimentício corrobora com a ideia de desenvolvimento sustentável (FAO, 2014; GALANAKIS, 2018).

Fenômenos modernos advindos da transição demográfica alteraram os hábitos de vida dos cidadãos por todo o mundo. A globalização e urbanização foram os principais fatores responsáveis por alterar padrões de consumo, os quais levam a uma maior possibilidade do aumento da geração de resíduos. O desperdício alimentar foi definido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como a retirada de alimentos apropriados ao consumo humano do ciclo de abastecimento, podendo ser de maneira consciente ou por negligência. Majoritariamente, é ocasionado pelo receptor final, no caso famílias, mas não apenas por elas (BAPTISTA et al., 2012; FAO, 2014).

Este tipo de perda produz um significativo impacto sobre a segurança alimentar e nutricional, e afeta o princípio da sustentabilidade – o qual procura zelar pelas boas condições sociais, econômicas e ambientais (BARBA et al., 2015). Quested et al. (2011) separa as perdas alimentares em três categorias: evitáveis, possivelmente evitáveis e não evitáveis. A primeira se refere a alimentos próprios ao consumo humano, mas que são descartados, a segunda trata principalmente dos subprodutos, os quais podem ser reaproveitados e, por último, estão os que não podem ser reaproveitados na alimentação humana.

No Brasil, por meio da lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, instituiu-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a qual dispõe sobre questões acerca da produção e gestão de resíduos sólidos (RS). Nesta lei, se encontram conceitos como o de descarte ambientalmente adequado, o qual pode ser realizado por meio de ações como a reutilização e a recuperação do RS (BRASIL, 2010).

Diante da perda anual de cerca de um terço de tudo que é produzido no mundo, há um número crescente de pesquisas as quais tratam da melhor gestão e transformação de resíduos alimentares (RA). Uma vez que o maior percentual desperdiçado é de matriz orgânica,

observou-se a possibilidade de desenvolvimento de novos produtos com valor agregado a partir da utilização dos RA (BARBA et al., 2015).

2.2 APROVEITAMENTO DAS SEMENTES DE JACA

O amido está presente em diversas partes das matrizes vegetais podendo, por exemplo, ser encontrado em frutos, caules e sementes. Quando depositado em frutos e sementes, o teor pode variar de acordo com o grau de maturação da planta. O carboidrato pode ser sintetizado pelos vegetais e utilizado como fonte de energia para o desenvolvimento, porém, pode vir a se acumular posteriormente, a depender da espécie de cultivar e do local de acúmulo (PREISS, 2018).

Sua produção ocorre nos amiloblastos e pode apresentar diferentes formatos: plano, alongado, ovalado, arredondado, dentre outros. Sua formação é majoritariamente ocasionada pela interação dos polissacarídeos amilose e amilopectina, predominantemente de cadeia linear e ramificada, respectivamente. Quanto maior a proporção de amilopectina no amido, maior será sua cristalinidade (BERTOFT, 2017).

O tamanho da partícula amilácea exerce grande influência sobre suas propriedades, sendo o ideal que esteja entre 150 - 200 μm . Quanto mais próximo a esse valor, maior será a formação da rede tridimensional, a qual é responsável pelas propriedades de gelatinização e retrogradação. Essas duas características são de grande importância em produtos sem glúten uma vez que são as responsáveis pela característica viscoelástica (FERREIRA et al., 2016). Dessa forma, conhecer a estrutura molecular dos seus grânulos é fundamental para compreender a interação com suas propriedades físico-químicas, fator de grande importância para a ciência, bem como para o processamento tecnológico (ZHANG et al., 2018b).

A partir de um estudo comparativo entre o amido da semente de jaca (ASJ), o amido de milho e a fécula de batata, pôde-se observar que o primeiro possui propriedades físico-químicas similares aos do segundo, inclusive obtendo melhores resultados com sua utilização. A crescente busca por fontes alternativas de amido se baseia na problemática da diminuição da poluição ambiental. A produção de amidos modificados comumente utilizados na indústria produzem resíduo tóxico. Em contrapartida, a utilização de fontes alternativas diminui o despejo de resíduo no ambiente (BERNARDO et al., 2018; RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019; RENGSUTTHI; CHAROENREIN, 2011).

Em comparação com os amidos de fontes convencionais, o ASJ ainda carece de estudos. Isto fica ainda mais evidente em se tratando de pesquisas as quais se dediquem a caracterizar

as diferenciações entre os tipos de amidos de diferentes cultivares da jaca (ZHANG et al., 2018b). Apesar do baixo volume de pesquisas, sabe-se que a concentração do composto na semente de jaca aumenta com o grau de maturação do fruto (RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019).

Seu potencial estabilizante e espessante além da sua elevada capacidade de absorção de água e de óleo, bem como alta temperatura de gelatinização, cristalinidade e boa estabilidade térmica, tornam o amido do semente de jaca um produto potencialmente adequado para utilização industrial (RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019).

Aos poucos, o potencial de utilização do amido da semente de jaca pela indústria alimentícia vem sendo estudado com sucesso em diferentes aplicações. A similaridade dos seus grânulos com os de matrizes convencionais, suas propriedades funcionais e físico-químicas o tornam uma boa fonte alternativa para a extração do componente (BONOMO et al., 2018; MADRUGA et al., 2014; ZHANG et al., 2016).

2.2.1 Importância da fruta

Originária das florestas do sul asiático, a jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) passou pelo leste africano, de onde se difundiu para os trópicos. Sua introdução no Brasil ocorreu através dos portugueses, a partir do século XVIII. Encontrada em todos os continentes da Terra recebe diversas denominações e seu fruto é constituído por: casca, bagos (polpa), mesocarpo, pedúnculo (eixo) e sementes. Suas características nutricionais variam de acordo com as condições edafoclimáticas de onde a jaqueira (Figura 1) está situada (BASSO; MOURA, 2017).

Figura 1 - A:Jaqueira plantada na UFRPE; B: Frutos selecionados de acordo com o estágio de maturação



Fonte: autoria própria, 2020.

As árvores chegam a medir até 250 m e os frutos podem pesar de 3 a 36 kg. Tradicionalmente, eram utilizados com propósitos medicinais, além de servirem como fonte de alimento. Sua utilização culinária é bastante comum nos países onde há amplo cultivo, sendo esta utilizada em forma de doces, sorvetes e cozidos, principalmente. Ademais, o fruto como um todo possui diversas atividades farmacológicas conhecidas (antifúngica, antiviral, antibacteriana, antitumoral, antioxidante etc.) (ARORA; PARLE, 2016).

Embora haja inúmeros benefícios à saúde já relatados, a jaca ainda é pouco explorada pela indústria alimentícia. A dificuldade de manejo da fruta, o pouco conhecimento, e o baixo percentual comestível, ainda tornam esta cultivar uma grande fonte de desperdício. No entanto, um melhor manejo pós-colheita, desenvolvimento de produto minimamente processado e conversão do resíduo em produto podem vir diminuir a questão do desperdício (RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019).

Como consequência do grande crescimento do cultivo da jaca, tanto no Brasil, com mais de 4 milhões de frutos produzidos por ano, quanto na Ásia, com mais de 15 mil hectares cultivados, há um volume representativo de sementes sendo descartado no ambiente, apesar do grande teor de amido (acima de 60% em base seca) que pode ser nela encontrado. Para solucionar essa problemática, diversos estudos vêm se dedicando a isolar e determinar as características do amido da semente de jaca, de forma que se facilite a verificação da aplicabilidade na indústria (CHEN et al., 2016; IBGE, 2017; ZHANG et al., 2018a).

2.2.2 Utilização das sementes

As sementes de jaca (Figura 2) apresentam teor de proteína comparável ao de fonte animal, no entanto, com uma menor biodisponibilidade, sendo sua principal a jacalina, a qual se encontra em concentração superior a 50% – e associa-se a atividades imunológicas. Quanto à composição mineralógica, testes demonstraram concentrações acima de 90% de potássio e magnésio. Além disso, observou-se teores mais elevados de proteína, carboidrato e lipídios nas sementes em relação à polpa – sendo seu maior componente, amido, o qual chega a apresentar teor acima de 92% em base seca (BASSO; MOURA, 2017).

Figura 2 - porção de sementes coletadas para o estudo



Fonte: autoria própria, 2020.

Sabe-se que a semente de jaca (SJ) é rica em fitoquímicos bioativos, os quais possuem propriedades antioxidantes. Ademais, estudos recentes indicaram o potencial uso da semente, a partir da extração de proteína do vegetal, tornando-a uma alternativa viável e de baixo custo (RESENDIZ-VAZQUEZ et al., 2017; ZHANG et al., 2019).

Dada sua versatilidade e elevado valor nutricional, a jaca é utilizada de diversas maneiras, desde o uso medicinal, ao uso gastronômico. Apesar disso, como fonte alimentar, as sementes, que chegam a representar até 15% do peso total do fruto, raramente são consumidas, sendo apenas de forma cozida ou assada (MUKPRASIRT; SAJJAANANTAKUL, 2004).

Observando-se o grande volume de jaca cultivada no mundo, percebe-se que o descarte das sementes representa potencialmente uma elevada quantidade de amido desperdiçada. O ASJ vem tendo sua aplicabilidade testada no desenvolvimento de paredes de encapsulação, biofilmes, espessante, estabilizante etc. (CHEN et al., 2016; LUBIS et al., 2017; MURALI et al., 2017; RENGSUTTHI; CHAROENREIN, 2011).

Ademais, em estudo elaborado acerca das propriedades tecnológicas do amido da semente de jaca, concluiu-se que esta tem bom potencial de utilização na formulação de alimentos. Isso se deve principalmente aos altos valores encontrados de amilose e amilopectina, os quais garantem boa gelatinização e estabilidade. Quando comparado aos amidos modificados, o amido proveniente da semente de jaca se mostrou mais estável ao calor e ao cisalhamento mecânico (ARORA; PARLE, 2016).

2.2.3 Fonte alternativa de amido

O amido está presente em diversas partes das matrizes vegetais podendo, por exemplo, ser encontrado em frutos, caules e sementes. Quando depositado em frutos e sementes, o teor pode variar de acordo com o grau de maturação da planta. O carboidrato pode ser sintetizado pelos vegetais e utilizado como fonte de energia para o desenvolvimento, porém, pode vir a se acumular posteriormente, a depender da espécie de cultivar e do local de acúmulo (PREISS, 2018).

Sua produção ocorre nos amiloblastos e pode apresentar diferentes formatos: plano, alongado, ovalado, arredondado, dentre outros. Sua formação é majoritariamente ocasionada pela interação dos polissacarídeos amilose e amilopectina, predominantemente de cadeia linear e ramificada, respectivamente. Quanto maior a proporção de amilopectina no amido, maior será sua cristalinidade (BERTOFT, 2017).

O tamanho da partícula amilácea exerce grande influência sobre suas propriedades, sendo o ideal que esteja entre 150 - 200 μm . Quanto mais próximo a esse valor, maior será a formação da rede tridimensional, a qual é responsável pelas propriedades de gelatinização e retrogradação. Essas duas características são de grande importância em produtos sem glúten uma vez que são as responsáveis pela característica viscoelástica (FERREIRA et al., 2016). Dessa forma, conhecer a estrutura molecular dos seus grânulos é fundamental para compreender a interação com suas propriedades físico-químicas, fator de grande importância para a ciência, bem como para o processamento tecnológico (ZHANG et al., 2018).

A partir de um estudo comparativo entre o amido da semente de jaca (ASJ), o amido de milho e a fécula de batata, pôde-se observar que o primeiro possui propriedades físico-químicas similares aos do segundo, inclusive obtendo melhores resultados com sua utilização. A crescente busca por fontes alternativas de amido se baseia na problemática da diminuição da poluição ambiental. A produção de amidos modificados comumente utilizados na indústria produzem resíduo tóxico. Em contrapartida, a utilização de fontes alternativas diminui o despejo de resíduo no ambiente (BERNARDO et al., 2018; RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019; RENGSUTTHI; CHAROENREIN, 2011).

Em comparação com os amidos de fontes convencionais, o ASJ ainda carece de estudos. Isto fica ainda mais evidente em se tratando de pesquisas as quais se dediquem a caracterizar as diferenciações entre os tipos de amidos de diferentes cultivares da jaca (ZHANG et al., 2018a). Apesar do baixo volume de pesquisas, sabe-se que a concentração do composto na

semente de jaca aumenta com o grau de maturação do fruto (RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019).

Seu potencial estabilizante e espessante além da sua elevada capacidade de absorção de água e de óleo, bem como alta temperatura de gelatinização, cristalinidade e boa estabilidade térmica, tornam o amido do semente de jaca um produto potencialmente adequado para utilização industrial (RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019).

Aos poucos, o potencial de utilização do amido da semente de jaca pela indústria alimentícia vem sendo estudado com sucesso em diferentes aplicações. A similaridade dos seus grânulos com os de matrizes convencionais, suas propriedades funcionais e físico-químicas o tornam uma boa fonte alternativa para a extração do componente (BONOMO et al., 2018; MADRUGA et al., 2014; ZHANG et al., 2016).

2.3 EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS POR ULTRASSOM

O processo de extração de compostos remota do período em que o fogo foi descoberto. A história deste método perpassa a de vários povos – tanto do oriente, quanto do ocidente – os quais o utilizavam para diversos fins, desde a elaboração de cosméticos até o preparo de alimentos. Nos dias atuais, muitos produtos industrializados utilizam a etapa de extração durante a elaboração. No entanto, os métodos convencionais consomem muito tempo, energia e utilizam solventes tóxicos (RUTKOWSKA; NAMIEŚNIK; KONIECZKA, 2017).

Técnicas de extração foram desenvolvidas ao longo do tempo visando a preservação de recursos e proteção do meio ambiente – principalmente através da diminuição de emissão dos gases poluentes e do descarte de matérias orgânicas. Apesar disso, barreiras podem ser encontradas para a existência dessas tecnologias industrialmente, sendo as principais: o custo de implementação e o custo energético – os quais podem chegar a 50% e 70%, respectivamente. Por esse motivo houve um aprimoramento de processos por meio da tecnologia e automatização, o qual preza por eficiência. Desse modo, surgiu a extração assistida por ultrassom (CHEMAT et al., 2017).

A técnica de extração assistida por ultrassom (EAUS) possui inúmeros benefícios, tais quais: redução do uso de reagentes químicos, menor uso de energia, aumento do rendimento do produto, maior agilidade do processo e consequente redução do custo. Inúmeras são as pesquisas que comparam o método tradicional de extração de compostos com a EAUS, nas quais podem ser observados os resultados que demonstram melhor qualidade/quantidade do

composto extraído e/ou a drástica redução do tempo de processamento, com obtenção de mesma quantidade de produto (BARBA et al., 2015; WEN et al., 2019).

Uma vez que se prefere utilizar alta potência ultrassônica para o método de extração, normalmente o equipamento utilizado é o que apresenta uma sonda transdutora. Esta preferência tem por base o fato de que a superfície de contato é menor. Dessa forma, controla-se melhor a potência do equipamento sobre a matéria utilizada – em comparação com o banho ultrassônico, o qual tem sua eficácia diminuída pela dissipação da intensidade na água que cerca o produto (CHEMAT et al., 2017).

Inúmeros subprodutos com valorização em potencial são desperdiçados em meio ao processamento. Isto poderia ser evitado utilizando-se técnicas de separação de compostos como o ultrassom, por exemplo. A extração de compostos a partir de subprodutos, com a utilização de ultrassom tem se tornado uma tendência, uma vez que a técnica vem sendo aplicada com sucesso por pesquisadores. É possível encontrar na literatura dados acerca de pectina extraída de casca de jaca, de subprodutos do processamento de romã, do bagaço de uvas, além de polissacarídeos extraídos de cogumelos, dentre outros com utilização da técnica ultrassônica (AGUILÓ-AGUAYO et al., 2017; MARIĆ et al., 2018; MOORTHY et al., 2017).

O princípio da EAUS se baseia na formação da cavitação, a qual promove ciclos de contração e rarefação, que são responsáveis pelo rompimento celular. Tal rompimento ocasiona a liberação do material celular, sem alterar, no entanto, a temperatura do meio, o que preserva melhor as características nutricionais do alimento (BARBA et al., 2015; REN et al., 2018a).

A frequência escolhida para o uso do ultrassom durante a EAUS é essencial, visto que quanto maior for o seu valor, menor a eficiência do processo. Isso ocorre porque os ciclos de compressão e rarefação são mais curtos, diminuindo, portanto, a formação da cavitação. Outro fator de importância é a amplitude da onda emitida. Uma amplitude alta é capaz de produzir agitação do transdutor, gerando baixa transmissão da onda acústica no meio – exceto em produtos com alta viscosidade (RUTKOWSKA; NAMIEŚNIK; KONIECZKA, 2017).

Evidências mostram que a extração de amido pelo processo de EAUS tornam o produto mais puro e elevam o rendimento (ZHU, 2015a), como demonstrado por Miano, Ibarz e Augusto (2017), os quais utilizaram grão de milho, e por Bernardo et al. (2018) ao utilizarem inhame como matéria-prima. Outros benefícios identificados foram o aumento da temperatura tanto para alcançar o ponto de colagem, quanto para ocorrência de retrogradação. Apesar disso, foi relatado que o maior tempo de exposição da amostra em alta amplitude é capaz de causar

danos ao produto, como a alteração da coloração e diminuição da viscosidade – ocasionada pelo menor poder de inchamento dos grânulos (BERNARDO et al., 2018).

De forma a garantir a elaboração de produtos com melhor qualidade, a combinação de tecnologias, a princípio desenvolvidas para outros propósitos, vem sendo estudada por pesquisadores. A exemplo disso, têm-se os pré-tratamentos assistidos de ultrassom, os quais atualmente vêm sendo combinadas com métodos de secagem no chamado “impulso tecnológico” (MUSIELAK; MIERZWA; KROEHNKE, 2016).

3 HIPÓTESE

- A extração por ultrassom possibilita obter amido de semente de jaca com boa qualidade tecnológica para elaboração de massa alimentícia seca sem glúten com características sensoriais adequadas às exigências do mercado.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma massa alimentícia seca sem glúten, a base de amido extraído da semente de jaca.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a extração assistida por ultrassom do amido da semente da jaca;
- Realizar análise físico-química, microbiológica e de propriedades reológicas do amido;
- Desenvolver formulação de massa alimentícia seca sem glúten;
- Caracterizar e analisar as propriedades tecnológicas da massa elaborada;
- Realizar análise sensorial do produto elaborado.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATÉRIA-PRIMA

Foram obtidos 39 frutos no estágio de maturação V (infrutescência madura, para consumo cozido) e VI (infrutescência completamente madura, para consumo fresco) de jaqueiras plantadas na Universidade Federal Rural de Pernambuco, campus Sede, na cidade do Recife/PE (latitude 8°56' S, longitude 34°56' W) (APAARI, 2012). Realizou-se a pré-higienização com água potável e posterior sanitização química em solução de hipoclorito de sódio diluído em água, na concentração de 0,15 mL/L. Após 15 minutos, os frutos foram retirados da solução e lavados novamente em água potável, para então proceder à etapa do pré-preparo.

Para o tratamento da semente de jaca (Figura 3), os frutos foram despulpados e tiveram a película que envolve as sementes retirada. As sementes foram sanitizadas por 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 0,15 mL/L, depois foram lavadas em água potável e secas em centrífuga doméstica. Porcionou-se em sacos plásticos e procedeu-se o congelamento.

Figura 3- A: sementes separadas e selecionadas | B: sanitização das sementes



Fonte: autoria própria, 2020.

O descascamento das sementes foi realizado com utilização de descascador de legumes industrial (Skymesen®, DB-10), enquanto estas ainda estavam congeladas. As cascas foram desprezadas e as sementes descascadas foram novamente sanitizadas e secas, conforme descrito anteriormente. Foi realizado o armazenamento em sacos de congelamento (porções de 1 kg), que foram mantidos em congelador vertical (Metalfrio - VF56) (-18°C).

Quando necessário analisar, a porção a ser utilizada foi descongelada sob refrigeração (8 °C) para minimizar os possíveis danos à matriz.

5.2 EXTRAÇÃO DO AMIDO

A extração de amido da semente de jaca foi feita de acordo com a metodologia descrita por Zhang et al. (2005), com adaptações. As sementes previamente descascadas foram trituradas em liquidificador doméstico (Philips Walita, RI7625) por 2 minutos, utilizando a proporção semente:água destilada de 1:1, de forma a obter uma pasta. Em seguida, a amostra foi depositada em um béquer de 1L e submetida ao tratamento em banho ultrassônico (Unique, USC-1850A), com frequência de 25 kHz e potência 154 W por 15 minutos.

Posteriormente, drenou-se o sobrenadante e o precipitado foi distribuído em tubos *Falcon* de 116 mm e, capacidade de 50 mL, a fim de submeter a amostra à centrifugação por 10 minutos a 3400 rpm. Ao final deste procedimento, o líquido sobrenadante foi drenado com pipeta automática e a amostra precipitada foi depositada em placas de alumínio para a secagem.

5.2.1 Secagem do amido

A secagem do amido foi feita em estufa de circulação forçada de ar (Marconi, MA 035/2) a 50 °C por 310 minutos. Este tempo foi definido conforme resultado da cinética de secagem, a qual garantiu que a umidade atingisse valor menor ou igual a 15% para este tipo de produto, conforme preconiza a RDC 263/2005, da ANVISA (BRASIL, 2005a). A amostra (Figura 4) foi pesada em balança semi-analítica (Bel®, Mark L 6501) de 15 em 15 minutos na primeira hora de secagem e, a partir da segunda hora, passou-se a pesar a cada 30 minutos até de peso constante.

Figura 4- Amostra piloto do ASJ submetida à cinética de secagem.



Fonte: autoria própria, 2020.

O estudo cinético foi feito a partir dos dados do adimensional de umidade em função do tempo de secagem, conforme indicado na Equação 1:

$$ADM = \frac{(X - X_e)}{(X_0 - X_e)} \quad (1)$$

Onde:

X = umidade média (kg de água/kg de massa seca);

X_e = teor de umidade de equilíbrio (kg de água/kg de massa seca);

X₀ = teor de umidade inicial (kg de água/kg de massa seca).

Depois de seco, o produto passou por trituração em moinho multiuso (Tecnal, TE-631/2) e padronização granulométrica com peneiramento em agitador de peneiras (Lucadema) por 10 minutos, utilizando a peneira 48 *mesh*.

5.2.2 Análises físico-químicas e de solubilidade do amido

Foram realizadas, em triplicata, as análises de teor de cinzas, lipídios, protédeos, teor de amido e acidez titulável, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). A partir dos resultados obtidos, foi elaborado o valor energético para uma porção de 20 g, conforme legislação RDC nº 359/2003 (BRASIL, 2003).

A análise de umidade foi realizada em estufa a 105 °C, por 24 h (AOAC, 2002). Para medição de atividade de água, utilizou-se um medidor portátil (Decagon, PawKit®), a 25°C.

O pH foi medido, com o auxílio de pH-metro de bancada digital (mPA-210 - Tecnopon®), calibrado. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para a determinação da solubilidade, a metodologia utilizada foi a desenvolvida por Eastman e Moore (1984), com modificações. A medição de solubilidade do amido em água foi feita a 25 °C, 80 °C e 90 °C, em triplicata. A amostra (1 g) foi pesada em balança de precisão (Ohaus®, AR2140) e, 100 mL de água destilada foi adicionado. O conjunto foi submetido a homogeneização em agitador magnético (Fisatom®, 752A) por 3 minutos. Em seguida, a solução homogeneizada foi centrifugada a 3100 rpm, por 10 minutos e, ao fim, foi retirado 25 mL do sobrenadante. Na última etapa, este sobrenadante retirado, foi colocado em placa de Petri, e levado à estufa a 110°C até que atingisse peso constante. O resultado foi expresso em porcentagem, por diferença de massa inicial e final de acordo com a equação 2:

$$\text{Solubilidade (\%)} = \frac{\text{peso dos sólidos dissolvidos no sobrenadante}}{\text{peso da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

A avaliação colorimétrica foi realizada com a utilização de equipamento portátil (Konica Minolta®, CM-600d), previamente calibrado. Os resultados foram obtidos com base nas coordenadas CIELab, onde L^* mede a luminosidade, a qual varia de 0 – 100 indicando branco e preto, respectivamente; a^* e b^* possuem valores que variam entre positivo e negativo, nos quais para a primeira letra são apresentados espectros de cor avermelhadas e esverdeadas e, na segunda letra, os valores representam espectros amarelados e azulados.

A análise de cor foi realizada tanto no amido quanto nas massas elaboradas a partir dele. Foi testado o amido seco e hidratado com água destilada na proporção 2:1, e as massas secas e cozidas em água potável, em triplicata. Esta comparação foi realizada visto que a quantidade de água utilizada para elaboração do produto pode alterar a coloração do mesmo. Massas secas elaboradas com baixa umidade tendem a apresentar coloração mais clara do que a matriz por conta da formação de superfícies não homogêneas (LARROSA et al., 2016).

A partir dos resultados obtidos em cada parâmetro, foi possível calcular a diferença média de cor (ΔE^*) entre as amostras secas e úmidas conforme a equação 3:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (3)$$

Onde: ΔE^* é a diferença total de cor;

L_0^* e L^* representam respectivamente as luminosidades das amostras a secas e úmidas;
 a_0^* e a^* representam as intensidades das cores vermelha (+) e verde (-) das amostras secas e úmidas, respectivamente;
 b_0^* e b^* representam respectivamente as intensidades das cores amarela (+) e azul (-) das amostras secas e úmidas.

5.3 ELABORAÇÃO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN

Foram realizados testes preliminares para elaboração de duas formulações do produto, (Tabela 1), a amostra padrão e a adicionada de especiarias.

Foram também verificadas as condições ideais de extrusão da massa sem glúten, de forma que pudesse ser aberta sem quebrar e com o formato mais adequado à formulação proposta. Tanto a goma de tapioca quanto as ervas finas utilizadas foram adquiridas em comércio local. A utilização das ervas se deu para suavização do sabor amargo característico do amido de semente de jaca.

Tabela 1- Formulação das massas alimentícias secas

Ingrediente (g/100 g)	Amostra	
	MP	MT
Amido da semente de jaca	49,67	48,70
Goma de tapioca hidratada	16,56	16,23
Água	33,11	32,46
Sal	0,66	0,65
Ervas finas secas*	0	1,95

MP – massa padrão, MT – massa temperada. *Tempero de ervas finas composto por: alecrim, tomilho, manjeriço, manjerona, salsa, sálvia e orégano.

A goma de tapioca foi escolhida para compor a mistura por ser abundante nas zonas tropicais e subtropicais, apresentar baixo custo, elevada qualidade – por ser o maior componente da raiz – sem aroma pronunciado, nem coloração (LUCHESE et al., 2018; ZHU, 2015b). A incorporação deste amido objetivou ter melhores resultados nas análises de parâmetros de cocção e textura. Na literatura diversas concentrações de amido pré-gelatinizado foram testadas, sendo a proporção supracitada relatada como uma das melhores diante dos testes comparativos (MARTI; PAGANI, 2013).

O preparo das massas foi realizado, inicialmente, pré-gelatinizando, com o aquecimento a cerca de 60 °C da goma de tapioca com água na proporção de 2:1. Os ingredientes secos então foram misturados e a goma pré-gelatinizada foi acrescentada. Adicionou-se a água aos poucos, para incorporação da porção pré-gelatinizada ao restante da massa. A massa foi trabalhada manualmente até atingir o ponto de limpeza (quando a mistura se torna homogênea e não gruda). As massas elaboradas foram divididas em 3 (três) porções de mesmo peso, embaladas em saco plástico e levadas à refrigeração por 40 minutos.

Ao final desse tempo, retirou-se as porções do descanso e adicionou-se mais goma de tapioca de ambos os lados da massa, de forma que esta passasse pelo equipamento extrusor (AMPIA 150 Wellness – Marcato®) sem ficar retida. A abertura da massa foi repetida por quatro vezes (sendo duas em uma espessura maior e duas em espessura menor) para garantir uma textura mais lisa, similar ao processo feito por Palavecino et al. (2017).

Em seguida, utilizou-se outra abertura do equipamento extrusor, o qual possui cortador em formato de talharim. Para a amostra padrão, foi utilizada a abertura 4 (1,9 mm) e, para a

massa temperada, utilizou-se a abertura 3 (2,5 mm). Ambas as massas foram cortadas manualmente com comprimento de 30 cm após a extrusão, modeladas em formato de ninho para posterior secagem.

5.3.1 Secagem das massas

Assim como o amido, a secagem das massas foi realizada em estufa de circulação forçada, porém em temperatura mais elevada (60 °C). As amostras (Figura 5) foram pesadas em balança semi-analítica (Bel®, Mark L 6501) de 15 em 15 minutos na primeira hora de secagem e, a partir da segunda hora, passou-se a pesar a cada 30 minutos até de peso constante.

Figura 5- À esquerda amostra padrão (MP) e à direita amostra temperada (MT) submetidas à cinética de secagem



Fonte: autoria própria, 2020.

O estudo cinético foi feito a partir dos dados do adimensional de umidade em função do tempo de secagem, conforme descrito no item 5.3.

5.3.2 Caracterização físico-química das massas

As massas elaboradas foram caracterizadas de modo que fosse possível obter seu valor energético por porção. Foram realizadas as análises de cinzas, lipídios, proteínas e acidez titulável dos produtos elaborados, de acordo com metodologia da AACC (2011). O teor de umidade foi determinado conforme metodologia da AOAC (2002). O teor de carboidratos foi estimado por diferença. O valor energético foi calculado conforme método clássico de Southgate e Durnin, de acordo com o preconizado pela legislação RDC nº RDC nº 359/2003, para uma porção de 80 g (BRASIL, 2003; SOUTHGATE; DURNIN, 1970). A análise colorimétrica foi realizada conforme descrita no item 5.2.2.

5.3.3 Propriedades de cocção

Para conhecimento de propriedades de cocção das massas alimentícias produzidas foi utilizado o método 66 - 50 da AACC (AACC, 2011).

5.3.3.1 Determinação do tempo de cocção ideal

Foram colocados 25 g de massa em um recipiente contendo 300 mL de água em ebulição (100 °C). Em intervalos de um minuto, 1 g da massa foi retirada e comprimida entre duas placas de vidro, até que o centro não se apresentasse mais esbranquiçado.

5.3.3.2 Perda de massa em cocção

A análise de perda de massa foi realizada utilizando a água do cozimento da massa, a qual foi depositada em béquer previamente tarado e levada para estufa na temperatura de 105°C até peso constante. O resultado foi calculado conforme a equação 4:

$$PM = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (4)$$

5.3.3.3 Absorção de água

Foi determinada pela diferença de peso entre a massa crua e a massa cozida, sendo expressa de acordo com a equação 5:

$$AA = \frac{\text{Peso da massa cozida (P}_2\text{)} - \text{Peso da massa crua (P}_1\text{)}}{\text{Peso da massa crua (P}_1\text{)}} \times 100 \quad (5)$$

5.3.3.4 Aumento de volume ou índice de inchaço

O índice foi determinado para conhecimento da quantidade de água por massa seca, o que indica o crescimento volumétrico das massas elaboradas. A análise seguiu metodologia a qual a massa cozida foi levada à estufa com temperatura de 105 °C até peso constante. O cálculo do índice realizou-se conforme a equação 6:

$$AV = \frac{\text{Peso massa cozida (P}_2\text{)} - \text{Peso da massa seca (P}_3\text{)}}{\text{Peso da massa seca (P}_3\text{)}} \quad (6)$$

5.3.4 Análise de textura

Foi utilizado o equipamento CT3 (Brookfield®) para realizar a análise de perfil de textura (TPA), o qual teve por objetivo avaliar os parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade e coesividade.

Três fios de cada amostra das massas foram posicionados paralelamente, abaixo da ponteira cilíndrica de 25,4 mm (TA3/100) e comprimidos até 60% da altura da amostra. As velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram de 1 mm/s.

5.3.5 Análise microbiológica

Foram realizados ensaios microbiológicos do produto seco de acordo com o que preconiza a RDC nº 12/2001 da ANVISA, em duplicata (BRASIL, 2001). A massa alimentícia está dentro do grupo 10 de alimentos, na categoria “b” da legislação supracitada. Para essa categoria são preconizados os respectivos testes e limites máximos de tolerância microbiológica, expressos em UFC/g: *B. cereus*/g – 5×10^3 ; Coliformes a 45 °C/g – 10^2 ; Estaf. coag. positiva/g – 5×10^3 e *Salmonella sp.*/25g – Ausência. Ademais, para ampliação do campo de investigação microbiológico, a fim de aumentar a oferta de alimento seguro, foram realizados ensaios para verificação de bactérias mesófilas heterótrofas e de bolores e leveduras.

Foram utilizadas as placas Compact Dry X-AS, Compact Dry SL e Compact Dry EC para detecção de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* e *E. coli* e coliformes, respectivamente. Para a enumeração de *Bacillus cereus*, utilizou-se o método de contagem direta em placas, no qual 0,1 mL das diluições seriadas dos homogeneizados dos alimentos foram plaqueadas em superfície de Ágar Manitol Gema de Ovo Polixina (MYP). A incubação foi realizada a 30 ± 2 °C por 20 – 24 h. Colônias típicas foram submetidas à coloração de Gram, repicadas em Ágar Infuso Cérebro Coração (BHI), incubadas a 35 °C por 24 horas e, posteriormente, realizou-se a prova de coagulase. Já para quantificação de bactérias mesófilas heterótrofas, utilizou-se o meio de cultura “Plate Count Agar” (PCA), com semeadura em profundidade e incubação a 35 °C por 24 - 48 h. Para o método de determinação em superfície de fungos filamentosos e leveduriformes, foi utilizado o Ágar dextrose batata (PDA) acidificado com ácido tartárico (10%) até pH 3,5 incubando-se a 22 °C por 72 - 120 h (SILVA et al., 2018).

5.3.6 Análise sensorial

Esta etapa foi submetida ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco (Anexo A), e só foi executada após a aprovação do órgão (CAAE: 03926018.6.000.5208/2019). Foi elaborado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) de modo que os voluntários da análise sensorial soubessem do que se tratava a pesquisa e concordassem em participar voluntariamente (apêndice A).

As massas alimentícias produzidas a partir do amido da semente de jaca foram submetidas a análise sensorial no Laboratório de Gastronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em cabines individuais, com um painel não treinado de provadores. Ambas as formulações foram cozidas em água potável, na proporção de 100 g de massa para cada 1 L de água, acrescida de 15 g de sal.

O “n” inicial foi de 120 provadores, no entanto, para a tabulação de dados foram consideradas apenas as fichas corretamente preenchidas. Sendo assim, o “n” final foi de 102 provadores. As amostras MP e MT foram representadas por codificação numérica formada por 3 dígitos. A entrega para os provadores foi realizada de forma balanceada. Os participantes receberam, além das amostras codificadas, um copo com água mineral, e foram instruídos a tomar antes de provar cada amostra. A ficha de análise sensorial (Apêndice B) foi dividida em 4 blocos, sendo eles: perfil do provador, teste de aceitação por escala hedônica, teste de intenção de compra e teste de escala do ideal.

Para o Teste de Aceitação por Escala Hedônica, os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global foram avaliados através do uso de escala numérica, a qual variava de 0 a 9, representando, respectivamente, “desgostei muitíssimo” e “gostei muitíssimo”. A avaliação dos atributos inicialmente foi realizada com a utilização da luz vermelha, nos parâmetros onde a cor não importava, para evitar rejeição à cor esverdeada da amostra MT. Os provadores foram, portanto, instruídos a atribuir notas apenas para os parâmetros de aroma, sabor e textura. Ao final desta etapa, a luz natural (branca) foi acesa e solicitou-se aos participantes que fossem preenchidas as notas para cor e impressão global.

No teste de aceitação por escala do ideal (ou Just-about-right - JAR) foi indicado pelo provador o quão ideal o produto ofertado estava em relação a um atributo específico. Foi elaborada uma escala numérica variando de 1 “muito fino” a 5 “muito grosso”, tendo “ideal” como valor central. Ademais, realizou-se o teste de atitude ou de intenção de compra do provador foi avaliado (BIRÓ et al., 2019; ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008).

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados inicialmente foram inseridos em planilha desenvolvida com o programa Microsoft Excel, versão 365. Em seguida, tanto a análise estatística, quanto os gráficos foram desenvolvidos com a utilização dos *softwares* Graphpad Prism, versão 7.0, de 2016 e XLStat (Addinsoft, Paris, França).

Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) ou o Teste t *student* para avaliação dos resultados obtidos nas análises microbiológicas, colorimétricas, de textura, de cocção, físico-químicas e tecnológicas. Os valores obtidos na análise de variância foram comparados em pós-teste utilizando-se o teste *Tukey*, ao nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$).

Para avaliar a normalidade dos dados obtidos na análise sensorial a respeito da avaliação dos atributos (cor, aroma, sabor e textura), impressão global e intenção de compra foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, a estatística foi realizada utilizando o Teste t *student*. A análise de penalidade foi aplicada para avaliação dos dados obtidos no teste da escala do ideal (Just About Right – JAR). Todas as análises foram realizadas com o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 EXTRAÇÃO DO AMIDO

Os 39 frutos coletados tiveram rendimento de sementes de 16,697 kg. Quando descascadas, o peso delas sofreu uma redução aproximada de 4,500 kg do peso inicial da matéria-prima. Foram utilizados 2 kg para o teste piloto, restando então 9,253 kg para a realização da extração do amido. Quando extraído, este rendeu 1,665 kg de amido não purificado, representando um rendimento de aproximadamente 18%.

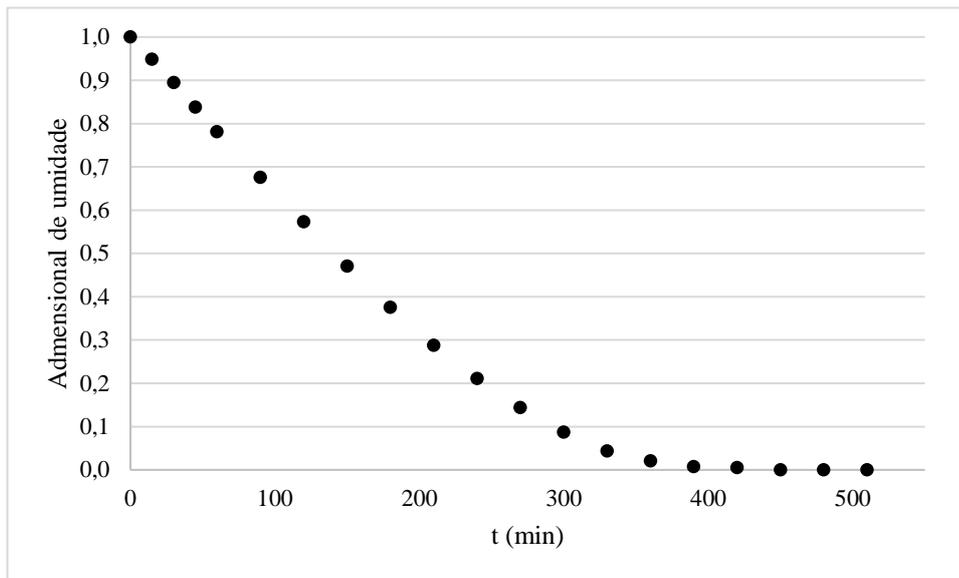
O rendimento obtido está dentro do relatado na literatura, o qual varia entre 11 e 28% (LUBIS et al., 2017; MAHANTA; KALITA, 2015; ZHANG et al., 2018a). Propriedades como a elevada biodisponibilidade, baixo custo, boa resistência térmica e mecânica tornam o amido da semente de jaca (ASJ) um produto em potencial (MURALI et al., 2017).

Por essas razões, a extração de compostos naturais de matriz vegetal vem obtendo grande importância para a indústria. Apesar disso, a maioria das metodologias empregadas se concentra apenas na retirada de um composto específico, por vezes gerando degradação e perda dos demais componentes (MURALI et al., 2017; SARDARI et al., 2019).

6.2 SECAGEM DO AMIDO

No processamento de alimentos a otimização do binômio tempo e temperatura é de grande valia por diminuir o custo e preservar as características termo voláteis dos alimentos (SILVA et al., 2019). Assim sendo, evidencia-se a importância da realização do estudo cinético, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6- Curva de secagem do amido. Tempo expresso em minutos



Fonte: autoria própria, 2020.

A partir dos resultados obtidos na cinética de secagem (Figura 6), verificou-se que, para obtenção de um produto com teor de umidade 15% (base úmida), o que implicaria no valor de 0,08 do adimensional de umidade, seriam necessários 300 min. Como critério de segurança, no entanto, foram acrescentados mais 10 minutos no tempo de secagem definitivo, de forma a assegurar que o valor do teor de umidade esteja abaixo do máximo exigido (15%) pela legislação nº 236 de 2005 da ANVISA (BRASIL, 2005b).

6.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E FÍSICO-QUÍMICA DO AMIDO

Os valores de proteína, lipídio e cinzas (Tabela 2) encontrados no presente estudo foram superiores aos encontrados por Santana et al. (2018) e Murali et al.(2017), mas próximos ao verificado no estudo de Lubis et al. (2017). O teor de impureza (proteína, lipídio e cinzas) mais elevado pode ser explicado pelo método de extração, o qual não utilizou nenhum reagente químico para remoção destas, além de não ter sido realizada nenhuma filtração, como relatado por Mukprasirt e Sajjaanantakul (2004).

Estas impurezas, no entanto, configuram o ASJ como fonte nutricional, especialmente de carboidratos e proteínas (BRASIL, 2012). Tal composição pode, portanto, vir a ajudar em questões ligadas à má nutrição, uma vez que o alimento pode ser utilizado como alternativa, como verificado em outras espécies de sementes (AL-FARGA et al., 2016; LIMA; PORTARI, 2019).

Tabela 2- Caracterização centesimal, físico-química do amido extraído da semente de jaca.

Componente	Teor
Umidade (%)	13,9 ± 0,40
Teor de amido (g/100 g)	82,9 ± 3,81
Proteína (g/100 g)	6,51 ± 0,06
Lipídio (g/100 g)	0,70 ± 0,03
Cinzas (g/100 g)	1,59 ± 0,03
Acidez (g/100g)	0,10 ± 0,00
Atividade de água (Aw)	0,44 ± 0,02
pH	8,73 ± 0,04
Valor energético por porção de 20 g (kcal)	72,78

Os valores representam as médias das análises realizada em triplicatas ± desvio padrão.

O valor de cinzas encontrado evidencia uma apreciável concentração de minerais. No entanto, a presença destes componentes tende a dificultar a interação com a amilose e a amilopectina. Já em relação à baixa quantidade de lipídios encontrada pode-se dizer que é um fator positivo. Isto porque as gorduras influenciam negativamente podendo diminuir o poder de inchaço do grânulo, limitar a retrogradação amilácea, alterar a temperatura de gelatinização (SANTANA et al., 2018).

Testes envolvendo a utilização de aporte proteico em massa à base de amido foram realizados e verificou-se uma melhor qualidade da rede amido-proteica. Este fator foi capaz de contribuir para uma digestão mais lenta do carboidrato (MARTI et al., 2013).

6.4 SOLUBILIDADE DO AMIDO

Os resultados da solubilidade do amido são apresentados na Tabela 3. Observa-se que a elevação da temperatura aumentou o poder de solubilidade do amido da semente de jaca, sendo o valor encontrado para a temperatura de 80 °C similar ao encontrado por Zhang et al. (2018a). Entretanto, na temperatura de 90 °C não houve variação compatível à encontrada pelo autor.

Os resultados de solubilidade do amido da semente de jaca dura, extraído por solução aquosa, se mostraram inferiores se comparada à extração a ácida e à alcalina realizada por Luciano et al. (2017), até a temperatura de 80 °C. Porém, para a temperatura de 90 °C, houve um aumento significativo da solubilidade, o que não foi verificado neste trabalho. Apesar disso,

em comparação com o estudo dos autores, em menor temperatura, o amido extraído obteve uma maior solubilização.

Conhecer a temperatura de solubilização do amido é importante uma vez há uma relação direta com a gelatinização. Amidos que gelatinizam em temperaturas mais elevadas demoram mais a solubilizar, e conseguem ter uma melhor ligação com as proteínas, produzindo então massas de melhor qualidade (NONI; PAGANI, 2010).

Tabela 3- Avaliação de solubilidade do amido da semente de jaca (ASJ) em diferentes temperaturas.

Temperatura	25°C	80°C	90°C
Solubilidade (%)	2,10 ± 0,00 ^a	4,33 ± 0,27 ^b	4,39 ± 0,60 ^b

Os valores representam as médias das análises realizada em triplicatas ± desvio padrão. Valores expressos em porcentagem. Letras sobrescritas diferentes indicam diferença significativa, ao nível de significância de 95%.

6.5 ELABORAÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

O rendimento das massas (Figura 7) ainda frescas foi de 721 g da massa padrão (MP) e 749 g da massa temperada (MT). Após secagem os pesos foram reduzidos respectivamente para 426 g e 425 g.

Figura 7- Massas alimentícias elaboradas e codificadas. A – massa padrão; B – massa temperada



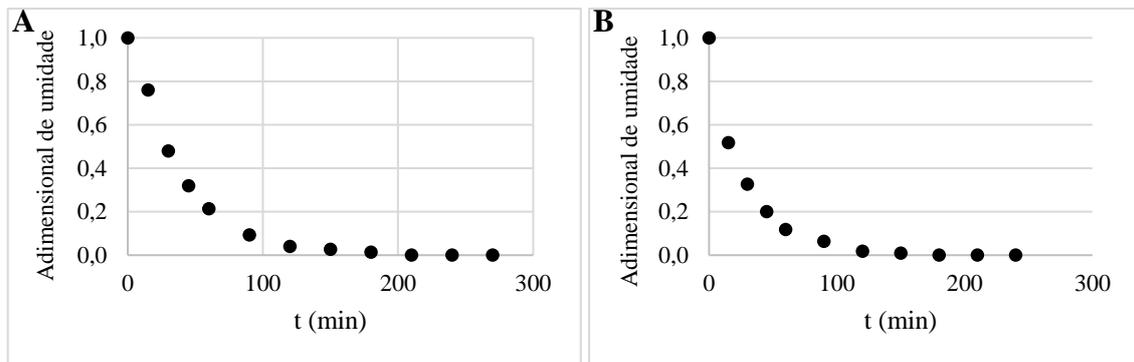
Fonte: autoria própria, 2020.

6.6 SECAGEM DAS MASSAS

Assim como para o amido, foram elaboradas curvas de secagem para verificação do tempo ideal de secagem, em conformidade com a legislação RDC N° 93, de 31 de outubro de 2000. Tal normativa estabelece que o produto denominado “massa alimentícia seca” deve ter no máximo 13% de umidade em base úmida (BRASIL, 2000), o que corresponde a aproximadamente 0,2 no adimensional de umidade.

Conforme pode ser visto na Figura 8, ambas as massas atingiram valores abaixo do preconizado pela lei. No caso da MP, o tempo de secagem definitivo foi de 52 minutos e o da MT de 50 minutos.

Figura 8 - Curvas de secagem das massas alimentícias produzidas. A: gráfico da massa padrão; B: gráfico da massa temperada



Fonte: autoria própria, 2020.

6.7 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

A caracterização das massas apresenta-se na Tabela 4. O teor de umidade de ambas as amostras apresentou valor abaixo do máximo estabelecido pela legislação brasileira (13%). O mesmo foi verificado quanto à acidez, uma vez que os valores obtidos para ambas as formulações foi abaixo do valor máximo permitido, de 5 g/100 g (BRASIL, 2000).

Saber a concentração de componentes das MA torna-se importante, visto que lipídios e cinzas, por exemplo, podem vir a afetar a qualidade de cozimento do macarrão. Os lipídios polares, por exemplo, são capazes de ligar as moléculas de amido às de proteínas, melhorando a estabilidade (NONI; PAGANI, 2010).

Os teores de lipídios encontrados foram superiores ao relatados por Gasparre; Betoret e Rosell (2019), sendo o máximo encontrado pelos autores 1,42 g/100 g. Contudo, os valores se

encontram abaixo do encontrado por Hooper; Glahn e Cichy (2019), onde o valor mínimo foi de 2,2 g/100 g. Ademais, a quantidade de cinzas tanto da amostra MP, quanto da amostra MT está dentro do verificado pelos autores, os quais analisaram diferentes formulações de massa sem glúten elaborada com feijões secos.

Para além disto, o valor calórico encontrado para ambas as massas também mostrou-se bastante inferior, visto que nas formulações elaboradas pelos autores a menor concentração calórica para a porção de 80 g foi de 321,6 kcal (HOOPER; GLAHN; CICHY, 2019).

Tabela 4- Composição físico-química das massas alimentícias elaboradas com amido de semente de jaca

Amostra	Umidade (%)	Carboidrato		Lipídio (g/100 g)	Cinzas		Atividade de água (Aw)	Valor energético por porção de 80 g (kcal/)
		total (g/100 g)	Proteína (g/100 g)		(g/100 g)	Acidez (g/100g)		
MP	9,88 ±	83,75	1,01 ±	1,54 ±	1,92 ±	0,19 ±	0,52 ±	282,32
	0,06 ^a		0,02 ^a	0,33 ^a	0,13 ^a	0,40 ^a	0,02 ^a	
MT	9,41 ±	84,08	1,13 ±	1,64 ±	2,23 ±	1,42 ±	0,53 ±	284,48
	0,05 ^b		0,15 ^a	0,52 ^a	0,22 ^a	0,43 ^a	0,09 ^a	

MP – massa padrão, MT – massa temperada; valores apresentados em médias ± DP; amostras em mesma coluna com letras sobrescritas diferentes apresentam diferença significativa (P<0,05); análises realizadas em triplicata.

6.8 PROPRIEDADES DE COCÇÃO

A adição de especiarias ocasionou diferença significativa nos parâmetros de perda de massa na cocção e índice de inchaço, conforme pode ser verificado na Tabela 5. Ambos os valores estatisticamente diferentes foram mais elevados na massa temperada, em relação à massa padrão. O tempo de cocção ideal apresentou valores similares aos obtidos para massa sem glúten preparada com mix de farinhas elaborada por Ferreira et al. (2016).

Embora a literatura descreva que o emprego de alta temperatura (60 °C) na secagem das massas colabora para menores valores de perda de massa na cocção, isto não foi verificado no presente trabalho. O valor observado em ambas as amostras se encontra acima do dobro do relatado como adequado para o parâmetro, sendo o ideal, não exceder 6%. Apesar disso, ao testar diversas MA sem glúten comerciais, Gasparre; Betoret e Rosell (2019) encontraram valores de até 20,56% para o parâmetro de perda de massa na cocção.

Tabela 5 - Parâmetros de cocção das massas sem glúten elaboradas com amido de semente de jaca

Amostra	TIC (min)	PM (%)	AA (%)	I (%)
MP	11,5 ± 0,71 ^a	14,78 ± 0,01 ^a	108,9 ± 0,12 ^a	2,12 ± 0,08 ^a
MT	10 ± 0,00 ^a	19,75 ± 0,07 ^b	119,3 ± 0,10 ^a	2,43 ± 0,10 ^b

MP – massa padrão, MT – massa temperada, TIC – Tempo de cocção ideal, expresso em valor, PM – Perda de massa na cocção, AA – Absorção de água e I – Índice de inchaço expressos em porcentagem; valores apresentados em médias ± DP; amostras em mesma coluna com letras sobrescritas diferentes apresentam diferença significativa (P<0,05); análises realizadas em triplicata.

Quanto ao índice de inchaço, pode-se observar que está dentro do esperado para massas (no mínimo 2), uma vez que o seu volume mais que duplicou (BRITES; SCHMIELE; STEEL, 2018). Os valores encontrados de absorção de água foram superiores aos encontrado por Marti et al (2013). Isto pode ser explicado pela utilização da técnica de pré-gelatinização parcial do amido, a qual criou uma região de intensa hidratação na massa, ainda maior que a observada pelos autores.

6.9 TEXTURA

A Tabela 6 apresenta os dados obtidos em relação às propriedades de textura das massas sem glúten cozidas. Observa-se que não houve diferença significativa entre as amostras para os parâmetros testados.

Tabela - Propriedades de textura das massas sem glúten cozidas elaboradas com amido de semente de jaca

Amostra	Dureza (g)	Coesividade	Elasticidade (mm)	Adesividade (mJ)
MP	6805 ± 547 ^a	0,2 ± 0,03 ^a	0,5 ± 0,00 ^a	2,5 ± 0,87 ^a
MT	11153 ± 2805 ^a	0,1 ± 0,06 ^a	0,3 ± 0,12 ^a	3,5 ± 1,00 ^a

MP – massa padrão, MT – massa temperada; valores expressos em médias ± DP; nível de significância (P>0,05).

A dureza é parâmetro que indica a força necessária para compressão da massa e fornece uma noção acerca da consistência do alimento. Os valores encontrados apesar de não possuírem diferença significativa, foram superiores na massa temperada. A amostra MP apresentou valor dentro dos relatados por Gasparre; Betoret e Rosell (2019), os quais analisaram diversas formulações de massas sem glúten comerciais. No entanto, a amostra MT apresentou valor bastante superior, visto que o maior valor apresentado pelos autores foi de 8366 g.

A adesividade relaciona-se com a quantidade de amido desprendida durante o cozimento, o qual após se desprender da massa, pode vir a recobri-la. Visto que o percentual de perda de massa na cocção foi elevado, era esperado uma elevada adesividade, o que não ocorreu. Os valores foram similares ao obtido por Bouasla; Wójtowicz e Zidoune (2017) para a massa padrão sem glúten elaborada com farinha de arroz. Larrosa et al. (2016) reportaram esta correlação dos fatores e indicaram que o melhoramento do parâmetro foi realizado com o acréscimo de proteína no produto.

O valor de coesividade obtido corrobora com os dados obtidos por Marti et al. (2013). Os autores relataram que as massas SG, pela falta da proteína específica, possuem uma maior dificuldade em manter o amido unido. Esta dificuldade se reflete na baixa coesividade, onde a firmeza do produto é comprometida. Ainda, de acordo com os autores, um dos fatores mais representativos que afetam esta propriedade é a elevada absorção de água durante o cozimento, o que também foi observado no presente trabalho.

Em se tratando da elasticidade, os dados obtidos demonstram que a qualidade da proteína resultante da não purificação do amido da semente de jaca, a qual possivelmente interferiu diminuindo este atributo. Em estudo elaborado com a adição da proteína de ovo em massa sem glúten, Larrosa et al. (2016) encontraram a proporção ótima de 6,6 g de proteína para cada 100 g de massa. A quantidade adicionada pelos autores foi similar à encontrada no ASJ, no entanto, a qualidade se demonstrou muito superior.

6.10 ANÁLISE DA COR DO AMIDO E DAS MASSAS

Conforme apresentado na Tabela 7, a luminosidade (L^*) do amido seco apresentou diferença significativa quando comparado à massa temperada seca. No entanto, é possível ver que a diferença desta propriedade entre as amostras hidratadas é ainda maior, visto que as três amostras apresentaram diferença significativa quando comparadas. Este comportamento quanto ao decréscimo do parâmetro de luminosidade também foi observado por Larrosa et al. (2016), ao cozinhar as massas.

Uma propriedade geralmente afetada pela exposição da amostra ao calor é cor. Esta pode vir a ser alterada por processos de escurecimento enzimáticos ou não, originadas por perdas de compostos devido à ação da temperatura (SILVA et al., 2019). Apesar disso, a coloração mais escura pode se tornar um fator positivo, visto que consumidores tendem a associar baixa luminosidade da massa a um alimento artesanal, rústico e mais saudável (CECCHI et al., 2019).

No parâmetro de cor amarelada (b^*) as amostras hidratadas foram similares. No entanto, quando secas, todas as amostras apresentaram diferença significativa quando comparadas. O ASJ mostrou ter o valor mais alto, o qual foi decrescido em função da hidratação dos demais ingredientes das massas.

Acerca dos valores de a^* das amostras pode-se observar que nas secas houve diferença significativa entre os pares ASJ/MP e MP/MT, fator que diminuiu ao hidratar as amostras, onde apenas a MT divergiu das demais. O decréscimo significativo na coloração avermelhada (a^*) da amostra MT pode ser explicado pela hidratação das ervas, as quais tendem a dar uma coloração mais esverdeada à massa.

A variação total de cor (ΔE^*) não apresentou valor significativamente diferente entre as massas elaboradas. Apesar disso, ambas as amostras divergiram em relação à variação total de cor do amido utilizado como base das preparações.

Tabela 6- Comparação de cor das amostras nas condições secas e hidratadas.

Amostra	Amostra seca			Amostra hidratada			ΔE^*
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
ASJ	38,04 ± 0,909 ^a	2,01 ± 0,044 ^a	9,30 ± 0,237 ^a	41,6 ± 0,971 ^a	4,09 ± 0,167 ^a	16,2 ± 0,542 ^a	8,07 ± 0,785 ^a
MP	38,94 ± 1,656 ^a	2,84 ± 0,559 ^b	9,36 ± 1,336 ^a	26,3 ± 1,294 ^b	4,81 ± 0,107 ^a	12,5 ± 0,556 ^b	13,14 ± 1,297 ^b
MT	31,44 ± 0,190 ^b	2,73 ± 0,666 ^{ab}	11,0 ± 1,815 ^a	17,9 ± 0,486 ^c	1,67 ± 0,146 ^b	7,17 ± 1,065 ^c	14,09 ± 0,900 ^b

ASJ – amido da semente de jaca, MP – massa padrão, MT – massa temperada; valores apresentados em médias das triplicatas ± DP; amostras em mesma coluna com letras sobrescritas diferentes apresentam diferença significativa ($P < 0,05$).

6.11 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS MASSAS

As placas Compact Dry não apresentaram crescimento de colônias típicas para os microrganismos *E. coli*/coliformes, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus* coagulase positiva, tendo o mesmo ocorrido nas placas para contagem de *B. cereus*. Os resultados de crescimento de bolores e leveduras não apresentaram diferença significativa, no entanto, quanto ao crescimento de mesófilos heterótrofos houve diferença estatística.

O resultado das análises microbiológicas (Tabela 8) demonstrou que o produto estava em conformidade com os padrões de higiene e segurança exigidos pela legislação específica (BRASIL, 2001). Apesar disso, ao ampliar o campo de pesquisa de microrganismos, verificou-se o crescimento tanto de fungos filamentosos e leveduriformes, quanto de bactérias mesófilas heterótrofas.

Embora que os fungos filamentosos e leveduriformes sejam bastante resistentes a diversos fatores, a aplicação de temperaturas elevadas não é um dos obstáculos ao quais conseguem se adaptar. O mesmo se aplica às bactérias mesófilas, as quais são ainda mais exigentes para seu o crescimento (SILVA et al., 2018).

Tabela 7- Análise microbiológica das massas secas elaboradas com amido de semente de jaca

Microrganismo	Amostra	
	MP	MT
<i>B. cereus</i> (log UFC/g)	<3	<3
<i>Escherichia coli</i> e coliformes a 45°C (log UFC/g)	<2	<2
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (log UFC/g)	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g de amostra)	Ausência	Ausência
Bolores e leveduras (log UFC/g)	3,22 ^a	3,01 ^a

MP – massa padrão, MT – massa temperada; valores expressos em médias; letras sobrescritas em mesma linha apresentam diferença significativa, ao nível de significância (P<0,05).

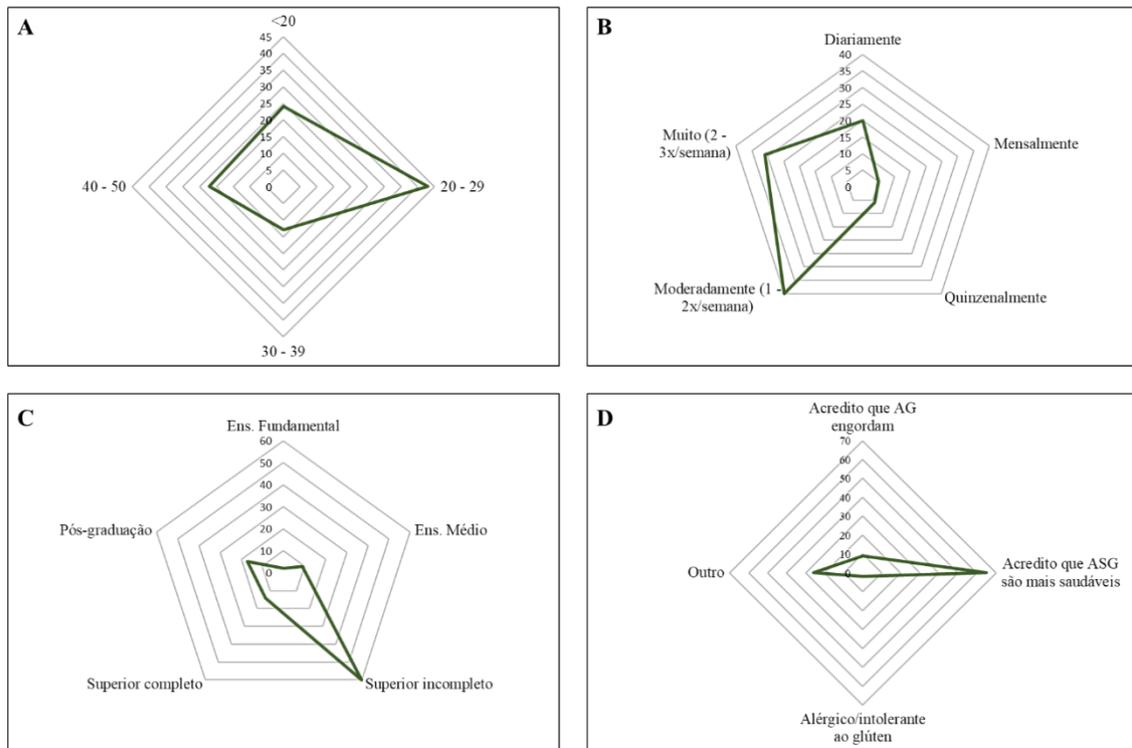
6.12 ANÁLISE SENSORIAL

Fizeram parte grupo de provadores alunos, professores, técnicos e pessoas da comunidade local. Destes, 55 eram do gênero feminino, 44 do masculino e 3 afirmaram se identificar com outros gêneros. A caracterização do perfil dos provadores pode ser vista na Figura 9.

É possível inferir pelas imagens acima que a população do estudo foi composta, majoritariamente, por jovens com ensino superior incompleto. Dentre os hábitos alimentares, a maioria informou consumir massas moderadamente e, disseram acreditar, que os ASG são mais saudáveis.

Os resultados da análise sensorial são apresentados na Tabela 9. Em comparação com a amostra padrão de massa sem glúten a base de farinha de arroz elaborada por Bouasla; Wójtowicz e Zidoune (2017), a aceitação global de ambas as amostras foi inferior. Entretanto, pode-se observar que na avaliação individual dos atributos todas as notas foram superiores. O mesmo se repete quando em comparação com as demais massas sem glúten desenvolvidas pelos autores, as quais foram enriquecidas com farinhas de legumes.

Figura 9- Perfil dos provadores participantes da análise sensorial



AG: alimentos com glúten; ASG: alimentos sem glúten. A – Divisão dos provadores por faixa etária; B – Frequência de consumo de massas alimentícias; C – Escolaridade dos participantes; D – Principal motivo de consumo de alimentos sem glúten.

Fonte: autoria própria, 2020.

Tabela 8- Resultado da avaliação individual de atributos das massas alimentícias sem glúten.

Parâmetro	Amostra	
	MP	MT
Cor	6,65 ± 1,72 ^a	6,39 ± 1,94 ^a
Aroma	5,24 ± 1,83 ^a	6,54 ± 2,00 ^b
Sabor	5,00 ± 0,23 ^a	5,56 ± 0,22 ^a
Textura	5,42 ± 0,21 ^a	5,30 ± 0,21 ^a
Impressão global	5,41 ± 0,21 ^a	5,92 ± 0,19 ^a

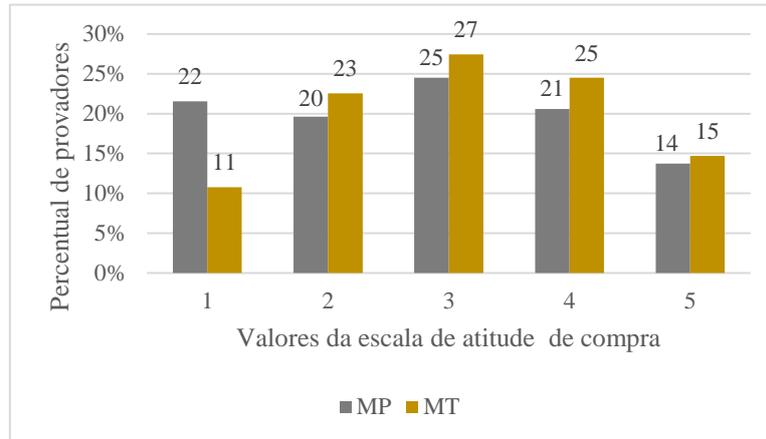
MP – massa padrão, MT – massa temperada; valores expressos em médias, mais ou menos desvio padrão; letras sobrescritas em mesma linha apresentam diferença significativa, ao nível de significância ($P < 0,05$).

Os valores atribuídos aos parâmetros individualmente avaliados foram similares aos encontrados por Ferreira et al. (2016) durante a avaliação sensorial de macarrão sem glúten produzido com sorgo, arroz, farinha de milho e amido de batata. Diante da distinção na fórmula das massas sem glúten, a diferença significativa no parâmetro de aroma também foi observada por Biró et al. (2019).

Apesar do exposto, o valor de impressão global se mostrou superior a quase todas as formulações elaboradas por Ferreira et al. (2016). De acordo com Bustos; Perez e León (2011), isto indica a aceitação de ambas as formulações, uma vez que a média de aceitação geral se manteve acima de 5. Seguindo a tendência observada, embora a aceitação da massa ter sido verificada, a atitude de compra se mostrou mediana (Figura 10), já que a maioria dos participantes se mostraram indecisos quanto a comprar ou não de ambas as formulações.

Ao observar a Figura 10, a qual representa a intenção de compra, é possível verificar que uma quantidade expressiva de consumidores atribuiu nota 1 aos produtos. Apesar de a maioria das notas terem valores ≥ 3 , a média sofreu uma queda para baixo, visto que a menor nota foi mais atribuída, dentre as mais baixas.

Figura 10 - Representação do percentual de provadores de acordo com a nota atribuída à intenção de compra



Fonte: autoria própria, 2020.

Diversos são os métodos para a aplicação do teste de escala do ideal (ou just-about-right – JAR). A utilização do teste tem por objetivo a otimização da análise sensorial, uma vez que avalia atributos que exercem maiores influências para os consumidores. Para tanto, é considerado que a influência do atributo foi relevante quando ao menos 20% dos provadores penalizaram a amostra ao indicar uma das extremidades equivalentes a “insuficiente” ou “demais” (BIRÓ et al., 2019).

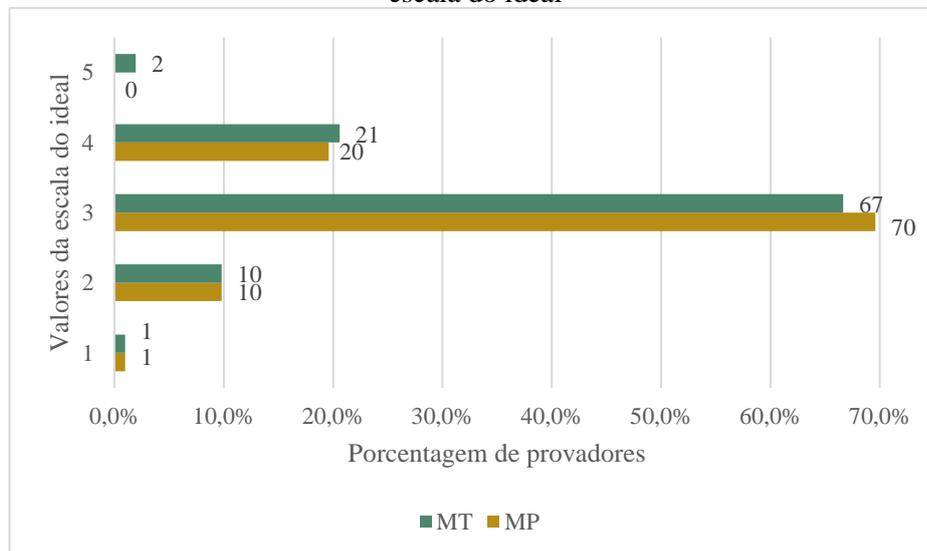
No presente estudo, o cálculo de penalização não pôde ser realizado para a amostra MP, uma vez que menos de 20% dos provadores marcaram os extremos da escala JAR (Tabela 10). Isto indica que para a maioria dos provadores, a espessura estava ideal, conforme pode ser visto na Figura 11. Quanto à amostra MT, houve penalização pelos provadores diante da percepção da espessura mais grossa, embora não tenha sido estatisticamente diferente.

Tabela - Resultados obtidos no teste de penalidade, através da aplicação da escala do ideal.

Variável	Nível	%	Efeitos na média	p-valor	Penalidades	p-valor
MP	Muito fino	10,78%	0,63	-		
	JAR	69,61%	-	-	0,41	0,389
	Muito grosso	19,61%	0,28	-		
MT	Muito fino	10,78%	0,72	-		
	JAR	66,67%	-	-	0,66	0,149
	Muito grosso	22,55%	0,63	0,224		

MP – massa padrão, MT – massa temperada; valores expressos em médias; nível de significância $P < 0,05$.

Figura 11- Representação da quantidade de provedores de acordo com as notas obtidas no teste de escala do ideal



Fonte: autoria própria, 2020.

7 CONCLUSÃO

Quanto à questão de aproveitamento de subprodutos, a semente de jaca, por apresentar bons teores, principalmente, de carboidratos e proteínas, evidencia-se como potencial substituto para elaboração de produtos farináceos. A confecção de massa alimentícia seca sem glúten a partir dessa matéria-prima, com uso da técnica de pré-gelatinização parcial de amido confirmou a usabilidade versátil do ASJ.

O uso do ultrassom se mostra viável como tecnologia de extração, uma vez que a quantidade obtida produto, cerca de 18%, corrobora com a literatura. Ademais, conseguiu-se obter massas sem glúten de qualidade tecnológica, haja vista os valores de índice de inchaço e de absorção de água. Tanto a caracterização físico-química, quanto a microbiológica, demonstrou que o produto se encontra em conformidade com as legislações de massas alimentícias secas, uma vez que nenhum valor se encontrou acima do estabelecido pela lei.

A diminuição do tempo e custo de processamento (pela diminuição de etapas e não utilização de reagentes) se mostra um fator bastante positivo. No entanto, para obtenção de maior pureza, a etapa de filtração verificou-se indispensável. Apesar disso, a partir da análise de dados dos testes tecnológicos, em adição aos do teste sensorial, constatou-se a necessidade de aprimoramentos quanto aos ingredientes que compõe o alimento.

REFERÊNCIAS

- AACC INTERNACIONAL. Pasta and Noodle Cooking Quality--Firmness. In: **AACC International Approved Methods**. 11. ed. St. Paul, MN, U.S.A.: AACC International, 2011. p. 1200.
- AFONSO, D.; JORGE, R.; MOREIRA, A. C. Gluten and Gluten-Free Products – Price Difference. **Acta Portuguesa de Nutrição**, v. 04, p. 10–16, 2016.
- AGUILÓ-AGUAYO, I. et al. Ultrasound assisted extraction of polysaccharides from mushroom by-products. **LWT**, v. 77, p. 92–99, abr. 2017.
- AL-FARGA, A. et al. Proximate composition, functional properties, amino acid, mineral and vitamin contents of a novel food: Alhydwan (*Boerhavia elegans* Choisy) seed flour. **Food Chemistry**, v. 211, p. 268–273, nov. 2016.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002.
- APAARI - ASIA-PACIFIC ASSOCIATION OF AGRICULTURAL RESEARCH; INSTITUTIONS. **Jackfruit Improvement in the Asia-Pacific Region – A Status Report**. Bangkok, Thailand: [s.n.].
- ARORA, T.; PARLE, A. JACKFRUIT: A HEALTH BOON. **International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy**, v. 7, n. 3, p. 59–64, 5 jul. 2016.
- BAPTISTA, P. et al. **Do campo ao garfo - Desperdício alimentar em Portugal**. 1. ed. Lisboa: CESTRAS, 2012.
- BARBA, F. J. et al. Emerging extraction. In: **Food Waste Recovery**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 249–272.
- BARRAGÁN-IGLESIAS, J. et al. Texture analysis of dried papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) pretreated with calcium and osmotic dehydration. **Drying Technology**, v. 37, n. 7, p. 906–919, 19 maio 2019.
- BASSO, A. M.; MOURA, M. F. V. **Jaca: um estudo de sua química e uma resenha de sua história**. 1. ed. Natal: Editora IFRN, 2017.
- BERNARDO, C. O. et al. Ultrasound Assisted Extraction of Yam (*Dioscorea bulbifera*) Starch: Effect on Morphology and Functional Properties. **Starch - Stärke**, v. 70, n. 5–6, p. 1700185, maio 2018.
- BERTOFT, E. Understanding Starch Structure: Recent Progress. **Agronomy**, v. 7, n. 3, p. 56, 25 ago. 2017.
- BIRÓ, B. et al. Buckwheat-pasta enriched with silkworm powder: Technological analysis and

sensory evaluation. **LWT**, v. 116, p. 108542, dez. 2019.

BONOMO, R. C. F. et al. Effect of the Incorporation of Lysozyme on the Properties of Jackfruit Starch Films. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 26, n. 2, p. 508–517, 24 fev. 2018.

BOUASLA, A.; WÓJTOWICZ, A.; ZIDOUNE, M. N. Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. **LWT**, v. 75, p. 569–577, jan. 2017.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. Diário Oficial da União, Brasil, 2000.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasil, 2001.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Diário Oficial da União, Brasil, 2003.

BRASIL. **Resolução - RDC no 93, de 31 de outubro de 2000**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. Diário Oficial da União. Brasil, 2005a.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasil, 2005b.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasil, 2010.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Diário Oficial da União, Brasil, 2012.

BRASIL. **Portaria nº 1149, de 11 de novembro de 2015**. Protocolo clínico e diretrizes terapêutica da doença celíaca. Diário Oficial da União, Brasil, 2015.

BRITES, L. T. G. F.; SCHMIELE, M.; STEEL, C. J. Gluten-Free Bakery and Pasta Products. In: **Alternative and Replacement Foods**. [s.l.] Elsevier, 2018. p. 385–410.

BURDEN, M. et al. Cost and availability of gluten-free food in the UK: in store and online. **Postgraduate Medical Journal**, v. 91, n. 1081, p. 622–626, nov. 2015.

BUSTOS, M. C.; PEREZ, G. T.; LEÓN, A. E. Sensory and nutritional attributes of fibre-enriched pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 6, p. 1429–1434, jul. 2011.

CÁRCEL, J. A. et al. Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. **Journal of Food Engineering**, v. 110, n. 2, p. 200–207, maio 2012.

CARVALHO, P. C. L.; BORGES, A. J.; TEIXERA, C. A. Propagação Assexuada da Jaqueira

(*Artocarpus heterophyllus* Lam .) como Ferramenta para Conservação de Clones de Elite desta Espécie. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3002–3005, 2009.

CECCHI, L. et al. Sensory Profiling and Consumer Acceptance of Pasta, Bread, and Granola Bar Fortified with Dried Olive Pomace (Pâté): A Byproduct from Virgin Olive Oil Production. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 10, p. 2995–3008, 23 out. 2019.

CHAMBERS, E.; JENKINS, A.; GARCIA, J. M. Sensory texture analysis of thickened liquids during ingestion. **Journal of Texture Studies**, v. 48, n. 6, p. 518–529, dez. 2017.

CHEMAT, F. et al. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 540–560, jan. 2017.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 813–835, jul. 2011.

CHEN, J. et al. Supramolecular structure of jackfruit seed starch and its relationship with digestibility and physicochemical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 150, p. 269–277, out. 2016.

EASTMAN, J. E.; MOORE, C. O. **Cold-water-soluble granular starch for gelled food compositions background and summary of the invention**, 1984.

FAO. **Definitional Framework of Food Loss** Definitional Framework of Food Loss - **Working paper**. Roma: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/save-food/PDF/FLW_Definition_and_Scope_2014.pdf>.

FERREIRA, S. M. R. et al. Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. **Food Chemistry**, v. 191, p. 147–151, jan. 2016.

GALANAKIS, C. M. Food Waste Recovery: Prospects and Opportunities. In: **Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry**. [s.l.] Elsevier, 2018. p. 401–419.

GASPARRE, N.; BETORET, E.; ROSELL, C. M. Quality Indicators and Heat Damage of Dried and Cooked Gluten Free Spaghetti. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 74, n. 4, p. 481–488, 16 dez. 2019.

HOOPER, S. D.; GLAHN, R. P.; CICHY, K. A. Single Varietal Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Pastas: Nutritional Profile and Consumer Acceptability. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 74, n. 3, p. 342–349, 8 set. 2019.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76312>.

JOHNSTON, C. S.; SNYDER, D.; SMITH, C. Commercially available gluten-free pastas

elevate postprandial glycemia in comparison to conventional wheat pasta in healthy adults: a double-blind randomized crossover trial. **Food & Function**, v. 8, n. 9, p. 3139–3144, 2017.

JOZINOVIĆ, A. et al. Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits. **Journal of Food Engineering**, v. 172, p. 31–37, mar. 2016.

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

LALEG, K. et al. Nutritional evaluation of mixed wheat–faba bean pasta in growing rats: impact of protein source and drying temperature on protein digestibility and retention. **British Journal of Nutrition**, v. 121, n. 5, p. 496–507, 14 mar. 2019.

LARROSA, V. et al. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 70, p. 96–103, jul. 2016.

LIMA, M. C.; PORTARI, G. V. Centesimal composition and antioxidant compounds of two fruits from the Cerrado (Brazilian Savannah). **Revista Ceres**, v. 66, n. 1, p. 41–44, fev. 2019.

LINARES-GARCÍA, L. et al. Development of gluten-free and egg-free pasta based on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) with addition of lupine flour, vegetable proteins and the oxidizing enzyme POx. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 10, p. 2147–2156, 27 out. 2019.

LUBIS, M. et al. Utilization starch of jackfruit seed (*Artocarpus heterophyllus*) as raw material for bioplastics manufacturing using sorbitol as plasticizer and chitosan as filler. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 801, p. 012014, jan. 2017.

LUCHESE, C. L. et al. Development and characterization of cassava starch films incorporated with blueberry pomace. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 106, p. 834–839, jan. 2018.

LUCIANO, C. G. et al. Evaluation of extraction method on the structure and physicochemical properties of starch from seeds of two jackfruit varieties. **Starch - Stärke**, v. 69, n. 11–12, p. 1700078, nov. 2017.

MADRUGA, M. S. et al. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. **Food Chemistry**, v. 143, p. 440–445, jan. 2014.

MAHANTA, C. L.; KALITA, D. Processing and Utilization of Jackfruit Seeds. In: **Processing and Impact on Active Components in Food**. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 395–400.

MARIĆ, M. et al. An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: Ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. **Trends in Food Science & Technology**, v. 76, p. 28–37, jun. 2018.

MARKETS AND MARKETS. **Gluten-free Products Market**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/gluten-free-products-market->

738.html>.

MARTI, A. et al. Structuring and texturing gluten-free pasta: egg albumen or whey proteins? **European Food Research and Technology**, v. 238, n. 2, p. 217–224, 27 fev. 2013.

MARTI, A.; PAGANI, M. A. What can play the role of gluten in gluten free pasta? **Trends in Food Science & Technology**, v. 31, n. 1, p. 63–71, maio 2013.

MENGA, V. et al. Gluten-free pasta incorporating chia (*Salvia hispanica* L.) as thickening agent: An approach to naturally improve the nutritional profile and the in vitro carbohydrate digestibility. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1954–1961, abr. 2017.

MIANO, A. C.; IBARZ, A.; AUGUSTO, P. E. D. Ultrasound technology enhances the hydration of corn kernels without affecting their starch properties. **Journal of Food Engineering**, v. 197, p. 34–43, mar. 2017.

MOORTHY, I. G. et al. Ultrasound assisted extraction of pectin from waste *Artocarpus heterophyllus* fruit peel. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 525–530, jan. 2017.

MUKPRASIRT, A.; SAJJAANANTAKUL, K. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) compared with modified starches. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, n. 3, p. 271–276, mar. 2004.

MURALI, S. et al. Optimization of Rice Bran Oil Encapsulation Using Jackfruit Seed Starch – Whey Protein Isolate Blend as Wall Material and Its characterization. **International Journal of Food Engineering**, v. 13, n. 4, 1 abr. 2017.

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

NONI, I.; PAGANI, M. A. Cooking Properties and Heat Damage of Dried Pasta as Influenced by Raw Material Characteristics and Processing Conditions. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 5, p. 465–472, 9 abr. 2010.

ORMENESE, R. DE C. S. C.; CHANG, Y. K. Macarrão de Arroz: Características de Cozimento e Textura em Comparação com o Macarrão Convencional e Aceitação pelo Consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 91–97, 2003.

PALAVECINO, P. M. et al. Effect of Ingredients on the Quality of Gluten-Free Sorghum Pasta. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 9, p. 2085–2093, set. 2017.

PHONGTHAI, S. et al. Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta. **LWT**, v. 80, p. 378–385, jul. 2017.

PREISS, J. Plant Starch Synthesis. In: **Starch in Food**. [s.l.] Elsevier, 2018. p. 3–95.

QUESTED, T. E. et al. Food and drink waste from households in the UK. **Nutrition Bulletin**, v. 36, n. 4, p. 460–467, dez. 2011.

RANASINGHE, R. A. S. N.; MADUWANTHI, S. D. T.; MARAPANA, R. A. U. J. Nutritional and Health Benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A Review. **International Journal of Food Science**, v. 2019, p. 1–12, 6 jan. 2019.

REN, F. et al. Impact of ultrasound and blanching on functional properties of hot-air dried and freeze dried onions. **LWT**, v. 87, p. 102–111, jan. 2018a.

REN, F. et al. Effect of agronomic practices and drying techniques on nutritional and quality parameters of onions (*Allium cepa* L.). **Drying Technology**, v. 36, n. 4, p. 435–447, 12 mar. 2018b.

RENGSUTTHI, K.; CHAROENREIN, S. Physico-chemical properties of jackfruit seed starch (*Artocarpus heterophyllus*) and its application as a thickener and stabilizer in chilli sauce. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 5, p. 1309–1313, jun. 2011.

RESENDIZ-VAZQUEZ, J. A. et al. Effect of high-intensity ultrasound on the technofunctional properties and structure of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed protein isolate. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 37, p. 436–444, jul. 2017.

RODRIGUES, M.; YONAMINE, G. H.; SATIRO, C. A. F. Rate and determinants of non-adherence to a gluten-free diet and nutritional status assessment in children and adolescents with celiac disease in a tertiary Brazilian referral center: a cross-sectional and retrospective study. **BMC Gastroenterology**, v. 18, n. 1, p. 15, 19 dez. 2018.

ROMERO J., C. A.; YÉPEZ V., B. D. Ultrasound as pretreatment to convective drying of Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth). **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 22, p. 205–210, jan. 2015.

RUBIO-TAPIA, A.; MURRAY, J. A. Celiac disease. **Current Opinion in Gastroenterology**, v. 26, n. 2, p. 116–122, mar. 2010.

RUTKOWSKA, M.; NAMIEŚNIK, J.; KONIECZKA, P. Ultrasound-Assisted Extraction. In: **The Application of Green Solvents in Separation Processes**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 301–324.

SANTANA, R. F. et al. Characterization of starch-based bioplastics from jackfruit seed plasticized with glycerol. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 278–286, 2 jan. 2018.

SANTOS, D. B. et al. Desenvolvimento De Pão Francês Com a Adição De Farinha Da Caroço De Jaca (*Artocarpus Integrifolia* L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 597–602, 2012.

SANTOS, M. V. Menos desperdício, menos lixo igual planeta mais saudável. **Revista TechnoENG**, v. 1, n. 14, p. 91–107, 2017.

SARDARI, R. R. R. et al. Evaluation of Sequential Processing for the Extraction of Starch, Lipids, and Proteins From Wheat Bran. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v.

7, n. December, p. 1–14, 2019.

SILVA, E. S. et al. Ultrasound-assisted vacuum drying of nectarine. **Journal of Food Engineering**, v. 246, p. 119–124, abr. 2019.

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

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

SOSA, M.; CALIFANO, A.; LORENZO, G. Influence of quinoa and zein content on the structural, rheological, and textural properties of gluten-free pasta. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 2, p. 343–353, fev. 2019.

SOUTHGATE, D. A. T.; DURNIN, J. V. G. A. Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in the calculation of the energy value of human diets. **British Journal of Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 517–535, 9 jun. 1970.

SOUZA, T. S. et al. Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 31, n. 2, p. 225–230, 17 jun. 2009.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of Textural Characteristics. **Journal of Food Science**, v. 28, n. 4, p. 385–389, jul. 1963.

THEETHIRA, T. G.; DENNIS, M. Celiac Disease and the Gluten-Free Diet: Consequences and Recommendations for Improvement. **Digestive Diseases**, v. 33, n. 2, p. 175–182, 22 abr. 2015.

WEN, L. et al. Combination of emerging technologies for the extraction of bioactive compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–16, 16 abr. 2019.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: [s.n.].

ZHANG, Y. et al. Characterizations of high purity starches isolated from five different jackfruit cultivars. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 785–794, jan. 2016.

ZHANG, Y. et al. Functional properties and utilization of *Artocarpus heterophyllus* Lam seed starch from new species in China. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 107, p. 1395–1405, fev. 2018a.

ZHANG, Y. et al. Structural characterization of starches from Chinese jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam). **Food Hydrocolloids**, v. 80, p. 141–148, jul. 2018b.

ZHANG, Y. et al. Effect of pH on emulsification performance of a new functional protein from jackfruit seeds. **Food Hydrocolloids**, v. 93, p. 325–334, ago. 2019.

ZHANG, Z. et al. Sonication Enhanced Cornstarch Separation. **Starch - Stärke**, v. 57, n. 6, p. 240–245, jun. 2005.

ZHU, F. Impact of ultrasound on structure, physicochemical properties, modifications, and applications of starch. **Trends in Food Science & Technology**, v. 43, n. 1, p. 1–17, maio 2015a.

ZHU, F. Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 456–480, maio 2015b.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

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 "DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA SECA SEM GLÚTEN À BASE DE AMIDO DA SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* L.)", que está sob a responsabilidade da pesquisadora Nathalia Santos Rocha (R. Desembargador João Paes, 657, apt. 101 – Boa Viagem – Recife/PE; Contato: (81) 992638673 smathaliaa@gmail.com). Está sob a orientação da Prof.ª. Dr.ª. Patricia Moreira Azoubel e Co orientação da Prof.ª. Dr.ª. Neide Kazue Sakugawa Shinohara.

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:

Esta pesquisa visa desenvolver uma massa alimentícia sem glúten, à base de amido extraído da semente de jaca com utilização assistida de ultrassom, a qual seja sensorialmente aceita e que atenda ao nicho de mercado de pessoas celiacas (intolerante ao glúten) e de consumidores de produtos sem glúten.

A avaliação sensorial analisará os aspectos sensoriais e mercadológico (cor, sabor, aroma, intenção de compra) da massa alimentícia seca elaborada. A duração será torno de 5 minutos por voluntário. Os dados deverão ser preenchidos em formulário disponibilizado pelo pesquisador. Através dos dados obtidos nesta etapa, poderá ser avaliado se o amido da semente de jaca é um bom ingrediente substituto para elaboração de massas sem glúten.

Em relação aos possíveis riscos da pesquisa, podem ser citados os 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 (RDC nº216/2004).

O benefício por auxiliarem na avaliação dos aspectos sensoriais atribuídos à massa alimentícia elaborada com amido da semente de jaca seria a aceitação acerca

de nova formulação de massa alimentícia, a qual pode vir a motivar a inserção deste produto no mercado. Além disso, o uso do amido da semente de jaca como ingrediente em novos produtos sem glúten poderia vir a baratear o preço desses produtos, colaborando, portanto para a manutenção de dietas restritivas.

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 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

Pesquisadora: Nathalia Santos Rocha

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG/ CPF/ _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo **DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA SECA SEM GLÚTEN À BASE DE AMIDO DA SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* L.)**, 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:

APÊNDICE B – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

Nº

Projeto de pesquisa "Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base de amido da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.)"

Nome: _____ | Data: ___/___/___

PERFIL DOS PROVADORES

Gênero: () Feminino () Masculino () Outro: _____ () Prefiro não informar

Faixa etária: () Menos de 20 anos () De 20 a 29 anos () De 30 a 39 anos () De 40 a 50 anos

Escolaridade: () Ensino fundamental () Ensino médio () Superior incompleto () Superior completo () Pós-graduação () Outro: _____

Frequência de consumo de massa alimentícia:

() Diariamente () Consumo muito (2 a 3 vezes por semana) () Consumo moderadamente (1 a 2 vezes por semana)
() Consumo quinzenalmente () Consumo mensalmente () Nunca consumo

Principal motivo de consumir massas sem glúten:

() Sou alérgico/intolerante ao glúten () Acredito que alimentos sem glúten são mais saudáveis

() Acredito que alimentos com glúten engordam () Outro: _____

TESTE DE ACEITAÇÃO POR ESCALA HEDÔNICA

Você está recebendo duas amostras de massa alimentícia à base de amido da semente de jaca. Avalie cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita e, use a escala abaixo para indicar o seu grau de satisfação.

9 – Gostei muitíssimo 6 – Gostei ligeiramente 3 – Desgostei moderadamente
8 – Gostei muito 5 – Nem gostei, nem desgostei 2 – Desgostei muito
7 – Gostei moderadamente 4 – Desgostei ligeiramente 1 – Desgostei muitíssimo

Amostra: _____

COR	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL

Amostra: _____

COR	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL

TESTE DE ATITUDE OU INTENÇÃO DE COMPRA

Em relação à intenção de compra deste produto, qual seria sua atitude:

5 – Certamente compraria 3 – Não sei se compraria ou não 1 – Certamente não compraria

4 – Provavelmente compraria 2 – Provavelmente não compraria

AMOSTRA	INTENÇÃO DE COMPRA

TESTE DE ESCALA DO IDEAL

Por favor, marque um X na sua opinião de se tratando da **ESPESSURA** do produto:

Amostra: **657**

Está muito fino Poderia ser menos fino Está ideal Poderia ser menos grosso Está muito grosso

Amostra: **972**

Está muito fino Poderia ser menos fino Está ideal Poderia ser menos grosso Está muito grosso

Observações e comentários:

APÊNDICE C – PANFLETO DE DIVULGAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL

**ANÁLISE SENSORIAL DE
MACARRÃO SEM GLÚTEN**

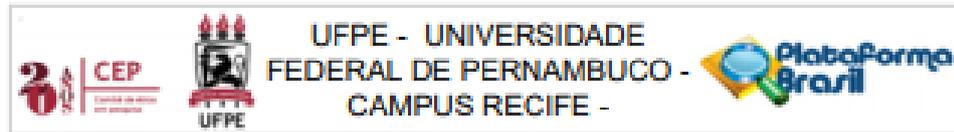
DIA: 07/11/2019 | HORÁRIO: A PARTIR DAS 8H

**LOCAL: Lab. de análise sensorial – Prédio da
gastronomia (em frente ao CEAGRI I)**

**Projeto de mestrado “Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base
de amido da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus L.*)”**

**OBS.: ANÁLISE NÃO INDICADA PARA CELÍACOS, NEM PARA
PESSOAS ALÉRGICAS A OVO (PODE CONTER TRAÇOS)**

ANEXO A – PARECER DO CEP PARA EXECUÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA SECA SEM GLÚTEN À BASE DE AMIDO DA SEMENTE DE JACA (*Artocarpus heterophyllus* L.)

Pesquisador: NATHALIA SANTOS ROCHA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 03926018.6.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.135.354

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Dissertação de mestrado da pós-graduanda NATHALIA SANTOS ROCHA, do Programa de Pós-graduação em Nutrição da UFPE, sob orientação da profa. Patrícia Moreira Azoubel, do Departamento de Engenharia Química da UFPE.

Objetivo da Pesquisa:

PRIMÁRIO: Desenvolver uma massa alimentícia sem glúten, à base de amido extraído da semente de jaca com utilização assistida de ultrassom, a qual seja sensorialmente aceita.

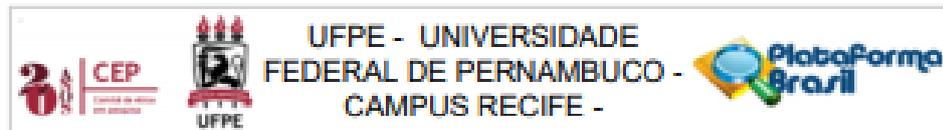
SECUNDÁRIO: Extrair o amido do caroço da jaca; • Realizar análises físico-químicas, microbiológicas e de propriedades reológicas do amido; • Desenvolver formulação de massa alimentícia seca sem glúten; • Realizar análise sensorial do produto elaborado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RIS-COS – Podem ser citados os 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 acerca de nova formulação de massa alimentícia possivelmente visualizada pela avaliação dos aspectos sensoriais atribuídos à massa alimentícia elaborada com amido da semente de jaca seria poderia vir a motivar a inserção deste produto no mercado. Além

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) 2126-6568 **E-mail:** cepccc@ufpe.br



Continuação do Projeto: 3.135.354

disso, o uso do amido da semente de jaca como ingrediente em novos produtos sem glúten poderia ajudar no barateamento desses produtos, colaborando, portanto para a manutenção de dietas restritivas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A Jaca tem excelente aceitação pelo mercado, que se dá exclusivamente através da polpa, enquanto todo o resto do fruto é geralmente descartado, apesar do volume total de sementes representar até 15% de seu peso total. No entanto são encontrados teores elevados de proteína, carboidrato e lipídios nas sementes em relação à polpa – sendo seu maior componente o amido, o qual chega a apresentar teor acima de 92% dos carboidratos. A hipótese do trabalho é que a extração assistida por ultrassom possibilita obter um amido com boa qualidade tecnológica e nutricional para elaboração de massa alimentícia sem glúten com características sensoriais adequadas às exigências do mercado. O processo de extração ocorrerá no Laboratório de engenharia de alimentos (LabEA) da UFPE. As análises físico-químicas da farinha ocorrerão no Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos – UFPE quanto o teor de cinzas, fibras, umidade, lipídios, proteídeos, glicídios, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (ZENEBON, PASCUET & TIGLEA, 2008). Serão realizados ensaios microbiológicos de acordo com o que preconiza a RDC nº 12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001). 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.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados e estão adequados.

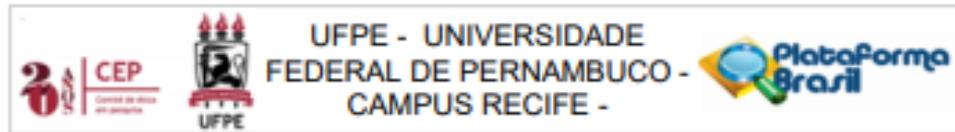
Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

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)2125-8588 **E-mail:** cepcca@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.135.354

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.

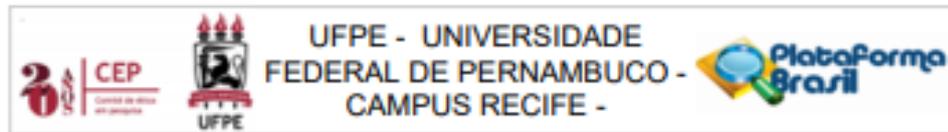
Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

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_P ROJETO_1265781.pdf	04/12/2018 11:51:38		Aceito
Outros	anuenalabea.jpeg	04/12/2018 11:50:33	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Folha de Rosto	comite_de_etica_nath.pdf	04/12/2018 11:49:51	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	04/12/2018 01:12:09	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Outros	Lattesnathalia.pdf	04/12/2018	NATHALIA SANTOS	Aceito

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-620
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2125-8588 **E-mail:** cepcca@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.135.354

Outros	Lattesnathalia.pdf	01:07:12	ROCHA	Aceito
Outros	Lattesallan.pdf	04/12/2018 01:05:45	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Outros	Lattesneide.pdf	04/12/2018 01:03:12	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Outros	Lattespatricia.pdf	04/12/2018 01:00:55	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	04/12/2018 00:59:56	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Outros	termodecompromisso.pdf	03/12/2018 11:18:13	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Outros	anuenciala.pdf	03/12/2018 11:14:34	NATHALIA SANTOS ROCHA	Aceito
Outros	SIGAUPE.pdf	27/11/2018 23:38:19	NATHALIA SANTOS ROCHA	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: 50.740-800
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepcca@ufpe.br