

**Desidratação da Fibra de Caju para
Utilização em Produtos Alimentícios**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 91

Desidratação da Fibra de Caju para Utilização em Produtos Alimentícios

*Janice Ribeiro Lima
Adna Lucianne Girão Modesto
Aline Nascimento da Costa
Deborah dos Santos Garruti
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto
Hilton César Rodrigues Magalhães
Ídila Maria da Silva Araújo
Luisa Mariana Victor de Oliveira
Natália Moura de Vasconcelos
Wivian de Sousa Mesquita*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2014

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

www.cnpat.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*

Secretário-Executivo: *Marcos Antônio Nakayama*

Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues*

Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa

Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Rita de Cassia Costa Cid*

Foto da capa: *Janice Ribeiro Lima*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição (2014): versão eletrônica

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Desidratação da fibra de caju para utilização em produtos alimentícios /Janice Ribeiro Lima... [et al.]. - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014.

23 p. : il. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 91).

1. *Anacardium occidentale* L. 2. Pedúnculo. 3. Processamento. 4. Resíduo. I. Lima, Janice Ribeiro. II. Modesto, Adna Lucianne Girão. III. Costa, Aline Nascimento da. IV. Garruti, Deborah dos Santos. V. Pinto, Gustavo Adolfo Saavedra. VI. Magalhães, Hilton César Rodrigues. VII. Araújo, Ídila Maria da Silva. VIII. Oliveira, Luisa Mariana Victor de. IX. Vasconcelos, Natália Moura de. X. Mesquita, Wivian de Sousa. XI. Série.

CDD 634.573

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	8
Material e Métodos	9
Processamento do bagaço de caju.....	9
Análises nas fibras	10
Elaboração de hambúrgueres com as fibras	11
Análises nos hambúrgueres	12
Análise dos resultados	13
Resultados e Discussão	13
Conclusões	20
Referências	21

Desidratação da Fibra de Caju para Utilização em Produtos Alimentícios

Janice Ribeiro Lima¹
Adna Lucianne Girão Modesto²
Aline Nascimento da Costa³
Deborah dos Santos Garruti⁴
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto⁵
Hilton César Rodrigues Magalhães⁶
Ídila Maria da Silva Araújo⁷
Luisa Mariana Victor de Oliveira⁸
Natália Moura de Vasconcelos⁹
Wivian de Sousa Mesquita¹⁰

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto de dois processos de desidratação (secagem em estufa com circulação forçada de ar e liofilização), seguidos ou não de moagem, sobre as características de fibras de caju obtidas a partir do bagaço. O bagaço de caju foi lavado e prensado em *expeller* por cinco vezes, depois foi seco e moído, obtendo-se cinco tratamentos, sendo eles: (T0) fibra úmida prensada em *expeller*; (T1) fibra seca em estufa; (T2) fibra seca em estufa

¹ Engenheira de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, janice.lima@embrapa.br.

² Engenheira de alimentos, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, adna.girao@embrapa.br.

³ Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, aline_bonnie@hotmail.com.

⁴ Engenheira de alimentos, D.Sc. em Ciência dos Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, deborah.garruti@embrapa.br.

⁵ Químico, D.Sc. em Processos Bioquímicos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, gustavo.saavedra@embrapa.br.

⁶ Farmacêutico-bioquímico, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, hilton.magalhaes@embrapa.br.

⁷ Bióloga, D.Sc. em Ciências Biológicas, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, idila.araujo@embrapa.br.

⁸ Graduanda do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, luisamariana04@hotmail.com.

⁹ Engenheira de alimentos, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, natalia.vasconcelos@embrapa.br.

¹⁰ Graduanda em Química, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, wiviansm@gmail.com.

e moída; (T3) fibra liofilizada; (T4) fibra liofilizada e moída. Foram analisadas capacidade de absorção de água e de óleo, granulometria, umidade, atividade de água e cor instrumental. Também foram avaliadas a textura instrumental, as diferenças sensoriais e aceitação sensorial de hambúrgueres vegetais preparados com as fibras reidratadas. O rendimento dos processos de desidratação foi em média 18%. A umidade diminuiu de 78% na fibra úmida para menos de 6% em todos os tratamentos, e a atividade de água final foi inferior a 0,40. A secagem em estufa produziu fibras de coloração mais escura e mais avermelhada do que a liofilização e com menores capacidades de absorção de água e de óleo, sendo que a moagem pouco influenciou nessas características. As fibras secas em estufa, quando reidratadas, produziram hambúrgueres com estrutura mais coesa e mais dura. Com exceção do hambúrguer elaborado com a fibra liofilizada, todos os outros foram percebidos pelos provadores sensoriais como diferentes em relação ao hambúrguer elaborado com a fibra úmida, considerado amostra controle. No entanto, os hambúrgueres de todos os tratamentos foram bem aceitos pelos provadores. Foi possível desidratar a fibra de caju, tanto por secagem em estufa como por liofilização, e depois reidratá-la para elaboração de hambúrgueres.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale* L.; pedúnculo; processamento; resíduo.

Cashew Apple Fiber Dehydration for Food Products Formulation

Abstract

This study aimed to evaluate the impact of two dehydration processes (oven with forced air circulation and freeze drying), followed or not by grinding, on the characteristics of cashew fiber obtained from bagasse. The cashew bagasse was washed and pressed into expeller five times, after that it was dried and ground to obtain five treatments: (T0) expeller pressed wet fiber; (T1) oven dried fiber; (T2) oven dried and ground fiber; (T3) freeze dried fiber; (T4) freeze dried and ground fiber. The fibers were analyzed for water and oil absorption capacities, granulometry, moisture, water activity and instrumental color. Instrumental texture, sensory differences and sensory acceptance of vegetable burgers prepared with rehydrated fibers were also evaluated. The average yield of the dehydration processes was 18%. The moisture decreased from 78% in the wet pressed fiber to less than 6% for all treatments, and the final water activity was less than 0.40. Oven dried fibers were darker and reddish in color than freeze dried, with lower water and oil absorption capacities. Grinding had little influence on these characteristics. Oven dried fibers when rehydrated produced burgers with more cohesiveness and hardness. With the exception of the burger prepared with freeze dried fiber, all the others were perceived as different by the sensory judges in relation to the

burger made with wet pressed fiber, used as standard. However, all burgers were well accepted by the sensory judges. It was possible to dehydrate the cashew fiber, either by oven drying or freeze drying, and then rehydrate it for preparing burgers.

Index terms: Anacardium occidentale L.; peduncle; processing, residue.

Introdução

Nas indústrias de sucos e cajuína, o pedúnculo do caju é prensado para extração do suco, sendo o resíduo gerado, conhecido como bagaço de caju, geralmente descartado ou destinado à ração animal (MORAES et al., 2013; SIQUEIRA; BRITO, 2013). Como forma de agregar valor à produção industrial, assim como aumentar a disponibilidade de alimentos à população, a elaboração de produtos derivados desse resíduo tem sido estimulada nos últimos anos.

Alguns autores reportaram a utilização do bagaço de caju como forma de incorporação de fibras em alimentos. Siqueira et al. (2002) avaliaram a substituição parcial de carne bovina por bagaço de caju na elaboração de hambúrgueres. Lima et al. (2002) realizaram a caracterização físico-química de bagaços secos de caju e testaram a utilização de suas fibras em biscoitos regionais, na proporção de 5% e 8%. Matias et al. (2005) também testaram a incorporação de bagaço de caju a biscoitos tipo *cookie*, em adições de 0%, 5%, 10% e 15%.

Na Embrapa Agroindústria Tropical, foram realizados estudos de caracterização de hambúrguer vegetal fabricado com bagaço de caju, assim como estudos de formulações de hambúrgueres com bom apelo sensorial (LIMA, 2007; LIMA, 2008; LIMA et al., 2011; LIMA et al., 2013). No entanto, percebeu-se que um dos gargalos da produção é o armazenamento congelado do bagaço de caju, que, além de onerar o processo, também dificulta o transporte a longas distâncias.

A desidratação ou secagem é uma das formas mais tradicionais de conservação de alimentos e pode ser utilizada tanto para o bagaço como para a fibra tratada do caju. Entre as vantagens da desidratação, estão: redução do peso do produto, limitação do desenvolvimento de microrganismos e maior facilidade de transporte (CORNEJO et al., 2003).

Existem muitas formas de realizar a desidratação de alimentos, sendo a secagem em estufa com circulação forçada de ar uma das mais utilizadas. Nesse processo, a umidade é retirada do alimento pelo

contato com fluxo de ar quente. No entanto, apesar de simples e acessível para produtores de vários portes, a secagem em estufa pode alterar muito as características sensoriais e nutricionais do alimento (CORNEJO et al., 2003). Por outro lado, a liofilização é um processo de desidratação em que a água é retirada do alimento por sublimação, realizada a baixas temperaturas e alto vácuo, com menores alterações nas características do alimento, mas exigindo equipamentos de maior porte e mais caros.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da desidratação por secagem em estufa com circulação forçada de ar e por liofilização, assim como da moagem das fibras desidratadas, sobre as características físico-químicas de fibras de caju obtidas a partir do bagaço. Também foram avaliadas diferenças sensoriais e de textura de hambúrgueres vegetais preparados com as fibras desidratadas utilizando esses dois processos de secagem, com ou sem moagem subsequente.

Material e Métodos

Processamento do bagaço de caju

Utilizou-se o bagaço proveniente da indústria, que foi obtido após a extração do suco de caju. O bagaço de caju foi reprocessado em prensa *expeller* (tipo parafuso sem fim) por cinco vezes para a redução do tamanho da fibra, da acidez e do sabor residual de caju. A cada repetição, foi adicionada água ao bagaço na proporção de 1:1 (m/m). A fibra obtida foi dividida em três lotes, sendo o primeiro embalado em sacos plásticos de polietileno e congelado em câmara de congelamento (-17 °C); o segundo foi seco em estufa com circulação forçada de ar, a 40 °C por 24 horas, enquanto o terceiro foi seco em liofilizador piloto (Liobrás LP 510), com ciclo de 30 horas e temperatura final do produto de 30 °C. As fibras secas, tanto em estufa como em liofilizador, foram ainda subdivididas em dois grupos, sendo uma parte de cada uma delas moída em processador Robot Coupe R 502 V.V (moinho com lâminas metálicas tipo faca), por aproximadamente 2 minutos. Ao final, foram obtidos quatro tratamentos, além da fibra úmida (Figura 1).

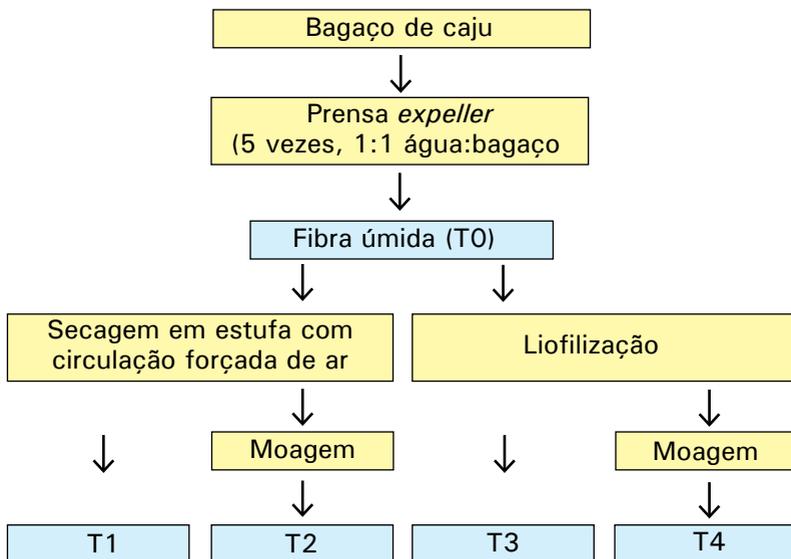


Figura 1. Esquema do processamento do bagaço de caju para obtenção da fibra.

Os cálculos dos rendimentos dos processos de obtenção da fibra úmida e das fibras desidratadas foram realizados em cinco repetições, considerando-se a quantidade em massa de matéria-prima no início e ao final de cada processo.

Análises físicas nas fibras

Os cinco tipos de fibras – úmida (T0), seca em estufa (T1), seca em estufa e moída (T2), liofilizada (T3) e liofilizada e moída (T4) – foram submetidos às análises de umidade (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), atividade de água instrumental (aparelho Decagon CX-2) e cor instrumental ($L^*a^*b^*$ – colorímetro Minolta). Ainda nas fibras T1, T2, T3 e T4, foram determinados a capacidade de absorção de água (SOSULSKI, 1962), a capacidade de absorção de gordura (LIN et al., 1974) e o tamanho das fibras por granulometria (AOAC, 1997). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram ainda realizados registros fotográficos das fibras utilizando microscópio estereoscópio trinocular, modelo SZT, marca Bel, com aumento de aproximadamente 45 vezes.

Para a determinação da capacidade de absorção de água, foi pesado 0,5 g de fibra em tubo de centrífuga de 12 mL e adicionados 10 mL de água destilada. O tubo foi agitado em agitador de tubos por 1 minuto à temperatura ambiente (28 °C). Após repouso de 20 minutos, o material foi centrifugado (Excelsa II 206 BL) a 3.500 rpm por 10 minutos, e o sobrenadante, descartado. A diferença em massa entre a quantidade de amostra inicial e amostra final foi tomada como medida da absorção de água e expressa como a quantidade de água absorvida por 100 g de amostra.

A capacidade de absorção de gordura foi medida nas fibras secas seguindo os mesmos procedimentos realizados para determinação da capacidade de absorção de água, substituindo-se a água por óleo de milho comercial. A capacidade de absorção de óleo foi expressa como a quantidade de óleo absorvido por 100 g de amostra (LIN et al., 1974).

Para quantificar o tamanho das fibras, foi realizado teste granulométrico, em que 100 g da fibra foram pesados, colocados em um conjunto de peneiras e agitados por 5 minutos em equipamento vibrador, com o reostato ajustado na posição 10. Foram utilizadas peneiras com as malhas de 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm e o fundo. As amostras retidas em cada peneira foram pesadas e, assim, obteve-se a porcentagem representativa com relação ao total da amostra.

Elaboração de hambúrgueres com as fibras

As fibras desidratadas de cada um dos tratamentos foram reidratadas em água até saturação, espremidas e utilizadas na elaboração de hambúrgueres vegetais como descrito por Lima et al. (2013). Para a elaboração dos hambúrgueres, utilizou-se fibra de caju (27,0%), proteína texturizada de soja hidratada (27,0%), tomate (16,3%), cebola (5,5%), pimentão (3,1%), alho (0,9%), pimenta-do-reino em pó (0,1%), salsa desidratada (0,2%), sal (1,2%), óleo de milho (1,0%), farinha de trigo (8,0%) e água (9,7%). Foi realizada a cocção dos ingredientes e, após atingir a temperatura ambiente, o produto foi moldado e congelado (-17 °C).

Análises nos hambúrgueres

Perfil de textura

Para determinação do perfil de textura (TPA), as amostras de hambúrguer foram descongeladas e armazenadas à temperatura de 24 °C por 2 horas, para estabilização da temperatura. As análises foram realizadas em quintuplicata, utilizando-se o probe P/75 (placa de compressão de 75 mm de diâmetro), com velocidade de 5 mm s⁻¹, compressão de 5 mm da altura do hambúrguer e tempo entre as duas compressões de 5 s. Foram avaliados os parâmetros de dureza (força máxima requerida na primeira compressão da amostra em g), coesividade a partir da razão entre a área positiva da curva durante a segunda compressão e durante a primeira compressão (adimensional), elasticidade, a partir da razão entre o tempo do segundo ciclo e o tempo do primeiro ciclo (adimensional) e adesividade, área negativa da força após a primeira compressão (gs).

Análises sensoriais

Para os testes sensoriais, os hambúrgueres foram preparados como para consumo doméstico, em frigideira antiaderente, com adição de aproximadamente 10 mL de óleo de milho, por aproximadamente 5 minutos, alternando-se os lados. A cada provador não treinado foram servidos cerca de 20 g de cada amostra, equivalentes a um quarto de hambúrguer, na temperatura aproximada de 60 °C, em pratos plásticos brancos, codificados com números de três dígitos, acompanhados de um copo de água e uma fatia de pão para eliminação de gosto residual entre as amostras.

Em cabines individuais climatizadas (24°C) sob iluminação controlada e equipadas com terminais de computadores para registro/coleta de dados de maneira automática por meio do software FIZZ, foram realizados testes de diferença do controle e teste afetivo de aceitação global e da textura. Os protocolos desses testes foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará sob parecer nº 11044529-5.

O teste de diferença do controle foi realizado utilizando luz vermelha nas cabines para mascarar a diferença evidente de aparência entre as amostras. O teste foi realizado com 48 provadores, que avaliaram quão diferentes eram as amostras em relação ao controle (hambúrguer elaborado com a fibra úmida) utilizando uma escala não estruturada de 9 cm (0: igual ao controle, a 9: muito diferente do controle). Os testes foram realizados em duas sessões em virtude de o número de amostras ser grande para o provador consumir de uma única vez. A cada teste, as amostras foram apresentadas de forma balanceada (MCFIE et al., 1989) e servidas juntamente com uma amostra controle, identificada com a letra C, a qual também foi incluída de forma codificada entre as amostras. A média dos valores obtidos para o controle foi utilizada para comparação com as médias das amostras dos demais tratamentos (MEILGAARD et al., 1987).

Os testes de aceitação global e aceitação da textura foram realizados por 50 provadores, que foram solicitados a indicar o quanto gostaram das amostras utilizando escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) (MEILGAARD et al., 1987). Os testes foram realizados em duas sessões em virtude do número de amostras, em cabines, sob luz branca.

Análise dos resultados

Os resultados foram avaliados por análise de variância e teste de Tukey (5% de significância). Para a avaliação da diferença sensorial das amostras em relação ao controle, utilizou-se o teste de Dunnett (5% de significância).

Resultados e Discussão

Rendimento na obtenção da fibra tratada

Na Tabela 1, são apresentados os resultados do rendimento dos processos. Após a prensagem em *expeller*, obteve-se 75,7% de fibra de caju em relação à quantidade inicial de bagaço. As perdas foram devidas à eliminação de água presente no bagaço, assim como de substâncias solúveis em água e fibras de tamanho reduzido que são

arrastadas no processo de lavagem. As repetições da prensagem são importantes para promover a redução do tamanho das fibras e reduzir a acidez do material (FIRMINO et al., 2012). O rendimento dos processos de desidratação foi em média 18%, não sendo observada diferença significativa entre a liofilização e a secagem em estufa. Esse resultado, em termos práticos, significa menores custos no processo de estocagem, pois a retirada da água das fibras reduz o peso de 100 kg para 18 kg, além de dispensar o congelamento. A secagem da fibra também pode ser interessante quando for necessário o transporte a longas distâncias.

Tabela 1. Rendimento do processamento do bagaço de caju (média \pm desvio padrão).

Processo	Rendimento (%)
Prensagem em <i>expeller</i>	75,7 ^a (\pm 3,4)
Prensagem em <i>expeller</i> + secagem em estufa	19,2 ^b (\pm 4,7)
Prensagem em <i>expeller</i> + liofilização	17,2 ^b (\pm 4,3)

Na coluna, valores seguidos de mesmas letras não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Análises físicas nas fibras

A fibra liofilizada apresentou umidade inferior à fibra seca em estufa. A moagem das fibras de ambos os processos promoveu aumento de umidade, pois, durante o processo, por não estar embalada, a fibra absorve umidade do ambiente, cuja umidade relativa é de aproximadamente 80% (Tabela 2). O mesmo comportamento foi observado para atividade de água; no entanto, apesar de terem sido observadas diferenças significativas nos valores, todos os tratamentos apresentaram atividade de água inferior a 0,40, o que contribui para estabilidade microbiológica das fibras. Em geral, considera-se que não existe desenvolvimento microbiano em atividade de água inferior a 0,60 (TROLLER, 1980).

Tabela 2. Umidade e atividade de água das fibras (média \pm desvio padrão).

Tratamento da fibra	Umidade (%)	Atividade de água
Úmida (T0)	78,37 ^a ($\pm 0,20$)	0,97 ^a ($\pm 0,00$)
Seca em estufa (T1)	4,91 ^c ($\pm 0,15$)	0,32 ^c ($\pm 0,01$)
Seca em estufa e moída (T2)	6,09 ^b ($\pm 0,12$)	0,33 ^c ($\pm 0,01$)
Liofilizada (T3)	3,58 ^d ($\pm 0,06$)	0,27 ^d ($\pm 0,00$)
Liofilizada e moída (T4)	5,04 ^c ($\pm 0,01$)	0,39 ^b ($\pm 0,01$)

Em cada coluna, valores seguidos de mesmas letras não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Com relação à cor instrumental das fibras, a secagem em estufa produziu fibras de coloração mais escura (valores de L^* menores) e mais avermelhada (valores de a^* maiores) do que a liofilização, não tendo sido observadas diferenças nos valores de amarelo (b^*) (Tabela 3). A moagem teve pouca influência sobre a cor das fibras.

Tabela 3. Cor instrumental das fibras (média \pm desvio padrão).

Tratamento da fibra	Cor		
	L^*	a^*	b^*
Úmida (T0)	37,48 ^b ($\pm 0,18$)	4,21 ^d ($\pm 0,11$)	24,73 ^a ($\pm 5,76$)
Seca em estufa (T1)	38,39 ^b ($\pm 0,94$)	7,72 ^a ($\pm 0,45$)	18,62 ^{ab} ($\pm 0,56$)
Seca em estufa e moída (T2)	33,19 ^c ($\pm 1,62$)	6,41 ^b ($\pm 0,24$)	15,43 ^b ($\pm 0,46$)
Liofilizada (T3)	48,07 ^a ($\pm 1,18$)	5,44 ^c ($\pm 0,06$)	17,26 ^{ab} ($\pm 0,60$)
Liofilizada e moída (T4)	49,33 ^a ($\pm 0,28$)	5,13 ^c ($\pm 0,04$)	16,08 ^b ($\pm 0,19$)

Em cada coluna, valores seguidos de mesmas letras não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Na Figura 2, são apresentadas fotos das fibras obtidas nos diferentes tratamentos. Pode-se observar que, como constatado na leitura instrumental da cor, as fibras secas em estufa são mais escuras que as fibras liofilizadas. Também se observa visualmente o efeito da moagem na redução do tamanho das fibras.

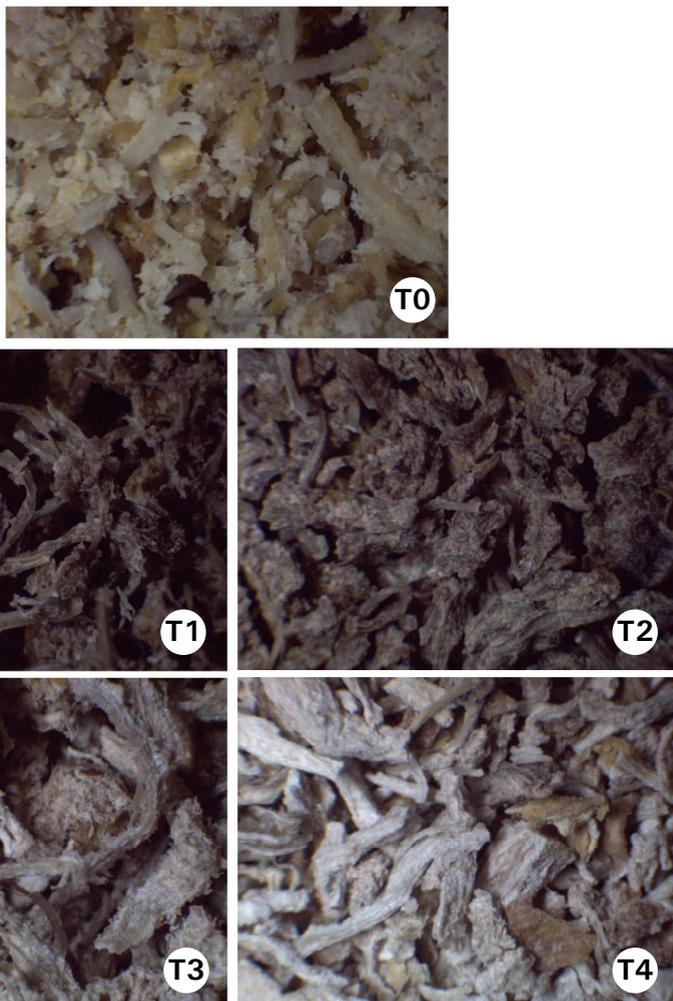


Figura 2. Fibras obtidas nos diferentes tratamentos: (T0) úmida; (T1) seca em estufa; (T2) seca em estufa e moída; (T3) liofilizada; (T4) liofilizada e moída.

Tanto a capacidade de absorção de água como a de óleo foram superiores para os tratamentos em que as fibras foram liofilizadas (Tabela 4). Esse resultado é provavelmente devido às condições mais brandas de temperatura do processo de liofilização, que afetam menos a constituição da fibra. Além disso, a estrutura porosa resultante da liofilização favorece a reidratação, assim como a absorção de óleo. A

moagem não afetou as características de absorção das fibras. Maiores capacidades de absorção de água e óleo podem refletir em melhor capacidade de reconstituição da fibra liofilizada quando for utilizada para elaboração de alimentos.

Tabela 4. Capacidade de absorção de água e de óleo das fibras desidratadas (média \pm desvio padrão).

Tratamento da fibra	Capacidade de absorção de água (%)	Capacidade de absorção de óleo (%)
Seca em estufa (T1)	451,78 ^b (\pm 29,99)	183,43 ^b (\pm 21,71)
Seca em estufa e moída (T2)	416,78 ^b (\pm 36,68)	163,71 ^b (\pm 8,13)
Liofilizada (T3)	597,02 ^a (\pm 26,61)	476,27 ^a (\pm 21,89)
Liofilizada e moída (T4)	567,83 ^a (\pm 44,90)	454,13 ^a (\pm 20,75)

Em cada coluna, valores seguidos de mesmas letras não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Na Figura 3, são apresentadas as distribuições das fibras de cada um dos tratamentos nas peneiras de diferentes malhas. A secagem em estufa (T1) promoveu uma aglomeração das fibras, que se reflete em uma maior concentração de material nas malhas de 16 mm e 8 mm. A liofilização (T3), ao contrário, deixou a estrutura das fibras mais porosa, o que acarretou uma distribuição mais homogênea em todas as peneiras. As fibras moídas (T2 e T4) se concentraram nas peneiras de 2 mm e no fundo.

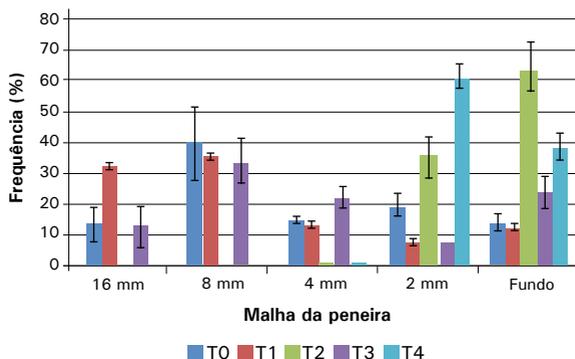


Figura 3. Granulometria das fibras. Tratamentos da fibra: T0 – úmida, T1 – seca em estufa, T2 – seca em estufa e moída, T3 – liofilizada, T4 – liofilizada e moída.

Análises nos hambúrgueres

Perfil de textura

Em relação à textura, observou-se que, de forma geral, a dureza e a adesividade foram maiores para os hambúrgueres preparados com as fibras secas em estufa (moídas e sem moer). A coesividade foi maior para os hambúrgueres elaborados com fibra seca em estufa e moída. Esses resultados indicam que os hambúrgueres preparados com as fibras secas apresentaram estrutura mais coesa, que pode facilitar o preparo durante a fritura, mas, ao mesmo tempo, pode prejudicar a mastigabilidade, por serem mais duras. Não foram percebidas diferenças na elasticidade das amostras dos diferentes tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Textura de hambúrgueres preparados com as fibras (média \pm desvio padrão).

Tratamento da fibra	Dureza (g)	Coesividade	Elasticidade	Adesividade (gs)
Úmida (T0)	8.001,9 ^b (\pm 691,4)	0,415 ^{ab} (\pm 0,065)	0,806 ^a (\pm 0,034)	-522,2 ^a (\pm 176,8)
Seca em estufa (T1)	10.464,0 ^a (\pm 615,6)	0,352 ^b (\pm 0,030)	0,789 ^a (\pm 0,070)	-907,8 ^b (\pm 34,9)
Seca em estufa e moída (T2)	9.866,6 ^a (\pm 1546,0)	0,480 ^a (\pm 0,050)	0,772 ^a (\pm 0,044)	-1.327,4 ^c (\pm 256,7)
Liofilizada (T3)	4.237,6 ^c (\pm 829,0)	0,421 ^{ab} (\pm 0,077)	0,807 ^a (\pm 0,068)	-552,9 ^a (\pm 122,1)
Liofilizada e moída (T4)	7.486,8 ^b (\pm 401,6)	0,356 ^b (\pm 0,024)	0,852 ^a (\pm 0,072)	-794,8 ^{ab} (\pm 102,3)

Em cada coluna, valores seguidos de mesmas letras não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Análises sensoriais

Na Tabela 6, estão apresentadas as diferenças entre os valores sensoriais atribuídos para o tratamento controle (hambúrguer elaborado com fibra úmida) e cada um dos demais tratamentos. Na Figura 4, verifica-se a aparência dos hambúrgueres. Apenas o hambúrguer elaborado com a fibra liofilizada não foi reconhecido como diferente do controle, confirmando que essa forma de desidratação afeta menos as características do produto final.

Tabela 6. Diferença nos valores sensoriais atribuídos aos hambúrgueres elaborados com fibras de cada um dos tratamentos em relação ao controle.

Tratamento da fibra	Diferença em relação ao controle
Seca em estufa (T1)	2,06*
Seca em estufa e moída (T2)	1,04*
Liofilizada (T3)	0,98
Liofilizada e moída (T4)	1,61*

*Diferença significativa (Dunnett, $p < 0,05$).



Foto: Janice Ribeiro Lima

Figura 4. Hambúrgueres elaborados com fibras dos diferentes tratamentos: T0 – úmida; T1 – seca em estufa; T2 – seca em estufa e moída; T3 – liofilizada; T4 – liofilizada e moída.

No entanto, apesar de as diferenças sensoriais terem sido perceptíveis, a aceitação sensorial, tanto para a textura como para a forma global, apresentou a mesma média (Tabela 7). Os valores de aceitação ficaram em torno de 7, o que corresponde à avaliação “gostei ligeiramente”. Na prática, esses resultados significam que, apesar de os hambúrgueres elaborados com as fibras dos diferentes tratamentos terem diferenças sensoriais, todos foram bem aceitos pelos provadores.

Tabela 7. Aceitação sensorial dos hambúrgueres elaborados com fibras de cada um dos tratamentos (escala de 9 pontos).

Tratamento da fibra	Aceitação global	Aceitação da textura
Úmida (T0)	7,22 ^a	7,36 ^a
Seca em estufa (T1)	6,96 ^a	7,12 ^a
Seca em estufa e moída (T2)	7,02 ^a	6,96 ^a
Liofilizada (T3)	7,10 ^a	6,80 ^a
Liofilizada e moída (T4)	7,38 ^a	7,22 ^a

Em cada coluna, valores seguidos de mesmas letras não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Conclusões

É possível desidratar a fibra de caju para posterior reidratação e utilizar na elaboração de alimentos. A escolha do método de desidratação deve levar em conta aspectos econômicos dos processos, bem como as características dos alimentos que serão elaborados.

Referências

AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed., 3. rev. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists, 1997.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Secagem como método de conservação de frutas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003. 22 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 54). Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/doc54-2003_000gc4ukabp02wx5ok01dx9lcwdbdsd1n.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2014.

FIRMINO, D. S.; PINTO, J. V.; MODESTO, A. L. G.; LIMA, J. R. Caracterização do bagaço de caju após processamento em prensa *expeller* para a redução no tamanho da fibra e da acidez. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA UNIFOR, 18., 2012, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Unifor, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. 1020 p.

LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado a base de caju. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.1, p.191-195, 2008.

LIMA, J. R. **Hambúrguer de caju**: elaboração e características. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 131). Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/index.php?op=32>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

LIMA, J. R.; BRUNO, L. M.; SOUZA NETO, M. A. **Estabilidade durante armazenamento de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 20 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 43).

Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/index.php?op=32>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

LIMA, J. R.; MODESTO, A. L. G.; FIRMINO, D. S. F.; PINTO, G. A. S.; LIMA, L. V.; OLIVEIRA, L. M. V.; WURLITZER, N. J.; PAULA PESSOA, P. F. A. **Hambúrguer vegetal de fibra de caju e proteína texturizada de soja: obtenção e avaliação da viabilidade econômica de produção**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 11 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 208). Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/index.php?op=32>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

LIMA, L. M. O.; MAGALHÃES, M. M. A.; MEDEIROS, M. F. D.; ALSINA, O. L. S. Utilização de fibras obtidas do bagaço de frutas tropicais no enriquecimento de biscoitos regionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002. 1 CD-ROM.

LIN, M. J. Y.; HUMBERT, E. S.; SOSULSKI, F. W. Certain functional properties of sunflower meal product. **Journal of Food Science**, v. 39, p. 368-370, 1974.

MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M. M. A. Use of fibres obtained from cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, número especial, p.143-150, 2005.

MCFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, p.129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC, 1987. v. 2. 158 p.

MORAES, I. V. M.; FILGUEIRAS, H. A. C.; SILVA NETO, R. M. S.; PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D. S.; CASEMIRO, A. R. Aproveitamento industrial do pedúnculo de caju. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Parte 5, cap. 2, p. 291-348.

SIQUEIRA, A. M. A.; BRITO, E. S. Aproveitamento do bagaço do caju para alimentação humana e utilização em outras indústrias de alimentos. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Parte 5, cap. 3, p. 349-361.

SIQUEIRA, S. P.; RETONDO, J. C.; MARCELLINI, P. S.; FARIA, J. F. Substituição parcial da carne bovina por bagaço de caju na elaboração de hamburgeres. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre.

Anais ... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002. 1 CD-ROM.

SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determination water absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, v. 39, p. 344-351, 1962.

TROLLER, J. A. Influence of water activity on microorganisms in foods. **Food Technology**, v. 34, p. 76-80 1980.



Agroindústria Tropical