



## **Produção de farinha do resíduo industrial da acerola por secagem solar e artificial**

*Flour production of acerola's industrial waste by solar and artificial drying*

**RODRIGUES, HELISVANHAH GRETTA ANTUNES. Mestre / Tecnóloga em Alimentos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Petrolina - Petrolina - PE - Brasil. BR 407, Km 08 Jardim São Paulo CEP: 56314-520/ Telefone: (87) 2101.4300 / E-mail: mailis.garbo@gmail.com

**REIS, PÁULIA MARIA CARDOSO. Doutora / Engenheira de Alimentos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Petrolina - Petrolina - PE - Brasil. BR 407, Km 08 Jardim São Paulo CEP: 56314-520/ Telefone: (87) 2101.4300 / E-mail: paulia.maria@ifsertao-pe.edu.br

**VIANA, ARÃO CARDOSO. Doutor/Engenheiro de Alimentos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - Campus Petrolina - Petrolina - PE - Brasil. BR 407, Km 08 Jardim São Paulo CEP: 56314-520/ Telefone: (87) 2101.4300 / E-mail: arao.viana@ifsertao-pe.edu.br

### **RESUMO**

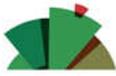
A conservação de alimentos permite um aumento na vida útil, mantém as qualidades organolépticas dos alimentos por longos períodos. A secagem é uma forma de conservação onde no presente trabalho foram realizadas secagens artificial e solar utilizando o equipamento Watercone® do resíduo de acerola para avaliação das características físico-químicas. Em comparação com a secagem artificial, houve homogeneidade na perda de massa de água das amostras com a secagem solar, o valor da umidade final dos desidratados foi considerado satisfatória. Os produtos obtidos a partir da secagem solar possuíam cor e aroma muito mais intensos que a secagem artificial, como também o rendimento final foi superior ao encontrado na secagem artificial. Foram realizadas análises físico-químicas da farinha do resíduo de acerola, dando destaque para os parâmetros de Aa (0,463) indicando ser um dos parâmetros que quantificam a vida de prateleira do produto; a umidade (6,56%) estando dentro do permitido pela legislação específica para farinhas; Cinzas totais (2,75%) que representa a presença de minerais nas farinhas; Fibras insolúveis (50,35%). Os valores encontrados nas análises estão de acordo com o encontrado por outros pesquisadores e pela legislação. Logo, a secagem solar utilizando o equipamento Watercone® atende aos parâmetros técnicos de qualidade.

Palavras-chave: conservação de alimentos, fibras, sertão Brasileiro.

### **ABSTRACT**

Food preservation allows an increase in shelf life, maintains the organoleptic qualities of food for long periods. Drying is a form of conservation, where in the present work artificial and solar drying were performed using the equipment Watercone® of the acerola residue to evaluate the physicochemical characteristics. In comparison to the artificial drying, there was homogeneity in the loss of water mass of the samples with the solar drying. The value of the final humidity of the dehydrated product was considered satisfactory. The products obtained from the solar drying had color and aroma much more intense than the artificial drying, as well as the final yield was superior to the one found in the artificial drying. Physicochemical analyzes of the acerola residue meal were performed, highlighting the Aw parameters (0.463) indicating that it is one of the parameters that quantify shelf life of the product; the humidity (6.56%) being within the allowed by the specific legislation for flour; Total ash (2.75%) which represents the presence of minerals in the flour; Insoluble fibers (50.35%). The values found in the analyzes are in agreement with those found by other researchers and by the legislation. Therefore, the solar drying using the Watercone® equipment meets the technical parameters of quality.

keywords: food preservation, fibers, Brazilian "sertão".



## Introdução

A acerola ou cereja das Antilhas (*Malpighia glabra* L.) é originária da América tropical, sendo amplamente cultivada nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. Os elevados teores de vitamina C (ácido ascórbico) naturalmente encontrados neste fruto, têm favorecido a ampliação de oportunidades para o seu cultivo, processamento e comercialização (AGOSTINI-COSTA, 2003).

Exemplos da importância da acerola na cadeia produtiva é a empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda é uma empresa subsidiária do Grupo Nichirei Corporation no Japão, fundada em Petrolina, no Estado de Pernambuco, especializada na produção e comercialização de produtos de acerola, com 90% de toda sua produção (em média 18.000 ton. de frutos anuais) destinada ao mercado internacional, sendo restante permanecendo no mercado nacional (NIAGRO, 2015).

Oriundo do processo de transformação de frutas em natura em produtos de maior valor agregado pelas indústrias, geram grandes quantidades de resíduos que podem ser perfeitamente utilizados no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, aumentando desta forma, seu valor agregado (OLIVEIRA et al., 2002). Dependendo das características da safra do fruto acerola, a produção de resíduos gera valores aproximados entre 25 a 50% da produção total, indicando desta forma, valores aproximados de 4500 ton. de resíduo sólido anual. O conhecimento das características destes resíduos é de fundamental importância para alternativas de aproveitamento.

A conservação de alimentos é um princípio fundamental para obtenção de produtos com maior qualidade, vida útil e caracterização de nutrientes, pois visa o controle de processos naturais de deterioração presentes nos alimentos. Com a aplicação de tratamentos vinculados a conservação, os alimentos permanecem disponíveis por maiores períodos durante o ano e em regiões em que não são comuns seu desenvolvimento e cultivo. Existem métodos, como exemplo os tratamentos térmicos de branqueamento, pasteurização, esterilização (CAMPBELL-PLATT, 2015).

A utilização de técnicas de conservação alimentícia, como a secagem natural ou por circulação de ar forçada, são possibilidades para reaproveitamento de resíduos que posteriormente podem ser transformados em farinhas, por exemplo. Na visão de Coelho e Azevedo (2012), a secagem fundamenta-se na eliminação de parte da água livre que esteja presente no alimento viabilizando sua estocagem à temperatura ambiente. Este processo permite que não ocorram perdas significativas nos seus atributos nutricionais e organolépticos, permitindo o aproveitamento máximo do produto.

A utilização da metodologia da secagem solar na região nordeste é altamente promissora, visto que, esta região possui radiação solar em sua grande maioria do ano. Estudos obtidos utilizando a secagem solar atrelada ao equipamento Watercone®, mostraram-se promissores na preservação das características organolépticas realizando a concentração de componentes interessantes no alimento como o aroma. Desta forma, o alimento não perde características desejadas no produto final, permanecendo com características sensoriais desejadas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-química da farinha do resíduo de acerola, obtida pela secagem solar em equipamento Watercone®.



## Material e métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão - PE), Campus Petrolina, no Laboratório Experimental de Alimentos (LEA) e no Laboratório de Físico-Química.

### Obtenção do resíduo de acerola

A matéria-prima foi doada pela empresa Niagro-Nichirei do Brasil Agrícola Ltda, localizada na cidade de Petrolina, proveniente do processo produtivo da polpa da acerola, a temperatura ambiente, sendo imediatamente encaminhadas para o Laboratório Experimental de Alimentos (LEA).

### Análise de umidade

Para melhor conhecimento da matéria-prima adquirida, foi executada a análise de umidade segundo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), determinando a umidade inicial e final (matéria-prima e produto), como também massa final desejada para as etapas posteriores de secagem.

### Secagem

Os tratamentos de secagem utilizados foram 0 solar e o artificial. Foram aplicadas equações para conhecimento da massa final dos produtos desidratados, umidade em base úmida, Equação 1, umidade em base seca, Equação 2, e taxa de secagem, Equação 3:

$$U_{bu} = M_w / M_t \times 100\% \quad (1)$$

Onde:  $U_{bu}$  = umidade em base úmida;  $M_w$  = massa de água e  $M_t$  = massa total.

$$U_{bs} = M_w / M_{ms} \quad (2)$$

Onde:  $U_{bs}$  = umidade em base seca;  $M_w$  = massa de água e  $M_{ms}$  = massa seca.

$$dx/dt = \Delta x / \Delta t \quad (3)$$

Onde:  $dx/dt$  = taxa de secagem;  $\Delta x$  = variação da massa da água;  $\Delta t$  = variação do tempo.

Para acompanhamento e controle da massa de água perdida durante as secagens, foram distribuídas aproximadamente 100 g (massa inicial) da matéria-prima em uma bandeja do secador

artificial (Desidratador Pardal, modelo PE 30), em temperatura constante de 60 °C. Os dados obtidos, em duplicata, foram utilizados para a elaboração da curva de secagem do produto.

Para a secagem solar adotou-se o equipamento Watercone® (Figura 1), e metodologia segundo Viana et al. (2013). Foi aplicado cinco repetições de secagem em cinco dias.

### Caracterização da farinha do resíduo da acerola

Para a realização da secagem solar, o material foi transformado em farinha utilizando um liquidificador Philips Wallita, modelo 600W, sendo codificadas como farinha do resíduo de acerola - FRA.

Para análise de granulometria utilizou o aparelho agitador de peneiras (A Bronzinox, modelo AG-37/13), por 30 minutos de agitação. Para as farinhas foram adotadas cinco peneiras de: 28, 48, 60, 65 e 80 mesh. Das quais as três peneiras que acumularam em maior quantidade a farinha foram utilizadas como base para o cálculo da equação de Tyler, Equações 4 e 5:

$$ds = \sqrt{\frac{\sum \frac{\Delta l_i}{\Delta d_i}}{\sum \frac{\Delta l_i}{\Delta d_i^3}}} \quad (4)$$

$$\Delta l_i = \frac{m_i}{M} \quad (5)$$

Onde: ds é o diâmetro médio superficial das partículas (mm), mi é a massa de amostra retida na peneira i (g), M é a massa total de amostra (g), di é o diâmetro da peneira i (mm) e n é o número total de frações.

Foram realizadas as análises físico-químicas da FRA oriunda da secagem solar: umidade, cinzas totais, acidez titulável, lipídios, fibras insolúveis, pectina, carboidratos redutores e não-redutores, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para realização da análise de pH, utilizou pHmetro digital Micronal (modelo B474); A análise de atividade de água (Aa) foi realizada utilizando medidor portátil de Aa, Autom (modelo Aw 43); A análise de colorimetria foi realizada em aparelho portátil HunterLab modelo 4500L, utilizando-se metodologia Cielab.



Figura 1 - Equipamento de Watercone®



## Resultados e discussão

A umidade inicial do resíduo de acerola foi de  $83,59 \pm 0,02\%$ . Foi possível determinar a massa final desejada após a secagem, evitando a retirada de compostos que não seja apenas a água livre presente no resíduo.

De acordo com Baruffaldi e Oliveira (1998), a conservação de alimentos pelo controle da umidade é conseguida pelas operações de concentração, secagem e desidratação. O valor encontrado de umidade para o resíduo de acerola por Braga et al. (2011) foi de 85,5% de umidade, próximo ao encontrado no presente estudo.

Com o auxílio do resultado da análise de umidade na matéria-prima, foi elaborada uma curva de secagem visando acompanhamento da perda de água durante as secagens solar e artificial e, percebe-se homogeneidade na perda de massa de água, o que indica que parte da massa das amostras constituía-se de água livre (Figura 2).

A umidade em base úmida do resíduo de acerola obtido da secagem artificial foi maior do que em comparação com a secagem solar, devido a um maior homogeneidade da temperatura durante a secagem ( $58^{\circ}\text{C}$ - $62^{\circ}\text{C}$ ). Já para a secagem solar, ocorreram variações da temperatura entre  $28^{\circ}\text{C}$  a  $72^{\circ}\text{C}$  no interior do equipamento Watercone®, durante às 4 horas. No entanto, a umidade final de ambas as amostras estão dentro dos valores permitidos pela legislação, que é de no máximo 15% (BRASIL, 2005). A amostra oriunda da secagem solar, Figura 2, apesar do dobro do tempo necessário para sua secagem, teve como vantagem uma maior massa final do produto, o que é interessante para fins econômicos de comercialização.

De acordo com a Tabela 1, a taxa de secagem artificial é 2,76 vezes maior do que a secagem solar, em contrapartida, a saída da água do alimento de forma lenta diminui a ocorrência de injúrias, desidratação excessiva na superfície, preservando de forma mais eficiente as características organolépticas e diminuindo as perdas de compostos voláteis presentes nas frutas.

Tabela 1 – Dados característicos da secagem solar e artificial dos resíduos de acerola

Resíduos de acerola	Variáveis		
	$U_{bu}$ (%)	$U_{bs}$	$dx/dt$ (g/min)
Secagem solar	2,11	0,02	0,25
Secagem artificial	4,48	0,05	0,69

RODRIGUES, H. G. A.; REIS, P. M. C.; VIANA, A. C. (2019)  
Produção de farinha do resíduo industrial da acerola por secagem solar e artificial

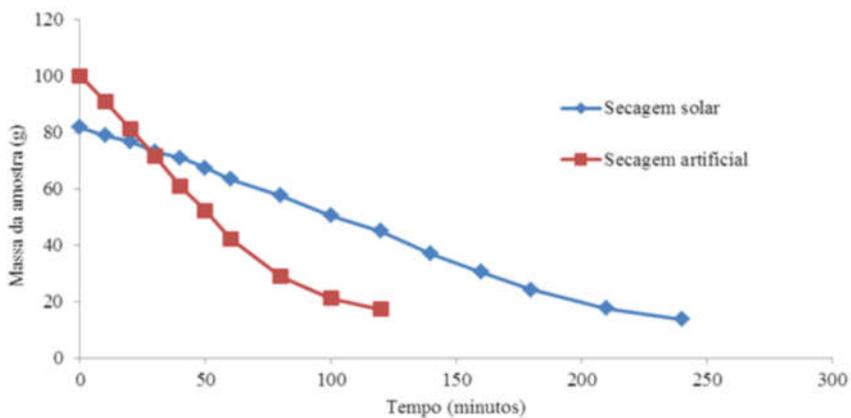
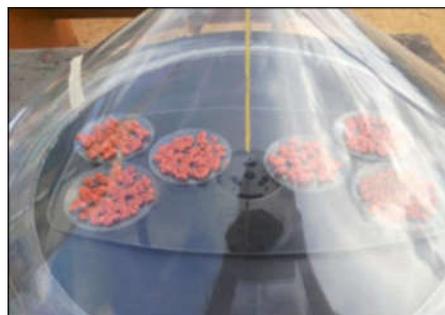


Figura 2 - Curvas de secagem solar e artificial do resíduo de acerola



(a)



(b)



(c)

Figura 2 - Etapas da secagem solar: amostra in natura, secando no Watercone®, desidratadas.

Quanto a granulometria da farinha de acerola, das cinco peneiras iniciais na análise de granulometria, as três peneiras que acumularam maior quantidade de farinha foram: 28, 48 e 60



mesh e suas respectivas aberturas de malhas 0,6; 0,3; e 0,25 mm. Segundo a equação de Tyler, o diâmetro médio dos grãos desta farinha foi de 0,30 mm.

Silva et al. (2009) comprova que a aceitabilidade de bolos e biscoitos à base de arroz com café extrusado, a preferência pela textura de uma das formulações do biscoito pode ter sido influenciada pela uniformidade do tamanho dos grãos, uma vez que se apresentaram mais homogêneas e com maior percentual de partículas retidas em peneiras de menores aberturas, de 40 e 60 mesh. O que representa, que quanto maior a regularidade das partículas, melhor será a intensão do uso desta farinha para a preparação de determinado produto.

A atividade de água (Aa) é um dos fatores que influenciam diretamente a vida de prateleira de um produto, quanto mais disponível maior a possibilidade de deterioração do alimento (BARUFFALDI E OLIVEIRA, 1998).

Coelho e Azevedo (2012) obtiveram o valor de Aa de 0,4913 para a farinha de casca de manga obtida através de secagem solar com o Watercone®. Um valor próximo ao constatado da FRA de 0,463, Tabela 2. Para Ifis (2008) a atividade de água em alimentos representa a água não ligada às moléculas do alimento. O nível de água não ligada tem acentuados efeitos sobre a estabilidade química, microbiológica e enzimática dos alimentos.

Tabela 2 - Características físico-químicas do resíduo de acerola oriunda da secagem solar.

Características		Média	DP	CV
Aa		0,463	0,014	2,964
pH		3,389	0,001	0,037
Cor	L*	48,177	0,609	1,265
	A*	15,525	0,070	0,454
	B*	32,310	0,312	0,967
Umidade (%)		6,560	0,131	1,993
Cinzas Totais (%)		2,753	0,061	2,219
Carboidratos (%)	Aç. Redutores	25,110	3,350	13,340
	Aç. Não-Redutores	-	-	-
Fibras (%)	Solúveis (Pectina)	6,750	0,467	6,914
	Insolúveis	50,347	1,158	2,301
Lipídios (%)		30,773	3,728	12,114
Ac. Titulável (%)		0,927	0,047	5,054



Conjuntamente com o parâmetro de atividade de água, está o pH, pois com a elevação do pH maior a probabilidade de desenvolvimento de microrganismos, assim como para a Aa. O pH encontrado de 3,389 para a farinha do resíduo de acerola, assemelhando-se ao detectado por Santos et al. (2010) de 4,00 e próximo ao valor encontrado por Braga et al. (2011) no resíduo de acerola madura antes de passar pela secagem, indicando que a farinha de acerola é um alimento classificado como “muito ácido”.

O sistema de cores Munsell utiliza as letras L (que corresponde a luminosidade e varia de 0 a 100), a\* (quando positivo está associado a cor vermelha, e quando negativo a cor verde), b\* (quando positivo está associado a cor amarelo, e quando negativo a cor azul). Quanto aos valores obtidos percebe-se que a luminosidade encontrada foi considerada de forma mediana, ou seja, tendência a cor “clara” da farinha. O valor obtido (Tabela 02) de a\* encontra-se de forma positiva, indicando tendência à cor vermelha. O valor de b\* também positivo tendendo a cor amarela. Juntamente com Koblitz (2011), é indicado que a partir das coordenadas L, a e b adquiridas é possível estabelecer uma cor padrão de determinado fruto e utilizá-la na avaliação de qualidade e da maturidade de vegetais.

A umidade da farinha de acerola (6,56%) encontrada foi maior do que do resíduo da farinha de acerola (2,11%), isto indica que durante o processo de trituração do resíduo de acerola, a massa adquiriu umidade do meio ambiente, mesmo assim, este valor é satisfatório, visto que, está abaixo do permitido pela legislação brasileira para farinhas e farelos sendo o máximo 15% (BRASIL, 2005). O valor obtido ainda possui teor acima do encontrado por Braga et al. (2011) de 5,51% para farinha de resíduo de acerola madura.

O resultado obtido para cinzas totais 2,753% foi próximo do determinado também por Braga et al. (2011) de 4,75%; e Aguiar et al. (2010) de 0,44%, neste, o teor de cinzas foi desmembrando, obtendo-se Cálcio (41,76 mg.100g<sup>-1</sup>), Magnésio (22,24 mg.100g<sup>-1</sup>), Potássio (41,39 mg.100g<sup>-1</sup>), Zinco (0,09 mg.100g<sup>-1</sup>), Ferro (37,23 mg.100g<sup>-1</sup>), Manganês (0,7 4mg.100g<sup>-1</sup>) e Fósforo (0,08 mg.100g<sup>-1</sup>).

O valor encontrado para açúcares redutores foi de 25,11%, indicando que o resíduo ainda possui elevados valores de glicose e frutose, de modo que a sua determinação é importante para se avaliar a potencialidade de fermentação do produto.

O teor obtido de pectina foi de 6,750%, sendo um tipo de fibra solúvel em água e de ação fisiológica no retardamento do esvaziamento gástrico, no trânsito intestinal, facilitando a absorção de glicose e lipídios, e auxilia na redução do colesterol (TIRAPEGUI, 2002). Foi encontrado elevado valor para o teor de fibras insolúveis de 50,347 %, próximo aos valores obtidos por Santos et al. (2010) de 85,90% para fibras totais. Indicando uma ótima fonte, uma vez que o consumo das fibras está relacionado com a diminuição de doenças cardiovasculares, câncer de cólon, diabetes e diversos distúrbios gastrintestinais (TIRAPEGUI, 2002).

A acidez titulável encontrada foi considerada baixa quando comparada aos estudos realizados por Pereira et al. (2013), onde os valores encontrados foram de 4,84 g (100g<sup>-1</sup>), isto pode



estar associado ao fato dos ácidos orgânicos estarem presentes em maior quantidade em frutos, sendo retirado na principalmente no momento da extração do suco integral da acerola.

Também foi visualizado um elevado conteúdo de lipídios sendo de 30,773%, proveniente principalmente da semente da acerola. Comparando-se com os valores encontrados por Braga et al. (2011), sendo de 12,93 %, como também diferenciados aos resultados obtidos por Aguiar et al. (2010) que foram de 3,92%. É possível verificar que o tratamento de extração do suco influencia no valor presente de lipídeos no resíduo de acerola, sendo visualizado a existência deste composto, valorizando sua importância nutricional.

## Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram a viabilidade da utilização da energia solar, com o auxílio do equipamento Watercone®, como uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos gerados pelo processamento da acerola.

## Referências

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem de polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. Rev. Bras. de Fruticultura. Jaboticabal, vol.25n°.1, p.56-58, 2003.

AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. da S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SHUR, A. U. de O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr., ago. 2010, vol. 35, n. 2, p. 91-102.

BARUFFALDI, R. & OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de Tecnologia de Alimentos. São Paulo: Atheneu Editora, Vol. III, 1998.

BRAGA, A. C. D.; LIMA, M. S.; AZEVEDO, L. C.; RAMOS, M. E. C. Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. Revista Seminário De Visu, 2011, vol. 1, nº. 2, p. 126-133.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. RDC Nº 263, de 22 de setembro de 2005.

CAMPBELL-PLATT, G. Ciência e tecnologia de alimentos. Barueri - SP: Manole, 2015. Autores do capítulo: CHEN, J.; ROSENTHAL, A. p. 243-247.

COELHO, E. M.; AZEVEDO, L. C. Comparação entre técnicas de secagem para obtenção de farinha a partir da casca de manga cv. Tommy atkins. Anais de Evento. Disponível em:



RODRIGUES, H. G. A.; REIS, P. M. C.; VIANA, A. C. (2019)  
Produção de farinha do resíduo industrial da acerola por secagem solar e artificial

<<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/705/2640>> Acesso em: 10 nov. 2015.

FRANCO, B. D. G. M. & LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

IFIS. Dicionário de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. São Paulo: Roca, 2008.

IAL, Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4<sup>a</sup> ed., 2008.

KOBLITZ, M. G. B. Matérias-primas Alimentícias: Composição e Controle de Qualidade. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

OLIVEIRA, L.F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. Ciênc.Tecnol. Alim., Campinas, v.22, n.3, p. 1-60, 2002.

PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. P.; LIMA, A.; PEREIRA, M. P.; COSTA, C. N.; NETO, A. A. C. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha do resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). Acta Tecnológica, v. 8, n. 2, p. 50-56, 2013.

SANTOS, K. O.; NETO, B. A. M.; OLIVEIRA, S.; RAMOS, M. E. C.; AZEVEDO, L. C. Avaliação Sensorial de biscoito integral elaborado com resíduo da acerola (*Malpighia glabra* L.). Anais de evento. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/247/200>> Acesso em: 10 nov. 2015.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; MODESTA, R. C. D. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. Ciênc. Tecnol. Aliment., out./dez. 2009, vol. 29, n. 4, p. 815-819.

TIRAPEGUI, J. Nutrição, Fundamentos e Aspectos atuais. São Paulo - SP: Editora Atheneu, 2002.

VIANA, A. C.; NETA, M. L. S.; PLÁCIDO, V. N. Avaliação da Eficiência e da Viabilidade do Secador Solar no Sertão Pernambucano. Higiene Alimentar, 2013, vol. 27, p. 3862-3865.