

Artigo Técnico

Enriquecimento proteico de resíduos de caju (*Anacardium occidentale* L.) e goiaba (*Psidium guajava* L.) por via fermentativa

Protein enrichment of cashew waste (*Anacardium occidentale* L.) and guava (*Psidium guajava* L.) agroindustrial residues by fermentation

Wisla Kívia de Araújo Soares¹, Larissa da Silva Santos Pinheiro¹, Leidiana Elias Xavier², Jayuri Susy Fernandes de Araújo³, Tiago da Nóbrega Albuquerque⁴ e Osvaldo Soares da Silva⁵

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos – UFCG – Paraíba; E-mail:wisla-kivia@hotmail.com;

²Engenheira de Alimentos – UFCG – Paraíba; E-mail:larissapinheiro2004@gmail.com;

³Mestra em Sistemas Agroindustriais – UFCG - Paraíba; E-mail:jayuri.susy@gmail.com;

⁴Mestrando em Sistemas Agroindustriais – UFCG – Paraíba; E-mail:tiagofernandes_pb@hotmail.com;

⁵Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos – UFCG campus Pombal– Paraíba; E-mail:osvaldoso2002@yahoo.com.br.

RESUMO - A fermentação em estado semissólido pode ser utilizada como alternativa viável para o aproveitamento de resíduos agroindustriais. Esse processo biotecnológico resulta no enriquecimento nutricional de resíduos gerando produtos de alto valor agregado e de grande interesse industrial. Objetivou-se estudar o processo de fermentação semissólida dos resíduos, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Utilizou-se resíduo de caju e goiaba para o processo de fermentação, onde o resíduo foi triturado e adicionado de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, desidratada, adquirida em comércio local, na cidade Pombal-PB, da marca comercial *Fleishmann*. Durante o processo fermentativo o resíduo foi submetido a análises periódicas avaliando o teor de água (%), proteína bruta (%) e sólidos solúveis totais (°Brix). Durante o processo de fermentação houve declínio do teor de água e sólidos solúveis totais do resíduo, enquanto o teor proteico foi favorecido, aumentando no decorrer da fermentação. Com o término do experimento concluiu-se que a ação de leveduras introduzidas durante o processo fermentativo agiu de forma benéfica ao resíduo, melhorando o seu teor nutricional o que torna o método fermentativo adequado, quando aplicado em resíduos agroindustriais e uma possível sugestão para o aproveitamento de resíduos na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Cinética de secagem; fermentação; melhoramento nutricional.

ABSTRACT - Semi-solid fermentation can be used as a viable alternative for agro-industrial waste utilization. This biotechnological process results in the nutritional enrichment of waste generating high value-added products of great industrial interest. The objective of this study was to study the semi-solid fermentation process of cashew and guava residues using *Saccharomyces cerevisiae* yeast. Cashew and guava residue were used for the fermentation process, where the residue was ground and added dehydrated *Saccharomyces cerevisiae* yeast, purchased locally, in the city of Pombal-PB, under the *Fleishmann* brand. During the fermentation process the residue was subjected to periodic analyzes evaluating the moisture content (%), crude protein (%) and total soluble solids (° Brix). During the fermentation process there was a decline in the moisture content and total soluble solids of the residue, while the protein content was favored, increasing during the fermentation. With the end of the experiment it was concluded that the action of yeasts introduced during the fermentation process acted beneficial to the residue, improving its nutritional content which makes the fermentative method when applied in residue a possible suggestion for the food industry.

Keywords: Drying kinetics; fermentation; nutritional improvement.

INTRODUÇÃO

No mundo todo foram produzidas cerca de 866 milhões de toneladas de frutas em 2017, sendo que a participação brasileira foi estimada em 40 milhões de toneladas, o que mantém o Brasil em terceiro lugar entre

os produtores mundiais. Desse total, o Brasil apresenta produção expressiva de Caju (1.232.242 t), liderando o ranking mundial da produção dessa fruta (FAOSTAT, 2017), assim como, ocupa o primeiro lugar na produção de goiabas vermelhas (460.515 t) (IBGE, 2017; SEBRAE, 2016).

Aceito para publicação em: 23/03/2020/ Publicado 03/03/2020.

As frutas frescas apresentam alta perecibilidade, mas, por meio de processos tecnológicos é possível diversificar à sua utilização, para além do seu consumo *in natura*, transformando-as em sucos, polpas, geleias e doces. O processamento desses produtos gera um grande volume de resíduos, pois, as partes desejáveis, geralmente polpas, são separadas de outros constituintes como cascas, bagaços e sementes (SILVA; ABUD, 2017).

Os resíduos agroindustriais gerados a partir do processamento de frutas podem ocasionar sérios problemas ambientais e são difíceis de gerir. Tais problemas procedem a partir do manejo e descartes inadequados desde a produção, processamento, distribuição, e ainda, pelo desperdício, durante o armazenamento e conservação inadequada das frutas ao longo de toda cadeia produtiva (LIPINSKI; LIPÍŃSKI; KOWALKOWSKI, 2018). O descarte precipitado dos resíduos representa um problema crescente, uma vez que o material vegetal é propenso a deterioração microbiana, limitando assim sua exploração adicional (VARZAKAS; ZAKYNTHINOS; VERPOORT, 2016).

A identificação, gerenciamento e utilização apropriada desses resíduos, que podem causar poluição ambiental e efeitos prejudiciais à saúde humana e animal quando não tratados adequadamente, são muito importantes para garantir o saneamento ambiental desejável. Uma maneira pela qual isso pode ser alcançado é através da biotransformação de resíduos em produtos de alto valor agregado (ARUNA *et al.*, 2017).

A fermentação é uma tecnologia fundamental para converter substratos, que apresentam alto conteúdo de lignina e baixa quantidade de proteínas, como resíduos de vegetais, em materiais proteicamente enriquecidos. No processo de aumento do valor nutritivo de resíduos agroindustriais, a utilização de microrganismos (algas, bactérias, fungos filamentosos e leveduras) como fontes de proteína unicelular para alterar diversos substratos durante sua atividade metabólica, é uma das formas preferidas de aumentar a disponibilidade de nutrientes (LUCIANO *et al.*, 2014).

A fermentação em estado sólido ou em meio semissólido (FSS) é um processo fermentativo que ocorre na presença de conteúdo de água limitado, onde o crescimento microbiano e a formação de produtos ocorrem na superfície de substratos sólidos. O uso de resíduos agroindustriais em processos de FSS fornece uma alternativa economicamente viável a esses resíduos, que são na maioria das vezes subutilizados ou não utilizados (SINGHANIA *et al.*, 2009).

Dentre os substratos que já foram utilizados para o enriquecimento proteico de resíduos agroindustriais através de FSS, destacam-se, os resíduos de abacaxi (LUCIANO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2016; SANTANA NETO *et al.*, 2017), umbu-cajá (SILVA *et al.*, 2017), cajú (CAMPOS *et al.*, 2005), farelo de arroz (KUPSKI *et al.*, 2012) e casca de inhame (ARUNA *et al.*, 2017).

No processo de FSS geralmente utiliza-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que se destaca dentre os microrganismos como fonte de proteína unicelular, devido a sua alta eficiência na metabolização de carboidrato complexo em biomassa com alta teor proteico. Além de ser reconhecida como fonte proteica, não estabelece relação

patogênica com o homem, e ainda, pode melhorar o perfil de aminoácidos em resíduos vegetais fermentados (ARUNA *et al.*, 2017).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais por meio do uso de processos biotecnológicos é bastante promissor, uma vez que torna possível a obtenção de produtos de interesse industrial e comercial. Nesse contexto, a FSS desempenha um papel de destaque, aliada a grande tendência do uso de fontes naturais para síntese de novos produtos úteis, a partir dos resíduos que têm sido tradicionalmente subvalorizados (DANTAS; AQUINO, 2010).

Com base nos princípios da sustentabilidade e levando em consideração o potencial produtivo de frutas tropicais brasileiras, tais como o caju (*Anacardium occidentale*) e a goiaba (*Psidium guajava*), objetivou-se avaliar o processo de enriquecimento proteico das misturas dos resíduos agroindustriais dessas frutas, com a utilização da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, através de fermentação semissólida.

MATERIAL E MÉTODOS

Local dos experimento

O experimento foi realizado nos laboratórios da Unidade Acadêmica Tecnologia de Alimentos (UATA), no Centro de Ciências e Tecnologia de Alimentos (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal.

Matéria-prima

A matéria-prima utilizada como substrato para o processo de enriquecimento nutricional foi o resíduo de caju (50%) e goiaba (50%), adquirida junto a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB.

O resíduo foi triturado em processador previamente sanitizado, ao qual o processo de trituração teve como objetivo de aumentar a porosidade do leito e favorecer o processo fermentativo.

Microrganismo

O microrganismo utilizado no estudo foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, desidratada, adquirida em comércio local, na cidade Pombal-PB, da marca comercial *Fleishmann*.

Fermentação semissólida

A fermentação foi realizada pelo cultivo semissólido. Após a trituração do resíduo foi feita a adição de 12% m/m de fermento e homogeneizado para uma ação mais uniforme das leveduras no substrato formado. A fermentação ocorreu em biorreatores retangulares, a uma temperatura de 35 °C em estufa de circulação de ar forçado. Foram feitas coletas de amostras nos intervalos de 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 horas de fermentação. Após a coleta de cada amostra, as mesmas eram levadas a uma estufa de esterilização a 55 °C, para interromper o processo fermentativo. Em seguida, foram trituradas em um moinho de facas e armazenadas em temperatura ambiente em embalagens de polietileno.

Análises físico-químicas

Enriquecimento proteico de resíduos de caju (*Anacardium occidentale* L.) e goiaba (*Psidium guajava* L.) por via fermentativa

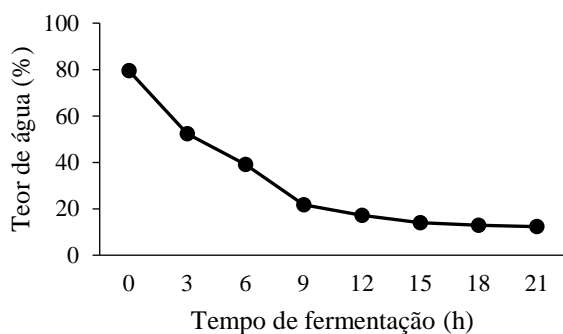
Durante a fermentação semissólida foram monitorados o teor de água (%), proteína bruta (%) e sólidos solúveis totais (°Brix) conforme a metodologia descrita pelo manual do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Estudou-se a cinética do enriquecimento nutricional para observar o tempo adequado de fermentação dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

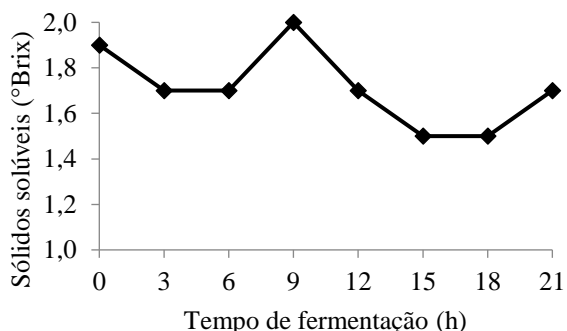
A Figura 1 demonstra os resultados obtidos para a caracterização dos resíduos de caju e goiaba enriquecidos. Observou-se uma perda gradativa do teor de água inicial ao longo do tempo, até o final da fermentação. Esse fenômeno pode ser justificado através do submetimento da levedura a temperatura constante, favorecendo o processo fermentativo, tornando a diminuição da umidade um fator de extrema importância para que ocorra da concentração de nutrientes do produto.

Figura 1. Teor de umidade durante o período de secagem do resíduo.



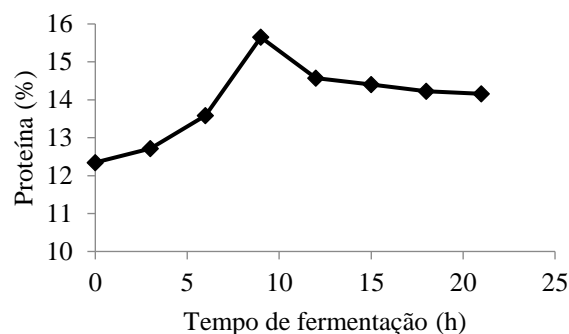
O teor de sólidos solúveis totais analisado durante todo o processo fermentativo encontra-se na Figura 2. Pode-se observar um declínio do mesmo, justificado pelo seu consumo através das leveduras que usaram como alimento durante o processo fermentativo reduzindo a sua quantidade no decorrer do processo de fermentação.

Figura 2. Teor de sólidos solúveis totais durante o processo fermentativo.



Observa-se na Figura 3 a variação do teor de proteína do resíduo após a adição de levedura para a fermentação semissólida na temperatura de 35 °C.

Figura 3. Teor de proteína bruta avaliado durante o processo fermentativo.



O teor proteico expresso na Figura 3 mostra o aumento significativo dos teores de proteína no resíduo de caju e goiaba, até as 10 horas, ao qual um teor proteico de aproximadamente 15%, sendo esse valor superior ao encontrado por SANTOS., et al (2010).

CONCLUSÃO

Com o término do experimento, conclui-se que a ação de leveduras introduzidas durante o processo fermentativo age de forma benéfica ao resíduo, melhorando o seu teor nutricional. Logo, torna o método fermentativo quando aplicado em resíduo uma possível sugestão para à indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

- ARUNA, T. E.; AWORH, O. C.; RAJI, A. O.; OLAGUNJU, A. I. Protein enrichment of yam peels by fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* (BY4743). *Annals of Agricultural Sciences*, v. 62, n. 1, p. 33-37, 2017. 10.1016/j.aogas.2017.01.002.
- CAMPOS, A. R. N.; SANTANA, R. A. C.; DANTAS, J. P.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. H. Enriquecimento proteico do bagaço do pendúnculo de caju por cultivo semi-sólido. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v. 5, n. 2, p. 72-82, 2005.
- DANTAS, E. M., AQUINO, L. C. L. Fermentação em estado sólido de diferentes resíduos para a obtenção de lipase microbiana. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 12, n. 1, p. 81-87, 2010.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2017. Crops. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: maio de 2019.
- KUPSKI, L.; CIPOLATTI, E.; ROCHA, M.; OLIVEIRA, M. S.; SOUZA-SOARES, L. A.; BADIALE-FURLONG, E. Solid-state fermentation for the enrichment and extraction of proteins and antioxidant compounds in rice bran by *Rhizopus oryzae*, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 55, n. 6, p. 937-942, 2012. 10.1590/S1516-89132012000600018.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (2017). Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: maio de 2019.
- LIPÍŃSKI, A. J.; LIPÍŃSKI, S.; KOWALKOWSKI, P. Utilization of post-production waste from fruit processing for energetic purposes: analysis of Polish potential and case study. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 20, n. 3, p. 1878–1883, 2018. 10.1007/s10163-018-0729-2.
- LUCIANO, R. C.; SERRALHEIRO, C.; ARAÚJO, L. F.; REIS, A. M.; AGUIAR, E. M.; BORBA, L. H. F. Enriquecimento proteico de resíduos do abacaxi para alimentação alternativa de ruminantes. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 8, n. p. 47-52, 2014.
- SANTANA NETO, D. C.; ONIAS, E. A.; ARAÚJO, J. S. F.; ALVES, A. M. A.; SILVA, O. S. Avaliação do processo de enriquecimento proteico de resíduo de abacaxi. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 1, p. 95-99, 2017.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. O cultivo e o mercado da goiaba. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-goiaba,d3aa9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>.
- SILVA, C. E F.; ABUD, A. K. S. Tropical Fruit Pulp: Processing, Product Standardization and Main Control Parameters for Quality Assurance. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 60, p. 1-19, 2017. 10.1590/1678-4324-2017160209.
- SANTOS, T. C., GOMES, D, P, P., FILHO, G, A., FRANCO, M. Enriquecimento proteico dos resíduos sólidos do Processamento de frutas. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010.
- SILVA, J. L.; SILVA, O. S.; ALVES, F. M. S.; VIEIRA, N. C. Enriquecimento proteico de resíduo de umbu-cajá empregando fermentação semissólida. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 5, p. 854-857, 2017. 10.18378/rvads.v12i5.5572.
- SILVA, G. M. S.; COSTA, J. S.; CABRAL FILHA, M. C. S.; LIMA, M. B. S.; SILVA, O. S. Enriquecimento proteico do resíduo de abacaxi mediante fermentação semissólida. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 5, p. 39-44, 2016.
- SINGHANIA, R. R.; PATEL, A. K.; SOCCOL, C. R.; PANDEY, A. Recent advances in solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, v. 44, n. 1, p. 13-18, 2009. 10.1016/j.bej.2008.10.019.
- VARZAKAS, T.; ZAKYNTHINOS, G.; VERPOORT, F. Plant Food Residues as a Source of Nutraceuticals and