

Efeito da desidratação osmo-convectiva nas características físicas e físico-químicas de “chips” de batata-doce saborizados¹

Pedro Ivo Soares e Silva², Suelma Ferreira do Oriente³, Deyzi Santos Gouveia⁴, Mércia Melo de Almeida Mota⁵, Rebeca de Lima Dantas⁶, Cláudia Gouveia Rodrigues⁷

Resumo: A batata-doce (*Ipomea batatas* L.) possui reconhecidas qualidades que induzem à importância de se utilizarem métodos de redução de água e sua atividade transformação em um produto nobre, de relevância econômica e qualidade nutricional (carboidratos, lipídeos, proteína, minerais e vitaminas). Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de produzir batata-doce, tipo *chips*, saborizada com um mix de condimentos (cebola e alho desidratados, salsa em pasta e açafrão em pó), a partir dos métodos combinados de desidratação osmótica e secagem nas temperaturas de 60, 70 e 80°C. Os *chips* saborizados foram avaliados quanto aos parâmetros físico-químicos como também quanto aos físicos de cor, dureza e fraturabilidade. De acordo com os resultados, verificou-se que os *chips* caracterizaram-se como ácido, e que a acidez total titulável diminuiu com o aumento da temperatura. Em relação à atividade de água, teor de água e sólidos totais, os *chips* são pouco susceptíveis à deterioração microbiana. Os parâmetros físicos de cor e textura foram influenciados principalmente pela etapa de branqueamento seguida do aumento da temperatura de secagem. Sendo assim, os *chips* de batata-doce desenvolvidos apresentam um grande potencial de consumo já que o apelo da população por uma alimentação rica em nutrientes vem crescendo a cada dia.

Palavras-chave: *Ipomea batatas* L.; Processo; Temperatura.

Effect of osmo-convective drying on physical and physical-chemical characteristics of sweet potato chips

Abstract: The sweet potato (*Ipomea potatas* L.) has recognized qualities that motivate the importance of using water reduction methods and its transformation into a noble product of economic relevance and nutritional quality (carbohydrates, lipids, protein, minerals and vitamins). This study was developed to produce sweet potato chips, flavored with a mix of condiments (onion and dehydrated garlic, parsley and saffron powder), from the combined methods of osmotic dehydration and drying at temperatures of 60, 70 and 80° C. Flavored chips were evaluated for physicochemical parameters as well as for physicists of color, hardness and fracture. According to the results, it was found that the chips were characterized as acid, and the total titratable acidity decreased with increasing temperature. In relation to water activity, water content and total solids, the chips are not very susceptible to microbial deterioration. The physical parameters of color and texture were influenced mainly by bleaching stage followed by the increase of drying temperature. Thus, sweet potato chips developed have a great potential for consumption as the population's appeal for a nutrient-rich diet has been growing every day.

Keywords: *Ipomea batatas* L.; Process; Temperature.

¹Submetido em 26/06/2018 e a provado em 21/01/2019

²Engenheiro de Alimentos; Mestrando, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Campina Grande-PB, CEP 58429-500; E-mail: pedroivosoares@hotmail.com

³Engenheira de Alimentos; Mestranda, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Campina Grande-PB, CEP:58429-900; E-mail: suelma_oriente09@hotmail.com

⁴Doutora em Engenharia de Processos; Professora Adjunto, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Campina Grande-PB, CEP:58429-900; E-mail: deyzigouveia@yahoo.com.br

⁵Doutora em Engenharia de Processos; Professora Associada I, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Campina Grande-PB, CEP:58429-900; E-mail: merciamelo01@gmail.com

⁶Mestre em Engenharia Agrícola; Química, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimento, Campina Grande -PB, CEP:58429-900; E-mail: rebecald@gmail.com

⁷Doutora em Engenharia de Processos; Técnica de Laboratório de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa-PB, CEP: 58051-900; E-mail: claudia_alimentos@hotmail.com

1 Introdução

Constantemente a indústria de alimentos tem buscado a inovação dos seus produtos, com a finalidade de agregar valor comercial e tornar mais atrativos alimentos pouco tradicionais e com características que supram carências funcionais do organismo (Araújo et al., 2018).

A batata-doce (*Ipomea batatas* L.) é uma hortaliça que se destaca pelo valor nutricional e pela versatilidade de uso, podendo ser empregada tanto na alimentação humana como animal. A importância de suas qualidades nutritivas indica o emprego de métodos de redução da atividade de água e de transformação de um produto nobre, de relevância econômica e qualidade nutricional: carboidratos, lipídeos, proteína, minerais e vitaminas. (Andrade Júnior et al., 2012).

Os produtos industrializados a partir da batata têm alcançado um desenvolvimento importante e uma rápida diversificação, como na forma de *chips* e batata palha, ou prontos para preparos, como batatas descascadas ou cortadas em palitos e resfriados e pré-fritas congeladas (Geraldini et al., 2011).

Dentre os processos que visam à conservação e ao prolongamento do tempo de disponibilidade para consumo de frutos, os métodos de secagem vêm sendo utilizados para fins tecnológicos e industriais com a finalidade de diminuir a perecibilidade, preservando contudo as características naturais dos produtos. Os processos de secagem pré-tratamentos podem ser aplicados para facilitar o processo de transferência de massa.

Segundo Mendes et al. (2013) e Ruiz-López et al. (2011), a desidratação osmótica é um processo de transferência de massa em que a água livre é removida através da imersão em soluções aquosas concentradas.

O método de secagem convencional com o uso de circulação de ar é bastante utilizado na análise de alimentos e desenvolvimento de novos produtos, lembrando que, no caso específico desta pesquisa, a secagem vai substituir a etapa de fritura, o que torna o alimento menos gorduroso e mais saudável, podendo ser consumido por todas as faixas

etárias de consumidores, uma vez que a ele se agrega um apelo funcional e saudável.

Isso dito, o objetivo da pesquisa foi a utilização da tecnologia combinada de desidratação osmótica e secagem para a batata-doce tipo *chips*, sendo uma alternativa de aproveitamento desta matéria-prima, bem como a obtenção de um produto final, por vias não convencionais, mais saudável, por não utilizar do processo de fritura em sua obtenção, e de baixo custo inicial e de operação.

2 Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande-PB. Como matéria-prima, foi utilizada a batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) de casca roxa e polpa branca; os condimentos empregados foram: cebola desidratada, alho desidratado, salsa em pasta e açafrão em pó, todos adquiridos no mercado público de Campina Grande – PB. Na Figura 1 encontra-se o fluxograma das etapas executadas na pesquisa.

As batatas destinadas ao processamento foram selecionadas quanto ao tamanho, formato regular e ausência de defeitos. Foram selecionadas manualmente, lavadas em água corrente, para a eliminação de sujidades e, logo após, imersas em solução clorada de 200 ppm. Foi realizado o descascamento manual, com o uso de uma faca de inox. As batatas foram cortadas com uma espessura de 2 mm. Nesta etapa, foi utilizado um fatiador de frios (da marca GLP300 Gural). Para a inativação das enzimas, as batatas foram imersas em suco de limão puro, por 10 minutos, obtendo assim, um branqueamento satisfatório.

2.1 Desidratação osmótica e secagem

As batatas cortadas em fatias foram submetidas a um processo de desidratação osmótica, por 24h à 40°C, em uma solução salina (500ml) contendo concentração fixa dos saborizantes num mix de sal (20%) e dos condimentos escolhidos, sendo: cebola (18%), alho (6%), salsa (18%) e açafrão (6%).

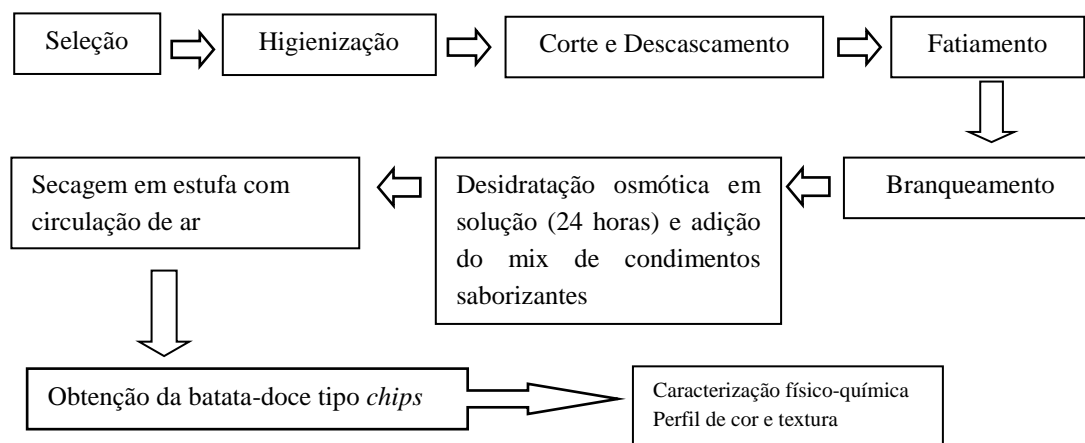


Figura 1 Fluxograma das etapas do processo de obtenção da batata-doce tipo *chips*.

Após a desidratação osmótica, as batatas foram submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação de ar, nas temperaturas de 60, 70 e 80°C, por 24 horas. Para o cálculo do teor de água, foram utilizadas cestas de alumínio contendo uma massa inicial de fatias de batata-doce, que foi submetida ao processo de desidratação osmótica, e foi verificada a sua massa final, após as 24 horas de secagem. Os *chips* de batata-doce saborizados foram obtidos através da desidratação e secagem (Figura 2).



Figura 2 Batata tipo *chips* após secagem (temperatura de 60°C).

2.2 Análises físico-químicas e físicas

Os *chips* de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas de secagem foram caracterizados quanto às composições físico e físico-química. As análises de teor de água, cinzas, acidez titulável, pH, sólidos totais e proteínas foram realizadas em triplicata, seguindo a metodologia do IAL (2008). A atividade de água das amostras foi determinada

com o uso do equipamento Aqualab CX-2T, Decagon, a 25°C.

A determinação do Perfil de Textura dos *chips* de batata-doce saborizados, obtidos em diferentes temperaturas de secagem, foi realizada com o auxílio do texturômetro TA.XT Plus Texture Analyser, utilizando o probe P/36R, cilindro de alumínio com 36 mm de diâmetro. A metodologia utilizada para a obtenção dos parâmetros relacionados à textura foi a de Análise de Perfil de Textura (TPA), e os atributos de firmeza e fraturabilidade foram analisados.

As características cromáticas dos *chips* foram avaliadas utilizando-se um espectrofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus USA, no sistema de cor CieLab, no qual foi realizada a leitura dos valores de L^* , a^* , b^* , das amostras, onde L^* (corresponde a claridade/luminosidade); a^* (define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) – quanto mais o valor for negativo (até -60), mais próximo de verde será, e quanto mais positivo (até $+60$), mais próximo do vermelho –, e b^* (representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$) – quanto mais negativo (até -60) for o valor obtido, mais próximo do azul, e quanto mais positivo ($+60$), mais próximo do amarelo).

2.3 Análise Estatística

A análise estatística dos resultados das análises físico e físico química dos *chips* de batata doce foi realizada com o auxílio do programa computacional *Assistat* versão 7,5 beta, com delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados, com três tratamentos (secagens nas temperaturas de 60, 70 e 80°C) e três repetições. Os dados foram submetidos à

análise de variância (ANOVA), e a comparação de médias realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

3.1 Análises físico-químicas dos chips de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas

De acordo com a Tabela 1, pode-se verificar que com o aumento da temperatura ocorreu o decréscimo do teor de água, contribuindo, portanto, para uma boa conservação do alimento. Os resultados médios obtidos para o teor de água variaram de 5,39 a 4,31%. Santana et al (2015) obtiveram, para seus *snacks* de clones de mandioca, medidas de teor de água de 5,1 e 5,5%.

Tabela 1 Média para análises físico-químicas dos chips de batata-doce saborizados

	F1	F2	F3	DMS
Teor de água (%)	5,39±0,05 ^a	5,12±0,02 ^b	4,31±0,02 ^c	0,09225
Aw (%)	0,34±0,01 ^a	0,33±0,01 ^a	0,34±0,01 ^a	0,01181
Teor de cinzas (%)	5,46±0,10 ^a	5,39±0,10 ^b	5,35±0,10 ^c	0,01181
pH	4,40±0,01 ^c	4,69±0,02 ^b	4,78±0,01 ^a	0,02120
ATT (%)	0,71±0,01 ^a	0,67±0,05 ^b	0,65±0,01 ^c	0,00892
Proteínas (%)	2,04±0,11 ^a	2,03±0,10 ^b	1,95±0,01 ^c	0,01179
Sólidos Totais (%)	94,61±0,05 ^c	94,88±0,01 ^b	95,68±0,02 ^a	0,09034

F1, F2 e F3 = Chips obtidos com 60, 70 e 80°C de temperatura, respectivamente; DMS = Desvio médio significativo. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). ATT – Acidez total titulável; Aw – Atividade de água.

Observou-se que os chips de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas não apresentaram diferença significativa entre si para o parâmetro atividade de água, variando entre 0,33 a 0,34%. Sendo assim, são consideradas formulações com baixa atividade de água mediante a legislação vigente recomendável para vida útil de prateleira de chips.

Os chips de batata-doce saborizados obtidos sob diferentes temperaturas apresentaram diferença significativa entre si, ao nível de 5% de probabilidade para o parâmetro cinzas, variando de 5,46 a 5,35%. Campos e Calliari (2016), ao desenvolverem *snacks* de batata-doce, obtiveram teor de cinzas de 3,40%. O valor superior encontrado no presente trabalho pode estar relacionado à adição dos condimentos no processo de desidratação osmótica.

Em relação ao parâmetro de pH, verificou-se que as três formulações apresentaram comportamento ácido. Essa característica contribui para um menor desenvolvimento de microrganismos, o que favorece uma maior vida de prateleira para o produto.

A acidez total titulável diminuiu com o aumento da temperatura. Neste trabalho, observou-se que a acidez mais expressiva foi para a maior temperatura, similar ao reportado por Araújo et al. (2015), quando estudaram a

desidratação de batata-doce, para fabricação de farinha, em diferentes temperaturas. Bessa et al. (2016) também obtiveram percentuais pouco expressivos de acidez em ácido cítrico para chip de mandioquinha-salsa. A redução dos teores de acidez com o aumento da temperatura apresentou, como esperado, um comportamento inverso ao do pH; características favoráveis ao armazenamento, por dificultarem o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes.

O teor de proteínas dos chips de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas variou de 1,95 a 2,04%. Borges et al. (2013) encontraram teor de proteína de 0,63% em chip frito de mandioquinha-salsa.

O teor de sólidos totais das formulações de chips de batata-doce aumentou em consequência do acréscimo de temperatura de processo, variando entre 94,61 (F1) e 95,68% (F3).

3.2 Características físicas dos chips de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas

A Tabela 2 dispõe os valores para as análises físicas instrumentais de cor e textura.

A manutenção da cor nos vegetais processados representa aspecto crítico, uma vez que a maioria deles é susceptível ao

escurecimento causado pelas enzimas polifenoloxidase e peroxidase, que devem ser controladas sem que ocorram prejuízos sensoriais ou nutricionais aos produtos (Silva et al., 2009).

Tabela 2 Valores médios dos parâmetros físicos de cor e textura dos *Chips* de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas

	F1	F2	F3	DMS
L*	81,18±0,51 ^b	83,92±0,15 ^c	85,51±0,01 ^a	0,99019
A*	0,58±0,13 ^a	0,46±0,70 ^a	0,62±0,05 ^a	0,99019
B*	19,22±0,26 ^b	15,53±0,83 ^a	15,25±0,04 ^a	0,99019
Dureza (N)	5,56±0,36 ^c	5,56±0,36 ^c	16,92±0,74 ^a	1,20097
Fraturabilidade (mm)	39,69±0,48 ^b	39,69±0,48 ^b	41,53±0,13 ^{ab}	1,53937

F1, F2 e F3 = *Chips* obtidos com 60, 70 e 80°C de temperatura, respectivamente; DMS = Desvio médio significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (p < 0,05).

As formulações de *chip* de batata-doce em sua totalidade apresentaram-se claras, em vista do parâmetro L, que mede a luminosidade do produto, e tendeu a 100, nos três ensaios, com destaque para a terceira formulação (F3), que apresentou valor de 85,51 comprovando que o aumento da temperatura apresenta influência direta na luminosidade dos chips.

Além dos valores de luminosidade, também foram determinadas as coordenadas cromáticas. A partir dos resultados, observou-se que todas as formulações apresentaram valores positivos, e o aumento da temperatura de secagem resultou em aumento na intensidade da cor tendendo ao vermelho. Já para a coordenada b*, na avaliação dos *chips* para este parâmetro, observou-se que, apesar de todas as formulações apresentarem valores positivos (como a maioria dos *chips* presentes no mercado atualmente), as formulações desta pesquisa mostraram-se amarelas, com maior evidência na segunda formulação, que apresentou valor de 19,22.

Segundo Rogério e Leonel (2004), com relação à coloração, o consumidor tem como parâmetro a batata *chips* que apresenta tonalidade de dourado claro, com ausência de pontos ou traços escuros. No entanto, a coloração do produto final depende principalmente da composição química da matéria-prima, que é resultado da variedade e condições de cultivo e armazenamento.

Os produtos osmoticamente desidratados e secados posteriormente, quando comparados a produtos apenas secos, apresentam melhor textura, maior retenção de vitaminas, melhor

sabor e estabilidade de cor (Chiarelli et al., 2013).

O parâmetro de fraturabilidade indica a força necessária para que o produto se quebre. O acréscimo da temperatura em cada formulação contribuiu diretamente para o aumento da resistência à quebra do produto final. A terceira formulação (41,53mm), obtida com temperatura de 80°C, apresentou valor de 41,53.

A dureza é outro aspecto de suma importância quando se produz um novo alimento, porque se deve levar em conta a facilidade do consumidor para a sua mastigação e deglutição sem incômodo. Ocorreu para a dureza do produto o mesmo fato já observado para o parâmetro de fraturabilidade: o aumento da temperatura de obtenção do produto induziu a um acréscimo da dureza dos *chips*.

4. Conclusão

Durante o processo da pesquisa, observou-se que a atividade de água dos *chips* não variou estatisticamente, ficando dentro da faixa estabelecida pela legislação vigente, visando à inibição do crescimento de microrganismos;

Os *chips* de batata-doce saborizados obtidos em diferentes temperaturas apresentaram um aspecto claro e uma estrutura com tendência moderadamente ao amarelo;

A textura do produto para os parâmetros de dureza e fraturabilidade sofreram influência direta do pré-tratamento de desidratação osmótica e também aumentaram em conjunto com a temperatura. Sendo assim, os dois métodos de secagem aliados evitaram uma alta perda de compostos nutricionais, além de

transformar o produto mais saudável por não se utilizar de fritura durante a operação, adquirindo, por estas características, grande potencial de consumo, que vem atender a crescente apelo da população por uma alimentação rica em nutrientes, saudável e saborosa.

Referências

- Araújo, C. S. P. de; Andrade, F. H. A. de; Galdino, P. O.; Pinto, M. do S. de C. Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.4, p. 33-41, 2015. <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/687>
- Andrade Junior, V. C.; Vianna, D. J. S.; Pinto, N. A.; V. D.; Ribeiro, K. G.; Pereira, R. C.; Neiva, A. M. A.; Andrade, P. C. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.4, p.584-589, 2012. [http://orgprints.org/29023/1/Andrade%20Junior Caracteristicas.pdf](http://orgprints.org/29023/1/Andrade%20Junior%20Caracteristicas.pdf)
- Borges, J. T da S.; Paula, C. D. de.; Pirozi, M. Composição físico-química, qualidade física e sensorial de chips de mandioquinha-salsa. **Ingeniería e Innovación**, v.1, n.2, p.59-69, 2013. <https://doi.org/10.21897/23460466.774>
- Campos, V. R. de; Calliari, C. M.; "Elaboração de Snack de Batata-Doce (*Ipomoea Batatas*)". In: Oliveira, A. F.; Storto, L. J. **Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas**, v. 2. São Paulo: Blucher, 2016. p. 263-284.
- Chiarelli, P. V.; Mathias, J. C.; Pedro, M. A. M.; Benedetti, P. de C. D. Efeito da Desidratação Osmótica Como Tratamento Preliminar na Secagem da Maça Gala (*Malus Domestica Bork*) e Mamão Formosa (*Carica Papaya L.*) **Revista Científica Unilago**, p. 293-307, 2013.
- Bessa, L. A. da S.; Jardim, F. B. B.; Dias, L. C. F. C.; Costa, L. L. Avaliação físico-química e sensorial de chips de mandioquinha-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.12, n.1, p.83-95, 2016. <https://doi.org/10.17766/1808-981X.2016v12n1p83-95>
- Silva, M. V. da; Rosa, C. I. L. F.; Villas Boas, E. V. de B. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.27, n.1, p.83-96, 2009. <http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/14955>
- Araújo, A. C. de; Silva, F. L. H. da; Gomes, J. P.; Silva, F. B. da. Caracterização da qualidade de néctar misto de carambola com hortelã. **Revista Agropecuária Técnica**, v.39, n.1, p.68-72, 2018. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v39i1.33115>
- Geraldini, F.; Julião Letícia; Brogato Ednaldo. Procuram-se agroindústrias!: Hortifrutícolas processados rendem mais de R\$5 bilhões em 2011. **Hortifruti Brasil**, ano 10, n. 104, p. 8-23, 2011.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed.; 1. ed. digital, São Paulo: SES; CCD; IAL, 2008. 1020 p. http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf
- Mendes, G. R.; Freitas, C. H. de; Scaglioni, P. T.; Schmidt, C. G.; Furlong, E. B. Conditions for osmotic dehydration of oranges and functional properties of the product. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1210-1216, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001100012>
- Rogério, W. F.; Leonel, M. Efeitos da espessura das fatias e pré-cozimento na qualidade de salgadinhos fritos (*chips*) de tuberosas tropicais. **Alimentos e Nutrição**, v.15, n.2, p.131-137, 2004.
- Ruiz-López, I. I.; Ruiz-Espinosa, H.; Herman-Lara, E.; Zárate-Castillo, G. Modeling of kinetics, equilibrium and distribution data of osmotically dehydrated carambola (*Averrhoa carambola L.*) in sugar solutions. **Journal of Food Engineering**, v.104, n.2, p.218-226, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.12.013>
- Santana, H. M.; Oliveira, L. A. de; Santos, V. da S. Avaliação da retenção de carotenoides totais em snacks elaborados com quatro clones de mandioca. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 16; Congresso Latino-Americano e Caribenho de Mandioca, 1. Foz do Iguaçu (PR), 9 a 13 nov. 2015. Integração: Segurança alimentar e geração de renda: **Anais...** Foz do Iguaçu: SBM, 2015. 1 CD-ROM. 4p. :il. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138927/1/Avaliacao-da-retencao-de-carotenoides-00149-1.pdf>