

As Regiões Semiáridas e suas Especificidades 3

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

As Regiões Semiáridas e suas Especificidades 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

R335 As regiões semiáridas e suas especificidades 3 [recurso eletrônico] /
Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (As Regiões Semiáridas e suas Especificidades;
v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-192-3

DOI 10.22533/at.ed.923191503

1. Regiões áridas – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 333.7369

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*As Regiões Semiáridas e suas Especificidades*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 23 capítulos, com conhecimentos tecnológicos das regiões semiáridas e suas especificidades.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. O semiárido brasileiro tem características peculiares, alimentares, culturais, edafoclimáticas, étnicas, entre outros. Tais diversidades culminam no avanço tecnológico, nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais, bem como conhecimentos nas áreas de políticas públicas, pedagógicas, entre outros. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes no semiárido brasileiro e, também nas demais regiões brasileiras.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a região semiárida brasileira e suas especificidades. As transformações tecnológicas dessa região são possíveis devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecemos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para o semiárido brasileiro, assim, garantir perspectivas de solução para o desenvolvimento local e regional para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
IMPACTOS DO PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO SÃO FRANCISCO PARA A AGRICULTURA IRRIGADA	
Getúlio Pamplona de Sousa Joab das Neves Correia Laryssa de Almeida Donato	
DOI 10.22533/at.ed.9231915031	
CAPÍTULO 2	13
INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO SOBRE OS NÍVEIS DE GLICOSE CIRCULANTE EM CAPRINOS E OVINOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO	
Luanna Figueirêdo Batista Bonifácio Benício de Souza Adriana Trindade Soares Maria Dalva Bezerra de Alcântara Nágela Maria Henrique Mascarenhas Évylla Layssa Gonçalves Andrade Gustavo de Assis Silva Fábio Santos do Nascimento Maycon Rodrigues da Silva Fabíola Franklin de Medeiros João Paulo da Silva Pires Júlia Laurindo Pereira Adalmira Bezerra de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.9231915032	
CAPÍTULO 3	19
INUNDAÇÃO, CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE IPANGUAÇU/RN	
Juliana Rayssa Silva Costa Adalfran Herbert da Silveira Fernando Moreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9231915033	
CAPÍTULO 4	30
LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO DE MATA CILIAR EM COMUNIDADE RIBEIRINHA DO MUNICÍPIO DE PATOS, SEMIÁRIDO NORDESTINO	
Gabriela Gomes Ramos Maria das Graças Veloso Marinho Géssica dos Santos Vasconcelos Rosivânia Jerônimo de Lucena	
DOI 10.22533/at.ed.9231915034	
CAPÍTULO 5	41
MINERALIZAÇÃO E PERDAS DE NITROGÊNIO DA UREIA EM LUVISSOLO CRÔMICO	
Rayanne Maria Galdino Silva Viviane Borges Dias Josinaldo Lopes Araújo Elidayane de Nóbrega Santos	
DOI 10.22533/at.ed.9231915035	

CAPÍTULO 6 48

MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DOS MACEIÓS PARAIBANOS DE INTERMARES E BESSA

Ane Josana Dantas Fernandes
Maria Mônica Lacerda Martins Lúcio
Liz Jully Hiluey Correia
Alan Ferreira de Araújo
Edilma Rodrigues Bento Dantas

DOI 10.22533/at.ed.9231915036

CAPÍTULO 7 65

MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (APOCYNACEAE)

Danilo Dantas da Silva
Maria do Socorro de Caldas Pinto
Marília Gabriela Caldas Pinto
Fabrício da Silva Aguiar
Vinicius Staynne Gomes Ferreira
Sebastiana Renata Vilela Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.9231915037

CAPÍTULO 8 76

NÚCLEO URBANO DE INTERESSE SOCIAL EM DISCUSSÃO: ABORDAGEM NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN

Daniela de Freitas Lima
Almir Mariano de Sousa Junior
Joseney Rodrigues de Queiroz Dantas

DOI 10.22533/at.ed.9231915038

CAPÍTULO 9 86

PARQUE ESTADUAL PICO DO JABRE *VERSUS* REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

Ana Luiza Fortes da Silva
Ane Cristine Fortes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.9231915039

CAPÍTULO 10 92

PERMANÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NO CULTIVO DO MILHO NO SEMIÁRIDO

Jean Lucas Pereira Oliveira
Carlos Alessandro Chioderoli
Elivânia Maria Sousa Nascimento
Rita de Cássia Peres Borges
Francisca Edcarla de Araújo Nicolau
Marcelo Queiroz Amorim

DOI 10.22533/at.ed.92319150310

CAPÍTULO 11 104

PERSPECTIVAS, ANÁLISES E CONTRIBUIÇÕES: A PERCEPÇÃO DOS ASSOCIADOS DA COOPERATIVA DOS ALUNOS DA ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ - COOPEAJ

Damião Ferreira da Silva Neto
João Paulo Teixeira Viana
Adailton de Moura Costa
Veniane Lopes da Silva
João Lucas do Nascimento Neto
Júlio César de Andrade Neto

DOI 10.22533/at.ed.92319150311

CAPÍTULO 12 114

PESQUISA DE CEPAS DA FAMÍLIA ENTEROBACTERIACEAE EM CARNE DE FRANGO 'IN NATURA' COMERCIALIZADA EM PATOS – PB

Talita Ferreira de Moraes
Vitor Martins Cantal
Júlia Laurindo Pereira
Rosália Severo de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.92319150312

CAPÍTULO 13 125

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PROMOVER A CONVIVÊNCIA COM AS SECAS E USO DA ÁGUA DE CISTERNAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE

Gáudia Maria Costa Leite Pereira
Xenusa Pereira Nunes
Monica Aparecida Tomé Pereira

DOI 10.22533/at.ed.92319150313

CAPÍTULO 14 133

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALGRIZEA MINOR FRENTE A *Staphylococcus aureus*

Graziela Cláudia da Silva
Alexandre Gomes da Silva
Luciclaudio Cassimiro de Amorim
Marcia Vanusa da Silva
Paloma Maria da Silva
Maria Tereza dos Santos Correia

DOI 10.22533/at.ed.92319150314

CAPÍTULO 15 142

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DA CULTURA FORRAGEIRA CUNHÃ (*Clitoria ternata* L.) CULTIVADAS EM DOIS NÍVEIS DE ADUBAÇÃO, COM ESTERCO CAPRINO E BOVINO

Aldenir Feitosa dos Santos
Monizy da Costa Silva
Amanda Lima Cunha
José Crisólogo de Sales Silva
Jessé Marques da Silva Junior Pavão
Simone Paes Bastos Franco

DOI 10.22533/at.ed.92319150315

CAPÍTULO 16	157
PRELIMINARY SURVEY OF THE LARGE AND MEDIUM SIZE TERRESTRIAL MAMMALS IN THE STATE PARK OF SETE PASSAGENS, BAHIA	
Rosana da Silva Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.92319150316	
CAPÍTULO 17	167
PRODUÇÃO DE PELLETS DE CAPIM-ELEFANTE (<i>Pennisetum purpureum Schum</i>) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS	
Rosimeire Cavalcante dos Santos	
Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes	
Cynthia Patricia de Sousa Santos	
Sarah Esther de Lima Costa	
Ana Carolina de Carvalho	
Damião Ferreira da Silva Neto	
Renato Vinícius Oliveira Castro	
Angélica de Cássia Oliveira Carneiro	
DOI 10.22533/at.ed.92319150317	
CAPÍTULO 18	177
RICHNESS AND DISTRIBUTION OF MOSSES IN A BRAZILIAN DRY FOREST	
Evyllen Rita Fernandes de Souza	
Joan Bruno Silva	
Shirley Rangel Germano	
DOI 10.22533/at.ed.92319150318	
CAPÍTULO 19	191
SECAGEM DE QUIABO (<i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i>) EM ESTUFA	
Teresa Letícia Barbosa Silva	
Vimário Simões Silva	
DOI 10.22533/at.ed.92319150319	
CAPÍTULO 20	202
SOINGA: UMA NOVA RAÇA PARA PRODUZIR NO SEMIÁRIDO	
Fabíola Franklin de Medeiros	
Fábio Santos do Nascimento	
Nágela Maria Henrique Mascarenhas	
Luanna Figueirêdo Batista	
Mirella Almeida da Silva	
Antonio Leopoldino Neto	
Maycon Rodrigues da Silva	
João Paulo da Silva Pires	
Deivyson Kelvis Silva Barros	
Paloma Venâncio da Silva	
Leonardo Flor da Silva	
Bruna Marques Felipe	
Bonifácio Benicio de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.92319150320	

CAPÍTULO 21	206
TECNOLOGIA MITIGADORA DOS EFEITOS DA SECA EM ESPÉCIES DA CAATINGA COMO ESTRATEGIA PARA O RECAATINGAMENTO	
Carlos Alberto Lins Cassimiro Francisco de Sales Oliveira Filho Lidiana Vitória Calisto Alencar Selma dos Santos Feitosa Edvanildo Andrade da Silva Eliezer da Cunha Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.92319150322	
CAPÍTULO 22	214
UM SER-TÃO OUTRO: DOIS PONTOS, DUAS VISTAS	
Amilton Gonçalves dos Santos Nilha Verena Fonseca Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.92319150322	
CAPÍTULO 23	226
UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA PARA DIAGNÓSTICO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E O ACESSO À ÁGUA DOS MORADORES DA ZONA URBANA DE ESPERANÇA - PARAÍBA	
Joyce Salviano Barros de Figueiredo Ana Rebeca de Melo Araújo Francisco Ian Batista da Silva Mylla Christian Bezerra de Oliveira André Luiz Fiquene de Brito	
DOI 10.22533/at.ed.92319150323	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	235

SECAGEM DE QUIABO (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) EM ESTUFA

Teresa Letícia Barbosa Silva

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia Química
Campina Grande – PB

Vimário Simões Silva

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia Química
Campina Grande – PB

RESUMO: As técnicas pertinentes ao uso de polímeros naturais para o tratamento de água captada para o consumo humano estão cada vez mais em evidência, devido à maior eficiência de resultados e o menor risco à saúde da população. O Quiabo, *Abelmoschus esculentus* L. Moench, é uma hortaliça muito cultivada nos trópicos e subtropicais. Seu fruto verde é muito utilizado na alimentação humana, enquanto o maduro é muito eficazmente empregado como agente floculante em tratamento de águas. Portanto, é de suma importância o estudo da sua cinética de secagem, no intuito de alcançar as melhores condições para se executar o processo, sem interferir na natureza do produto. Neste trabalho são realizados experimentos para analisar a cinética de secagem de rodela de quiabo, utilizando uma estufa de secagem nas temperaturas de 70°C, 80°C e 90°C a fim de avaliar sua influência no processo. Constatou-se forte influência da temperatura na

taxa de secagem. Dos modelos semiteóricos ajustados aos dados coletados, o Logarítmico foi o que melhor descreveu o comportamento da secagem do quiabo nas condições estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Quiabo, Secagem, Cinética.

ABSTRACT: Related Techniques about the use of natural polymers for the treatment of collected water for human consumption are increasingly evident due to the greater efficiency of results and the lower health risk to the population. Okra, *Abelmoschus esculentus* L. Moench, is a very popular vegetable in the tropics and subtropics. Its green fruit is widely used in human food, while the ripe fruit is very effectively used as a flocculating agent in water treatment. Therefore, it is highly significant study their drying kinetics in order to achieve the best conditions to perform the process without interfering in the nature of the product. In this paper, experiments were carried out to analyze the drying kinetics of okra slices using a drying oven at temperatures of 70°C, 80°C and 90°C to evaluate their influence on the process. It was observed an accentuated influence of the temperature on the drying rate. The logarithmic model was the one that better described the behavior of okra drying in the studied conditions.

KEYWORDS: Okra, Drying, Kinetics.

1 | INTRODUÇÃO

As constantes alterações ambientais, devido ao aumento da concentração populacional e industrial, são fatores importantes para contaminação da água e de seus reservatórios. Atualmente, vêm-se buscando os mais diversos métodos de prevenção ou tratamento dos impactos causados ao meio ambiente.

O quiabo, *Abelmoschus esculentus* L. Moench, é uma hortaliça da família *Malvaceae*, muito cultivada nos trópicos e subtropicais. Os frutos verdes são consumidos em saladas, cozidos ou assados. Já, estando maduras, suas sementes são ricas em óleos e proteínas. Como o fruto maduro é rejeitado pelo consumidor, este pode ser amplamente utilizado no tratamento de águas (LIMA, 2007). Por fazer parte da alimentação humana, o quiabo não apresenta riscos à saúde, além de ter baixo custo. Ao ser utilizado em conjunto com o sulfato de alumínio, pode diminuir a quantidade necessária deste coagulante sem afetar a eficiência do processo (ASSIS *et al.*, 2011). O Brasil possui ótimas condições para a lavoura do quiabo, como o clima, por exemplo, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste. É o que afirmam Mota *et al.* (2005), que também se referem ao seu baixo custo de produção, bem como, resistência a pragas, alto valor nutritivo e ciclo rápido (*apud* MOTA, 2000).

Segundo Heck (sem data), a secagem se refere à retirada de água ligada fisicamente a uma substância, não incluindo os processos onde essa retirada se dê por meios mecânicos como centrifugação ou prensagem. Ela se aplica quando se deseja facilitar o manuseio de substâncias, baixar o custo de transporte de matérias-primas ou cumprir especificações relativas a um produto.

A umidade de um sólido pode ser classificada em duas categorias: base seca, que é a relação entre a massa de umidade (M_a) e a massa do sólido sem a umidade (M_d), e base úmida, que se refere ao quociente entre a massa de umidade e a massa do sólido úmido ($M_a + M_d$). A primeira pode ser expressa em massa de água por massa de sólido seco e a outra, em massa de água por massa de sólido úmido (PACHECO, 2013):

$$W_d = \frac{M_a}{M_d} \quad (1)$$

$$W_w = \frac{M_a}{M_a + M_d} \quad (2)$$

De acordo com Pacheco (2013), a relação entre uma umidade e outra é dada por:

$$W_d = \frac{W_w}{1 - W_w} \quad (3)$$

em que W_d é a umidade de base seca e W_w , a de base úmida.

Os modelos matemáticos mais aplicados para descrever o fenômeno de secagem de materiais de camada fina são os semiteóricos, vistos que se baseiam na suposição

de que as condições de fluxo sejam isotérmicas e que a resistência à transferência de massa se aplique apenas à superfície do produto, harmonizando teoria e facilidade de uso (SANTOS, 2014, apud BROOKER et al., 1992). Os parâmetros presentes nos modelos são ajustáveis de acordo com os dados experimentais. A razão de umidade adimensional, U_a , é calculada pela expressão:

$$U_a = \frac{X - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} \quad (4)$$

em que X é o teor de água no instante t , X_{eq} é o teor de água de equilíbrio e X_0 é o teor de água inicial (TEIXEIRA et al., 2015, apud SACILIK, 2007; DOYMAZ, 2011).

Este trabalho tem como objetivo principal estudar a cinética de secagem de quiabo em rodela, utilizando uma estufa. Seus objetivos específicos são a determinação da umidade das rodela de quiabo, a análise do efeito da variável operacional temperatura (70°C, 80°C e 90°C) na cinética de secagem e a aplicação de modelos que descrevem a cinética de secagem.

2 | METODOLOGIA

Foram pesadas três amostras de quiabo cortado em rodela, as quais foram colocadas em estufa a, aproximadamente, 105°C, durante 24 horas. Os dados de teor de umidade foram obtidos por meio das Equações (1) e (2).

A seguir, encontram-se figuras que representam as imagens das amostras de quiabo antes de depois da secagem.



Figura 1 – Rodelas de Quiabo antes da secagem por 24 horas, a 105°



Figura 2 - Rodelas de quiabo após 24 horas de secagem a 105°

A etapa seguinte do experimento foi realizada, também, em triplicata. Inicialmente, pesaram-se três amostras de quiabo em rodela na balança analítica. Após pesadas, as amostras foram colocadas, simultaneamente, na estufa com renovação e circulação de ar, já previamente aquecida a 70°C. A massa das amostras foi medida a cada pequeno intervalo de tempo (20 minutos), até que o decréscimo da massa fosse considerado insignificante, ou seja, até que a massa se mantivesse, praticamente, constante.

Os procedimentos acima descritos foram repetidos para as temperaturas de 80°C e 90°C da estufa, sendo que, para esta última temperatura, o intervalo de tempo tomado entre as medidas foi de 10 minutos e a temperatura ambiente média foi de 27°C.

Ressalta-se, aqui, que temperaturas inferiores a 70°C foram utilizadas neste trabalho, porém, descartadas uma vez que, nestas temperaturas, necessitava-se de um tempo de secagem de, aproximadamente, 24h horas para se atingir a massa de equilíbrio, tornando os experimentos bastante exaustivos e economicamente inviáveis. Figuras apresentando as imagens das amostras antes e após a secagem, para cada temperatura utilizada, encontram-se abaixo.



Figura 3 – Rodelas de Quiabo antes da secagem a 70 °C



Figura 4 – Rodelas de Quiabo após secagem a 70°C



Figura 5 – Rodelas de Quiabo antes da secagem a 80 °C



Figura 6 – Rodelas de Quiabo após a secagem a 80 °C

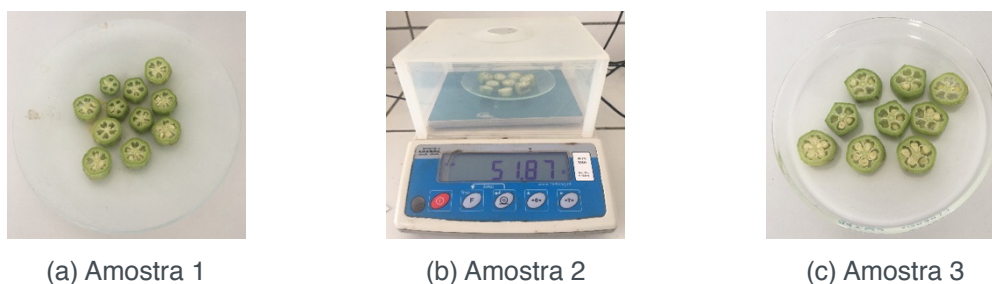


Figura 7 – Rodelas de Quiabo antes da secagem a 90 °C

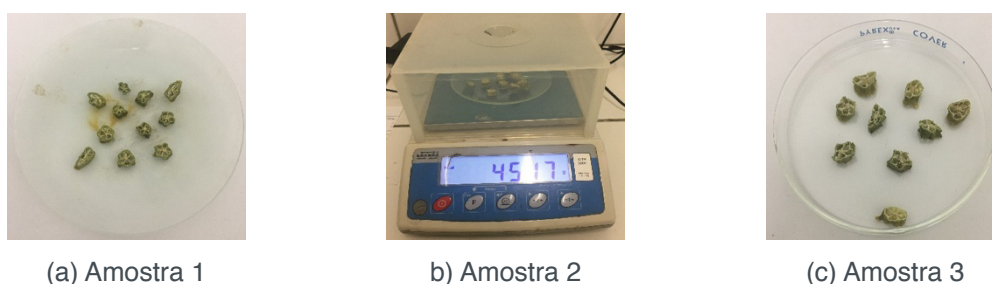


Figura 8 – Rodelas de Quiabo após a secagem a 90 °C

Os dados experimentais foram tratados utilizando o *software* Origin 8, que já implementa os cálculos do coeficiente de determinação (R^2), a soma dos quadrados dos resíduos (SQE) e o erro padrão da estimativa (SE). A equação (5) define o coeficiente R^2 , que mede a qualidade do ajuste do modelo para estimar corretamente os valores da variável resposta:

$$R^2 = \frac{(\sum_1^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}))}{[\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2]} \quad (5)$$

em que x_i é o i -ésimo valor observado da variável independente, \bar{x} é o valor médio da série x_i ; y_i é o i -ésimo valor observado da variável y , \bar{y} é o valor médio da série y_i e n é o número de elementos.

A equação (6), a seguir, contém a expressão para o cálculo da SQE:

$$SQE = \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (6)$$

Para se poder afirmar que um modelo de ajuste reproduziu bem todos os pontos

dos experimentos, o valor do coeficiente de determinação deve estar próximo à unidade, ou seja, 100%, enquanto a soma dos quadrados dos erros deve ser a mínima possível (OLIVEIRA, 2017, *apud* DRAPER e SMITH, 1998).

O cálculo do erro padrão da estimativa, SE, que é uma medida da incerteza ligada à estimativa da média na população, é descrito na equação (7):

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

em que n é o número de elementos e σ é o desvio padrão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Determinação da umidade das rodela de quiabo

A Tabela 1, a seguir, contém os valores de massa das amostras de quiabo medidas antes e após a secagem de 24h a 105°C.

Tempo (h)	Amostra 1 (g)	Amostra 2 (g)	Amostra 3 (g)
0	14,96	12,88	21,07
24	2,10	1,60	2,51

Tabela 1 - Massa de quiabo antes e depois da secagem a 105°C

Os valores da umidade em base seca e úmida foram obtidos de acordo as equações (1) e (2) e encontram-se em seguida:

Umidade	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
W_d	6,12	7,05	7,39	6,85
W_w	85,96	87,58	88,09	87,21

Tabela 2 - Umidade do quiabo (g água/g quiabo seco, em umidade de base seca - W_d , e g de água/ g quiabo total, por cento, em umidade de base úmida - W_w)

3.2 Análise do efeito da temperatura sobre a velocidade de secagem

As figuras a seguir representam os gráficos da massa *versus* o tempo de secagem para as temperaturas de 70°C, 80°C e 90°C, criados a partir do *software* Origin 8, utilizando os dados contidos nas tabelas presentes no Apêndice A.

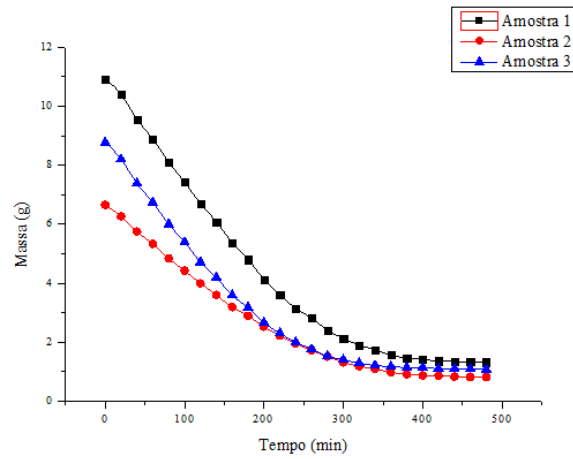


Figura 9 - Comportamento da massa das amostras 1, 2 e 3 com o tempo para temperatura de 70°C

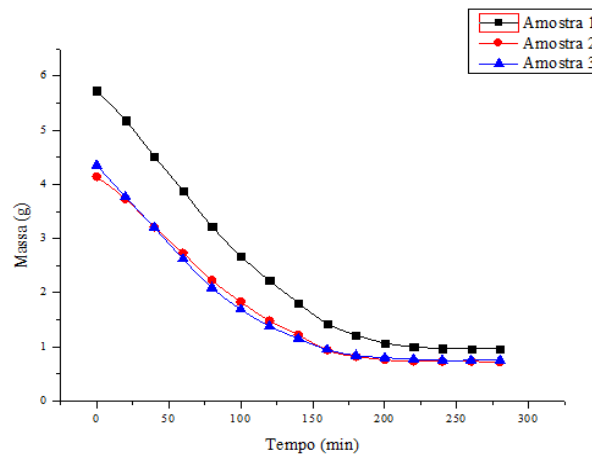


Figura 10 - Comportamento da massa das amostras 1, 2 e 3 com o tempo para temperatura de 80°C

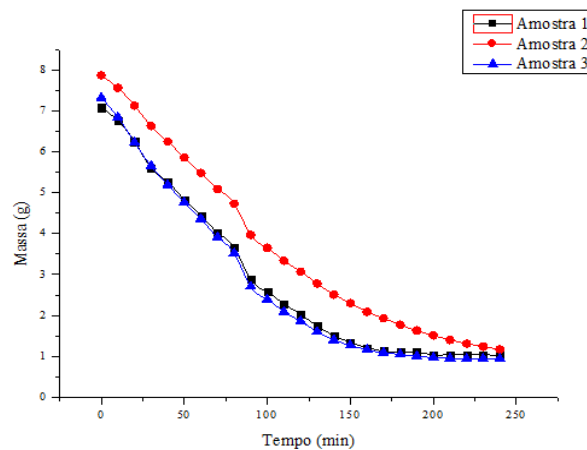


Figura 11 - Comportamento da massa das amostras 1, 2 e 3 com o tempo para temperatura de 90°C

A partir da análise dos gráficos das figuras anteriores, pode-se afirmar que os experimentos se deram de maneira satisfatória. Algumas interferências sofridas, como pode ser visto mais claramente na Figura 11, entre a nona e a décima medida, devem-se ao fato de que a temperatura da estufa não se mantinha constante em 100% do tempo, pela necessidade de abri-la para realizar as pesagens e por seu termômetro

análogo ser de difícil manuseio.

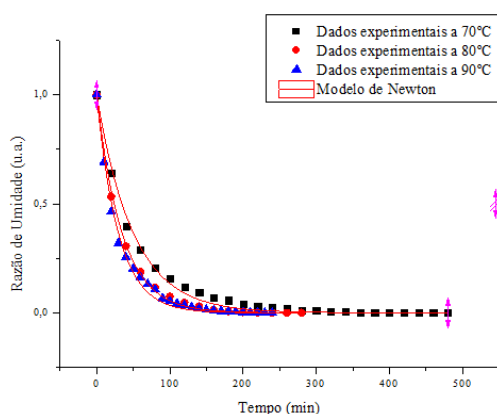
Pelos dados das tabelas, vê-se que, à temperatura de 70°C, houve remoção de cerca de 88% da massa inicial das amostras em 480 minutos de secagem e à temperatura de 80°C, levaram-se 280 minutos para remover, em média, 83% da massa inicial das amostras. A maior eficiência ocorreu à temperatura de 90°C, na qual foram removidos em torno de 86% da massa inicial das amostras em 240 minutos, como já era esperado, pois é sabido que a elevação da temperatura do ar de secagem influencia diretamente a energia térmica das moléculas de água, aumentando seu coeficiente de difusão e tornando a secagem mais rápida (OLIVVEIRA, 2017, *apud* QUEIROZ e NEBRA, 2001; NICOLETI *et al.*, 2001; PARK *et al.*, 2001).

Os valores calculados para a razão de umidade (U_a), a partir da Equação (4), encontram-se nas tabelas do Apêndice B, separados por temperatura.

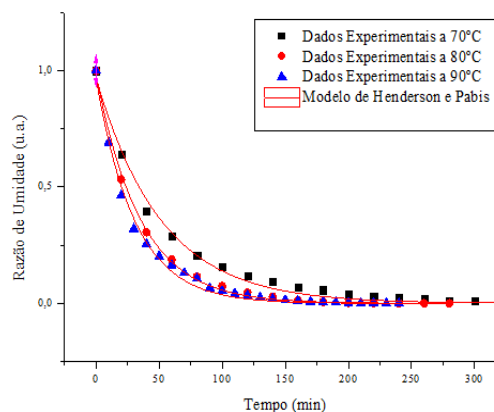
3.3 Ajuste dos modelos de secagem

Utilizando o *software* Origin 8, construíram-se os gráficos das razões de umidade obtidas para cada temperatura em função do tempo. Estes gráficos foram ajustados, por meio da função de ajuste não linear, aos modelos semiteóricos citados na revisão bibliográfica.

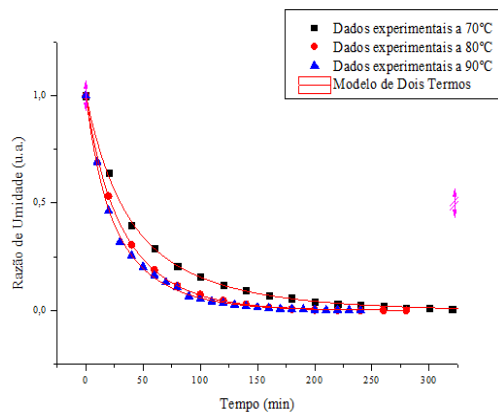
Observando a Figura 12, que segue, percebe-se que todos os quatro modelos se ajustaram aos dados experimentais coletados de maneira satisfatória, sendo o modelo de Dois termos o que obteve o melhor valor para o coeficiente de determinação, R^2 , para as três temperaturas utilizadas, que, conforme visto, deve apresentar um valor próximo a 100%. O modelo que apresentou o melhor conjunto de resultados, levando em consideração o valor de R^2 e do erro padrão da estimativa, SE, referente aos valores encontrados para seus parâmetros, foi o modelo Logarítmico, embora o modelo de Newton também tenha satisfeito as expectativas. No modelo de Dois Termos e no de Henderson e Pabis é que, apesar de o valor de R^2 ter sido bastante aceitável, os valores de SE não foram tão satisfatórios.



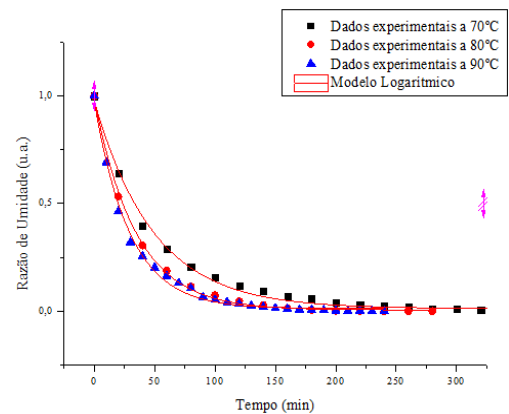
(a) Modelo de Newton



(b) Modelo de Henderson e Pabis



(c) Modelo de Dois Termos



(d) Modelo Logarítmico

Figura 12 – Ajustes dos modelos analisados na secagem do quiabo

Os resultados dos coeficientes de terminação e das somas dos quadrados dos resíduos para todos os ajustes realizados encontram-se na Tabela 3.

Modelos	R ² (%)			SQE		
	70°C	80°C	90°C	70°C	80°C	90°C
Newton	99,24	99,81	99,28	4,23708*10 ⁻⁴	1,4295*10 ⁻⁴	4,3137*10 ⁻⁴
Henderson e Pabis	99,30	99,81	99,34	3,9506*10 ⁻⁴	1,4060*10 ⁻⁴	3,9624*10 ⁻⁴
Dois Termos	99,94	99,99	99,87	3,3114*10 ⁻⁵	8,2051*10 ⁻⁶	7,9509*10 ⁻⁵
Logarítmico	99,44	99,83	99,44	3,1411*10 ⁻⁴	1,3101*10 ⁻⁴	3,3645*10 ⁻⁴

Tabela 3 – Valores obtidos para R² e SQE nos ajustes dos modelos matemáticos

As tabelas seguintes contêm os valores dos parâmetros e seus respectivos erros padrões da estimativa encontrados para cada modelo ajustado.

T (°C)	k	SE
70	0,02005	5,23179*10 ⁻⁴
80	0,02888	5,26532*10 ⁻⁴
90	0,03375	8,14644*10 ⁻⁴

Tabela 4 – Parâmetros e seus respectivos erros obtidos do ajuste do modelo de Newton

$$\text{Expressão: } U_a = e^{-kt}$$

T (°C)	a	SE-a	k	SE-k
70	0,9700	0,01765	0,0194	1,59056
80	0,9874	0,01124	0,0285	0,73278
90	0,9691	0,01700	0,0326	0,88689

Tabela 5 – Parâmetros e seus respectivos erros obtidos do ajuste do modelo de Henderson e Pabis

$$\text{Expressão: } U_a = a \cdot e^{-kt}$$

T (°C)	a	SE-a	k ₀	SE-k ₀	b	SE-b	k ₁	SE-k ₁
70	0,4825	0,05835	0,0125	5,04766	0,5208	0,05782	0,0375	2,3393
80	0,2321	0,04647	0,0727	2,23843	0,7680	0,04648	0,0238	1,2425
90	0,5861	0,09032	0,0232	3,35375	0,4192	0,08940	0,0706	2,36072

Tabela 6 – Parâmetros e seus respectivos erros obtidos do ajuste do modelo de Dois Termos

$$\text{Expressão: } U_a = a \cdot e^{-k_0 t} + b \cdot e^{-k_1 t}$$

T (°C)	a	SE-a	k	SE-k	c	SE-c
70	0,96506	0,01610	0,02041	6,6345*10 ⁻⁴	0,0123	0,00457
80	0,9838	0,01123	0,0291	7,1338*10 ⁻⁴	0,00576	0,00406
90	0,9650	0,01604	0,0342	1,1200*10 ⁻³	0,01174	0,00504

Tabela 7 – Parâmetros e seus respectivos erros obtidos do ajuste do modelo Logarítmico

$$\text{Expressão: } U_a = a \cdot e^{-k_0 t} + b \cdot e^{-k_1 t}$$

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o modelo Logarítmico foi o que representou de melhor maneira a cinética de secagem do quiabo por apresentar o melhor conjunto de resultados no que se refere ao coeficiente de determinação, R², com valor próximo a 100% e aos menores valores da soma dos quadrados dos resíduos, SQE, e do erro padrão da estimativa, SE, para os parâmetros.

O melhor comportamento de secagem obtido para o quiabo se deu à temperatura de 80°C para todos os modelos ajustados; A temperatura é o principal fator controlador do procedimento de secagem, influenciando de maneira diretamente proporcional a velocidade do mesmo, ou seja, quanto maior for o seu valor, mais rapidamente se chegará ao valor de equilíbrio da secagem.

Os resultados deste relatório foram apresentados como alternativa para otimização do processo de utilização do quiabo com floculante em tratamento de águas.

REFERÊNCIAS

ASSIS, G. B. R.; SILVA, E. M. S.; SILVA, A. C. **Ensaio de desidratação do quiabo (*Abelmoschus esculentus*) para uso como floculante**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência, 63., 2011, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: [s.n.], 2011. p. 1-4. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/arquivos/jovem/41ensaio.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

HECK, N. C. **Secagem**. Metalurgia Extrativa dos Metais Não-Ferrosos II-A - DEMET / UFRGS. Disponível em: <<http://www.ct.ufrgs.br/ntcm/graduacao/ENG06632/Secagem.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

LIMA, G. J. de A. **Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto**. 2007. 154 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/GuilhermeJulioMdeAbreuPEAMB_2007.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.

- MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; SILVA, D.J.H.; CORRÊA, P.C.; FIRME, L.P.; NEVES, L.L.M. **Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.3, p.722-725, jul.-set. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n3/a06v23n3.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2017.
- OLIVEIRA, A. E. T. P. **Estudo da Secagem de Scaffold Para Regeneração Óssea**. 2017. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.
- PACHECO, C. R. F. **Conceitos Básicos de Secagem**. 2002. 13 p. Optativa Aplicada (Engenharia de Alimentos II) - Universidade de São Paulo, [S.l.], 2002. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pqi2530/alimentos/pacheco_secagem_cap_1.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2017.
- SANTOS, H. C. **Secagem de folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) em estufa**. 2014. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.
- TEIXEIRA, P. C. M.; ZUNINGA, A. D. G.; RIBEIRO, L. **Modelagem Matemática e Cinética da Secagem da Amêndoa do Baru (*Dipteryx alata* Vog)**. 2015. 16p. (Engenharia de Alimentos) - Centro Científico Conhecer, Enciclopédia Biosfera, Tocantins, 2015. 11. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/modelagem%20matematica.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-192-3

