

PROCESSAMENTO DA FARINHA DA CASCA DO MANGOSTÃO (*Garcinia mangostana* L.) COM VISTAS AOS ASPECTOS NUTRICIONAIS E DE ANTOCIANINA

PROCESSING OF MANGOSTEEN (*Garcinia mangostana* L.) RIND WITH A VIEW TO THE NUTRITIONAL VALUE AND ANTHOCYANIN

Aline Kazumi Nakata da Silva¹; Suenne Taynah Hungria Abe²; Orquídea Vasconcelos dos Santos³
^{1,2,3}Universidade do Estado do Pará – UEPA – Belém – Brasil orquideavs@usp.br

Resumo

No campo da tecnologia de alimentos encontra-se o setor reservado à pesquisa de resíduos agroindustriais visando transformá-los em subprodutos destinados à alimentação humana. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o potencial agroindustrial da casca do mangostão com vistas a sua aplicação no setor alimentício. Foram realizadas análises biométricas dos frutos, despulpamento, processamento da casca, obtenção e análise da farinha. Os resultados mostram uma produto enquadrada na legislação brasileira como pertencente ao grupo seca, subgrupo fina, com forte tendência de cor ao vermelho. Os parâmetros microbiológicos apresentaram-se dentro dos padrões de sanidade. Sua composição nutricional mostra uma farinha rica em carboidratos, tendo 53,19% de fibras insolúveis e 3,01% de proteínas, com teor médio de antocianinas de 41,85 mg/100g. Com base nos dados obtidos e considerando a quantidade expressiva de resíduo gerado pelo processamento do fruto do mangostão, a farinha da casca pode ser aplicada em produtos alimentícios, visto que apresenta elevado conteúdo em fibras e teor significativo de antocianinas totais, não comumente encontrados em farinhas.

Palavras-chave: casca, farinha, mangostão

1 Introdução

O aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos destinados à alimentação humana tem se tornado um segmento de destaque dentro da tecnologia de alimentos, fato atribuído à grande quantidade de resíduos gerados com considerável qualidade nutricional passíveis de reaproveitamento. Além disso, a importância crescente das questões ambientais, atrelada à possibilidade de desenvolvimento sócio-econômico eleva a importância em se pesquisar a potencialidade das diferentes matérias-primas, aplicando a tecnologia necessária para o seu beneficiamento (KOBORI; JORGE, 2005, SANTOS et al., 2010).

O vasto potencial apresentado pela região amazônica em suas inúmeras espécies, com destaque para a fruticultura, tem considerável riqueza em componentes funcionais de reconhecimento em pesquisas (SANTOS et al., 2012). Dentre os frutos de origem asiática que se adaptaram e são cultivados comercialmente na região amazônica está o mangostão (*Garcinia*

mangostana L.). Este é encontrado na forma de pequenos pomares em todos os estados da Amazônia, exceto no Pará, onde a produção é verificada em larga escala destacando-se pelo elevado volume de frutos comercializados estimados, no ano de 2003, em mais de 180 toneladas (SACRAMENTO et al., 2007).

A coloração púrpuro-violácea da casca do mangostão é conferida por flavonóides da classe das antocianinas, presentes significativamente na sua composição desempenhando uma série de funções biológicas nos tecidos vegetais como a proteção à ação da luz e de processos oxidativos (LOPES et al., 2007). Em baixas concentrações, esses compostos possuem atividade antioxidante na captura de radicais livres, atuando na prevenção de doenças crônicas e degenerativas do organismo humano, entre outras (OLIVEIRA et al., 2009).

O mangostão é uma fruta que possui riqueza em nutrientes e em compostos com elevada funcionalidade em sistemas orgânicos, tais como taninos e outras substâncias fenólicas presentes principalmente nas suas cascas. Estas, ao serem avaliadas por Naczki e Shahidi (2006) apresentaram uma grande quantidade de compostos polifenóis biologicamente ativos conhecidos como xantonas. Estas substâncias possuem consideráveis propriedades medicinais atuando como agente anti-inflamatório, antitumoral e antibacteriano contra *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* e *Helicobacter pylori*, sendo, de forma geral, um protetor do sistema imune (WERAYUT et al., 2009; MAZLEENA, et al., 2011).

O beneficiamento da polpa deste fruto gera grande quantidade de resíduos orgânicos, compreendidos principalmente por cascas e sementes, tornando-se por vezes elementos poluidores ao ambiente. Estes resíduos podem ser transformados em subprodutos industriais, visando seu aproveitamento em setores como o alimentício, farmacêutico, dermocosmético, produção de corantes, dentre outros (CHISTÉ et al., 2009; SANTOS et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar o potencial agroindustrial da casca do mangostão com vistas a aplicação no setor alimentício, visando incrementar as possibilidades de aproveitamento agregando valor a seus subprodutos.

2 Material e Métodos

Os frutos de mangostão foram obtidos no município de Santa Isabel do Pará-PA do produtor Toyoe Kawasaki. Os frutos foram transportados em caixa plástica vazada de polietileno de alta densidade (PEAD), sendo armazenadas no Laboratório de Alimentos da Universidade do Estado do Pará (UEPA) à temperatura de refrigeração, até a execução das análises posteriores.

Os frutos de mangostão (100 unidades) foram selecionados aleatoriamente, e, em seguida, separados do cerne e das sépalas para a realização das medições (diâmetros transversais e

longitudinais), com o auxílio de um paquímetro da marca VONDER. Os frutos foram partidos com uma faca de aço inoxidável, no sentido do eixo transversal, separando a polpa e as sementes manualmente das cascas. As pesagens foram realizadas em balança analítica da marca QUIMIS, sendo os resultados expressos com precisão de duas casas decimais.

Os frutos de mangostão foram submetidos à lavagem e higienização com hipoclorito de sódio comercial 50 ppm durante 20 minutos (SILVA et al., 2010) a fim de eliminar as sujidades grosseiras aderidas nas cascas, além de reduzir a contaminação microbiológica.

Os frutos foram submetidos a um branqueamento a 90 °C por 2 minutos (COSTA et al., 2003) para assegurar a redução da carga microbiana e a manutenção da cor da casca através da inativação da polifenoloxidase, visto que o controle da atividade desta enzima é de grande importância para a minimização das reações de escurecimento enzimático. Isso se deve principalmente à degradação da antocianina em associação com a oxidação dos fenóis (ZHANG et al., 2005).

Para obtenção da farinha os frutos foram cortados manualmente em tiras de aproximadamente 1 cm de largura e secas em estufa de circulação de ar marca FABBE modelo 170, na temperatura de 45 °C por 24 horas.

O composto resultante da secagem foi triturado e homogeneizado em multiprocessador, sendo as partículas uniformizadas utilizando um conjunto de peneiras e agitador. A farinha resultante foi acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), armazenada à temperatura ambiente até o momento da realização das análises.

Para a análise granulométrica foram utilizadas peneiras série Granulotest (n° 14, 28, 35, 48, 65 e 100) e um agitador de peneiras (Marca BERTEL Ltda, Brasil, Modelo 0701 tipo magnético), de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A cor da farinha foi determinada utilizando-se um Colorímetro Minolta CE CR- 310, obtendo-se os valores de L*, a*, b*. Onde (L) representa a luminosidade (L*); (a) define a transição da cor verde (-a*) para o vermelho (+a*) e (b) representa a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*). As medidas foram realizadas com três repetições, obtendo-se os valores médios de L*, a* e b*. Na área alimentícia, as normas internacionais para a mensuração de cor foram definidas pela Commission Internationale d'Eclairage (CIE) em 1931, onde se estabeleceu a nomenclatura do sistema CIE. Nesta pesquisa será utilizado o sistema CIELAB (L*, a*, b*), relatado por Motta (2005). O equipamento foi calibrado nos seguintes parâmetros L* = 97,51; a* = + 0,34; b* = + 1,73, (dados definidos pelo fabricante). Seu resultado expressa a variação de cor (ΔE), dado pela Equação 1.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 1})$$

Para verificar a direção da diferença de cor entre a casca de mangostão *in natura* e a casca processada foram calculados os seus croma e ângulos hue (matiz). O croma (C*) mostra a saturação da cor (intensidade) que pode ser utilizada na distinção entre uma cor fraca e uma cor forte. O valor do croma é zero no centro do eixo de cores e aumenta conforme se distancia do centro (HEIMDAL et al., 1995). O valor do croma foi calculado de acordo com a Equação 2.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

O ângulo hue representa a tonalidade de cor da amostra. O matiz (h°) é expresso em graus e inicia-se no eixo de (a*). O h vale zero em (+a*), 90° em (+b*), 180° em (-a*) e 270° em (-b*) (HEIMDAL et al., 1995). O matiz foi obtido de acordo com a Equação 3.

$$h = \arctg (b^*/a^*) \quad (\text{Equação 3})$$

As amostras de farinha foram analisadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade do Estado do Pará (UEPA), de forma indicativa, sendo submetidas às análises microbiológicas de coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. segundo parâmetros de tolerância exigidos pela Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), de acordo com metodologias descritas por Vanderzant e Splittstoesser (1992).

Foram realizadas análises físico-químicas para a farinha da casca do mangostão:

Atividade de água: através de medida direta, em instrumento AquaLab Series 3TE da DECAGON, com controle interno de temperatura a 25 °C;

pH: segundo método n° 981.12 da AOAC (1997), através do uso de um potenciômetro, previamente calibrado com soluções tampão pH 4 e 7;

Acidez titulável: segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985) determinada através de titulação por volumetria potenciométrica;

Umidade: segundo o método n° 920.151 da AOAC (1997), através de secagem em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 105 °C, até que a amostra atinja peso constante;

Proteína bruta: segundo o método de micro Kjeldahl n° 950.48 da AOAC (1997), que se baseia na determinação da quantidade de nitrogênio total existente na amostra. O teor de proteína bruta será calculado através da multiplicação do nitrogênio total pelo fator 5,75 (%N x 5,75), segundo a Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003);

Lipídios totais: de acordo com o método n° 948.22 da AOAC (1997) que consiste de extração em equipamento tipo Soxhlet usando como solvente éter de petróleo;

Resíduo mineral fixo: o teor de cinzas foi determinado por incineração da amostra em forno mufla a 550 °C, de acordo com método 930.05 da AOAC (1997);

Carboidratos totais: calculados por diferença (100 g - gramas totais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas), segundo a Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003);

Determinação da fibra bruta por detergente ácido (ADF) conforme método mostrado por Van Soest (1963) em seus estudos. Este método por gravimetria estipula o teor de celulose e de lignina, ou seja, apenas as fibras insolúveis;

Antocianinas: através do método espectrofotométrico diferencial de acordo com o descrito por Askar e Treptow (1993), modificado por Rogez (2000).

3 Resultados e Discussão

Os resultados das características biométricas do fruto de mangostão da safra 2012, estão apresentados na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Características biométricas do fruto de mangostão de diferentes safras

Características biométricas	Safra 2007*	Safra 2012**
Peso total do fruto (g)	91,3 ± 19,06	109,58 ± 78,38
Peso da casca (g)	65,9 ± 12,39	67,20 ± 8,22
Peso polpa + sementes (g)	25,7 ± 6,56	34,24 ± 6,87
Número de secções (gomos)	5,0 ± 0,59	6,01 ± 0,52
Diâmetro transversal (mm)	49,3 ± 4,00	51,25 ± 2,49
Diâmetro longitudinal (mm)	56,4 ± 3,66	60,86 ± 3,07
Espessura da casca (mm)	8,4 ± 1,03	8,06 ± 0,66

Dados representam a média de cem medições ± desvio-padrão.

Fonte: *Chisté et al. (2009); **Esta Pesquisa (2012).

Os resultados das características biométricas do fruto de mangostão revelam que o peso total avaliado, apresentou média de 109,6 g. Quando comparado aos resultados encontrados por Chisté et al. (2009) em frutos da safra de 2007 provenientes do município de Marituba/PA apresentaram-se mais pesados, com peso total de 91,3 g. Em relação ao peso da casca, os frutos de ambas as safras apresentaram valores muito próximos, sendo, em média, de 65,9 g e 67,2 g para frutos da safra de 2007 e 2012, respectivamente, o que corresponde à 61,3% e 60,1% de rendimento em casca. Ao comparar a mesma característica com frutos de maracujá amarelo (78,0 g) observa-se que nesta fruta o peso da casca é significativamente maior (NEGREIROS et al., 2007).

Em relação ao peso da polpa com sementes os frutos apresentaram, em média, 34,2 g, o que equivale a um rendimento de 31,3% em relação ao peso total. Quanto aos diâmetros transversais e longitudinais dos frutos de mangostão das diferentes safras (Tabela 1) apresentaram valores relativamente próximos, mostrando que há pouca diferença entre as dimensões dos frutos em comparação. A espessura da casca é também uma característica pouco variável, sendo a média de cada safra, 8,4 mm e 8,1 mm respectivamente.

As relevantes diferenças observadas entre as características físicas dos frutos de mangostão são atribuídas não somente pelas distintas safras de ocorrência dos mesmos, mas também pela

variação de clima e solo da região onde esta frutífera foi cultivada, a idade da planta, além das condições de manejo (SACRAMENTO et al., 2007).

Após as análises das características físicas dos frutos, sucessivas etapas de processamento foram realizadas para a constituição da farinha, seguindo-se cortes, secagem, trituração, homogeneização e uniformizadas das partículas, passando o produto a ser denominado de farinha (BRASIL, 2005).

As características granulométricas da farinha foram avaliadas quanto ao diâmetro das partículas obtidas de forma granulométrica por meio de peneiramento em malhas previamente definidas e estipuladas segundo a Legislação Brasileira pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2005). Os resultados da análise granulométrica da farinha da casca de mangostão estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise da distribuição granulométrica da farinha da casca de mangostão

Peneiras n°	Amostra retida (%)
35	54,9
42	5,5
48	3,1
60	6,1
65	4,4
RESÍDUO	24,7

Fonte: Pesquisa de campo (2012)

Os resultados relacionados à Tabela 2 buscam manter as bases estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2005), estes são baseados na granulometria da farinha de mandioca como fonte de classificação e comparação.

Os resultados apresentados para farinha da casca de mangostão apresentaram características de grânulos médios, quando comparados com as farinhas de maior destaque comercial como a farinha de mandioca e a trigo, mostra-se compatível com a classificação para o padrão comercial, conforme estabelecido pela legislação vigente para a farinha de mandioca, podendo ser enquadrada como farinha do grupo seca, pertencente ao subgrupo farinha fina (BRASIL, 2005).

Ao ser avaliada em comparação com a farinha de trigo é possível observar seu enquadramento na classificação determinada pelo governo federal com base na instrução normativa nº 8, de 2 de junho de 2005, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo, onde para fins de panificação torna-se aceitável a adição de farinhas de outras origens para elaboração de novas composições.

O resultado dos aspectos físicos avaliados nesta pesquisa expõe sua qualidade comparável ao de outros produtos farináceos com a possibilidade de aplicação na formulação de farinhas mistas,

com boa diversidade de tamanhos nos grânulos, Podendo, então, ser utilizada em substituição parcial nas formulações que utilizam farinhas tradicionais sem maiores interferências físicas nas formulações em virtude de sua granulometria fina (SANTOS, 2008).

Na Tabela 3 estão os valores médios das análises comparativas de degradação de cor da casca *in natura* e da farinha da casca de mangostão.

Tabela 3 - Comparação das variações de cor da casca *in natura* e da farinha de mangostão

COLORIMÉTRICA		
Parâmetros	Casca <i>in natura</i>	Farinha
Luminosidade (L*)	41,8 ± 0,574	17,40 ± 0,09
Intensidade de (+a*)	21,5 ± 0,183	15,53 ± 0,11
Intensidade de (+b*)	30,0 ± 0,470	6,42 ± 0,04
Variação total de cor (ΔE)	66,1	16,09
Croma (C*)	36,9	16,09
Matiz (h°)	54,3°	22,5°

Dados representam a média de três medições ± desvio-padrão.

Fonte: Pesquisa de campo (2012)

Os parâmetros de comparação expressos pelas variáveis de cor mostram um valor de luminosidade L^* que representa uma superfície de coloração escura para a casca *in natura*, e a redução dessa luminosidade quando comparada com o produto pós-processamento, verificado nos valores reduzidos apresentados pela farinha. No parâmetro a^* revela uma forte tendência ao vermelho. Quanto aos valores de b^* , evidenciam-se tendência ao amarelo, por apresentar valores positivos para ambas as amostras nestes parâmetros.

A variação total de cor (ΔE), considerando os padrões de calibração do equipamento, resultou nos valores médios de 66,1 e 16,1 para a casca *in natura* e para a farinha da casca de mangostão, respectivamente. Portanto, a influência da temperatura na secagem da casca de mangostão levou a diferenças marcantes na variação total de cor.

Foi observado que o valor de (C^*) para a farinha da casca de mangostão apresentou uma grande diferença em relação à casca *in natura*, representados por 36,9 e 16,1, respectivamente, confirmando que o processamento diminuiu a intensidade da coloração vermelha ($+a^*$) e amarela ($+b^*$) no produto. Como o croma é dependente de a^* e b^* na mesma intensidade, verificou-se que para a casca *in natura* o resultado sofreu maior influência da cor amarela, entretanto, para a farinha a maior influência foi originada pela cor vermelha.

O processamento aos quais as cascas foram submetidas provocou alteração na coloração original da casca do fruto. Os valores de h comprovaram esta mudança, onde para a casca *in natura* e processada obtiveram-se valores médios de 54,4° e 22,5°, respectivamente evidenciando diferenças de tonalidades entre as amostras.

Os resultados das análises microbiológicas da farinha da casca de mangostão estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado das análises microbiológicas da farinha da casca do mangostão

Análises	Farinha da casca do mangostão	Legislação*
Coliformes a 45 °C	9 NMP/g	10 ² NMP/g
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g

NMP - número mais provável.

Fonte: *Brasil (2001)

Em relação a contagem de coliformes a 45 °C, os resultado obtido de 9 NMP/g, está dentro dos limites de tolerância máxima permitida por legislação (10² NMP/g), assim como, a pesquisa de *Salmonella* sp., que constatou a sua ausência em 25 g de amostra. Os resultados mostraram-se satisfatórios, estando de acordo com os padrões legais vigentes, podendo ser considerado como adequado ao consumo humano, constatando assim que as etapas de limpeza, higienização e processamento térmico foram eficazes, sendo a manipulação da matéria-prima realizada de maneira higiênica até a obtenção do produto.

Na Tabela 5 estão os resultados das médias dos parâmetros físico-químicos da farinha elaborada a partir da casca de mangostão.

Tabela 5 - Características físico-químicas da farinha da casca de mangostão

Determinações	Resultados
VET	146,2 Kcal/100g
pH	4,3 ± 0,01
Atividade de água	0,6 ± 0,05
Acidez total titulável*	1,4 ± 0,01
Umidade (g 100 g ⁻¹)	10,3 ± 0,48
Sólidos totais (g 100 g ⁻¹)	84,7 ± 0,05
Proteína bruta (g 100 g ⁻¹)	3,0 ± 0,04
Lipídeos totais (g 100 g ⁻¹)	1,3 ± 0,14
Cinzas (g 100 g ⁻¹)	1,5 ± 0,33
Carboidratos (g 100 g ⁻¹)	32,1 ± 0,15
Fibras insolúveis (g 100 g ⁻¹)	53,2 ± 0,36

Dados representam a média de três medições ± desvio-padrão; Carboidratos totais obtidos por diferença;

*g de NaOH 100 g⁻¹.

Fonte: Pesquisa de campo (2012)

Os resultados apresentados mostram um produto com baixo valor energético, com pH médio de 4,3 e baixa atividade de água constitui-se em um fatores importantes no que diz respeito à conservação do alimento, pois em pH menor que 4,5 o desenvolvimento de microrganismos patogênicos é limitado. Resultados muito semelhantes, em relação a pH foram encontrados por Uchoa et al. (2008), que obteve valores variando de 4,2 a 4,6 para farinhas elaboradas a partir de resíduos de caju, goiaba e maracujá.

O parâmetro obtido pelo valor de atividade de água (Aa) na farinha indicaram um produto com boa estabilidade microbiológica, com média de 0,6, bem abaixo do observado na casca do fruto *in natura* com média de 0,1. Estes fatores são diretamente relacionados à presença ou ausência de aspectos favoráveis ou desfavoráveis ao crescimento de microrganismos deteriorantes. Em algumas faixas de valores estes parâmetros podem tornar o crescimento e/ou multiplicação microbiológica inviável (JAY, 2005).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 5 é possível determinar uma suscetibilidade microbiológica da casca *in natura* deste fruto quando avaliado em seu estado natural, compondo uma matéria-prima com provável fonte de crescimento e desenvolvimento de microrganismos quando armazenados de forma inadequada e por longos períodos. Contrapondo-se a esse aspecto temos seu produto processado, a farinha da casca de mangostão, que apresenta uma considerável redução no teor de água em virtude da etapa de secagem, resultando em uma matéria-prima estável microbiologicamente.

Outro importante parâmetro avaliado foi a acidez total titulável, com valor médio de 1,39%. Valores semelhantes variando de 1,2 a 1,4% foram encontrados por Uchoa et al. (2008) para farinhas de goiaba e maracujá. A importância dessa variável situa-se entre outros aspectos na estimativa do estado de conservação de um produto alimentício, base para cálculo na elaboração de salmoura; índice para a avaliação da qualidade e maturidade de algumas frutas; indicador sensorial, seu papel no sabor e aroma dos alimentos, entre outras funções (FERNANDES, 2008; AROUCHA et al., 2010).

O valor de umidade resultante da farinha da casca de mangostão obtido foi em média de 10,3% encontra-se em conformidade com o recomendado pela Legislação Brasileira que preconiza o limite de 15%, que são níveis que limitam o crescimento microbiano (BRASIL, 2005).

Os teores de sólidos totais obtidos foram iguais a 84,7%. Este valor está dentro da faixa obtida por Lousada Júnior et al. (2006), que encontraram o teores de sólidos totais em subprodutos de frutas como o abacaxi, acerola, goiaba, maracujá e melão com valores médios de 83,3 a 86,3%. Para estes mesmos autores, os valores de sólidos totais podem variar em função do tempo de exposição à secagem e das condições de armazenamento, visto que os subprodutos são bastante higroscópicos, podendo absorver quantidades significativas de água.

Os resultados encontrados para a proteína apresentou média de 3,0%, valor inferior quando comparado com farinha da casca de maracujá encontrada por Souza et al. (2008), que quantificou 11,86% de proteína. Entretanto, superior quando comparado com os valores encontrados em pesquisas com subprodutos como cascas de abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina com os seguintes valores de proteínas, 1,51%, 1,45%, 1,69%, 1,56%, 0,67%, 1,24%, 2,49%, respectivamente (GONDIM et al., 2005).

O valor médio de lipídios encontrados foi de 1,32%. Resultado semelhante ao encontrado por Souza et al. (2008) para a farinha da casca de maracujá (1,64%), superior aos encontrados nas pesquisas de Gondim et al. (2005) com valores de lipídios para as cascas de abacaxi de (0,55%), banana (0,99%), mamão (0,08%), maracujá (0,01%), melão (0,10%) e tangerina (0,64%), e inferior para as cascas de abacate com média de 11,04%, farinhas de resíduo de caju 3,70% e goiaba 14,05% de lipídeos (FELIPE, 2006 apud UCHOA et al., 2008).

O teor de cinzas avaliado foi de 1,6%, constituindo valores superiores ao encontrado por Gondim et al. (2005) quando analisou cascas de frutas, encontrando para abacate 0,75%, abacaxi 1,03%, banana 0,95%, mamão 0,82%, maracujá 0,57%, melão 0,96%, obtendo valor superior apenas para a casca de tangerina (1,75%). Em estudos realizados por Silva et al. (2010) em que determinaram as características físico-químicas da polpa do mangostão, encontraram um teor de cinzas menor (0,13%), se comparado com a farinha da casca do mangostão obtida na pesquisa.

Os valores resultantes das análises de Fibra Detergente Ácido (FDA) médio foi de 53,2%. O método FDA determina apenas celulose e lignina, ou seja, a fração insolúvel das fibras totais. Segundo Silva et al. (1990), as ligninas estão associadas a polissacarídeos presentes em alimentos, compondo a fibra alimentar, sendo esta resistente à hidrólise no trato digestivo, seu consumo está associado ao aumento do bolo fecal e à prevenção de problemas entéricos, que acometem grande parte da população (BRAND-MILLER, 2002 apud LIMA et al., 2010).

Lousada Júnior et al. (2006) quantificaram maiores teores de FDA para os subprodutos da acerola e goiaba, 54,70 e 54,65% respectivamente. Para os subprodutos do maracujá e melão, média de 49,04%. Para o abacaxi apresentou o menor teor de FDA, 30,74%. Souza et al. (2008) realizou análise de FDA para a farinha da casca do maracujá e obteve 39,13%.

A fim de auxiliar na prevenção do aparecimento de doenças crônicas relacionadas à ingestão de alimentos, a FAO/OMS recomenda o consumo de pelo menos 25 g/dia de fibras na dieta (MELO e LAAKSONEN, 2009). No entanto, na maioria das vezes essa recomendação não é alcançada.

Os resultados das análises de antocianinas da fruta e da farinha da casca de mangostão estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Antocianinas totais quantificadas na fruta e farinha da casca do mangostão

Determinação	Farinha da casca do mangostão*	Casca <i>in natura</i> **	Casca <i>in natura</i> ***
Antocianinas Totais (mg100 ⁻¹ g)	41,9	63,9	51,6

Fonte: *Pesquisa de campo (2012); **Chisté et al. (2009); ***Silva et al.(2006) apud Chisté et al. (2009)

Os teores de antocianinas encontrados foram em média de 41,9 mg/100g. A provável redução no teor deste composto pode ser explicada por alguns fatores relacionados a sua

instabilidade, tal como pelas sucessivas etapas de pré-processamento para a obtenção da farinha da casca do mangostão, dentre elas a secagem, trituração, contato com a luz oxigênio entre outros (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

As pesquisas tem se voltado para a análise de sua casca em estado *in natura*, tais como nas pesquisas de Chisté et al. (2009) avaliando o mesmo fruto realizaram a quantificação de antocianinas totais obtendo o valor correspondente ao meio da safra de 63,93 mg/100g; valor este superior ao que foi encontrado no trabalho realizado por Silva et al. (2006), que relata valores de 52,90 mg/100g (extraídas a 24 °C) e 51,57 mg/100g (extraídas a 40 °C).

A importância da quantificação deste composto provém de sua alta atividade antioxidante sobre as frações lipídicas de baixa densidade LDL humano, situando-se como um composto com considerado potencial protetor sobre as doenças cardiovasculares como as cardiopatias e arteriosclerose (ZHANG, 2005).

Baseando-se no resultado encontrado por estes autores, pode-se dizer que a farinha da casca do mangostão, processada sob temperatura de 45 °C apresentou quantidades ainda consideráveis de antocianinas (41,9 mg/100g) se comparadas às da casca *in natura*.

4 Conclusões

As características biométricas mostraram um elevado rendimento em casca desse fruto comprovando seu potencial como fonte de matéria-prima para elaboração de farinha.

A farinha pode ser classificada como farinha do grupo seca, pertencente ao subgrupo farinha fina, com base na legislação brasileira.

A cor da casca de mangostão variou durante o processo de secagem (45°C) e obtenção da farinha. Com tendência ao vermelho (+a*) e ao amarelo (+b*).

Os resultados de atividade de água pH e umidade mostram um produto com boa estabilidade microbiológica e dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para farinhas.

A composição nutricional dessa matéria-prima mostra um produto como fonte de carboidratos, fibras e antocianina, mostrando que as etapas de processamento aplicadas para a obtenção da farinha da casca de mangostão nos parâmetros utilizados nesta pesquisa, não afetou de forma significativa o teor de antocianina.

Todos os resultados apresentados mostram que a casca do mangostão pode ser uma considerável fonte de compostos de importância nutricional, podendo servir como matéria-prima para a indústria alimentícia agregando valor aos subprodutos do fruto do mangostão.

Abstract

In the field of food technology sector is reserved for research agribusiness residues aiming to turn them into products intended for human consumption. In this context, this research aims to evaluate the potential of agro mangosteen rind with a view to their application in the food industry. Biometric analyzes of fruits, pulping, processing bark, acquisition and analysis of flour. The results show a product framed in Brazilian law as belonging to the dry, thin subgroup, with a strong tendency to red color. The microbiological parameters were within the standards of sanity. Its nutritional composition shows a high-carbohydrate meal, with 53.19% of insoluble fiber and 3.01% protein, with an average content of anthocyanins from 41.85 mg/100g. Based on the data obtained and considering the significant amount of waste generated by processing the mangosteen fruit, the peel flour can be used in food products, as has high fiber content and high amount of anthocyanins, not commonly found in flour .

Key-words: bark; flour; mangosteen.

Referências

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16. ed. Washington: AOAC, 1997.v.2, p.37-10, 42-2, 44-3, 45-16.

AROUCHA, E. M. M.; GOIS, V. A.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, M. C. A.; SOUZA, M. S. Acidez em frutas e hortaliças. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.2, p. 01 - 04 abril/junho, 2010.

BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2003. 238 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011. Regulamento Técnico da Farinha de Mandioca. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**, Brasília 8 de novembro de 2011. Seção 1, p. 18.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Diário Oficial da União** Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, DF. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Diário Oficial da União** Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Brasília, DF. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Diário Oficial da União** Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília, DF. 2005.

CARVALHO, J. E. U.; NAZARE, R. F. R.; NASCIMENTO, W. M. O. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]. v. 25, n. 2, p. 326-328, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000200036>

CHISTÉ, R. C.; FARIA, L. J. G.; LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A. Características físicas e físico-químicas da casca de mangostão em três períodos da safra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 416-422, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200015>

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; FILHO, M. S. M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 213-215, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000200007>

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28 (Supl.), p. 56-65, 2008.

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2006.

- GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000400032>
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO). Normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. V.1. São Paulo, 1985.
- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**; Trad. Eduardo César Tondo et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, 2005.
- LIMA, J. C. R.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 331-343, 2010.
- LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 291-297, jul-set, 2007.
- LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C. da; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.
- MAZLEENA, M. S.; SHEIKH AHMAD IZADDIN, S. M. G.; NURULHUDA, I.; NORA, M. B. Antimicrobial Properties of Mangosteen Stembark Extract. **Empowering Science, Technology and Innovation Towards a Better Tomorrow**. UMTAS, P.582-585, 2011.
- MELLO, V. D.; LAAKSONEN, D. E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. 53/5, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27302009000500004>
- MOTTA, J. D. **Construção e avaliação do colorímetro para produtos agrícolas** 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, n. 5, p. 1523–1542, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2006.04.002>
- NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S. A.; BRUCKNER, C. H. B.; MORGADO, M. A. D. M.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000300026>
- OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000300013>
- PEREIRA, A. S.; MIGUEL, D. P.; CARVALHO, E. E. N. Caracterização de farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus lanatus*) produzida na região sul do Tocantins. **Cadernos de pós-graduação da Fazu**, v. 1, 2010.
- PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M.; GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Ed. Varela, 2005.
- ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: Edufpa, 2000.
- SACRAMENTO, C. K.; COELHO JÚNIOR, E.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do Mangostão no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 195-203, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452007000100042>
- SANTOS, O. V. **Desenvolvimento de barras de alto teor protéico a partir da castanha-do-Brasil**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Pará, Belém – Pará, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.038>

- SANTOS, O. V.; LOPES, A. S.; AZEVEDO, G. O.; SANTOS, A. C. Processing of Brazil-nut flour: characterization, thermal and morphological analysis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, supl. 1, p. 264-269, 2010.
- SANTOS, O.V; CORRÊA, N. C.F; SOARES, F. A. S. D. M., F.; GIOIELLI, L.A.; COSTA, C. E. E. F; LANNES, S. C. S. Chemical evaluation and thermal behavior of brazil nut oil obtained by diferent extration processes. **Food Research International**. v. 47, p. 253-258, 2012.
- SILVA, A. G.; CONSTANT, P. B. L.; SABAA-SRUR, A. U. O.; SACRAMENTO, C. K.; STRINGHETA, P. C.; GIMENES, M. A. P.; MAIA, M. C. A. Potencial nutritivo de polpa de mangostão (*Garcinia mangostana* L.) cultivado nos estados do Pará e Bahia. **Magistra**, v. 22, n. 3,4 p. 178-184, 2010.
- SILVA, C. R.; SILVA, H. C.; DUTRA de OLIVEIRA, J. E. Conteúdo de celulose, hemicelulose e lignina em dietas hospitalares hipocalóricas. **Alimentos e Nutrição**, v. 2, p. 65-71, 1990.
- SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R.; composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.
- SOUZA, A. V. DE; VIEITES, R. L.; KOHATSU, D. S.; LIMA, G. P. P. Tratamento térmico na manutenção da coloração de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 67-73, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000036>
- UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C., MAIA, G. A., SILVA, E. M. C., CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.
- VAN SOEST P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 46, p. 829-35, 1963.
- VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium for the microbiological examination of foods**. American public health association. 3 ed. Washington, dc., 1992. 1219p.
- WERAYUT, T. M. P.; ROONGTAWAN, C. S.; WANDEE, G. Comparison of bioactive compounds content, free radical scavenging and anti-acne inducing bacteria activities of extracts from the mangosteen fruit rind at two stages of maturity. **Fitoterapia**. v. 80, p. 442–447, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2009.06.005>
- ZARENA, A. S.; SANKAR, K. U. A study of antioxidant properties from *Garcinia mangostana* L. pericarp extract. **Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria**, v. 8, n. 1, p.. 23-34, 2009..
- ZHANG, Z.; PANG, X.; XUEWU, D.; JI, Z.; JIANG, Y. Role of peroxidase in anthocyanin degradation in litchi fruit pericarp. **Food Chemistry**, v. 90, p. 47–52, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2009.06.005>

Submetido em 28 out. 2012, Aceito para publicação em 16 jul. 2013.