



## Qualidade físico-química e toxicológica de farinha obtida do eixo central de jaca

### *Physicochemical and toxicological quality of flour obtained from the central axis of jackfruit*

Hyago Costa de Sousa<sup>1</sup>, Nathan José Pereira da Silva<sup>2</sup>, Emmanuel Moreira Pereira<sup>3</sup>, Carlos Roberto Marinho da Silva Filho<sup>4</sup>, Agda Letícia Barbosa de Macêdo<sup>5</sup>

**Resumo:** A produção de farinha do eixo central de jaca se apresenta como uma alternativa viável para o aproveitamento dessa parte do fruto e sua utilização na indústria. O projeto foi desenvolvido no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Bananeiras-PB pertencente a Universidade Federal da Paraíba. Os frutos foram adquiridos no pomar do CCHSA. As farinhas foram obtidas a partir da secagem do eixo central em quatro diferentes temperaturas 50, 60, 70 e 80 °C. Foi determinada a potencialidade toxicológica frente *Artemia Salina* do eixo central e de suas respectivas farinhas bem como sua caracterização físico-química. O eixo central de jaca não apresentou toxicidade assim como as farinhas obtidas a 50, 60 e 70 °C. A farinha do eixo central obtida a temperatura de 50 °C apresentou os melhores resultados nas análises físico-químicas.

**Palavras-chave:** Determinação analítica, subproduto, toxicidade.

**Abstract** The production of flour from the central axis of jackfruit is presented as a viable alternative to the use of this part of the fruit and its use in industry. The project was developed in the Humanities Center, Social and Agricultural, Bananeiras-PB belonging to the Federal University of Paraíba. The fruits were purchased in CCHSA orchard. The flour were obtained by drying the central axis at four different temperatures 50, 60, 70 and 80 °C. It was determined the toxicological potential front *Artemia Salina* central axis and their respective flours and their physicochemical characterization. The central axis of jackfruit showed no toxicity as well as the flour obtained at 50, 60 and 70 °C. The flour the central axis obtained at 50 °C showed the best results in physicochemical analyzes.

**Key words:** Determination analytical, byproduct, toxicity.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 21/06/2016; aprovado em 30/09/2016

<sup>1</sup>Graduando, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras – PB; (83) 99654-7142, [hyagocosta\\_jp@hotmail.com](mailto:hyagocosta_jp@hotmail.com)

<sup>2</sup>Graduando, Universidade Federal da Paraíba, [nathan\\_jps@hotmail.com](mailto:nathan_jps@hotmail.com)

<sup>3</sup>Mestre, Universidade Federal da Paraíba, [emmanuel16mop@hotmail.com](mailto:emmanuel16mop@hotmail.com)

<sup>4</sup>Prof. Dr., Universidade Federal da Paraíba, [crmfilho@bol.com.br](mailto:crmfilho@bol.com.br)

<sup>5</sup>Graduanda, Universidade Federal da Paraíba, [agda.ufpb@hotmail.com](mailto:agda.ufpb@hotmail.com)



## INTRODUÇÃO

A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é originária das florestas tropicais do oeste da Índia e no Brasil é pouco consumida (HAQ, 2006) sendo mais popular na região Nordeste, comumente encontrada no brejo paraibano, com grandes picos de produção no primeiro trimestre do ano, sendo altamente perecível, ocasionando grandes perdas pós colheita, sendo comum o desperdício em função desta produção. Tem-se na secagem para a produção de farinha uma alternativa para a utilização do eixo central de jaca como subproduto alimentício.

Segundo a Anvisa (BRASIL, 2005), farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados considerados seguros para a produção de alimentos. A designação da farinha deve ser seguida do nome comum da espécie vegetal utilizada. O produto pode ser designado “farinha” seguida do nome do vegetal de origem. As farinhas são classificadas em farinha simples: produto obtido da moagem ou raladura dos grãos, rizomas, frutos ou tubérculos de uma só espécie vegetal e farinha mista: produto obtido pela mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais. As farinhas devem ser fabricadas a partir de matérias primas limpas, isentas de matéria terrosa e parasitos.

Especificamente para a farinha do eixo central da jaca não existe legislação referente quanto à classificação de acordo ao processo tecnológico de fabricação, granulometria, cor e qualidade.

Segundo Loures et al. (1990), inúmeras vantagens socioeconômicas surgem em decorrência da utilização de farinha, diferente da proveniente do trigo, em pão e produtos do tipo biscoito e macarrão. Dentre as vantagens referidas incluem-se: o estímulo à agricultura e a indústria nacionais e a criação de empregos em áreas rurais e industriais (GUSMÃO, 2011).

Uma das formas de aproveitamento de subprodutos da indústria alimentícia é a elaboração de farinha. A qualidade das farinhas pode ser avaliada por diversas características como umidade, material mineral, lipídios, proteínas e biocompostos, como fenólicos totais e antocianinas (CIACCO; CHANG, 1986).

A viabilidade técnica e econômica do uso de farinhas mistas em alimentos já foi amplamente demonstrada e empregada na indústria (TSEN, 1976). Farinhas, ricas em fibra, estão sendo utilizadas na elaboração de produtos de panificação e massas alimentícias, ampliando a oferta de produtos com elevado teor de fibra, tanto para os consumidores saudáveis quanto para aqueles que apresentam algumas doenças crônicas não transmissíveis (GUIMARÃES et al., 2007). Atualmente estuda-se a adição da farinha da semente de jaca no preparo de biscoitos, doces e pães, como fonte alternativa de carboidratos (RODRIGUES et al., 2004).

Baliga et al. (2011) revisaram as propriedades fitoquímicas, nutricionais e farmacológicas das cascas, raízes, folhas e frutos de *Artocarpus heterophyllus* usados em sistemas tradicionais e na medicina caseira. Estudos pré-clínicos demonstraram que a jaca possui propriedades antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, anticariogênica, antifúngica, antineoplásica, hipoglicemiante, dentre outras.

O objetivo deste trabalho foi estudar a caracterização físico-química e o potencial toxicológico do eixo central de jaca e suas respectivas farinhas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As farinhas foram obtidas a partir da secagem do eixo central de jaca nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C em estufa de renovação e circulação de ar, as amostras foram trituradas com o auxílio de um moinho de facas até atingirem aspecto pulverulento semelhante a farinha para a realização das determinações analíticas e toxicológicas.

As determinações físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise Físico-química pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, sendo avaliados os seguintes parâmetros:

➤ pH: O pH foi obtido pelo método potenciométrico, calibrando-se o potenciômetro através das soluções tampão (pH 4,0 e 7,0) a 20 °C.

➤ Acidez titulável (% ácido cítrico): foi medido 5 g de amostra, homogeneizado em 45 ml de água destilada. A solução contendo a amostra foi titulada com NaOH 0,1N até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína, confirmado pela faixa de pH do indicador de 8,2. A acidez titulável foi expressa como porcentagem de ácido cítrico no eixo central de jaca equivalente a quantidade de NaOH 0,1N gasto na titulação (RYAN e DUPONT, 1973).

➤ Teor de vitamina C: A vitamina C foi estimada por titulação, utilizando-se 5 mL/ou g de amostra acrescido de 45 ml de ácido oxálico 0,5% e titulado com solução de Tillmans até atingir coloração rosa (BRASIL, 2008).

➤ Umidade (%): O percentual de umidade foi determinado por meio de secagem em estufa a 100 ± 5 °C por 24 horas (BRASIL, 2008).

➤ Cinzas (%): Foi determinada pela incineração da amostra em mufla a 550 °C até as cinzas ficarem brancas ou ligeiramente acinzentadas (BRASIL, 2008).

➤ Proteínas (%): Teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método de Micro-Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína (BRASIL, 2008).

➤ Lipídeos (%): Foi determinado pelo método de Soxhlet, baseando-se na extração dos lipídeos em gorduras e substâncias gordurosas, que são definidos como componentes do alimento que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como éter etílico, éter de petróleo, acetona, clorofórmio, benzeno e álcoois. Conforme descrito por Brasil (2008).

➤ Carboidratos (%): O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100% e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídeos e cinzas (BRASIL, 2008).

As análises toxicológicas frente *Artemia Salina* foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do CCHSA, Campus de Bananeiras. Utilizando o método do bioensaio composto de *Artemia Salina* baseado na técnica descrita por Meyer et al. (1982), onde consistiu em:

➤ Incubação: Em um recipiente foram adicionados 500 mL de solução de água do mar. O recipiente foi acondicionado próximo de uma incubadora iluminada por uma lâmpada fluorescente e adicionado 0,2 g de cistos de *Artemia Salina*, mantendo a água em agitação constante com o auxílio de uma bomba de aquário para a aeração.

➤ Exposição: Após o período de incubação, os organismos-testes (náuplios de *Artemia*) foram expostos às amostras do eixo central da jaca in natura e em forma de farinha por 24 h, sendo utilizados tubos de ensaio, cada um contendo 10 náuplios de *Artemia Salina*, previamente selecionados. Os testes foram feitos em triplicata para cada concentração de cada composto. Foi determinada a faixa de concentração a ser testada, buscando sempre a maior concentração em que se observasse 100% de mortalidade e a menor concentração em que se deflagrasse 0% de mortalidade. As demais concentrações foram distribuídas dentro desse limite (VEIGA et al., 1989), de modo a obter a DL<sub>50</sub> (dose letal para 50% da população) do composto testado.

➤ Contagem: Após 24 h de exposição, foi feita a contagem de náuplios vivos e mortos, sendo considerados vivos todos aqueles que apresentarem qualquer tipo de movimento quando observados próximos a uma fonte luminosa. Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico utilizando o programa estatístico Bio Stat 2009®, efetuando-se a análise PROBIT, o qual forneceu os valores de DL<sub>50</sub>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste toxicológico realizado no eixo central de jaca in natura estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de DL<sub>50</sub> calculados para o eixo central de jaca e suas farinhas com os respectivos limites de confiança.

Material vegetal	DL <sub>50</sub> (µg mL <sup>-1</sup> )
Eixo central de Jaca	<b>2.505</b> (limite inferior 1.654,6758 - limite superior 356,4403)

Dose Letal (DL<sub>50</sub>)

Nguta et al. (2011) trabalhando com extratos aquosos e extratos orgânicos, constatou que valores de DL<sub>50</sub> menores que 100 µg (mL)<sup>-1</sup> foram considerados de alta toxicidade, DL<sub>50</sub> entre 100 e 500 µg (mL)<sup>-1</sup> considerados como sendo moderadamente tóxicos, DL<sub>50</sub> entre 500 e 1000 µg (mL)<sup>-1</sup> apresentaram fraca toxicidade e DL<sub>50</sub> acima de 1000 µg (mL)<sup>-1</sup> foram considerados não atóxico. Com base em Nguta et al. (2011) é considerado que o eixo central de jaca não é tóxico por ter apresentado valores de DL<sub>50</sub> acima de 1000 µg (mL)<sup>-1</sup>.

Os resultados obtidos do teste toxicológico nas farinhas do eixo central de jaca em diferentes temperaturas estão representados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valor de DL<sub>50</sub> calculados para farinha do eixo centra de jaca em diferentes temperaturas com respectivos limites de confiança.

Amostra	DL <sub>50</sub> (µg mL <sup>-1</sup> )
Farinha a 50 °C	<b>1.721</b> (limite inferior 914,994 - limite superior 2.528,419)
Farinha a 60 °C	<b>1.171</b> (limite inferior 648,7162 - limite superior 1.694,2552)
Farinha a 70 °C	<b>1.390</b> (limite inferior 193,2003 - limite superior 10.006,8801)
Farinha a 80 °C	<b>939</b> (limite inferior 536,6682 - limite superior 1.343,2444)

Dose Letal (DL<sub>50</sub>)

As farinhas obtidas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C apresentaram valores de DL<sub>50</sub> acima de 1000 µg (mL)<sup>-1</sup> sendo consideradas atóxicas, apenas a farinha obtida a temperatura de 80 °C apresentou valor entre 500 e 1000 µg (mL)<sup>-1</sup> considerado um nível de fraca toxicidade. Possivelmente na temperatura de 80 °C que apresentou uma fraca toxicidade, pode ser atribuído a concentração de compostos químicos com o aumento da temperatura que influencia diretamente nesse aspecto, como explicam Pereira et al. (2015) estudando a toxidade em plantas condimentares, ressalta que o potencial toxico das substancias está ligado principalmente a sua composição química sobretudo nas proteínas e compostos fenólicos.

Lopes et al. (2015) analisaram a toxicidade de sementes e vagens de *Lupinus lanatus*, observou valores de DL<sub>50</sub> de 1712,91 µg (mL)<sup>-1</sup> para as sementes e de 1352 µg (mL)<sup>-1</sup> para as vagens, portanto não apresentaram efeitos tóxicos.

Na realização de análises de toxicidade com extrato de *Spondia mombin* L., Luz (2014), observou valores de DL<sub>50</sub> de 482,5 ± 36,1 e 383,2 ± 34,1 µg (mL)<sup>-1</sup> para 24 e 48 horas, respectivamente, assim o extrato de *S. mombin* pode ser considerado que apresenta uma toxicidade alta.

Oliveira (2014) trabalhando com análise em óleos essenciais de *Trattinnickia burserifolia*, o óleo apresentou valor de DL<sub>50</sub> mais tóxico para o período chuvoso (45,28 mg/mL) em relação ao período seco (86,07 mg/mL). Valorem bem abaixo dos encontrados no presente trabalho.

Na Tabela 3 encontram-se os dados resultantes das análises físico-químicas realizadas no eixo central da jaca.

Souza (2008) analisando a polpa de jaca encontrou valores médios de proteína (0,77%), lipídeos (0,3%), umidade (75,39%), pH (4,82), resultados inferiores aos encontrados neste trabalho (Tabela 3), tal fato pode ser associado principalmente as condições edafoclimaticas da produção desse vegetal que influencia diretamente na sua qualidade, contudo o mesmo autor constatou valores superiores para carboidratos (19,63%), cinzas (3,71%) e acidez titulável (1,04%), aos constatados neste trabalho, valores estes que estão diretamente associados a nutrição do vegetal. Corroborando com este estudo Godoy, Matos e Santos (2011) e Lemos et al. (2012) obtiveram valores médios de umidade de 81,68% e pH de 5,11 para a variedade de jaca mole.

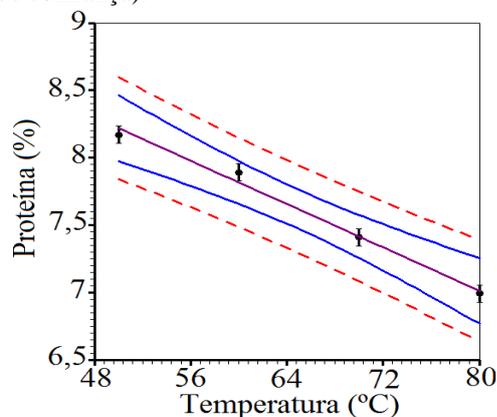
**Tabela 3.** Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas do eixo central de jaca.

Eixo central de jaca	
Determinações analíticas	
Proteína (%)	1,73 ± 0,09
Lipídeos (%)	0,84 ± 0,03
Carboidratos (%)	14,85 ± 0,04
Cinzas (%)	1,50 ± 0,04
Umidade (%)	81,08 ± 0,18
pH	5,38 ± 0,14
Acidez titulável (%)	0,26 ± 0,00
Vitamina C mg (100 g) <sup>-1</sup>	2,16 ± 0,33

Foram realizadas as determinações químicas a partir das farinhas obtidas do eixo central de jaca em 4 temperaturas diferentes.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) em função do aumento de temperatura para a farinha do eixo central de jaca (Figura 1), o melhor ajuste se deu ao modelo linear, onde  $\hat{y} = -0,040x + 10,228$ ,  $\chi^2 = 0,008$ ,  $R^2 = 0,989$ .

**Figura 1.** Teor de proteína em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



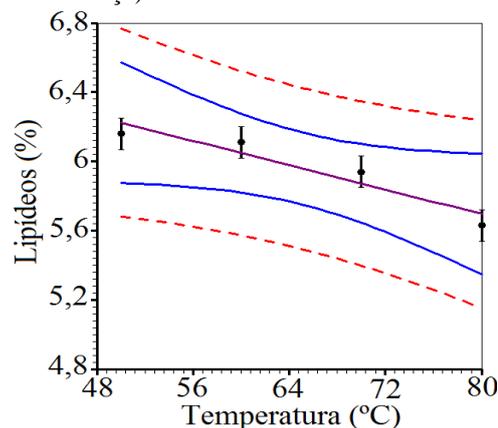
A farinha do eixo central da jaca apresentou valores de proteína variando entre 6,99 e 8,17% (Figura 1) pode-se observar uma redução no teor de proteínas em função do aumento da temperatura, comportamento comum na produção de farinha em elevadas temperaturas, sabendo-se que boa parte das proteínas se degradam com a elevação da temperatura como explicam Bobbio e Bobbio (1995), que as proteínas quando submetidas ao tratamento térmico sofrem mudanças nas suas propriedades, sendo destruídas principalmente as propriedades fisiológicas. Valores semelhantes foram encontrados por Prette (2012), onde trabalhando com aproveitamento de resíduos de jaca encontrou valores que variaram entre 5,76 e 7,41% em diferentes temperaturas.

Pereira et al. (2010) trabalhando com farinha da entrecasca de melancia obteve valores médios de 10,95% para teor de proteínas, resultados acima dos encontrados no presente trabalho, tal fato pode ser atribuído a natureza química do material in natura utilizado para a produção de farinha. Queiroz et al. (2015) estudaram a composição físico-química das farinhas da casca e sementes de lichias, obtendo valores médios de proteínas de 10,08% para a farinha da casca e de 5,33% para a farinha da semente.

Observou-se significância ( $P < 0,05$ ) para o percentual de lipídeos em farinha do eixo central de jaca (Figura 2) em função da elevação de temperatura, apresentando o melhor ajuste para o modelo linear, onde  $\hat{y} = -0,017x + 7,104$ ,  $\chi^2 = 0,016$ ,  $R^2 = 0,901$ .

O percentual de lipídeos do eixo central da jaca apresentou redução em função do aumento da temperatura, esse fato pode ser associado a oxidação lipídica pelo aumento da temperatura (Figura 2).

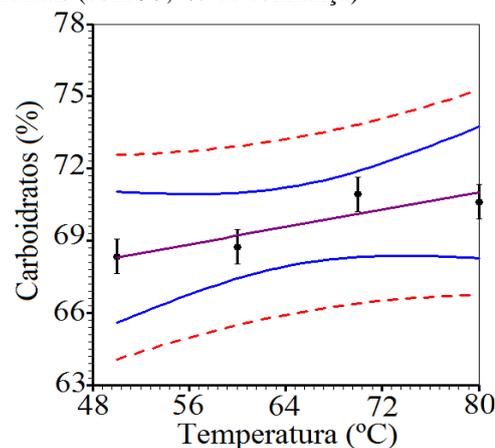
**Figura 2.** Teor de lipídeos em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



Santos (2009), Silva et al. (2011) trabalhando com secagem e caracterização de farinhas de semente de jaca e semente de abobora obtiveram os valores médios de 8,9 e 35,6% respectivamente, Borges (2006) também trabalhando com sementes de abobora e jaca em duas temperaturas encontrou valores de 37,2 e 0,8% a 60°C e de 36,3 e 1,13% a 70 ° respectivamente, valores esses que se distinguem aos obtidos neste trabalho (Figura 2), essas diferenças podem ser atribuída pela diversidade na natureza da matéria prima e os métodos utilizados na obtenção da farinha e secagem do produto.

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o percentual de carboidratos na farinha do eixo central de jaca (Figura 3) em função do aumento da temperatura, o modelo linear foi o que apresentou melhor ajuste, onde  $\hat{y} = -0,089x + 63,808$ ,  $\chi^2 = 1,037$ ,  $R^2 = 0,795$ .

**Figura 3.** Teor de carboidratos em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).

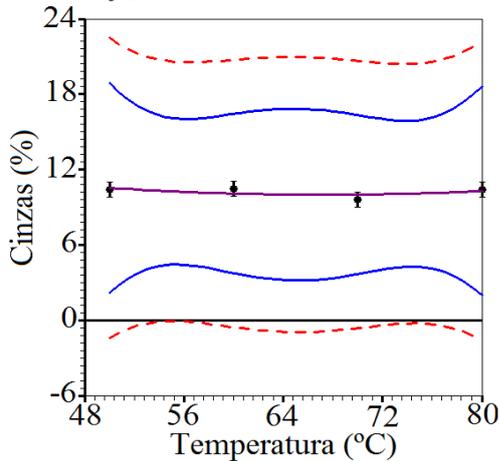


O percentual de carboidratos na farinha do eixo central de jaca apresentou variação, aumentando o seu percentual até a temperatura de 70 °C, com uma diminuição progressiva ao

aumentar a temperatura para 80 °C, podendo ter sido ocasionado pela conversão e/ou consumo desses carboidratos em açúcares, variando de 68,3 a 70,9% (Figura 3). Ferreira e Pena (2003), Córdova et al. (2005), Ferreira (2013), Vicentini (2015) trabalharam com caracterização físico-química das farinhas de semente de chia, casca do maracujá, pupunha e semente de jaca e obtiveram resultados de 64,7, 55,9 14,9, 45,1% e respectivamente, valores inferiores aos encontrados na farinha do eixo central de jaca (Figura 3).

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o percentual de cinzas na farinha do eixo central de jaca (Figura 4) em função do aumento da temperatura, apresentando o melhor ajuste para o modelo polinomial, onde  $\hat{y} = 18,221 - 0,245x + 0,001x^2$ ,  $\chi^2 = 0,308$ ,  $R^2 = 0,308$ .

**Figura 4.** Teor de cinzas em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



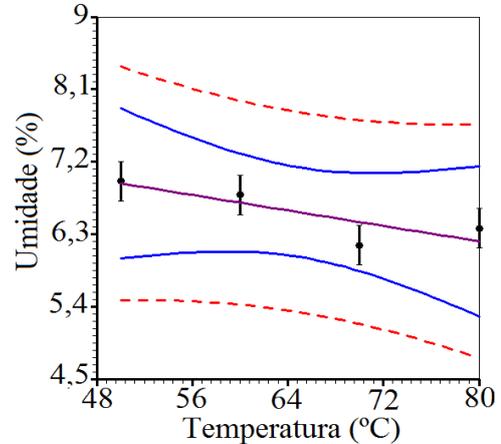
Os percentuais de cinzas na farinha do eixo central de jaca variaram em função do aumento da temperatura, com uma elevação até 60 °C, reduzindo-se até 70 °C e voltando a aumentar na 80 °C, foram obtidos valores que variaram entre 9,58 e 10,48% (Figura 4). Resultados condizentes foram encontrados por Barroso et al. (2010), trabalhando com elaboração de cookies utilizando farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) obtidas por secagem em estufa ventilada a 65 °C, constataram a quantidade de cinzas de 10,8% para a FTC e 15,4% para a FTE. Resultados inferiores foram analisados por Perez e Germani (2007), trabalhando com elaboração de biscoitos com níveis crescentes de farinha de berinjela (10, 15 e 20%), observaram o aumento do teor de cinzas com o incremento das proporções de farinha de berinjela, onde os biscoitos I, II e III obtiveram os valores de cinzas de 1,8, 2,1 e 2,6% respectivamente.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o percentual de umidade nas farinhas do eixo central de jaca (Figura 5) em função do aumento de temperatura, onde o melhor ajuste se deu ao modelo linear, com  $\hat{y} = - 0,023x + 8,129$ ,  $\chi^2 = 0,120$ ,  $R^2 = 0,704$ .

O teor de umidade na farinha do eixo central de jaca diminuiu a medida que a temperatura se elevou, tendo um pequeno ganho de umidade a temperatura de 80 °C, que pode ter sido ocasionado em função do armazenamento da amostra

durante o período de análise, os valores obtidos variaram de 6,16 a 6,96% de umidade (Figura 5), valores inferiores aos 15% de umidade estabelecidos pela legislação em vigor (BRASIL, 1978).

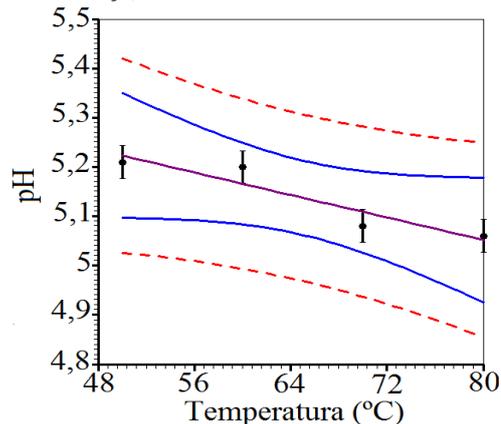
**Figura 5.** Teor de umidade em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



Corroborando com este trabalho Rodrigues et al. (2011) trabalhando com obtenção de farinha de yacon em estufa com circulação de ar a 60°C obteve 6,9% de teor de umidade e Prette (2012) trabalhando com aproveitamento de resíduos de jaca, elaborou dois tipos de farinha por secagem em secador de convecção forçada de ar quente a 50 °C, os resultados variaram entre 6,7 e 8,3% de teor de umidade. Resultados superiores foram encontrados por Santos (2009) trabalhando com caracterização físico-química da farinha de semente de jaca, encontrou valores de 9,2% de umidade.

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para a farinha do eixo central de jaca (Figura 6) em função do aumento de temperatura, apresentando o melhor ajuste para o modelo linear, onde  $\hat{y} = - 0,005x + 5,508$ ,  $\chi^2 = 0,002$ ,  $R^2 = 0,879$ .

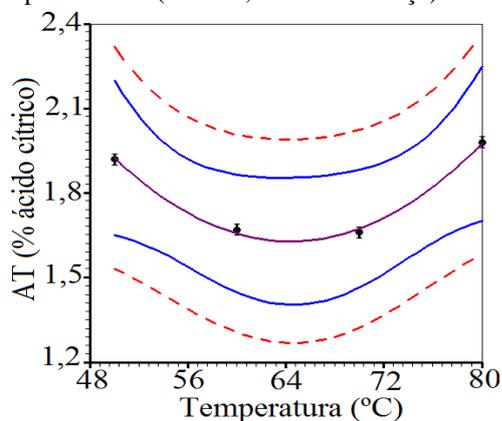
**Figura 6.** Valores de pH em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



O pH apresentou uma redução em função do aumento da temperatura, se mantendo na faixa de 5,06 a 5,21 (Figura 6), bem próximo ao pH do material in natura que foi de 5,38 (Tabela 3), resultado condizente foi encontrado por Portela (2009) ao analisar a farinha da entrecasca da melancia com o endocarpo encontrou um valor para o pH de 5,23 e também por Borba (2005) e Borges, Pereira e Lucena (2009) trabalhando com caracterização da farinha de banana verde e farinha de batata doce encontraram o valores médios de pH de 5,30 e 5,7 respectivamente. Comportamento desejável, haja vista que o pH ácido inibe o crescimento microbiológico, influenciando no período de vida útil da farinha.

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o percentual de acidez titulável nas farinhas do eixo central de jaca (Figura 7) em função do aumento da temperatura, tendo como melhor ajuste o modelo polinomial, com  $\hat{y} = 7,539 - 0,183x + 0,001x^2$ ,  $\chi^2 = 0,0004$ ,  $R^2 = 0,995$ .

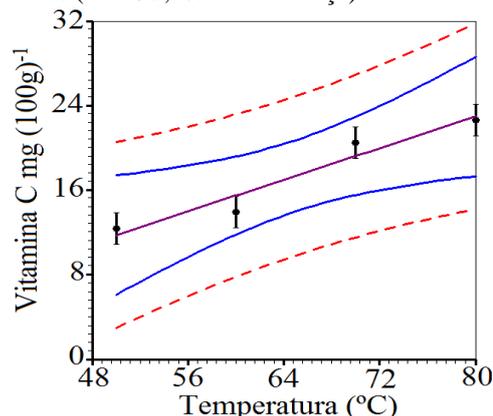
**Figura 7.** Teor de acidez titulável (% ácido cítrico) em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



A acidez titulável (AT) apresentou uma redução nos teores em função do aumento da temperatura até 70 °C com valores variando de 1,66 a 1,92% e chegando até 1,98% na temperatura a 80 °C (Figura 7), comportamento contrário foi observado por Pereira (2016) onde, trabalhando com obtenção de farinha de brotos de palma, constatou uma elevação dos teores de AT com o aumento da temperatura de secagem, obtendo valores em torno de 0,1 a 0,9%. Segundo Azevêdo et al. (2008), o teor de AT determina a qualidade da farinha, no caso da farinha de trigo quanto maior a acidez menor será sua qualidade, trabalhando com farinha da casca de manga o valor médio encontrado foi de 1,92% de AT, sendo considerados bons os índices de ácidos determinados neste trabalho. Teores elevados de AT foram encontrados por Carvalho (2004) trabalhando com a caracterização da farinha de semente de cupuaçu, encontrou o valor de 22,93 meq de NaOH/100g para acidez titulável.

Observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nos teores de vitamina C (ácido ascórbico) da farinha do eixo central (Figura 8) que variaram em função do aumento da temperatura, onde o modelo linear foi o que apresentou melhor ajuste, em que  $\hat{y} = 0,373x - 6,919$ ,  $\chi^2 = 4,436$ ,  $R^2 = 0,940$ .

**Figura 8.** Teor de vitamina C em farinha do eixo central de jaca, obtida nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. A linha central é a função ajustada, as linhas externas contínuas definem a faixa com 95,4% de confiança e as linhas externas tracejadas definem a faixa de predição dos pontos experimentais (com 95,4% de confiança).



Houve uma elevação no teor de vitamina C em função do aumento da temperatura, variando entre 12,35 a 22,62 mg (100g)<sup>-1</sup> (Figura 8), valores superiores ao obtido no material in natura (Tabela 3). De acordo com Pereira (2016) é notório a elevação desse parâmetro em forma de farinha, quando comparado com a matéria vegetal, essa discrepância pode ser atribuída pela concentração desta vitamina com o processo de obtenção da farinha, visto que, a vitamina C encontra-se dispersa no suco celular e quando a secagem é feita de forma brusca cria uma camada espessa que evita a perda/degradação dessa vitamina. Também podendo ser atribuída a concentração da mesma em forma de farinha quando comparado com o material in natura, com a diminuição do teor de água.

A mesma tendência foi observada por Prette (2012) analisando os resultados da secagem convectiva de resíduos de jaca obteve farinhas em que os valores de vitamina C variaram de 117,43 a 171 mg g<sup>-1</sup>, elevando-se em função do aumento da temperatura.

## CONCLUSÕES

A farinha do eixo central de jaca mostra-se como potencial para a utilização na tecnologia de panificação, em função da sua qualidade físico-química, a temperatura de 50 °C foi a que apresentou os melhores parâmetros físico-químicos validados. Não foi observado efeito tóxico para o material in natura e as farinhas obtidas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. C.; SILVA, I. R. A.; ARAUJO, A. J. B.; OLIVEIRA, S. B.; AZOUBEL, P. M. Caracterização físico-química da farinha da casca de manga cv. Tommy atkins. In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e XV Seminário Latino Americano e do Caribe de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, Belo Horizonte. Anais do XXI CBCTA e XV SLACTA, 2008.

BALIGA, M. S.; SHIVASHANKARA, A. R.; HANIADKA, R.; SOUZA, J.; BHAT, H. P. Phytochemistry, nutritional and

- pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam (jackfruit): A review. Food Research International, São Paulo, v. 44, p. 1800- 1811, 2011.
- BARROSO, A. K. M.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com Farinha de Talo de Couve (FTC) e Farinha de Talo de Espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Impresso), v. 30, p. 719-728, 2010.
- BRASIL, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos CNNPA. Resolução CNNPA, nº 12 de julho 1978. Brasília, 1978.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.
- BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 1020 p. 2008.
- BORBA, A. M. Efeitos de alguns parâmetros operacionais nas características físicas e físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata doce (*Ipomoea batatas*). 2005. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. 2 ed. São Paulo: Varela: 1995, 223p.
- BORGES, S. V.; BONILHA, C. M. C.; MANCINI, M. C. Sementes de jaca (*Artocarpus Integrifolia*) e de abóbora (*Curcubita Moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizados como ingredientes em biscoitos tipo cookie. Alimentos e Nutrição (UNESP), v. 17, p. 317-321, 2006.
- BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. de. Caracterização da farinha de banana verde. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Impresso), v. 29, p. 333-339, 2009.
- CARVALHO, A.V. Extração, concentração e caracterização físico-química e funcional das proteínas de semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). Campinas-SP.: UNICAMP, 2004, 167p. (Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas).
- CIACCO C.F., CHANG Y.K. Como fazer massas. Unicamp, Campinas, São Paulo, Brasil (1986).
- CÓRDOVA, K. R. V.; GAMA, T. M. M. T. B.; WINTER, C. Mara G.; KASKANTZIS NETO, G.; FREITAS, R. J. S. de. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener). Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (Impresso), Curitiba-PR, v. 23, n.2, p. 221-230, 2005.
- FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). Ciência e Tecnologia de Alimentos (Impresso), Campinas, v. 23, n.2, p. 251-255, 2003.
- FERREIRA, T. R. B. Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispânica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães. Dissertação, 112p. (Pós-graduação em Ciências) Universidade de São Paulo, 2013.
- GODOY, R. C. B.; MATOS, E. L. S.; SANTOS, G. G. Avaliação do efeito da temperatura de armazenamento na composição físico-química e sensorial de jaca dura minimamente processada. Revista de Ciências Agrárias (Belém), v. 53, p. 117-122, 2011.
- GUIMARÃES, R. R.; REZENDE, A. S.; MATTOS, L. da S.; SILVA, V. L. M. da; FREITAS, M. C. J. Avaliação nutricional da farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, Sobral) em animais. In: 7º Simpósio Latino Americano de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2007, São Paulo. Ciência e Tecnologia de Alimentos em Benefício a Sociedade: Ligando a Agricultura à Saúde, 2007. v. 1.
- GUSMÃO, R. P. Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da farinha da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). João Pessoa, 2011. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba. 2011.
- HAQ, N. Jackfruit: *Artocarpus heterophyllus*. 1 ed. Southamton: Southamton Centre for Underutilised Crops, 192 p., 2006.
- LEMONS, D. M.; SOUSA, E. P.; SOUSA F. C.; SILVA, L. M. M.; TAVARES, R. R. S. Propriedades físico-químicas e químicas de duas variedades de jaca. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, p. 90-93, 2012.
- LOPES, M.; STEIN, A. C.; LINARES, C. E. B.; GIACOMELLI, S. R. Composição química e avaliação da toxicidade frente a *Artemina salina* das sementes e vagens de *Lupinus lanatus* Benth. Vivencias: Revista Eletrônica de Extensão da URI, v.11, n.20, p. 10-20, 2015.
- LOURES, A.; COELHO, D.; CRUZ, R.; LUCY, C. Obtenção, caracterização e utilização da farinha de banana (*Musa sp*) em panificação. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 10, n. 1, p. 57-71, 1990.
- LUZ, S. M. D. Atividade analgésica e toxicidade da *Spondia mombin* L. em modelos animais. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia), Universidade Estadual da Paraíba, 2014.
- MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J.L. Brine shrimp, a convenient general bioassay for active-plant constituents. Planta, v.45, p.31-34. 1982.
- NGUTA, J. M.; MBARIA, J. M.; GATHUMBI, P. L.; KABASA, J. D.; KIAMA, S. G. Biological screening of

- kenya medicinal plants using *Artemia salina* L. (Artemiidae). Pharmacology online, v.2, p.458-78, 2011.
- OLIVEIRA, G. G. de. Identificação dos constituintes químicos e atividade biológica do óleo essencial de *Trattinnickia burserifolia* Mart. (Burseraceae) da Serra do Tepequém, Amajari – Roraima. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Roraima, Boa vista – RR, 2014.
- PEREIRA, A. S.; CARVALHO, E. E. N.; CARDOSO, C. R. L.; GONCALVES, A. H. Caracterização de farinha da entrecasca da melancia (*Citrullus lanatus*) produzida na região do sul do Tocantins. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2010, Salvador – BA.
- PEREIRA, E. M.; LEITE FILHO, M. T.; DE ASSIS MENDES, F.; MARTINS, A. N. A.; ROCHA, A. P. T. Potencial toxicológico frente *Artemia Salina* em plantas condimentares comercializadas no município de Campina Grande-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n.1, p.52-56. 2015.
- PEREIRA, E. M. Produção de farinha obtida de brotos de palma. Dissertação, 122p (Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – PB, 2016.
- PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, p. 186-192, 2007.
- PORTELA, J. V. F. Estudo dos aspectos tecnológicos e de qualidade envolvidos no aproveitamento da casca e da polpa da melancia (*Citrullus lanatus* Schrad). 2009, 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
- PRETTE, A. P. Aproveitamento de polpa e resíduos de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) através de secagem convectiva. Dissertação, 161p. (Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federam de Campina Grande – UFCG – PB, 2012.
- QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P. de; SANTOS, C. M.; SIMÃO, A. A. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar 'Bengal'. Ciência Rural (UFSM. Impresso), v. 45, p. 329-334, 2015.
- RODRIGUES, R.M.; OLIVEIRA, R.B.; REGES, C.M. - Determinação do Teor Protéico da Polpa e Caroço de Jaca (*Artocarpus integrifolia*) in natura e desidratado. XI Jornada De Iniciação X Científica, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins. 2004.
- RODRIGUES, F. C.; CASTRO, MARTINO, H. S. D.; FERREIRA, C. L. L. F. Farinha de yacon (*Samllanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. Revista Inst Adolfo Lutz, v. 70, p. 290, 2011.
- RYAN, J. J.; DUPONT, J. A. Identification and analysis of the major acids from fruit juices and wines. Journal Agricultural and Food Chemistry, v.21, n.1, p.45-49, 1973.
- SANTOS, C. T. Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais. Itapetinga-Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2009. 73 p. II.
- SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; FEITOSA, M. K. S. B.; CRUZ, C. S. A.; SOUSA, E. P. Qualidade Físico-Química de Farinha da Semente de Abóbora Desidratada em Estufa a 40°C. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, p. 154-159, 2011.
- SOUZA, M. A. Determinação das propriedades termofísicas de polpas de frutas tropicais: jaca (*Artocarpus Heterophilus* Lamk.) e umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.). (Programa de pós-graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Bahia, 2008.
- TSEN CC. Regular and protein fortified cookies from composite flours. Cereal Foods World 1976;21(12):634-7.
- VEIGA, L. F.; VITAL, N. A.; PORTELA, M. R.; OLIVEIRA, F. F. Avaliação de faixa de sensibilidade de *Artemia salina* ao Lauril Sulfato de Sódio. Rio de Janeiro. PETROBRÁS/CENPES/SUPESQ/DITER, 64p. il. 1989.
- VICENTINI, M. S. Biscoitos amanteigados isentos de açúcar de adição elaborados parcialmente com polpa e semente de jaca. Dissertação, 92p. (Pós-graduação em Ciências) Universidade de São Paulo, 2015.