



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR (CCTA)
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (UATA)

MARIA ANGELICA FREITAS PEREIRA

**SECAGEM SOLAR DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*): PROCESSO
CINÉTICO DE SECAGEM E EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTO EM SUAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

POMBAL-PB

Agosto de 2017

MARIA ANGELICA FREITAS PEREIRA

**SECAGEM SOLAR DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum Mill*): PROCESSO
CINÉTICO DE SECAGEM E EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTO EM SUAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos (UATA), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal, como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Sant'Ana Silva

Co-orientador: Prof. M.Sc. Hugerles Sales Silva

POMBAL-PB

Agosto de 2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON
P436s

Pereira, Maria Angelica Freitas.

Secagem solar de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill.: processo cinético de secagem e efeito de pré-tratamento em suas características físico-químicas / Maria Angelica Freitas Pereira. – Pombal, 2017. 37f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Adriano Sant'Ana Silva".

"Co-orientação: Prof. Me. Hugerles Sales Silva".

1. *Lycopersicum esculentum* Mill. 2. Tomate. 3. Secagem solar. 4. Desidratação. 5. Bronqueamento. I. Silva, Adriano Sant'Ana. II. Silva, Hugerles Sales. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 635.64(043)

**SECAGEM SOLAR DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*): PROCESSO
CINÉTICO DE SECAGEM E EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTO EM SUAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado visando à obtenção do grau Bacharel em Engenharia de Alimentos, e aprovado na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos (UATA), Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adriano Sant'Ana Silva – UATA/CCTA/UFCG

Orientador



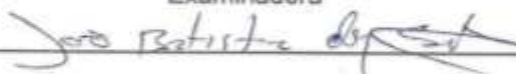
Prof. M.Sc. Hugerles Sales Silva

Co-orientador



Prof. Dr. Plúvia Oliveira Galdino

Examinadora



Prof. Dr. João Batista dos Santos

Examinador

DEDICO

A Deus por seu imenso amor.

Aos meus amados pais, Ahirton Alves e Jarismar Juliana, pela educação e dedicação.

Aos meus queridos irmãos, Jéssica e José Arthur.

A toda minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita proteção e amor, sempre me guiando pelo caminho certo.

Ao meu pai Ahirton Alves pelo apoio e compreensão. À minha mãe Jarismar Juliana por ser minha base, por seu amor, me educar, me apoiar estando sempre presente em todos os momentos difíceis.

Aos meus irmãos Jéssica e José Arthur por todo incentivo e companheirismo.

Ao meu namorado Italo Halis por seu amor e compreensão.

Aos meus avós maternos, José Joaquim (*in memoriam*), por seu exemplo de pai e ensinamentos passados; e Juliana Rosa por todo amor e incentivo.

Aos meus avós paternos pelo incentivo e ajuda.

A todos meus tios e tias em especial a Francisca Juliana e Maria Juliana por todo apoio e por serem minhas segundas mães sempre cuidando de mim.

A todos meus primos e primas, em especial Edinaldo de Freitas por sempre nos instruir a buscar sempre mais. À José Sátiro por toda ajuda, À Julinalva, Elenilda e Laura Beatriz por todo carinho e torcida.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Adriano Sant'Ana por todo conhecimento repassado ao longo desses anos, por sua paciência és um exemplo de profissional.

Ao meu Co-orientador Prof. M.Sc Hugerles Sales por seu empenho, pela leitura atenta e cuidadosa e por sua disponibilidade na conclusão deste trabalho

Aos professores Plúvia Oliveira e João Batista por ter aceitado compor a banca examinadora, pelo tempo, disponibilidade, suas contribuições e correções para o enriquecimento deste trabalho.

A todos os meus professores, pelos quais tive o prazer de conhecer e adquirir conhecimentos ao longo do curso.

A todos meus amigos que sempre me incentivaram e torceram pelo meu sucesso, principalmente aqueles adquiridos ao longo do curso, nas pessoas de Rerisson Alvez por seus conselhos, à Joana Simone e Francisca Jussandra pelo companheirismo, a Wennia Gomes por toda ajuda e conhecimentos adquiridos, a Thaisa Cidarta e Maíla Vieira pela irmandade, cumplicidade e afeto Vocês foram anjos que Deus colocou em minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Pombal-PB*, por proporcionar
minha formação profissional.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	7
ABSTRACT.....	8
ARTIGO.....	9
ANEXOS.....	22

RESUMO GERAL

O tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) é o fruto que, atualmente, possui elevado consumo e comercialização no Brasil e no mundo, por ser um fruto rico em vitaminas, ácidos orgânicos, sólidos solúveis e água, este último componente é o mais abundante e principal responsável pelas alterações físico-químicas e microbiológicas. A secagem solar, assegura a conservação das frutas por meio da redução do seu teor de água, além de ser uma alternativa viável ao pequeno produtor. Diante disso, essa proposta visa estudar o processo de secagem solar do tomate brevemente submetidos a quatro pré-tratamentos, sendo eles: sem branqueamento (T1), com branqueamento (T2), branqueamento em solução de 2,5% de NaCl (T3), e branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e Cloreto de Cálcio 0,5% (T4), avaliar as características físico-químicas do produto final obtido e identificar o modelo matemático que melhor descreva o processo de secagem solar do tomate. Os tomates foram adquiridos no mercado local do município de Pombal, aos quais foram selecionados e beneficiados para aplicação dos pré-tratamentos e início da secagem solar para obtenção dos dados da cinética de secagem e aplicação nos modelos matemáticos. Após a obtenção dos dados de cinética o tomate *in natura* e desidratado foi caracterizado quando o teor de água, acidez total titulável, pH, cor, sólidos solúveis totais, vitamina C e açúcares redutores. Os resultados obtidos foram submetidos a um delineamento inteiramente casualizado e análise de variância. Conforme os resultados obtidos, observou-se que todos os modelos matemáticos representam com precisão a secagem solar com coeficiente de determinação superior a 99%. No tocante as análises físico-químicas para os pré-tratamentos aplicados, observou-se que o tratamento com branqueamento (T2) obteve melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Desidratação, Branqueamento, *Lycopersicum esculentum Mill*.

ABSTRACT

The tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) is the fruit that currently has high consumption and commercialization in Brazil and worldwide, being a fruit rich in vitamins, organic acids, soluble solids and water, the latter component is the most abundant and main Responsible for physico-chemical and microbiological changes. Solar drying ensures fruit conservation by reducing its water content and is a viable alternative to the small producer. In order to study the sun-drying process of the tomatoes, they were submitted to four pre-treatments: bleaching (T1), bleaching (T2), bleaching in 2.5% NaCl solution (T3), And bleaching in 2.5% solution of NaCl and Calcium Chloride 0.5% (T4), to evaluate the physical-chemical characteristics of the final product obtained and to identify the mathematical model that best describes the process of solar drying of the tomato. The tomatoes were purchased in the local market of the municipality of Pombal, to which they were selected and benefited for the application of the pre-treatments and the beginning of the solar drying to obtain the kinetic data of drying and application in the mathematical models. After obtaining the kinetic data the fresh and dehydrated tomato was characterized when the water content, titratable total acidity, pH, color, total soluble solids, vitamin C and reducing sugars. The results were submitted to a completely randomized design and analysis of variance. According to the results, it was observed that all the mathematical models accurately represent the solar drying with determination coefficient higher than 99%. Regarding the physical-chemical analyzes for the pre-treatments applied, it was observed that the treatment with bleaching (T2) obtained better results in relation to the other treatments.

Keywords: Dehydration, Bleaching, *Lycopersicon esculentum* Mill.

ARTIGO - SECAGEM SOLAR DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum Mill*):
PROCESSO CINÉTICO DE SECAGEM E EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTO EM SUAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Artigo a ser submetido à Revista Alimentação Humana (SPCNA)

SECAGEM SOLAR DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum Mill*): PROCESSO
CINÉTICO DE SECAGEM E EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTO EM SUAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

PEREIRA, MAF¹, SILVA, AS², SILVA, HS³

¹Aluna do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

²Doutor em Engenharia de Processos. Docente da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

³Mestre em Engenharia Elétrica. Docente da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Autor para correspondência: Maria Angelica Freitas Pereira, Poço Dantas-PB, BRASIL,
CEP 58933-000.

Email: angelica.i.love.god@gmail.com, contato (83) 99955-6365

PRÉ-TRATAMENTOS EM TOMATE PARA SECAGEM SOLAR

SECAGEM SOLAR DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum Mill*): PROCESSO
CINÉTICO DE SECAGEM E EFEITO DE PRÉ-TRATAMENTO EM SUAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

TOMATO SOLAR DRYING (*Lycopersicum esculentum Mill*): KINETIC DRYING
PROCESS AND PRE-TREATMENT EFFECT ON THEIR PHYSICO-CHEMICAL
CHARACTERISTICS

RESUMO:

O trabalho teve como objetivo estudar o processo de secagem solar do tomate brevemente submetidos a quatro pré-tratamentos, sendo eles: sem branqueamento (T1), com branqueamento (T2), branqueamento em solução de 2,5% de NaCl (T3), e branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e Cloreto de Cálcio 0,5% (T4), avaliar as características físico-químicas do produto final obtido e identificar o modelo matemático que melhor descreva o processo de secagem solar do tomate. Os tomates foram adquiridos no mercado local do município de Pombal, aos quais foram selecionados e beneficiados para aplicação dos pré-tratamentos e início da secagem solar para obtenção dos dados da cinética de secagem e aplicação nos modelos matemáticos. Após a obtenção dos dados de cinética o tomate *in natura* e desidratado foi caracterizado quando o teor de água, acidez total titulável, pH, cor, sólidos solúveis totais, vitamina C e açúcares redutores. Os resultados obtidos foram submetidos a um delineamento inteiramente casualizado e análise de variância. Conforme os resultados obtidos, observou-se que todos os modelos matemáticos representam com precisão a secagem solar com coeficiente de determinação superior a 99%. No tocante as análises físico-químicas para os pré-tratamentos aplicados, observou-se que o tratamento com branqueamento (T2) obteve melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Desidratação, Branqueamento, *Lycopersicum esculentum Mill*.

ABSTRACT:

In order to study the sun-drying process of the tomatoes, they were submitted to four pre-treatments: bleaching (T1), bleaching (T2), bleaching in 2.5% NaCl solution (T3) , And bleaching in 2.5% solution of NaCl and Calcium Chloride 0.5% (T4), to evaluate the physical-chemical characteristics of the final product obtained and to identify the mathematical model that best describes the process of solar drying of the tomato. The tomatoes were purchased in the local market of the municipality of Pombal, to which they were selected and benefited for the application of the pre-treatments and the beginning of the solar drying to obtain the kinetic data of drying and application in the mathematical models. After obtaining the kinetic data the fresh and dehydrated tomato was characterized when the water content, titratable total acidity, pH, color, total soluble solids, vitamin C and reducing sugars. The results were submitted to a completely randomized design and analysis of variance. According to the results, it was observed that all the mathematical models accurately represent the solar drying with determination coefficient higher than 99%. Regarding the physical-chemical analyzes for the pre-treatments applied, it was observed that the treatment with bleaching (T2) obtained better results in relation to the other treatments.

Keywords: Dehydration, Bleaching, *Lycopersicum esculentum* Mill.

INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma planta pertencente à família das solanáceas, denominada cientificamente *Lycopersicon esculentum* Mill¹. Sua produção pode ser destinada ao consumo de mesa e/ou, quando submetido ao processamento adequado, originar diversos produtos, como por exemplo, tomate seco, em pó, suco, purê, polpa concentrada, extrato, *ketchup* e molhos. O fruto do tomateiro é uma das hortaliças mais produzidas e comercializadas por possuir grande aceitabilidade por parte dos consumidores².

Levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2016 estima que o Brasil possuiu uma produção de tomate em torno de 3.500.000 toneladas, com rendimento próximo de 65.000 quilogramas por área (Kg/ha) e que o Sudeste é a maior região produtora de tomate, seguido, pelas regiões Centro Oeste e Nordeste. O estado de Goiás destaca-se por ser o estado com maior produção de tomate do país³.

Segundo a Embrapa Hortaliças, a composição do tomate é de 93% a 95% de água, sendo que nos 5% à 7% restantes, encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos⁴. Por ser um fruto com alto teor de água, os processos de degradação, em que a presença de água é um fator determinante, é muito elevado, isto resulta em grandes perdas pós-colheita, exigindo o emprego de técnicas de conservação e/ou processamento.

Dentre as mais variadas técnicas existentes, a operação unitária de secagem é amplamente utilizada para o processamento e conservação de vários tipos de alimentos. Para a região do alto sertão paraibano, a secagem solar é uma alternativa viável e de baixo custo para o pequeno produtor rural, além de assegurar a conservação de frutas e hortaliças, por meio da redução do teor de água. Essa redução deve ser efetuada até um ponto, em que a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes sejam suficientemente elevados para reduzir a atividade de água e inibir o desenvolvimento de micro-organismos⁵.

A secagem solar ainda deve conferir ao produto final características sensoriais próprias e preservar ao máximo o seu valor nutricional, agregando assim, valor significativo ao produto final, utilizando um sistema de baixo custo, fácil construção, montagem e que utiliza uma fonte de energia limpa, disponível e ecologicamente correta⁵.

Para tal efeito, alguns pré-tratamentos são incorporados a etapa que antecede a secagem propriamente dita, os quais visam acelerar o processo de secagem, bem como minimizar perdas nutritivas e sensoriais do produto desidratado. No tocante aos pré-

tratamentos usualmente utilizados para o tomate, tem-se branqueamento em soluções de sacarose, soluções de cloreto de sódio, desidratação osmótica e métodos combinados, em que são utilizados dois ou mais pré-tratamentos.

A utilização desses métodos pode ser acompanhada em Santos⁶, que estudou a influência da espessura (2 e 4 mm), branqueamento, temperatura (60 e 80 °C) e desidratação osmótica na cinética de secagem de banana.

A temperatura e a geometria do corte são fatores determinantes no processo de secagem do tomate, Sanjinez-Argandoña⁷, descreve o estudo desses parâmetros utilizando o tomate cortado em duas e quatro partes à 60 e 70 °C reportou-se em seu trabalho que a geometria de corte e a temperatura influencia na taxa de secagem e no tempo de desidratação. Melhores resultados foram obtidos nos tomates cortados em quatro partes e à 70 °C.

Alessi⁸, estudou o comportamento de tomates obtidos por secagem solar e convencional a partir de mini-tomates congeladas e reportou que o desidratador e o secador solar apresentaram diferentes alterações no produto durante o armazenamento. No entanto, não houve alterações físico-químicas do produto ao se comparar os métodos de secagem. A análise sensorial mostrou preferência pelo produto do secador solar e ainda que a vida útil, as características microbiológicas, sensoriais e físico-químicas foram mais preservadas no produto obtido por secagem solar.

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo estudar o processo de secagem solar do tomate, avaliar o estudo da cinética de secagem, assim como o efeito dos pré-tratamentos e do processo de secagem sobre as características físico-químicas do produto seco e identificar o modelo matemático que melhor descreva o processo de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte (LOUFT) e Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV) da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba.

Matéria prima e beneficiamento

Os tomates utilizados nos experimentos foram adquiridos no mercado de Pombal-PB. Estes ao serem recepcionados no ambiente do laboratório e encaminhados para lavagem, em água corrente duplamente filtrada para a remoção de sujidades e sanitização em solução de 100 ppm de cloro ativo por 15 minutos.

Transcorrido o tempo de sanitização, o excesso de cloro no produto foi removido por lavagem e os tomates foram selecionados de acordo com seu estágio de maturação. OS tomates foram cortados manualmente com o auxílio de faca de aço inoxidável em quatro partes iguais, em seguida foi realizada a retirada das sementes.

Para a secagem solar, as amostras de tomate foram submetidas a quatro pré-tratamentos: T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂. Os branqueamentos foram conduzidos em temperatura de 100 °C por 2,5 minutos. Transcorrido o tempo do branqueamento, as amostras foram removidas com o auxílio de peneiras e resfriadas imediatamente em água gelada.

Seguida aplicação dos tratamentos, os tomates cortados foram distribuídos em bandejas de alumínio perfuradas conforme ilustrado na Figura 1, com aproximadamente 100 g de amostra para cada bandeja, de forma que os tomates ficassem uniformes para facilitar a perda de umidade durante o processo de desidratação.

Figura 1 - Disposição dos tomates nas bandejas para desidratação.



Fonte: Autor.

Processo de secagem solar

O processo de secagem solar foi conduzido em um secador solar de exposição direta com coletor solar acoplado conforme apresentado na Figura 2. O equipamento é constituído em madeira prensada revestida com tinta na cor preta de forma a otimizar a absorção da radiação solar. Tanto o coletor quanto a câmara de secagem são cobertos por placas de vidro de espessura de 2 milímetros. O coletor solar ainda apresenta um corpo absorvedor de calor composto de zinco revestido com tinta na cor preta, também, para otimizar a absorção da radiação solar.

Para a secagem das amostras, com e sem branqueamento, o secador foi exposto à radiação solar por cerca de 30 minutos para um aquecimento prévio. As amostras de tomate (cesto e amostra), foram, em seguida introduzidas no interior do equipamento para início do processo de secagem.

Para realização do experimento, o processo de secagem teve início por volta das 7 horas e finalizado as 17 horas, desta forma, foram necessários três dias seguidos de sol, o que totalizou 30 horas, em que, a cada uma hora, os cestos eram retirados da câmara de secagem para pesagem, avaliando assim a perda de água e a cinética de secagem. A secagem solar foi conduzida em triplicata em dias distintos e o posicionamento dos cestos no interior do equipamento ocorreu de forma aleatória.

Figura 2 - Secador solar de exposição direta e com coletor solar utilizado na secagem do tomate.



Fonte: Autor.

O processo de secagem foi finalizado ao ser constatado, na pesagem das amostras, massa constante em três pesagens. Logo em seguida as amostras foram encaminhadas para determinação do teor de água por secagem em estufa, conforme metodologia descrita em Instituto Adolfo Lutz⁹.

As amostras ao final do dia foram acondicionadas em embalagens de polipropileno de alta densidade para posteriormente serem seladas à vácuo, recobertas com papel alumínio e armazenadas em geladeira.

Análise do processo de secagem

A análise do processo de secagem, bem como a determinação do modelo que melhor represente o processo físico da secagem solar, foi realizado mediante a aplicação dos modelos matemáticos semi-teóricos de Page, Henderson e Pabis e Midilli e Kucuk¹⁰. A Tabela 1 descreve as expressões matemáticas para esses três modelos.

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados na análise do processo de secagem solar

Modelos	Equação
Page	$RTA = \exp(-k \cdot t^n)$
Henderson e Pabis	$RTA = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Midilli e Kucuk	$RTA = a * \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$

Legenda: RTA é a razão do teor de água, dada por $(RTA = (U_t - U_{eq}) / (U_0 - U_{eq}))$, U_0 , U_t e U_{eq} são, respectivamente, a umidade inicial, umidade no tempo e umidade de equilíbrio; k constante de secagem, b e n parâmetros dos modelos e t tempo do processo.

Os modelos foram aplicados aos dados experimentais por regressões não lineares, utilizando-se o programa computacional STATISTICA¹¹, versão 5.0 (2004), visando identificar o modelo que melhor representou o processo de secagem solar. Como critério de avaliação dos modelos, adotou-se o coeficiente de determinação (R^2)¹². Quanto maior R^2 melhor o modelo representa o processo.

Análises físico-químicas

Após o processo de secagem nos tratamentos até peso constante para avaliar a perda de água, a cinética de secagem e aplicação dos modelos matemáticos, foram realizadas novas secagens para todos os tratamentos, até que cada experimento atingisse em torno de 25-30% de umidade final para posterior realização das análises físico-químicas. Para tal, utilizou-se a Equação 1 para determinar teoricamente, o momento de remover os tratamentos do secador solar. Isso é realizado pela determinação do peso final do cesto quando a umidade referida é atingida.

$$Pf = Pi \times \frac{100 - U_i}{100 - U_f} \quad (1)$$

em que, Pi: Peso inicial do tomate (g); Pf: Peso final do tomate depois de seco (g); Ui: Umidade inicial do tomate fresco; Uf: Umidade final que se deseja do tomate seco.

O tomate, antes e após a secagem, foi caracterizado avaliado do ponto de vista físico-químico quanto, acidez total titulável, açúcares redutores e teor de água conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz⁹, pH foi obtido por leitura direta em potenciômetro calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7, sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) por refratometria em refratômetro digital, ácido ascórbico conforme metodologia descrita pela Association of official analytical chemists¹³ e Bernassi¹⁴, análise de cor, expresso em luminosidade (L), croma (C) e matiz (h).

Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas dos tomates *in natura* e secos foram submetidos a um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias a um nível de significância de 5% utilizando o programa ASSISTAT¹⁵, versão 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cinética de Secagem

A cinética de secagem para as amostras de tomate: sem branqueamento (T1), com ao branqueamento (T2), branqueamento em solução de 2,5% de NaCl (T3) e branqueamento em solução de 2,5% de NaCl + 0,5% de CaCl₂ (T4) encontram-se apresentadas na Figura 2.

O tempo necessário para realizar a secagem solar nos tomates, para os quatro tratamentos, foi de 30 horas com temperaturas variando entre 40-70 °C no coletor de secagem solar.

Observa-se, no início do processo, a taxa constante de secagem, onde há maior inclinação nas curvas de secagem, conseqüente do aumento da perda do teor de água nos tomates para o meio externo ser mais rápido pela maior quantidade de água livre na superfície para ser removida, a qual é determinada pela evaporação constante do vapor de água através do filme do gás à superfície da amostra.

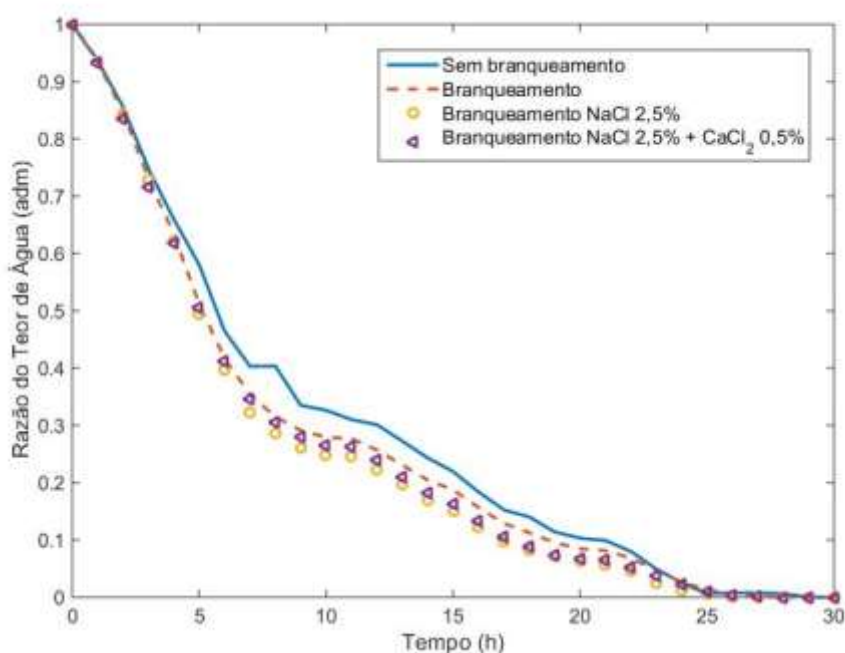
Ao final do processo, foi verificada uma taxa decrescente de secagem, isso ocorre após as 10 horas de secagem, devido o menor índice de umidade existente nos tomates. Neste período, a secagem é controlada pela migração interna da água à superfície a qual ocorre por meio de difusão¹⁶.

Comportamento similar pode ser observado em Parisotto¹⁷, que estudou os parâmetros e modelagens matemáticas da secagem de Polpa de tomate.

Analisando ainda as curvas de secagem com relação aos pré-tratamentos aplicados, constatou-se similaridade entre os tratamentos estudados, sendo que estes não alteraram significativamente o processo de secagem, entretanto, os tratamentos submetidos aos diferentes branqueamentos se mostraram ligeiramente mais eficientes em relação ao tratamento que não sofreu branqueamento

Diferentes condições de secagem são aplicadas para obter dados que possibilite descrever modelos que melhor represente os processos. Assim, Santos et al.⁶ reporta que a razão de umidade é fundamental para melhor descrever esses processos, bem como realizar possíveis ajustes que podem vir a serem feitos.

Figura 2 - Curvas de secagem do tomate nos tratamentos: sem branqueamento, com Branqueamento, Branqueamento em solução 2,5% de NaCl e Branqueamento em solução 2,5% de NaCl + 0,5% de CaCl₂, mediante a aplicação do modelo de Midilli e Kucuk.



Análise matemática do processo de secagem

Com os dados obtidos experimentalmente na secagem solar dos tomates para os quatro tratamentos, realizou-se uma regressão não-linear, através dos modelos matemáticos de Page, Henderson e Pabis e Midilli e Kucuk. Os resultados são apresentados na Tabela 2 para cada tratamento dos parâmetros estudado.

Tabela 2 - Parâmetros dos modelos matemáticos aplicados para representar a secagem solar dos tratamentos de tomate.

Modelo	Tratamentos	Parâmetros				R ²
		a	k (min ⁻¹)	n	b	
Page	T1	-	0,0949	1,0700	-	0,9944
	T2	-	0,1148	1,0391	-	0,9935
	T3	-	0,1122	1,0896	-	0,9944
	T4	-	0,1149	1,0618	-	0,9954
Henderson e Pabis	T1	1,0347	0,1160	-	-	0,9942
	T2	1,0347	0,1298	-	-	0,9939
	T3	1,0531	0,1435	-	-	0,9946
	T4	1,0404	0,1372	-	-	0,9956
Midilli e Kucuk	T1	1,0341	0,1260	0,9240	-0,0021	0,9959
	T2	1,0423	0,1425	0,9436	-0,0009	0,9942
	T3	1,0405	0,1334	1,0213	-0,0003	0,9949
	T4	1,0373	0,1383	0,9816	-0,0006	0,9959

T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução salina 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

Os resultados apresentados na Tabela 2, pela aplicação dos modelos matemáticos para a representação do processo de secagem dos tratamentos de tomate desidratados, observa-se que os dados obtidos nos processos de secagem dos 4 tratamentos analisados se ajustam precisão, com valor de R² acima de 99%. No entanto, Midilli e Kucuk foi o modelo matemático que se mostrou mais eficiente, por apresentar maior valor de R². Indicando assim, que esse modelo descreve adequadamente a secagem solar dos tomates quando comparado aos demais modelos empregados.

MAZUTT¹⁸, estudou o efeito da temperatura sobre a cinética de secagem e a cor do tomate italiano, e obteve valores superiores a 99% para o coeficiente de determinação R² para os dez modelos matemáticos estudados e em Santos et al.¹⁹ foi estudado a cinética de secagem do tomate e constatou-se que Midilli foi o modelo que mais se ajustou aos dados experimentais, com 99,9% para o valor de R².

Ainda analisando a Tabela 2, com relação a constante *k* pode-se observar que os experimentos branqueamento (T2), branqueamento em solução de 2,5% de NaCl (T3) e

branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e CaCl₂ 0,5% (T4) obtiveram similaridade e valores superiores em relação ao tratamento sem branqueamento ou Controle (T1).

A constante *k* é um parâmetro indicativo de velocidade de secagem, assim, os tratamentos submetidos aos diferentes branqueamentos favoreceram a redução no tempo de secagem. Isso pode ser explicado devido ao branqueamento promover um cozimento prévio e maior permeabilidade no tecido como também mantém as características dos produtos, essas modificações estruturais facilitam a liberação da água através da estabilização e incorporação dos sólidos e nutrientes na estrutura das células.

MARIEM e MABROUK²⁰, avaliou as características de secagem do tomate e modelagens matemática. Estudou-se seis modelos matemáticos, dentre eles os modelos de Page e Hendersson e Pabis e foram obtidos valores inferiores para constante *k* em relação ao estudo em questão.

Caracterização físico-químicas da matéria prima

Na Tabela 3 os valores médios referentes às caracterizações físico-químicas para o tomate *in natura* encontram-se apresentados em base seca e base úmida.

Tabela 3 - Caracterização físico-química do tomate *in natura* expressos em base úmida e base seca.

Parâmetros	<i>In natura</i>	
	Base úmida	Base seca
Teor de água	95,71 ^a ±2,1	-
Acidez Total (% ácido cítrico)	0,29±0,01	6,84±0,3
pH	4,42	-
L*	24,86	-
C*	22,56	-
h*	49,36	-
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	3,77±0,05	-
Vitamina C (mg/100g)	8,59±0,2	200,56±4,8
Açúcares redutores (%)	2,07±0,09	48,25±2,1

Valores médios de três repetições seguido de seus respectivos desvios padrão. *parâmetros de cor expressos em luminosidade, (L), croma (C) e matiz (h).

O teor de água é um fator determinante para avaliação da qualidade dos produtos, principalmente em frutas e hortaliças que na sua grande maioria apresentam grande quantidade de água, conferindo sabor e brilho. O teor de água do tomate *in natura* obtido foi satisfatório, pois no fruto do tomateiro, a água é o componente mais abundante, com

teores em torno de 95%. Devido à alta perecibilidade, o fruto torna-se susceptível ao ataque microbiano, sendo a principal causa das perdas pós-colheita.

A acidez total mede a quantidade de ácidos orgânicos presentes nos alimentos e indica a adstringência e influencia no sabor do fruto. Como a acidez total titulável, o pH influencia no sabor e também está relacionado com a proliferação de microrganismos sendo, portanto, ideal que a faixa de pH seja inferior a 4,45²¹.

O teor de ácido cítrico e pH no presente trabalho foram, 0,29% e 4,42, respectivamente. Resultados similares a estes no trabalho desenvolvido por Alessi⁷, que estudou a secagem solar e convencional de mini-tomates congeladas, obtendo para o tomate *in natura* valores de 0,63 % de ácido cítrico e 4,20 para acidez total e pH, respectivamente

A cor foi expressa em luminosidade, (L), croma (C) e matiz (h). O valor de L expressa a luminosidade do produto, com valores variando de zero a cem nas tonalidades de preto a branco, já o Cromo C e a matriz h é caracterizado por sua angulação. Para o estudo em questão o valor de L sendo 24,86 possui uma tonalidade vermelha escura, assim como para os ângulos de croma e matriz.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi de 3,77 °Brix, estando superior ao encontrado por Santos et al.¹⁹ que estudou a cinética de secagem e alterações físico-químicas do tomate e inferior ao de Paula et al.²² que estudou as características físico-químicas e compostos bioativos em frutos do tomateiro sendo eles, portanto, 3,2 e 4,2 °Brix, respectivamente.

Essa variação pode ser explicada devido ao grau de maturação e cortes realizados nos tomates analisados. Entretanto, quanto maior o teor de SST, maior seu rendimento a nível industrial. O SST é uma característica responsável pelo sabor e qualidade dos frutos, é medido em graus Brix e representa os açúcares e outros sólidos diluídos no suco dos frutos.

Com relação ao teor de ácido ascórbico, foi obtido o valor de 8,59 mg/100 g. O resultado relatado por Munhoz et al.²³, que estudou a caracterização e aceitabilidade do tomate seco, obtendo 13,4 mg/100 g para o tomate *in natura*, sendo superior ao obtido nesse trabalho.

Mediante o resultado de açúcares redutores apresentados na Tabela 3, observou-se que este encontra-se similar aos resultados obtidos por Paula et al.²², para amostra de tomates híbridas em diferentes estágios de maturação.

Assim, os resultados referentes à caracterização do tomate *in natura* utilizado nos experimentos de secagem solar, observou-se que dos resultados obtidos para os índices avaliados (Tabela 3) encontram-se em concordância com a literatura, indicando que o

tomate utilizado foi manipulado adequadamente e estava apto para ser utilizado na secagem solar.

Caracterização físico-químicas dos tomates secos

Teor de água

A tabela 4 apresenta os valores médios do teor de água para os tomates desidratados e *in natura*, ambos expressos em base úmida.

Tabela 4 - Valores médios referentes ao teor de água expressos em base úmida para o tomate *in natura* e desidratados.

Tratamento	Teor de água (%)
<i>In natura</i>	95,71 ^a ±2,1
T1	30,84 ^b ±2,1
T2	24,38 ^c ±2,1
T3	25,60 ^c ±2,1
T4	30,01 ^b ±2,1

Médias e seus respectivos desvio médio seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey. T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

Diante dos resultados obtidos e apresentados na Tabela 4, observa-se que o teor de água para o tomate *in natura*, foi estatisticamente superior, quando comparado aos teores de água das amostras desidratadas, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, obtendo em média 68% na redução desse teor de água.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária²⁴, Resolução nº12 de 1978, define 25% de umidade para frutas seca. Esse desempenho foi constatado em T2 e T3, tendo maior perda de água e diferindo estatisticamente de T1 e T4. Essa maior redução do teor de água observado em T2 e T3 está atribuída ao branqueamento realizado nos mesmos em relação a T1 que não sofreu branqueamento. Entretanto, para o T4 pode estar relacionado ao cloreto de cálcio adicionado na solução de branqueamento.

O cloreto de cálcio é um sal altamente higroscópico e em contato com o elevado conteúdo de água do tomate pode ter provocado retenção da água devido formação de crosta na superfície do produto, dificultando maior remoção deste componente.

Acidez total titulável

Os teores de acidez total titulável (ATT) para os tomates *in natura* e desidratados encontram-se apresentados em base seca na Tabela 5. Conforme análise destes resultados, observa-se que a acidez dos tomates desidratados diminuiu em relação ao tomate *in natura* sendo este, portanto, significativamente superior em relação aos desidratados, devido a degradação de ácidos, principalmente, o ácido cítrico e dos açúcares nos tomates desidratados.

Tabela 5 - Valores médios da ATT e pH para os tomates *in natura* e desidratados expressos em base seca.

Tratamento	Acidez total titulável (% ácido cítrico)	pH
<i>In natura</i>	6,79 ^a ±3,96	4,42
T1	5,42 ^b ±3,96	4,38
T2	4,28 ^c ±3,96	4,37
T3	4,31 ^c ±3,96	4,36
T4	4,42 ^c ±3,96	4,41

Médias e seus respectivos desvio médio seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey. T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

O teor de ácido cítrico para o tratamento que não sofreu branqueamento (T1) foi superior estatisticamente comparado aos tratados com branqueamento (T2, T3 e T4) que possuíram igualdade estatística, aumento esse devido a possível lixiviação de ácidos durante o branqueamento.

Análogos a esses resultados são encontrados no trabalho de Santos et al.²⁰ que estudou a cinética de secagem e alterações físico-químicas do tomate e em Jorge²⁵, que estudou processos de secagem para obtenção de tomates, em pó.

Com relação ao pH pode-se observar pouca variação do tomate *in natura* em relação aos demais tratamentos, entretanto o pH do tomate *in natura* foi superior devido as reações bioquímicas que ocorrem durante a secagem²⁶. Alessi⁸ estudou as características de tomates obtidos por secagem solar e convencional a partir de mini-tomates congeladas, obtendo valores de pH semelhantes aos encontrado no estudo em questão.

Ácido ascórbico

Os resultados referentes aos teores de ácido ascórbico do tomate *in natura* e desidratados encontram-se apresentados em base seca na Tabela 6. Pela análise destes resultados observa-se que o processo de secagem provocou a redução do ácido ascórbico em mais de 90% para todos os tratamentos. Sendo esses teores para os tomates *in natura* estatisticamente superior em relação aos desidratados ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Valores médios para o teor de ácido ascórbico para os tomates *in natura* e desidratados em base seca.

Tratamento	Ácido ascórbico (mg/100)
<i>In natura</i>	200,5 ^a ±4,25
T1	17,9 ^b ±4,25
T2	20,5 ^b ±4,25
T3	21,6 ^b ±4,25
T4	19,7 ^b ±4,25

Médias e seus respectivos desvio médio seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey. T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

Esse comportamento está relacionado ao conteúdo do ácido ascórbico ser altamente instável ao calor, assim, com a exposição direta dos tomates ao sol, o aumento da temperatura e a pressão do oxigênio durante a secagem provocaram a degradação do ácido ascórbico²⁷.

Contudo, pode-se observar que T2, T3 e T4 submetidos a diferentes branqueamentos favoreceu na conservação desse nutriente, visto que o branqueamento promove maior estabilidade ao produto em relação a T1 que não sofreu branqueamento.

Resultados similares a essas observações foram relatados em Jorge²⁵ que estudou a comparação de processos de secagem e em Cruz²⁸ que avaliou a composição química do tomate seco.

Açúcares redutores

Os resultados referentes ao conteúdo de açúcares redutores do tomate *in natura* e desidratados em base seca encontram-se apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores médios dos açúcares redutores para os tomates *in natura* e desidratados em base seca.

Tratamento	Açúcares redutores (%)
<i>In natura</i>	48,3 ^a ±3,78
T1	43,1 ^b ±3,78
T2	40,4 ^{bc} ±3,78
T3	37,8 ^c ±3,78
T4	46,9 ^a ±3,78

Médias e seus respectivos desvio médio seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey. T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

Mediante os resultados de açúcares redutores para o tomate *in natura* e desidratados apresentados na Tabela 6, observa-se que o conteúdo de açúcares redutores de uma maneira geral mostrou-se constante, sendo apenas o tratamento com branqueamento em solução de NaCl inferior aos demais.

Esse desempenho pode ter sido ocasionado por lesões no tecido celular do fruto, provocado pelo NaCl em conjunto com o branqueamento. Resultados semelhantes são observados no estudo conduzido por Munhoz et al.,²⁴ que caracterizou o tomate seco em pó.

Cor

Na Tabela 8 estão apresentados os valores de cor expressos em Luminosidade (L), Cromo (C) e Matriz (h) para o tomate *in natura* e desidratados.

Tabela 8 - Valores médios da cor expressos em Luminosidade (L), Cromo (C) e Matriz (h) para os tomates *in natura* e desidratados.

Tratamentos	Cor		
	L	C	h
<i>In natura</i>	24,8 ^a ±1,95	22,5 ^a ±3,38	39,6 ^c ±5,63
T1	22,8 ^b ±1,95	19,1 ^b ±3,38	55,3 ^{ab} ±5,63
T2	13,4 ^c ±1,95	14,1 ^c ±3,38	59,0 ^a ±5,63
T3	10,5 ^d ±1,95	13,4 ^c ±3,38	50,6 ^b ±5,63
T4	10,6 ^d ±1,95	11,5 ^c ±3,38	55,9 ^{ab} ±5,63

Médias e seus respectivos desvio médio seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey. T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3:

branqueamento em solução salina 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

Dentre os tratamentos estudados, o tratamento 1, que não sofreu branqueamento, possuiu maior similaridade com o tomate *in natura*, com maior conservação da cor. Entretanto os que sofreram branqueamento mostraram igualdade estatística, sendo o tratamento 2 o que diferiu dos demais apresentando maior luminosidade. Esse comportamento se dá devido aos sais adicionados nos tratamentos 3 e 4 provocarem danos no tecido interferindo na coloração e tornando-os mais escuros.

Portanto, pode-se constatar que a secagem solar provocou mudanças na coloração avermelhada, para tonalidade marrom, devido à perda de pigmentos em função do calor, provocado por reações de Maillard, escurecimento enzimático e não-enzimático²⁹.

Para o parâmetro de croma (C) e matriz (h), observa-se similaridade entre os tratamentos avaliados, com tendência para coloração escura.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os resultados de SST para o tomate *in natura* e desidratados estão apresentados na Tabela 9. Observa-se que o teor de SST para o tomate *in natura* foi estatisticamente inferior aos demais tratamentos diferindo ao nível de 5% de probabilidade, isso se dá pelo fato de que a desidratação promove a concentração dos constituintes do produto pela redução de água.

Tabela 9 - Valores médios dos Sólidos Solúveis Totais para os tomates *in natura* e desidratados

Tratamento	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
<i>In natura</i>	3,7 ^d ±2,69
T1	45,6 ^c ±2,69
T2	58,3 ^a ±2,69
T3	50,3 ^b ±2,69
T4	52,0 ^b ±2,69

Médias e seus respectivos desvio médio seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey. T1: sem branqueamento; T2: com branqueamento; T3: branqueamento em solução 2,5% de NaCl; T4: branqueamento em solução de 2,5% de NaCl e 0,5% de CaCl₂.

Analisando os tratamentos estudados, observa-se diferença estatística para todos, exceto os T3 e T4, que teve basicamente o mesmo teor de SST. O T1 foi

estatisticamente inferior a T2, entretanto este teor de SST obteve maior concentração nos tratamentos submetidos ao branqueamento, sendo que este promove maior estabilidade dos constituintes presentes do produto. Munhoz et al²³, obteve 54,7 °Brix para tomates secos a 70 °C valores próximos ao encontrado no estudo em questão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, foi observado que todos os modelos aplicados representaram o processo de secagem solar dos frutos de tomate, apresentando R² (Coeficiente de determinação) acima de 99%. Em relação as análises físico-químicas para os pré-tratamentos aplicados nos tomates, o tratamento com branqueamento (T2) obteve melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

O uso da secagem solar é uma alternativa viável para agricultores por ser um processo simples e utilizar energia limpa, renovável, sustentável e de baixo custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ ROSA, C. L. S.; SOARES, A. G.; FREITAS, D. G. C.; ROCHA, M. C.; FERREIRA, J. C. S.; GODOY, R. L. O. Caracterização físico-química, nutricional e instrumental de quatro acessos de tomate italiano (*Lycopersicon esculentum* mill) do tipo 'heirloom' produzido sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada. **AlimNutr**, V. 22, n. 4, p. 649-656, Araraquara, 2011.

² SILVA, A. C. S.; SOUZA, B. F.; SILVA, V. M. ALVES, J. E. A.; OLIVEIRA, C. A. Avaliação físico- química e sensorial de duas formulações de geleia de tomate. **I congresso internacional das Ciências Agrárias COINTER- PDVAgro**, 2016.

³ BRASIL, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**, Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE), 2016.

⁴ BRASIL, Embrapa Hortaliças, **Cultivo de tomates para a industrialização**. 2°ed. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/composicao.htm>, acesso em 12 de fevereiro de 2017.

⁵ NETO, H. J. L. **Obtenção de tomate seco através do uso de um sistema solar alternativo de baixo custo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

⁶ SANTOS, P.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SILVA, F. T. C.; FURTADO, G. F. Influência de pré-tratamentos na cinética de secagem em diferentes temperaturas de banana da variedade terra (*Musa Sapientum*, Linneo). **Revista Brasileira de Tecnologia**

Agroindustrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa – Paraná – Brasil. v. 04, n. 02: p. 218-234, 2010.

⁷ SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J., BRANCO, I. G., BITTENCOURT, T. U., MUNHOZ, C. L., Influência da geometria do corte e da temperatura na cinética de secagem de tomate (*Lycopersicum esculentum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2011.

⁸ ALESSI, E. S. **Tomates obtidos por secagem solar e convencional a partir de mini-tomates congeladas.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, 2010.

⁹ INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

¹⁰ GUNHAN, T.; DEMIR, V. HANCIOGLU, E.; HEPBASLI, A. Mathematical modeling of drying of bay leaves. **Energy Conversion and Management.**Oxford, v. 46, p. 1667-1679, 2005.

¹¹ STATSOFT.**Statistica for Windows** v. 5.0 (Data analysis software system). Tulsa, USA, 1997.

¹² SACILIK, K.; UNAL, G. Dehydration characteristics of kastomonu garlic slices.**BiosystemsEngineering**, London, GB, v.92, n. 2, p.207-215, 2005.

¹³ AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**, WILLIAMS, S. (Ed) 16. ed. 1141 p. Arlington, 1997.

¹⁴ BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables.**Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1998.

¹⁵ SILVA, F.A.S. A; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.** Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

¹⁶ PARK, K. J. B.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T.; CORNEJO, F. E. P.; FABBRO, I. M. D.; Secagem: fundamentos e equações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n.1, p. 93-127, Campina Grande, 2014.

¹⁷ PARISOTTO, E. I. Determinação de parâmetros, modelagem matemática e simulação numérica da secagem de polpa de tomate por *cast-tape drying*. Dissertação (mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

¹⁸MAZUTTI, M.; MOSSI, A. J.; TREICHEL, H. Efeito da temperatura sobre a cinética de secagem e a cor do tomate italiano. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, V. 2, N.1, P. 1-13, Uruguai, 2013.

- ¹⁹ SANTOS, R. G.; TELES, A. R. S.; CONCEIÇÃO, A. M.; BARBOSA N. F. P.; SILVA, G. F.; MONTEIRO L. F. Estudo da Cinética de Secagem e Alterações Físico-químicas do Tomate (*Lycopersicon esculentum*). Congresso Brasileiro de sistemas Particulares, São Carlos, 2015.
- ²⁰ MARIEM, S. B.; MABROUK, S. B. Drying characteristics of tomato slices and mathematical modeling. **International journal of energy engineering**, 2014.
- ²¹ MELO, P. C. T. Cultivares de tomate com características agrônômicas e industriais para a produção de tomate In: Congresso brasileiro de olericultura, **Horticultura Brasileira** Salvador, 2012.
- ²² PAULA, J. T.; RESENDE, J. T. V; FARIA, M.V.; FIGUEIREDO, A. S. T; SCHWARZ K; NEUMANN, E. R. Características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**. v. 33, n. 4, 2015.
- ²³ MUNHOZ, C. L.; UMEBARA, T.; BRANCO, I. G.; ARGANDOÑA. E. J. S.; Caracterização e Aceitabilidade de Tomate Seco. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Vol. 5, n.1, p252-262, Paraná, 2011.
- ²⁴ ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Normas e padrões para alimentos**. Resolução – CNNPA nº 12, 1978. São Paulo/SP.
- ²⁵ JORGE, A. **Avaliação comparativa entre processos de secagem na produção de tomate em pó**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.
- ²⁶ VENSKE, C.; SANTOS J.; RAUPP, D. S.; GARDINO, J. R.; BARBOSA, A. V.; Influência do grau de maturação nas características sensoriais do tomate seco envasa em óleo. UEPG, **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v.10, n.3, p.33-40, 2005.
- ²⁷ DEMIRAY, E.; TULEK, Y.; YILMAZ, Y. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air Drying. **LWT-Food Science and Technology**, 2012.
- ²⁸ CRUZ, P. M. F.; BRAGA, G. C.; GRANDI, A. M.; Composição Química, cor e qualidade sensorial do tomate seco a diferentes temperaturas. **Ciências Agrárias**. v. 33, n. 4, p. 1475-1486, Londrina, 2012.
- ²⁹ GAVA, A. J. Princípios de Tecnologia de alimentos. Nobel, São Paulo, 2002.

ANEXO - Normas de Publicação da Revista Alimentação Humana

Alimentação Humana é a revista oficial da Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação (SPCNA) e publica artigos originais de investigação e de revisão, na área das Ciências da Nutrição e Alimentação.

A revista *Alimentação Humana* subscreve os requisitos para apresentação de artigos a revistas biomédicas elaboradas pela Comissão Internacional de Editores de Revistas Médicas (*International Committee of Medical Journal Editors*; ICMJE), disponível em www.icmje.org

A consideração dos artigos para publicação implica conformidade com as normas de publicação.

Apresentação e estrutura do artigo

O artigo pode ser redigido em **português ou inglês**. O texto deve ser apresentado em Word para Windows, folha tamanho A4 (210x297 mm) com margens não inferiores a 2,5 cm, espaçamento entre linhas não inferior a um espaço e meio e redigido em letra tipo *Arial* tamanho 11 ou *Times New Roman* tamanho 12. Todas as páginas devem ser numeradas sequencialmente no canto superior ou inferior direito, sendo a página de rosto a n.º 1. O artigo não deve ultrapassar as 30 páginas.

A **página de rosto** deve conter o título e a identificação do(s) autor(es). O **título** (e subtítulo, se aplicável) não deve ultrapassar os 150 caracteres (incluindo espaços). Deve ser conciso e não conter quaisquer abreviaturas. A identificação do **autores** deve ser feita com o apelido seguido das iniciais do(s) primeiro(s) nome(s); caso o artigo tenha mais de um autor, as identificações devem ser separadas por vírgulas e as categorias profissionais e instituições onde os autores exercem a sua actividade devem ser numeradas.

Exemplo:

Apelido A¹, Apelido BB^{1,2}

¹ Instituição X

² InstituiçãoY

A identificação do(s) autor(es) apenas deve constar da página de rosto. Cada autor deverá ter contribuído, cumulativamente, para: (i) concepção e projecto, análise de dados ou interpretação de resultados e (ii) redacção ou revisão crítica do artigo. Todos os autores devem aprovar a versão do artigo submetida para publicação e a versão final a ser publicada.

A primeira página deverá incluir referência a quaisquer **patrocínios ou subsídios** e/ou **conflitos de interesses**. A falta de menção a estes elementos será entendida como indicando a sua inexistência. Devem também ser referidos o nome e contactos (incluindo necessariamente morada e *e-mail*) do autor responsável pela correspondência. Finalmente, deve ser indicado um **título breve** (*running head*) com não mais de 50 caracteres (incluindo espaços).

A segunda página deve ter no topo o título em português e em inglês, seguindo-se os **resumos** em português e em inglês (*abstract*). O primeiro resumo deve corresponder ao idioma de redacção do artigo. Cada resumo não deve exceder os 1500 caracteres (incluindo espaços). Os resumos podem ser ou não estruturados e não devem conter referências, abreviaturas ou notas de rodapé. No final de cada resumo devem ser apresentadas entre três e dez **palavras-chave** (*key-words*).

Nas páginas seguintes o texto deve ser dividido em **secções**. Nos artigos de investigação as secções são habitualmente as seguintes: Introdução; Metodologia; Resultados; Discussão; Conclusões; Referências. Esta divisão pode ser substituída por qualquer outra que, no entender dos autores, melhor se adapte à apresentação do trabalho.

Figuras, tabelas e quadros

As figuras, tabelas e quadros são numerados (separadamente) por ordem de referência no texto. A legenda deve preceder a figura, tabela ou quadro correspondente. Nas tabelas e quadros deve ser evitado o uso de linhas verticais e restringido o de linhas horizontais.

Exemplo:

Quadro 1- Legenda do quadro 1

	A*	B
C	1	2
D	3	4

*Observação ou nota informativa

Estes elementos devem ser inseridos ao longo do texto nos locais desejados. A resolução das figuras (incluindo gráficos), deverá ser suficiente para permitir a sua adequada impressão a preto e branco. As tabelas e quadros deverão ser editáveis, isto é, não devem ser apresentados sob a forma de figuras. Poderá ser solicitado aos autores o envio das figuras, quadros e/ou tabelas nos programas em que foram originalmente concebidos.

Referências

As referências devem ser numeradas (numeração árabe) por ordem de introdução no texto e formatadas de acordo com o estilo bibliográfico recomendado pela ICMJE. Os autores são responsáveis pela exactidão e rigor das referências utilizadas.

.

Exemplos:

Artigo

Meneton P, Jeunemaitre X, de Wardener HE, MacGregor GA. Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. *Physiol Rev.* 2005 Apr;85(2):679-715.

Livro

Foster GD, Nonas CA, editors. *Managing obesity: a clinical guide.* Illinois: American Dietetic Association; 2004.

Capítulo de livro

Spear BA. Nutrition in adolescence. In: Mahan LK, Escott-Stump S, editors. *Krause's food, nutrition, & diet therapy.* 11th ed. Philadelphia: Saunders; 2000. Chap. 11, PP. 284-301.

Nas referências com mais de 6 autores, devem-se mencionar os primeiros 6 seguidos de *et al.* Os documentos electrónicos devem incluir a data de consulta.

Declaração de originalidade e de cedência de direitos

A originalidade da investigação e as opiniões expressas são da exclusiva responsabilidade dos autores; os artigos aceites para publicação passarão a ser propriedade da SPCNA. Os textos submetidos devem ser acompanhados de declaração de originalidade e de cedência dos direitos de propriedade do artigo. Esta declaração deve explicitar o título do artigo e ser assinada pelo autor principal ou pelo autor nomeado para contacto com a revista. Propõe-se o seguinte modelo:

Título do artigo enviado para publicação

O(s) autor(es) declara(m) que o artigo supra-identificado é de autoria própria e resulta de investigação original, não publicado em parte e em todo ou submetido para publicação noutra publicação. Mais, declaram que o texto/o artigo é alheio a quaisquer conflitos de interesses. O(s) autor(es) cedem o direito de propriedade do artigo publicado na revista Alimentação Humana, mantendo os direitos de autor.

Data

Assinatura

Sempre que se verifique conflito de interesses, a frase correspondente deve ser substituída por outra que os explicita. Quaisquer outros comentários ou observações que o(s) autor(es) considerem relevante serem transmitidos ao Corpo Editorial deverão ser incluídos nesta declaração.

Submissão do artigo

O artigo e versão digitalizada da respectiva declaração de originalidade e de cedência de direitos de propriedade deverão ser enviados por e-mail para: ah.spcna@gmail.com.

Processo de revisão

O artigo submetido para publicação será submetido a apreciação por pelo menos dois

revisores. A revisão é feita anonimamente e resulta na aceitação ou rejeição do artigo. Os revisores podem propor alterações de conteúdo e/ou de forma aos autores, bem como solicitar esclarecimentos adicionais, ficando a publicação do artigo condicionada à efectivação das alterações e resposta aos pedidos de esclarecimento. Após recepção dos comentários dos revisores, os autores dispõem de um prazo de duas semanas para enviar uma nova versão do artigo, anexando documento com a resposta às dúvidas dos revisores e/ou quaisquer esclarecimentos adicionais. A proposta de alterações e/ou solicitação de esclarecimentos não implica a posterior aceitação do artigo.

Provas tipográficas

As provas tipográficas serão, sempre que possível, enviadas aos autores, que devem proceder à sua revisão no prazo de uma semana. Nesta fase, apenas se aceitam modificações que decorram da correcção de gralhas tipográficas. O não cumprimento do prazo implica a aceitação pelos autores da revisão das provas efectuada pelos serviços da revista.