

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM E ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO TOMATE (*Lycopersicon esculentum*)

R.G.SANTOS^{1*}, A.R.S.TELES², A.M.CONCEIÇÃO², N.F.P. BARBOSA²
,G.F.SILVA³,L.F.MONTEIRO⁴

¹Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Química

²Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Tecnologia de Alimentos

³Universidade Federal de Sergipe, Laboratório de Tecnologias Alternativas

⁴Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia de Produção

*e-mail: renatayorana@hotmail.com

RESUMO

O tomate é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo empregado tanto para o consumo *in natura* como para a obtenção de diversos produtos, dentre eles o tomate seco. A secagem consiste na remoção dos componentes voláteis presentes do alimento, este processo pode ser traduzido em linguagem matemática por meio de modelos semiteóricos. A difusividade efetiva (Def) é a facilidade com que a água é removida do material. O processo de secagem acarreta em uma série de alterações dos parâmetros físico-químicos. Os objetivos deste trabalho consistiram em avaliar a cinética de secagem do tomate (*Lycopersicon esculentum*), o modelo semiteórico que melhor se ajusta, calcular a difusividade efetiva (Def) e avaliar por meio de análises físico-químicas as alterações decorrentes do processo de secagem de: pH, Acidez titulável, °Brix, cinzas, cor, umidade e teor de licopeno em base seca. O modelo de Midilli foi o que obteve um melhor ajuste para esta fruta, a difusividade efetiva calculada pela equação de Crank (1975) foi de $5,55 \times 10^{-9} \frac{m^2}{s}$, o teor de umidade do tomate seco foi 9,25%, pH de 4,39, Acidez titulável de 2,88%, °Brix de 3,1, Cinzas de 9,41%, teor de licopeno em base seca de 54,49mg/100g e apresentou como parâmetros de cor (a^* 21,8, b^* 15,6, C^* 26,8, L 20,1; H 35,6).

Palavras Chave: Secagem, Tomate, Modelos e Alterações Físico-químicas.

1 INTRODUÇÃO

O tomate é uma das hortaliças mais consumidas em todo o mundo, sendo consumido tanto da forma *in natura* e em produtos processados tais como: molhos, sucos, sopas, Ketchup e tomate secos (MURATORE et al., 2008).

Grande parte dos legumes é bastante perecível, com vida útil limitada quando estes são mantidos sob temperatura ambiente (DURIGON et al., 2013). Este fato, juntamente com controle inadequado da qualidade inicial, incidência e gravidade de lesão, a exposição à temperatura inadequada,

atraso indevido entre colheita e o consumo, acarretam em perdas significativas na qualidade de frutas como o tomate (RAUPP et al., 2009; EVRANUZ, 2011). O fruto *in natura* tem vida de prateleira de aproximadamente uma semana (SANINO et al., 2003). Logo por ser uma hortaliça altamente perecível e com ótima compatibilidade ao processo de desidratação, o tomate vem sendo apontado como uma das principais alternativas para reduzir as perdas e agregar valor à matéria-prima (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2003). Além de o tomate seco apresentar-se como uma alternativa para o aproveitamento do excedente de produção

disponibiliza ao consumidor, um produto sensorialmente diferenciado e que, por ser menos perecível, pode ser comercializado em qualquer período do ano (NACHTIGALL et al., 2000).

A secagem de produtos com elevado teor de umidade inicial apresenta diversas vantagens tais como: inibição da ação de microrganismos, manutenção de constituintes minerais, redução de custos de transporte, manuseio e estocagem, tornando-se uma alternativa para a solução dos problemas de perda, descarte e poluição; além disso, no caso particular do tomate a secagem promove, entre outras, alteração do sabor e textura do fruto, conferindo-lhe paladar exótico, muito apreciado pelos consumidores.

Os principais componentes da cor no tomate são o licopeno e o beta-caroteno (GOULD, 1991).

Em termos de pesquisa, vem-se observando nos últimos anos, interesse crescente pela qualidade deste produto. Estudos são desenvolvidos visando à investigação dos parâmetros de secagem e aplicação de novas tecnologias que minimizem os danos causados pelo calor à cor, textura, ao sabor e perda de nutrientes (TOTOBESOLA-BRABIER et al., 2002; VEJA et al., 2001; CAMARGO et al., 2004; 2005).

O comportamento de secagem de tomate é igualmente descrita em termos de correlações empíricas (DOYMAZ, 2007; MOVAGHARNEJAD; NIKZAD, 2007; SACILIK, 2007; SANJINEZ-ARGADOÑA, 2011; PURKAYASTHA et al., 2011; DEMIRAY; TULEK, 2012).

As propriedades físicas e químicas são modificadas dos alimentos, devido a alterações no teor de água da superfície e no centro do alimento ocorrem em diferentes velocidades ao longo da secagem (JANGAM; MUJUMBAR; LEI, 2010; CRUZ; BRAGA; GRANDI, 2012).

Os objetivos do trabalho foram a caracterização da cinética de secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum*), determinação do valor da difusividade efetiva (Def) e, além disso, avaliar as alterações físico-químicas decorrentes do processo de secagem.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matéria Prima

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Tecnologias Alternativas da Universidade Federal de Sergipe, campus de São Cristóvão - SE.

O tomate foi adquirido em comércio local. Os frutos foram selecionados de acordo com a qualidade, uniformidade e grau de maturação.

Os frutos selecionados foram lavados em água de molho em solução de hipoclorito de sódio a 200ppm por 15 minutos. Após a sanitização os frutos foram cortados em formato de placas para aumento da superfície de contato e trinta fatias foram utilizadas para medidas de sua espessura com parquímetro, posteriormente os demais foram colocados nas bandejas para secagem em secador de convectivo- PARDAL mod. PE 100.

2.2 Secagem

Para determinação da curva de secagem foi utilizado um secador convectivo PARDAL mod. PE 100 a 70°C. As bandejas foram pesadas em intervalos de 20 minutos até atingir peso constante.

Os dados de secagem foram ajustados com os modelos da Tabela 1 estas equações matemáticas foram empregadas como correlações empíricas para descrever o comportamento de secagem. Estas equações expressam a razão de umidade (MR) em função do tempo.

Tabela 1- Os modelos matemáticos aplicados à curva de secagem do tomate.

Nome do Modelo	Equação
Newton	$MR = \exp(-kt)$
Page	$MR = \exp(-kt^n)$
Midilli	$MR = \exp(-kt^n) + bt$

Fonte: DURIGON (2013)

Onde MR é dado por:

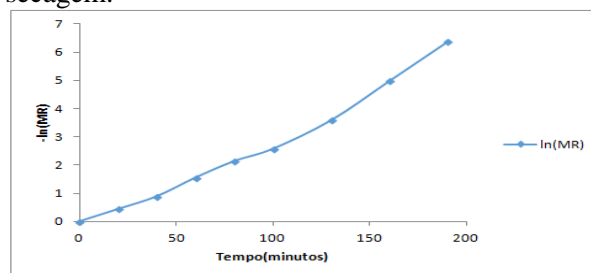
$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (1)$$

Os ajustes dos modelos aos dados experimentais de secagem foram realizados mediante procedimento de regressão não linear do pacote Statistica (StatSoft, versão 7, Tulsa, EUA). O critério de escolha dos melhores ajustes se baseou na determinação do coeficiente de regressão (R^2) (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 1995), gerado pelo próprio *software* estatístico e do valor de outro critério, que foi o qui-quadrado reduzido (χ^2), que levam em consideração as respostas observadas experimentalmente e os valores preditos pelo modelo (DEMIR et al., 2004; DOYMAZ; ISMAIL, 2010), como mostrado na Equação (2)

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{prev,i})^2}{N - Z} \quad (2)$$

Foi considerado que as fatias de tomate apresentavam geometria de placa plana, devido esta consideração pode-se fazer uso da Equação 3 proposta por Crank (1975), onde esta equação é empregada para a forma geométrica de placa plana. A difusividade efetiva (Def) foi calculada pela plotagem dos dados experimentais em termos de $(-\ln(MR))$ em função do tempo de secagem (CRANK, 1975). O gráfico de $(-\ln(MR))$ versus o tempo de secagem (Figura 1) dá uma linha reta com inclinação dada pela Equação 3.

Figura 1. Gráfico de $(-\ln(MR))$ Versus tempo de secagem.



Fonte: Autor (2015)

$$\text{Inclinação} = \frac{\pi^2 * Def}{4 * L^2} \quad (3)$$

2.3 Análises Físico-químicas

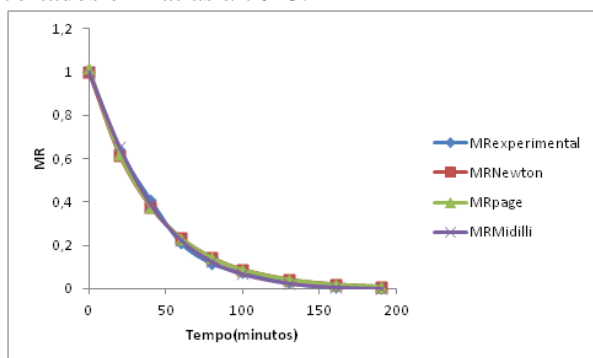
O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa para esterilização e secagem- BIOPAR a 70 °C, determinado pela metodologia recomendada pelo Instituto Adolf Lutz (2008). O teor de sólidos solúveis, expresso em °BRIX foi determinado em refratômetro digital portátil – KRUSS mod. DR201-95 de acordo com metodologia específica (CECCHI, 2003). A acidez foi obtida de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008). O pH foi medido por meio do pHmetro - HANNA mod. PH-21. O licopeno foi determinado por espectrofotometria utilizando o espectrofotômetro Bel photonics-SP 2000UV de acordo com a metodologia de Nagata e Yamashita (1992), onde o conteúdo de licopeno foi expresso em mg/100g e estimado conforme a Equação 4, a cor foi determinada em colorímetro – KONICA MINOLTA mod. CR-10, utilizando o sistema de cor CIE $L^* a^* b^*$: c^* - luminosidade (branco/preto), a^* - cromaticidade eixo verde/vermelho e b^* - cromaticidade eixo azul/amarelo.

$$\text{Licopeno } (\mu\text{g/ml}) = -0,0458A_{663} + 0,204A_{645} + 0,372A_{505} - 0,0806A_{453} \quad (4)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tomate apresentava umidade final de 9,25% (b.u). A Figura 2 apresenta os dados da cinética de secagem experimental e simulado obtido no secador para o tomate cortado em formato de placa sob temperatura de 70°C.

Figura 2. Valor experimental e predito por modelos da cinética de secagem do tomate cortados em fatias á 70°C.



Fonte: Autor (2015)

O tempo necessário para secar o tomate cortado em fatias foi de 190 minutos a uma temperatura de 70°C. Esse resultado está dentro do intervalo encontrado por Romero-Peña; Kieckbusch (2003), utilizando um secador de bandeja para secar tomate cortado o tempo de secagem obtido de 250 e 150 minutos a temperaturas de 60 e 80 ° C, respectivamente.

Mas o tempo necessário para realização da secagem pode ser influenciado por uma série de fatores tais como: o físico-químico, propriedades de material, a disposição geométrica do produto para a transferência de superfície de calor, velocidade e temperatura do ar, características do secador e tratamento anterior para secagem (DOYMAZ, 2007; HEREDIA; BARRERA; ANDRÉS, 2007; MURATORE et al., 2008; SANJINEZ-ARGANDOÑA et al., 2011.; DEMIRAY; TULEK, 2012).

Os dados experimentais da Figura 1 foram utilizados para selecionar o mais apropriado modelo para simular a cinética de secagem do tomate. A Tabela 2 mostra os valores de R^2 e χ^2 para os 3 modelos avaliados neste trabalho bem como os valores das constantes destes modelos.

A partir destes resultados, verifica-se que o melhor modelo de cinética para representar o processo de secagem de tomate é o modelo de Midilli descrito na Tabela 1 (MIDILLI et al., 2002) uma vez que este modelo apresentou o maior R^2 e o menor valor de χ^2 . Pois Quanto maior o valor de R^2 e menor os valores χ^2 , melhor é a procedimento de ajuste (TOGRUL; PEHLIVAN, 2004; MAZUTTI et al, 2010;. SANJINEZ-ARGANDOÑA et al., 2011).

Tabela 2. Constante, coeficientes de regressão e qui-quadrado reduzido dos modelos da Tabela 1.

Nome do Modelo	k	n	a	b	R^2	χ^2
Newton	0,024311	-	-	-	0,99814	$4,43 \times 10^{-4}$
Page	0,024667	1,016	-	-	0,99830	$4,05 \times 10^{-4}$
Midilli	0,014065	1,139	-	-0,000012	0,99960	$9,7 \times 10^{-5}$

Fonte: Autor (2015)

A espessura média encontrado das fatias de tomate foi de 1,0cm. Os dados apresentaram desvio padrão de 0,05 cm. Para o experimento, o valor de espessura médio foi considerado constante.

A difusividade efetiva do tomate cortado em fatias foi de $5,55 \times 10^{-9} \frac{m^2}{s}$ o resultado foi semelhante ao encontrado por Durigon et al (2013) que encontrou uma difusividade efetiva para os tomates cortados em quatro

partes onde esta difusividade variou de $2,75 \times 10^{-9} \frac{m^2}{s}$ a $5,92 \times 10^{-9} \frac{m^2}{s}$.

As caracterizações físico-químicas do tomate seco e *in natura* encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterizações Físico-Químicas do Tomate.

Análises	Tomate seco	Tomate <i>in natura</i>
pH	$4,39 \pm 0,01$	$4,63 \pm 0,04$
Acidez	$2,88 \pm 0,0023$	$0,21 \pm 0,021$
°Brix	$3,1 \pm 0$	$3,2 \pm 0$
Licopeno (b.s)	$54,49 \pm 0,01$	$16,29 \pm 0,01$
Umidade	$9,25 \pm 1,05$	$96,44 \pm 1,20$
Cinzas	$9,41 \pm 0,32$	$0,41 \pm 0,013$

Fonte: Autor (2015)

O pH do tomate seco foi de $4,39 \pm 0,01$ e o do fruto *in natura* foi de $4,63 \pm 0,04$, os valores encontrados estão bem próximo aos encontrados por Munhoz et al. (2011). O teor de sólidos solúveis (°Brix), não houve diferença entre o fruto seco e o *in natura*, entretanto está a baixo do encontrado por Silva et al.(2010), isto pode ter ocorrido devido ao grau de maturação dos tomates, variedades dos tomates, temperatura, tempo de secagem e a geometria do corte. Os valores de umidade na amostra *in natura* foi de $96,44 \pm 1,20$ não diferindo do valor encontrado por Munhoz et al.(2011). Para a amostra desidratada a umidade encontrada foi de $9,25 \pm 1,05$ este foi diferente do encontrado por Silva et al.(2010). Com relação ao teor de cinzas ocorreu um aumento significativo da amostra seca em relação ao *in natura*, devido à remoção da água presente acarretando no aumento deste parâmetro. A secagem acarretou em um acréscimo do conteúdo de licopeno devido ao processamento térmico, aumento este também constatado por outros autores (DEWANTO et al., 2002; HADLEY et al., 2002). O aumento de licopeno do tomate também ocorre devido à maior liberação da

matriz celular quando os frutos são submetidos ao calor (TOOR; SAVAGE, 2006).

A Tabela 4 apresenta os valores médios da luminosidade (L), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), saturação da cor (c*) e H (Ângulo hue) é o ângulo de tonalidade da cor que consiste de um valor expresso em graus das amostras de tomates secos e *in natura*.

Tabela 4. Coordenadas colorimétricas do tomate na forma *in natura* e seco.

Parâmetros colorimétricos	Tomate seco	Tomate <i>in natura</i>
L	$20,1 \pm 0,5$	$21,3 \pm 1,0$
a*	$21,8 \pm 1,6$	$10,26 \pm 1,9$
b*	$15,6 \pm 0,9$	$10,36 \pm 1,7$
c*	$26,8 \pm 1,8$	$14,6 \pm 2,6$
H	$35,6 \pm 0,5$	$5,4 \pm 1,5$

Fonte: Autor (2015)

Foi observado que houve uma pequena diferença da coordenada L nas duas amostras, as demais coordenadas apresentaram diferença em todos os parâmetros principalmente a coordenada c* que determina a saturação da cor, isso pode ser associado à temperatura de secagem a 70°C que pode ter acarretado na degradação dos carotenóides.

4 CONCLUSÃO

O modelo que melhor se ajustou a curva de secagem do tomate foi o modelo de Midilli.

A difusividade efetiva encontrada para o tomate foi de $5,55 \times 10^{-9} \frac{m^2}{s}$.

A secagem provocou alterações em todos os parâmetros físico-químicos analisados.

NOMENCLATURA

MR: Razão de umidade (adimensional);
 k : Constante de secagem (min^{-1});
 t : Tempo (min);
 n , a , b : Constantes experimentais (adimensionais);
 e : expoente;
 M : Massa no tempo t (g);
 M_e : Massa de equilíbrio(g);
 M_0 : Massa inicial (g);
 R^2 : Coeficiente de regressão linear (adimensional)
 χ^2 : Qui-quadrado reduzido (adimensional)
 MR_{exp} , i e MR_{pred} , i : razão umidade experimental e a prevista respectivamente (adimensional);
 N : é o número de observações (adimensional);
 Z : é o número de parâmetros (adimensional);
Inclinação: inclinação da reta $-\ln(MR)$ vs tempo (min^{-1})
 L_0 : Metade da espessura médiada fatia do tomate (m)
 Def : Difusividade efetiva (m^2s^{-1});
Licopeno($\mu\text{g/ml}$): concentração de licopeno ($\mu\text{g/ml}$);
 A_{663} : Absorbância a 663nm;
 A_{645} : Absorbância a 645nm;
 A_{505} : Absorbância a 505nm;
 A_{453} : Absorbância a 453nm.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, J. F.; SILVA, C. A. B.; SIQUEIRA, K. B. Produção de tomate seco em conserva. In: SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. cap. 10, p. 397-417.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1995. 303 p.

Camargo, G. A. **Novas tecnologias e pré-tratamentos: tomate seco embalado a vácuo**. Campinas: UNICAMP, 2005. 162p. TeseDoutorado

Camargo, G. A.; Moretti, R. H.; Ledo, C. A. S. **Quality of dried tomato pre-treated by osmotic dehydration, antioxidant application and addition of tomato concentrate**. In: InternationalDryingSymposium, 14, 2004, São Paulo. Proceedings... Campinas: UNICAMP, 2004. p.2207.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2. ed. 166 Campinas: Unicamp, 2003.

CRANK, J. **The mathematics of diffusion**. 2. ed. Oxford: S.I. Claredon Press, 1975. 414p.

CRUZ, P. M. F. da; BRAGA, G. C.; GRANDI, A. M. de. Composição química, cor e qualidade sensorial dotomate seco a diferentes temperaturas. **Semina: CiênciasAgrárias**, v. 33, n. 4, p. 1475-1486, 2012.

DEMIRAY, E.; TULEK, Y. Thin-layer drying of tomato (*Lycopersiconesculentum* Mill. cv. Rio Grande) slices in a convective hot air dryer. **Heat and Mass Transfer**, v. 48, n. 5, p. 841-847, 2012.

DEWANTO, V.; WU, X. Z.; ADOM, K. K.; LIU, R. H. Thermal processing enhances thnutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of*

Agricultural and Food Chemistry, Washington, v. 50, n. 10, p. 3010-3014, 2002.

DOYMAZ, I. Air-drying characteristics of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 4, p. 1291-1297, 2007.

DURIGON, A.; MAZUTTI, M.A.; MOSSI, A.J.; TREICHEL, H. Effects of temperature on both drying kinetics and color of Italian tomato. **Biochemistry and Biotechnology Reports**. Jan./Jun., v.2, n.1, p. 1-12, 2013.

EVARANUZ, E. O. Drying vegetables: new technology, equipment and examples. In: **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing**. (Ed.) Sinha, N. K. Blackwell Publishing Ltd, p. 299-315, 2011.

GOULD, W. A. Composition of tomatoes. In: Gould, W. A. (ed.). *Tomato production, processing and quality evaluation*. Connecticut: AVI Publishing Co., 1991. cap.2, p.344-358.

HADLEY, C. W.; MILLER, E. C.; SCHWARTZ, S.J.; CLINTON, S. K. Tomatoes, lycopene, and prostate cancer: progress and promise. *Experimental Biology and Medicine*, London, v. 227, n. 10, p. 869-880, 2002.

HEREDIA, A.; BARRERA, C.; ANDRÉS, A. Drying of cherry tomato by a combination of different dehydration techniques. Comparison of kinetics and others related properties. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 1, p. 111-118, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: 178 *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. 179 p. 105-106.

JANGAM, S. V.; MUJUMDAR, A. S.; LAW, C. L. **Drying of Foods, Vegetables and Fruits**, v. 1, 2010.

MAZUTTI, M. A.; ZABOT, G.; BONI, G.; SKOVRONSKI, A.; OLIVEIRA, D.; DI LUCCIO, M.; OLIVEIRA, J. V.; RODRIGUES, M. I.; TREICHEL, H.; MAUGERI, F. Mathematical modeling of thin-layer drying of fermented and non-fermented sugarcane bagasse. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 5, p. 780-786, 2010.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A. New model for single-layer drying. **Drying Technology**, v. 20, n. 7, p.1503–1513, 2002.

MOVAGHARNEJAD, K.; NIKZAD, M. Modeling of tomato drying using artificial neural network. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 59, n. 1, p. 78–85, 2007.

MURATORE, G.; RIZZO, V.; LICCIARDELLO, F.; MACCARONE, E. Partial dehydration of cherry tomato at different temperature, and nutritional quality of the products. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 887-891, 2008.

MUNHOZ, C. L.; UMEBARA, T.; BRANCO, G.I.; ARGANDOÑA, S.J.E. Caracterização e Aceitabilidade de Tomate Seco. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 05, n. 01, p. 252-262, 2011.

NACHTIGALL, A. M.; FONSECA, A. S.; MACHADO, M. R. G.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A. Desenvolvimento de tomate desidratado em conserva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. *Resumos...* Fortaleza: SBCTA, 2000, v. 3, p. 11.88.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Japanese Society for Food Science and Technology*, Tokyo, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

RAUPP, D. S. da; GARDINGO, J. R.; SCHEBESKI, L. S. dos; AMADEU, C. A.; BORSATO, A. V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 2, p. 415-422, 2009.

ROMERO-PEÑA, L. M.; KIECKBUSCH, T. G. Influência de condições de secagem na qualidade de fatias de tomate. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 6, n. 1, p. 69-76, 2003.

RAUPP, da S, D.; GARDINGO, R, J .; SCHEBESKI; dos S .; AMADEU, A C.; BORSATO, V, A. **Processamento de tomate seco de diferentes cultivares.**

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; BRANCO, I. G.; BITTENCOURT, T. U.; MUNHOZ, C; L; Influência da geometria e da temperatura na cinética de secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 31, n. 2, p. 308-312, 2011.

SANINO, A.; Cortez, L.B., Mederos, B.T. **Vida de prateleira do Tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedade “Débora”, submetido a diferentes condições de resfriamento.** In Workshop de tomate. Perspectivas e Pesquisas, 2003, Campinas.

SILVA, L.K.V.; PINHEIRO, S.E.; DOMINGUES, F.A.M.; DE AQUINO, C.A.; FIGUEIREDO, A.E.; DA COSTA, C.M.J.; CONSTANT, L.B.P. Efeito da pressão osmótica no processamento e avaliação da vida de prateleira de tomate seco.

Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 55-66, jan./mar. 2010.

TOGRUL, T.; PEHLIVAN, D. Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. *Journal of Food Engineering*, v. 65, n. 3, p. 413-425, 2004.

MUNHOZ, C, L.; UMEBARA, T.; BRANCO, G, I.; ARGANDOÑA, S, J, E. Caracterização e Aceitabilidade de Tomate Seco. *Revista Brasileira de Tecnologia*, v. 05, n. 01, p. 252-262, 2011.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry*, v. 94, p. 90-97, 2006.

TOTOBESOLA-BARBIER, M.; MAROUZÉ, C.; Giroux, F. A Triz – based creativity tool for food processing equipment design. The TRIZ Journal Article Archives, Out, 2002.

VEJA, M.; GÓNGORA, N.; BARBOSA, C. Advances in dehydration of foods. *Journal of Food Engineering*, Amsterdam, v.49, p.271-289, 2001.