



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**DISSERTAÇÃO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E**  
**PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**CINÉTICA DE SECAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA**  
**TORTA E DO FARELO DE MAMONA EM FUNÇÃO DAS**  
**CONDIÇÕES DE SECAGEM E ARMAZENAGEM**

**MARCONDES BARRETO DE SOUSA**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**MARÇO - 2007**

**CINÉTICA DE SECAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA  
TORTA E DO FARELO DE MAMONA EM FUNÇÃO DAS  
CONDIÇÕES DE SECAGEM E ARMAZENAGEM**

**MARCONDES BARRETO DE SOUSA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Armazenamento e Processamento de  
Produtos Agrícolas

**ORIENTADORES:** Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**MARÇO - 2007**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- S725c Sousa, Marcondes Barreto de  
Cinética de secagem e composição química da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem / Marcondes Barreto de Sousa. — Campina Grande, 2007.  
125f. : il.
- Inclui Bibliografia.  
Dissertação(Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.  
Orientadores: Juarez Paz Pedrosa e Napoleão Esberard de Macedo Beltrão.
- 1— Cinética de Secagem – Resíduo da Mamona 2— Mamona – Armazenagem e Secagem 3— Mamona (Farelo e Torta) – Secagem e Armazenamento I— Título

CDU 664.23:582.757



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

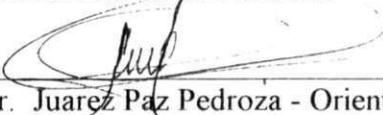


PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

MARCONDES BARRETO DE SOUSA

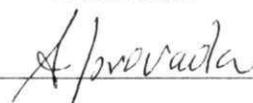
CINÉTICA DE SECAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA TORTA E DO FARELO DE  
MAMONA EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SECAGEM E ARMAZENAGEM

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_

Dr. Juares Paz Pedroza - Orientador

PARECER

  
\_\_\_\_\_

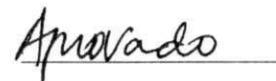
  
\_\_\_\_\_

Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão - Orientador

  
\_\_\_\_\_

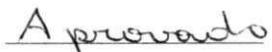
  
\_\_\_\_\_

Dr. Everaldo Paulo de Medeiros - Examinador

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinadora

  
\_\_\_\_\_

MARÇO - 2007

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Não importam quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho”.

*(Dalai Lama)*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas graças recebidas e por me iluminar e proteger em toda esta caminhada, não me abandonando nas horas difíceis, dando-me força, sabedoria, inteligência e coragem para seguir em frente e superar mais essa etapa da minha vida.

A minha família – Cristina, Salviano, Benedito, Irani, Vilani, Clemilda e Rafael, pelo apoio, incentivo e força; enfim, por tudo que fizeram por mim nessa caminhada. Por tudo, meu muito obrigado.

À Universidade Federal de Campina Grande por me ajudar na realização desse ideal.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Algodão – CNPA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, pela oportunidade e realização deste trabalho.

À CAPES, pela bolsa concedida.

Ao grande mestre, com muito apreço e respeito, Napoleão Beltrão, pela sabedoria, amizade, conhecimento e eficiente orientação ao longo do experimento.

Ao professor Juarez Pedroza, pela orientação, amizade e incentivo durante toda a execução deste trabalho.

A Rosiane Lima, pela ajuda, disponibilidade, incentivo e amizade durante o período do experimento.

Ao pesquisador da EMBRAPA Liv Soares Severino, pela grande ajuda, orientação, amizade e acompanhamento na pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Química: Adeilva (Diva), Menezes, José Carlos (Vovô), seu Chico, Jânio e a todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram a concretizar as análises de laboratório, dedicando-me atenção e apoio.

Com muito carinho, à professora Josivanda P. Gomes, pela atenção e ajuda nos momentos de dificuldade, durante a elaboração da dissertação.

Às secretárias da Coordenação de Pós-Graduação, Rivanilda e Aparecida, pela atenção, colaboração e amizade.

Aos muitos amigos conquistados: Hermeval, João Carlos, Júlio Cezar, Flávio, Rildo, Luizinho, Jaziel, Mozaniel, Regilane, Joabson, Jean, Adriano e Robson.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o bom desempenho deste trabalho.

Muito obrigado!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b>	iv
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	xiv
<b>RESUMO</b>	xvi
<b>ABSTRACT</b>	xvii
<b>1- INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 – Objetivos	3
1.1.1 – Objetivo geral	3
1.1.2 – Objetivos específicos	3
<b>2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	4
2.1- A mamoneira	4
2.1.1 – Características botânicas	4
2.1.1.1 – O fruto	5
2.1.1.2 – A semente	6
2.1.2 – Importância Socioeconômica	6
2.2 – Produtos da mamona	8
2.2.1- Óleo	8
2.2.2 – Torta e farelo	10
2.3 – Secagem	11
2.3.1 – Tipos de secagem	13
2.3.2 – Períodos de secagem	14
2.3.2.1 – Período inicial	14
2.3.2.2 – Período de secagem a taxa constante	14
2.3.2.3 – Período de secagem a taxa decrescente	15
2.3.3 – Efeitos da temperatura e velocidade do ar de secagem	16
2.3.4 – Cinética de secagem	17
2.3.4.1 – Modelos matemáticos	18
2.3.4.1.1 – Modelo de Page	18
2.3.4.1.2 - Modelo de Thompson	19
2.4 – Embalagem	19
2.5 – Armazenamento	21
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS</b>	22
3.1 – Localização do experimento	22

3.2 – Matéria-prima	22
3.3 - Caracterização físico-química da matéria-prima	23
3.3.1 – Teor de umidade (U)	23
3.3.2 – Teor de óleo	24
3.3.3 – Teor de cinzas	24
3.3.4 – Teor de matéria orgânica	25
3.3.5 – Proteína bruta	25
3.4 – Secagem	26
3.4.1 – Curvas de secagem	26
3.5 – Embalagens de armazenagem	27
3.6 – Umidade de armazenamento	27
3.7 – Temperatura de armazenamento	28
3.8 – Análise estatística	28
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	29
4.1 – Cinética de secagem	29
4.2 - Efeito das condições de secagem sobre o teor de umidade e da composição química da torta e do farelo de mamona	42
4.2.1 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona	42
4.2.2 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona	46
4.2.3 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona	47
4.2.4 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona	51
4.3 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de umidade e da composição química da torta e do farelo de mamona	56
4.3.1 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona	56
4.3.2 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona	57
4.3.3 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona	58
4.3.4 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona	59

4.4 – Efeito das condições de armazenamento sobre o teor de umidade e da composição química da torta e do farelo de mamona	59
4.4.1 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona	59
4.4.2 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona	60
4.4.3 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona	61
4.4.4 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona	62
<b>5- CONCLUSÕES</b>	63
<b>6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	64
<b>APÊNDICE A</b>	72
<b>APÊNDICE B</b>	100

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Composição inicial das variáveis que serão analisadas após secagem	23
<b>Tabela 2</b>	Valores médios de temperatura e umidade relativa do ar em Campina Grande, nos meses de julho a dezembro de 2006	28
<b>Tabela 3</b>	Parâmetros do modelo de Page e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ajustados às curvas de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C	34
<b>Tabela 4</b>	Parâmetros do modelo de Thompson e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ajustados às curvas de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C	34
<b>Tabela 5</b>	Parâmetros do modelo de Page e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ajustados às curvas de torta de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C	40
<b>Tabela 6</b>	Parâmetros do modelo de Thompson e coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ajustados às curvas de torta de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C	40
<b>Tabela 7</b>	Valores médios do teor de umidade da torta e do farelo de mamona em relação às temperaturas de secagem	42
<b>Tabela 8</b>	Valores médios das cinzas da torta e do farelo de mamona em relação às temperaturas de secagem	47
<b>Tabela 9</b>	Valores médios dos teores de matéria orgânica do farelo e da torta de mamona em relação às temperaturas de secagem	48
<b>Tabela 10</b>	Valores médios dos teores de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em relação às temperaturas de secagem	51
<b>Tabela 11</b>	Valores médios de umidade da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas	57
<b>Tabela 12</b>	Valores médios das cinzas da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas	58
<b>Tabela 13</b>	Valores médios dos teores de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas	58
<b>Tabela 14</b>	Valores médios de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas de secagem	59

<b>Tabela 15</b>	Valores médios de umidade da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenamento	60
<b>Tabela 16</b>	Valores das cinzas da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenamento	60
<b>Tabela 17</b>	Valores médios dos teores de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenagem	61
<b>Tabela 18</b>	Valores médios de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenamento	62
<b>Tabela 19</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 50°C	73
<b>Tabela 20</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 60°C	74
<b>Tabela 21</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 70°C	74
<b>Tabela 22</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 80°C	75
<b>Tabela 23</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 50°C	76
<b>Tabela 24</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 60°C	77
<b>Tabela 25</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 70°C	78
<b>Tabela 26</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 80°C	80
<b>Tabela 27</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 50°C	81
<b>Tabela 28</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 60°C	83
<b>Tabela 29</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 70°C	84
<b>Tabela 30</b>	Secagem de farelo de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 80°C	85
<b>Tabela 31</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 50°C	87

<b>Tabela 32</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 60°C	87
<b>Tabela 33</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 70°C	88
<b>Tabela 34</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 80°C	89
<b>Tabela 35</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 50°C	90
<b>Tabela 36</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 60°C	91
<b>Tabela 37</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 70°C	92
<b>Tabela 38</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 80°C	93
<b>Tabela 39</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 50°C	94
<b>Tabela 40</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 60°C	96
<b>Tabela 41</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 70°C	97
<b>Tabela 42</b>	Secagem de torta de mamona em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 80°C	98
<b>Tabela 43</b>	Resumo das análises de variância e das interações do teor de umidade da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem	101
<b>Tabela 44</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel	101
<b>Tabela 45</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de nylon	101
<b>Tabela 46</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico	102

<b>Tabela 47</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel	102
<b>Tabela 48</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de naylon	102
<b>Tabela 49</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico	103
<b>Tabela 50</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel	103
<b>Tabela 51</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de naylon	103
<b>Tabela 52</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico	104
<b>Tabela 53</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel	104
<b>Tabela 54</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de naylon	104
<b>Tabela 55</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico	105
<b>Tabela 56</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel	105
<b>Tabela 57</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon	105
<b>Tabela 58</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação	106

	às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico	
<b>Tabela 59</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel	106
<b>Tabela 60</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de nylon	106
<b>Tabela 61</b>	Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico	107
<b>Tabela 62</b>	Resumo das análises de variância e das interações do teor de cinzas da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem	107
<b>Tabela 63</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel	107
<b>Tabela 64</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de nylon	108
<b>Tabela 65</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico	108
<b>Tabela 66</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel	108
<b>Tabela 67</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de nylon	109
<b>Tabela 68</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico	109
<b>Tabela 69</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na	109

	camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel	
<b>Tabela 70</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de naylon	110
<b>Tabela 71</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico	110
<b>Tabela 72</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel	110
<b>Tabela 73</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de naylon	111
<b>Tabela 74</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico	111
<b>Tabela 75</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel	111
<b>Tabela 76</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon	112
<b>Tabela 77</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico	112
<b>Tabela 78</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel	112
<b>Tabela 79</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de naylon	113
<b>Tabela 80</b>	Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico	113

<b>Tabela 81</b>	Resumo das análises de variância e das interações do teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem	113
<b>Tabela 82</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel	114
<b>Tabela 83</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de nylon	114
<b>Tabela 84</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico	114
<b>Tabela 85</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel	115
<b>Tabela 86</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de nylon	115
<b>Tabela 87</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico	115
<b>Tabela 88</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel	116
<b>Tabela 89</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de nylon	116
<b>Tabela 90</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona	116

	secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico	
<b>Tabela 91</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel	117
<b>Tabela 92</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de nylon	117
<b>Tabela 93</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico	117
<b>Tabela 94</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel	118
<b>Tabela 95</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de nylon	118
<b>Tabela 96</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico	118
<b>Tabela 97</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel	119
<b>Tabela 98</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de nylon	119
<b>Tabela 99</b>	Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de	119

	plástico	
<b>Tabela 100</b>	Resumo das análises de variância e das interações do teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem	120
<b>Tabela 101</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel	120
<b>Tabela 102</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de naylon	120
<b>Tabela 103</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico	121
<b>Tabela 104</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel	121
<b>Tabela 105</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de naylon	121
<b>Tabela 106</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico	122
<b>Tabela 107</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel	122
<b>Tabela 108</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de naylon	122
<b>Tabela 109</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico	123
<b>Tabela 110</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel	123

<b>Tabela 111</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de naylon	123
<b>Tabela 112</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico	124
<b>Tabela 113</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel	124
<b>Tabela 114</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon	124
<b>Tabela 115</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico	125
<b>Tabela 116</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel	125
<b>Tabela 117</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de naylon	125
<b>Tabela 118</b>	Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico	126

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fruto da mamoneira	5
<b>Figura 2</b>	Sementes da mamoneira	6
<b>Figura 3</b>	Torta de mamona	22
<b>Figura 4</b>	Farelo de mamona	22
<b>Figura 5</b>	Embalagem de papel	27
<b>Figura 6</b>	Embalagem de r�fia (nylon)	27
<b>Figura 7</b>	Embalagem de plástico	27
<b>Figura 8</b>	Curva de secagem de farelo, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 1 cm, modelo matemático de Page	30
<b>Figura 9</b>	Curva de secagem de farelo, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 3 cm, modelo matemático de Page	30
<b>Figura 10</b>	Curva de secagem de farelo, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 5 cm, modelo matemático de Page	31
<b>Figura 11</b>	Curva de secagem de farelo, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 1 cm, modelo matemático de Thompson	31
<b>Figura 12</b>	Curva de secagem de farelo, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 3 cm, modelo matemático de Thompson	32
<b>Figura 13</b>	Curva de secagem de farelo, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 5 cm, modelo matemático de Thompson	32
<b>Figura 14</b>	Curva de secagem de torta, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 1 cm, modelo matemático de Page	36
<b>Figura 15</b>	Curva de secagem de torta, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 3 cm, modelo matemático de Page	36
<b>Figura 16</b>	Curva de secagem de torta, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 5 cm, modelo matemático de Page	37
<b>Figura 17</b>	Curva de secagem de torta, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 1 cm, modelo matemático de Thompson	37
<b>Figura 18</b>	Curva de secagem de torta, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 3 cm, modelo matemático de Thompson	38
<b>Figura 19</b>	Curva de secagem de torta, a temperaturas de 50, 60, 70 e 80�C, em camada de 5 cm, modelo matemático de Thompson	38
<b>Figura 20</b>	Teor de umidade do farelo de mamona secado em camadas de 1 e	43

	5 cm de espessura e armazenado em embalagem de papel.	
<b>Figura 21</b>	Teor de umidade do farelo de mamona secado em camada de 5 cm de espessura e armazenado em embalagem de papel.	42
<b>Figura 22</b>	Teor de umidade da torta de mamona secada em camadas de 3 e 5 cm de espessura e armazenada na embalagem de papel.	45
<b>Figura 23</b>	Teor de umidade da torta de mamona secada em camadas de 1 e 3 cm de espessura e armazenada na embalagem de plástico.	45
<b>Figura 24</b>	Teor de umidade da torta de mamona secada em camadas de 3 e 5 cm e armazenada nas embalagens de nylon e papel, respectivamente.	46
<b>Figura 25</b>	Teor de matéria orgânica da torta de mamona secada em camadas de 1 e 3 cm e armazenada na embalagem de plástico.	49
<b>Figura 26</b>	Teor de matéria orgânica da torta de mamona seca em camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel secada em camadas de 3 e 5 cm e armazenada na embalagem de nylon .	50
<b>Figura 27</b>	Teor de matéria orgânica da torta de mamona secada em camadas de 1 e 3 cm e armazenada nas embalagens de plástico e nylon, respectivamente.	50
<b>Figura 28</b>	Teor de proteína bruta do farelo de mamona secado em camadas de 1 e 5 cm e armazenado na embalagem de papel.	52
<b>Figura 29</b>	Teor de proteína bruta do farelo de mamona secado em camadas de 1 e 5 cm e armazenado na embalagem de nylon.	53
<b>Figura 30</b>	Teor de proteína bruta do farelo de mamona secado em camadas de 1 e 5 cm e armazenado na embalagem de plástico.	53
<b>Figura 31</b>	Teor de proteína bruta da torta de mamona secada em camadas de 1, 3 e 5 cm e armazenada na embalagem de papel.	54
<b>Figura 32</b>	Teor de proteína bruta da torta de mamona secada em camadas de 1, 3 e 5 cm e armazenada na embalagem de nylon.	55
<b>Figura 33</b>	Teor de proteína bruta da torta de mamona seca em camadas de 1, 3 e 5 cm e armazenada na embalagem de plástico.	55
<b>Figura 34</b>	Teor de proteína bruta da torta de mamona secada em camadas de 3 e 5 cm e armazenada na embalagem de nylon.	56



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

**Dissertação de Mestrado:** Cinética de secagem e composição química da torta e farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem

**Autor:** Marcondes Barreto de Sousa

**Orientadores:** Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

## RESUMO

Realizou-se este trabalho com o objetivo de determinar as curvas de secagem e a umidade de equilíbrio higroscópico da torta e do farelo de mamona (*Ricinus communis* L.), a fim de estudar os efeitos das condições de secagem e armazenagem sobre a composição química (teor de óleo, umidade, matéria orgânica, cinzas e proteína bruta). A torta e o farelo de mamona foram secados nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, e nas espessuras de um, três e cinco cm e, posteriormente, armazenados em três tipos de embalagem (papel, nylon e plástico), pelo período de seis meses, nas condições climáticas de Campina Grande, PB. Os resultados da cinética de secagem foram ajustados pelos modelos matemáticos de Page e Thompson, com delineamento experimental dois (materiais) quatro (temperaturas) três (espessuras) e três (embalagens), no total de 72 tratamentos. Observou-se, com os resultados obtidos, que as curvas de secagem se ajustaram bem aos modelos matemáticos, apresentando coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superior a 0,99. Nos componentes químicos avaliados não foram encontradas grandes alterações mas apenas um ganho maior de umidade nas embalagens de papel e nylon, em relação à embalagem de plástico, o que não ultrapassou os 7%. As cinzas e matéria orgânica permaneceram sem grandes variações e com relação ao teor de proteína, este diminuiu com o aumento da temperatura.

---

Palavras-chave: *Ricinus Communis* L., embalagem e umidade de equilíbrio



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

**M. Sc. Thesis:** Kinetic of dryness and chemical composition of the cake and bran of castor at relation of the conditions of dryness and storage

**Author:** Marcondes Barreto de Sousa

**Supervisors:** Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

### ABSTRACT

It accomplished this work with objective to determine the curves of dryness and moisture of equilibrium hygroscopic of the cake and bran of castor (*Ricinus Communis* L.), in order to study the effects of the conditions of dryness and storage about composition chemistry (purport of oil, moisture, organic matter, ashes and brutish protein). The cake and bran of castor were dried in temperature of 50, 60, 70 and 80°C, and thicknesses of one, three and five cm and later kept in three types of packings (paper, naylon and plastic) for one period of six months, in the climatic conditions from Campina Grande, PB. The effects in the kinetic of dryness went adjustable in the models mathematician by Page and Thompson, with delineately experimental two (materials) four (temperatures) three (thicknesses) and three (packings) with one whole of 72 treatments. Of accord with the results got on, looked that with relation the curves of drynesses, these adjust well on the model mathematician showing coefficient of determination ( $R^2$ ) high 0,99. In the component chemists valued didn't go met large alterations, came just a gain larger of moisture in packings of paper and naylon, at relation the packing of plastic, it didn't excel 7% the ashes and organic matter staid without big variations. In relation on the purport of protein, it reduced with increase of temperature.

---

Key-words: *Ricinus Communis* L, packing and equilibrium moisture

## 1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa originária, possivelmente, da Etiópia, no leste da África. Esta planta apresenta grande potencial para ser cultivada em amplas áreas do território brasileiro, em razão de apresentar expressiva resistência à seca, exigência em calor e luminosidade além de se adaptar perfeitamente ao clima semi-árido (CARTAXO *et al.*, 2004); além disso, a extraordinária multiplicidade de aplicações industriais de seu óleo e do valor agregado da torta e farelo como fertilizante orgânico e suplemento protéico para alimentação animal, quando destoxicada, situa a mamona entre as oleaginosas tropicais mais importantes da atualidade (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986).

Segundo Severino (2005), a torta é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona, produzida a partir da extração do óleo das sementes e o farelo a partir do processo mecânico de prensagem das sementes e da extração à base de solvente, na proporção aproximada de 1,2 tonelada para cada tonelada de óleo extraída, ou seja, corresponde a 55% de massa das sementes, valor que pode oscilar de acordo com o teor de óleo da semente e do processo industrial de sua extração.

No Brasil, o Nordeste poderá expandir sua área com mais 4,0 milhões de hectares em condições de sequeiro para produzir mamona, sendo o óleo a matéria-prima principal para a produção do biodiesel e o resíduo, torta e farelo, poderão ser base a recuperação dos seus solos que se encontram degradados e empobrecidos. De acordo com Beltrão (2002), poder-se-á cultivar cerca de até 6,0 milhões de hectares por ano com mamona no Nordeste, com produção total de resíduos de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas.

Com esta quantidade provável de torta e farelo de mamona, torna-se necessário oferecer, a esses resíduos, um destino ambientalmente correto, uma vez que o uso desses materiais como adubo orgânico e/ou concentrado para ração animal se vem destacando, segundo diversos pesquisadores; nos dois casos, é imprescindível o processo de destoxicação, todos eles por extrusão; após isto, é conveniente a secagem do material.

A operação unitária de secagem é importante pois visa preparar o produto para a armazenagem; entretanto, se mal conduzida, poderá prejudicar a qualidade comercial do produto antes mesmo da armazenagem ou, por outro lado, acelerar o processo de deterioração durante a armazenagem; assim, o conhecimento do mecanismo de ação da água entre os materiais biológicos e o ambiente é de grande importância no processamento, particularmente na secagem e armazenagem.

A secagem da torta e do farelo de mamona é muito pouco estudada, devendo ser bem conduzida, tanto no que se refere ao binômio tempo e temperatura de secagem, como, também, no que diz respeito ao nível de umidade final do produto. Em virtude da alta higroscopicidade dos materiais e de sua composição química, esta absorve com facilidade a umidade do ar, sobretudo à noite, e com a ação do vento levando as partículas minúsculas não permitindo, desta forma, a secagem natural em terreiro, em algumas regiões, e ainda proporciona umidade favorável ao desenvolvimento de mofo exercendo, para a armazenagem, cuidados especiais.

Quanto aos efeitos da umidade na conservação da torta e do farelo de mamona, a literatura não faz qualquer menção. De acordo com Oliveira et al. (2004), a maioria dos produtos biológicos apresenta propriedades de ceder ou absorver umidade do ar circundante e, quando submetidos a uma mesma temperatura, a umidade contida no material tende a entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar; contudo, quando a pressão de vapor do material é menor que a do ar, o material tenderá a absorver umidade e, em situação inversa, o material cederá umidade para o ar, fenômeno que ocorre em função, possivelmente, da relação entre a pressão de vapor da água do material e a pressão de vapor da água do ambiente.

Quanto ao armazenamento de alguns produtos biológicos, Andrade et al. (2003) relatam que a importância da armazenagem reside no fato de que, quando conduzida adequadamente, evita-se a ocorrência de perdas e se preserva a qualidade do produto. O armazenamento prolongado de um produto só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem e combate aos insetos, fungos e roedores. Segundo esses autores, as interações entre fatores abióticos (temperatura, teor de umidade, concentração de gás, umidade relativa ambiente, tipo e condições do armazém e características do sistema de aeração) e fatores bióticos (grãos, insetos, ácaros, fungos e bactérias) fazem com que o produto armazenado se torne um ecossistema e, dependendo dos níveis dos fatores e do grau das interações, o processo

de deterioração poderá ser ou não, acelerado. A manutenção da qualidade do produto armazenado está relacionada principalmente ao teor de umidade, à temperatura do produto, ao tipo de embalagem e ao tempo de armazenamento.

## **1.1 - OBJETIVOS**

### **1.1.1 – Objetivo geral**

Objetiva-se, com este trabalho, estudar a cinética e as condições de secagem e armazenagem sobre a composição química da torta e do farelo de mamona, visando fornecer subsídios para os produtores da região Nordeste, em relação ao uso racional desses produtos.

### **1.1.2 - Objetivos específicos**

- Construir curvas de secagem da torta e do farelo de mamona com as espessuras de um, três e cinco cm, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C e ajustá-las aos modelos matemáticos de Thompson e Page.
- Quantificar os teores de óleo, proteína bruta, umidade, cinzas e matéria orgânica na torta e no farelo de mamona, em função das condições de secagem e de armazenagem.
- Armazenar a torta e o farelo de mamona em três tipos de embalagem: papel, naylon e plástico.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - A mamona

#### 2.1.1 – Características botânicas

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) também conhecida como carrapateira, palma-cristi e enxerida, é um arbusto bastante complexo no que tange à morfologia, biologia floral e fisiologia, apresentando metabolismo fotossintético ineficiente (C<sub>3</sub>), porte muito variado de 0,8 a mais de 7,0 m de altura, ramificação caulinar simpodial, raiz fistulosa e vários tipos de expressão da sexualidade (AZEVEDO et al., 1997).

A mamoneira apresenta sistema radicular pivotante e raízes fistulosas, bastante ramificadas. Os tipos gigantes indicam raízes semelhantes às das árvores e podem atingir alguns metros de profundidade, dependendo do solo (MAZZANI, 1983). O caule possui grande variação na cor, presença de cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes (PRATA, 1969).

O caule é giniculado, espesso e ramificado, terminando com a inflorescência, tipo racemo; a haste principal cresce de forma vertical, sem ramificação, até o surgimento da primeira inflorescência, denominada cacho principal; os ramos laterais se desenvolvem da axila da última folha, logo abaixo da inflorescência, enquanto a haste principal e as ramificações podem ser cobertas por uma capa de cera, sendo mais abundante em plantas jovens. Há, ainda, cultivares com caule de coloração violeta, cinza e marrom (POPOVA e MOSHKIN, 1986).

As folhas são simples, grandes, com largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm de comprimento; do tipo digitolobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm de comprimento, apresentam filotaxia alternada do tipo 2/5 (duas folhas em cada cinco voltas de 360° no eixo do caule); em geral, são sete

lóbulos em cada folha a qual pode apresentar cor verde ou avermelhada (PRATA, 1969).

### 2.1.1.1 - O fruto

O fruto da mamona é uma cápsula que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinho (Figura 1), e deiscente ou indeiscente. De acordo com Graner e Godoy Júnior (1967), os frutos podem ser pouco ou muito papilados; o cacho, que é a infrutescência, tem conformação cônica, cilíndrica ou mais ou menos esférica, comprimento variando de 10 cm até 80 cm, dependendo do ambiente e, principalmente, da cultivar (PRATA, 1969). Pode, ainda, apresentar cor verde ou vermelhada, com coloração intermediária; no amadurecimento ele se abre ou não e pode liberar as sementes, dependendo do nível de deiscência.



Foto: Marcondes Barreto de Sousa

**Figura 1.** Fruto da mamoneira

Segundo Mazzani (1983), a variabilidade dos frutos se manifesta na cor, na cerosidade, na forma, no tamanho, na deiscência, na caducidade e na presença e ausência de papilas – acúleos, vulgarmente chamados espinhos.

### 2.1.1.2 - A semente

De acordo com Távora (1982), a semente da mamoneira apresenta tamanho variável. A massa de 100 sementes pode variar de 10 a 100g, com média de 30g nas cultivares anãs e de 45 a 75g nas cultivares de porte médio, como é o caso da BRS 149 Nordestina e da BRS 188 Paraguaçu. O comprimento das sementes de mamona varia de 0,8 a 3 cm, de 0,6 a 1,5 cm de largura e de 0,4 a 1 cm de espessura.

A semente de mamona (Figura 2) apresenta dormência que varia entre cultivares e racemos, chegando à quase nulidade após meses de armazenamento (LAGO et al., 1979). Conforme Távora (1982), a constituição da semente de mamona é da seguinte forma: tegumento externo e interno; carúncula; endosperma e embrião. O tegumento externo da semente é representado pela casca, dura e quebradiça, tendo ainda uma película interna, fina, que envolve o albúmen, que é branco, compacto e rico em óleo (RIBEIRO FILHO, 1966)



Foto: Marcondes Barreto de Sousa

**Figura 2.** Sementes da mamoneira

### 2.1.2 - Importância socioeconômica

Entre as espécies cultivadas economicamente no Brasil, a mamoneira é uma das menos exigentes, em termos de clima, solo e manejo cultural. Ela tem a capacidade de gerar um produto cujo leque de possibilidades de aplicações industriais é bastante

amplo; trata-se de óleo de mamona, cujo principal componente, o ácido ricinoléico, abriga as moléculas com propriedades bastante flexíveis e estrutura de certa forma incomum, entre os ácidos graxos existentes nos óleos vegetais. Segundo Vieira et al. (1998) essas características conferem, ao óleo de mamona, condições especiais, permitindo sua utilização em mais de 400 processos industriais, como na produção de anticongelantes de combustível de avião e espaçonaves, dentre outras utilidades.

A mamoneira é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial, é conhecido desde a antiguidade devido às propriedades medicinais e como azeite para iluminação (COELHO, 1979). Da sua industrialização se obtém, como produto principal, o óleo e, como subprodutos, a torta e o farelo, os quais possuem altos teores de matéria orgânica, nitrogênio e proteínas, entre outros, sendo necessário que os mesmos passem por um processo para tirar a sua toxicidade, mas, por se tratar de um processo de desintoxicação bastante complexo e, muitas vezes, caro, as usinas de óleo preferem vender a torta e o farelo apenas como fertilizantes.

O óleo da mamona tem uma estrutura química singular, predominando o ácido ricinoléico em 90% de sua composição; as características deste ácido são conferidas pela sua estrutura química com grupo hidroxila no carbono 12 e dupla ligação no carbono 8, sendo a única fonte comercial com esta singularidade (SAVY FILHO et al., 1999). A extração do óleo da semente ou da baga é realizada por meio de máquinas apropriadas em que o método utilizado pode ser por prensagem, a frio ou a quente ou, ainda, extração por solvente.

No período de 1980 a 1999, a Índia e a China foram os principais produtores mundiais de mamona em baga, tanto em termos de área cultivada quanto em produtividade. A participação desses países na área total mundial era, em média, no período 1980/85, de 50%, mantendo-se em crescimento até 1998, quando atingiu 82%, declinando ligeiramente para 80% em 1999. O Brasil, que detinha a segunda maior área cultivada de mamona em bagas do mundo, em média, nos períodos 1980/1985 e 1986/1991, teve sua participação na área mundial reduzida em 26%, em 1980/1985, para 8%, em 1999 mantendo, no entanto, a terceira posição entre os principais países produtores (SANTOS et al., 2001).

De início, no Brasil a mamoneira se desenvolveu internamente de forma comercial, nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Nas regiões Sudeste e Sul, para garantir a competitividade com outros produtos concorrentes, foi necessário o emprego de técnicas que facilitassem a mecanização e o desenvolvimento de variedades mais rentáveis (COELHO, 1979).

No Estado da Bahia, responsável por 85% da produção brasileira de mamona em baga, o comprador final deste produto é a indústria de óleo, que recebe a maior parte do produto via intermediários e cuja distorção ocorre em virtude da falta de concentração da produção e do grande número de pequenos produtores, sem meios de levar seu produto diretamente à indústria (SICM, 1995).

A comercialização da mamona passou a ter nova fase na Bahia, com a indústria comprando diretamente ao produtor, em especial de associações de pequenos produtores rurais, a título de incentivo, de 2% sob o valor da saca para as associações; mesmo assim, o intermediário continua presente, comprando não só para as indústrias instaladas nos Estados da Bahia, Brasil Way, Candeeiros e para a própria Bom Brasil mas, também, para outras instaladas em São Paulo, a exemplo de Bi-óleo, Olema e Ceralite.

## **2.2 - Produtos da mamona**

### **2.2.1 - Óleo**

O óleo de mamona é o principal produto da mamoneira, extraído de suas sementes, cujo conteúdo se situa, em geral, entre 40 e 60%, em variedades comerciais. É composto quase totalmente de triglicerídeos, em particular de ricinoléico (cerca de 90%), cuja fórmula na amêndoa varia de 55 a 70%.

A mamona foi trazida para o Brasil pelos portugueses, com a finalidade de utilizarem seu óleo para iluminação e lubrificação de eixos de carroças. O clima tropical aqui predominante facilitou o seu alastramento, a tal ponto que hoje se pode encontrar a mamona em quase todo o território nacional, como se fosse uma planta nativa, e em culturas destinadas à produção de óleo (CHIERICE e CLARO NETO, 2001)

Também conhecido no Brasil como óleo de rícino, possui enorme versatilidade química dentro do ramo industrial, podendo ser utilizado em rotas de síntese para uma grande quantidade de produtos, com aplicação na área de cosméticos, lubrificantes e polímeros, além de poder ser um substituto do petróleo na síntese de vários produtos. A partir do óleo de mamona se pode obter também o biodiesel, que poderá substituir o óleo diesel derivado de petróleo no uso como combustível ou como aditivo para este, em proporções de 2 e 5%.

O potencial industrial do óleo de mamona é caracterizado por dois fatores primordiais: primeiro, pela predominância de uma única molécula em sua composição, composta de 89,5% do triglicerídeo do ácido ricinoléico e pela versatilidade química da molécula em que o ácido ricinoléico possui três grupos funcionais altamente reativos, permitindo a síntese de um grande número de derivados. Segundo Vieira et al. (1998), a capacidade de processamento da indústria nacional é de 750 mil toneladas de bagas de mamona por ano enquanto cerca de 75% da capacidade industrial se encontram no Nordeste.

O óleo bruto é de coloração palha-claro que, ao ser refinado, fica quase incolor, com odor característico e considerado insalubre por muitas pessoas, mas pode ser facilmente desodorizado. O óleo é tradicionalmente de uso medicinal, laxante e causa irritação na mucosa intestinal, estimulando a evacuação dos intestinos humano e animal; além disso, é solúvel em solventes, como etanol, metanol, éter, clorofórmio e no ácido acético glacial (FREIRE, 2001).

De acordo com Krug e Mendes *apud* Ribeiro Filho (1966), o teor de óleo das sementes depende de vários fatores, como cultivares utilizadas, condições ambientais e formas de obtenção. Quando é obtido das sementes com casca, varia de 36 a 58% na semente inteira e, sem casca, de 50 a 72%, na amêndoa. As variedades atualmente em distribuição no Brasil, são IAC 80 e IAC 226 para o Estado de São Paulo com teores de óleo de 47 e 48%, respectivamente (CARVALHO, 1988). Para a região Nordeste existem as cultivares Sipeal 28, Baianita e Pernambucana, todas com cerca de 47% de óleo. As cultivares lançadas pela Embrapa Algodão, para as condições semi-áridas do Nordeste, são BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, ambas com conteúdo de óleo entre 49 e 48%, respectivamente, e consideradas, por Vieira et al., (1998) as melhores cultivares em distribuição.

### 2.2.2 - Torta e farelo

A mamona é conhecida, hoje, como a única oleaginosa que produz óleo glicérido solúvel em álcool; ela possui entre 35 e 55% de óleo nas sementes que variam de 0,1 a 10 g/unidade de massa (AZEVEDO et al., 1997). A torta e o farelo são os resíduos de extração do óleo que pode ter diversos usos, desde fonte de alimento protéico para animais monogástricos e poligástricos, além de servir de fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais (BOSE e WANDERLEY, 1988). Segundo esses, depois de destoxicados, com no máximo 70% de matéria orgânica e mínimo de 5% de nitrogênio, se constituem em um excelente fertilizante orgânico (POTAFOS, 1998).

A torta e o farelo de mamona têm grande utilidade na agricultura familiar, podendo servir de fonte de renda ao monocultor, e na sua comercialização. Em função da presença de substâncias altamente tóxicas em sua composição química, a princípio a torta e o farelo de mamona somente eram empregados como fertilizante; sua toxidez se deve a três fontes: a uma proteína extremamente tóxica, denominada ricina, a um alcalóide ligeiramente tóxico, conhecido como ricinina e a uma fração alergênica, que é o complexo glicoproteína (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986).

Atualmente, com o desenvolvimento de técnicas eficientes para eliminar a toxidez, a torta e o farelo de mamona passaram a ter outros usos, embora os mais representativos sejam a adubação e a alimentação animal. Como adubo, eles vêm sendo utilizados há muito tempo. Bayma apud Hemerly (1981) afirmaram que de todos os adubos vegetais as tortas, farelos e resíduos oleaginosos eram os mais eficientes da classe e, dentre eles os obtidos da mamona eram os de mais alto poder na restauração dos solos. Na Europa e nos Estados Unidos também na década de 30 sua utilização já era bastante significativa. Ressalta-se que, nesta época e nesses países, os adubos minerais já eram largamente fabricados.

### 2.3 - Secagem

A secagem de produtos agrícolas pode ser definida como um processo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção da umidade excessiva contida no interior do produto, por meio de evaporação causada, em geral, por convecção forçada de ar aquecido, de modo a permitir a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento, e em longos períodos de tempo (CORRÊA e AFONSO JÚNIOR, 1999).

A desidratação ou secagem, é um dos métodos mais antigos de preservação dos alimentos e realizada, de modo geral, por um processo em que se utiliza energia térmica para remover parte ou a quase totalidade de água. São vários os processos de desidratação, uns mais complexos que outros, mas todos com a finalidade de prolongar a vida dos produtos agrícolas (TRAVAGLINI et al., 2001).

O processo de secagem visa à redução do teor de água, facilitando seu transporte, manuseio e armazenamento (BROD et al., 1999). Outra vantagem da secagem é que a matéria alimentar pode ser comercializada no período da entressafra (VASQUEZ et al., 1997).

Por meio da secagem se evita o desperdício de alimentos, agregando valor aos produtos agrícolas e também como importante recurso em caso de excesso de produção (QUEIROZ et al., 2003). Remover a água dos alimentos surgiu como forma de conservação, inibindo o crescimento de microrganismos, além de prevenir grande parte das reações bioquímicas que ocorrem na presença de umidade (FIOREZE, 2004). A secagem de produtos perecíveis com altos teores de umidade apresenta, inicialmente, diversas vantagens, como: manutenção dos constituintes minerais, inibição da ação de microrganismos e utilização de embalagens mais econômicas (WOODROOF e LUH, 1975).

A importância do conhecimento dos efeitos da secagem sobre as propriedades químicas e biológicas do produto se dá em função dos fenômenos de transferência de massa nos produtos agrícolas (CAMARGO, 2003).

Durante a secagem é necessário o fornecimento de calor para evaporar a umidade do material e de um sorvedor de umidade para remover o vapor de água formado na superfície do material a ser secado. Uma vez que o produto é posto em contato com o ar quente, ocorre transferência de calor do ar para o produto, em função da diferença de temperatura; simultaneamente, ocorre uma diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar e a superfície do produto, determinando a transferência de massa (umidade) para o ar (PARK et al., 2001).

Os fatores que influenciam a taxa de secagem com a utilização do ar forçado são, principalmente, a temperatura, a umidade relativa do ar ambiente, temperatura e fluxo do ar de secagem, umidade inicial, final e de equilíbrio do produto, temperatura e velocidade do produto no secador ou estufa, a variedade e o histórico do produto do plantio até a colheita (BAKKER-ARKEMA et al., 1978).

O conhecimento da umidade do material inicial e final (equilíbrio), da sua relação com a estrutura sólida e do transporte da água do interior do material até a sua superfície, possibilita fundamentar o fenômeno da secagem (BROD et al., 1999).

O fenômeno da secagem não pode ser generalizado para materiais biológicos pois possuem características próprias e propriedades que podem sofrer importantes alterações durante a secagem. A eficiência do processo de secagem está relacionada à qualidade do produto final (PARK et al., 2001).

Uma equação empírica é usada com frequência na análise de secagem de grãos, análoga à lei do resfriamento (BROOKER et al., 1992); esta equação assume que toda consistência do fluxo de umidade está concentrada na camada superior dos grãos e que a taxa de perda de umidade do grão para o ambiente a uma temperatura constante, é proporcional à diferença da umidade da semente e do seu teor de umidade de equilíbrio.

Segundo esta teoria, o fenômeno da secagem pode ser demonstrado pela equação diferencial seguinte:

$$\frac{du}{dt} = -K (U_t - U_e) \quad (\text{equação 1})$$

em que:

$U_t$  = umidade no tempo t

$U_e$  = umidade de equilíbrio

K = constante de secagem

Por interpretação entre os limites  $U_0$  no início da secagem e  $U_e$  com o tempo t qualquer de secagem, tem-se:

$$R_u = \frac{(U_t - U_e)}{(U_0 - U_e)} = e^{-Kt} \quad \text{(equação 2)}$$

em que:  $R_u$  = razão de umidade

$U_0$  = teor de umidade inicial

t = tempo de secagem

### 2.3.1- Tipos de secagem

A secagem natural é entendida como aquela em que o ar que promove a secagem do produto provém da ação dos ventos e a energia direta do sol. Esta secagem é a mais utilizada em países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento, devido à pouca tecnologia a ser empregada e ao baixo custo para sua realização, além do fato de que nesses países em determinados períodos do ano as condições climáticas favorecem este tipo de processo (CAVALCANTI MATA, 1997); a artificial é realizada em uma estufa com circulação de ar, submetendo-se o produto úmido à ação de uma corrente de ar, geralmente quente, obtida por uma fonte de energia calorífica, que pode ser realizada a baixas temperaturas, usando-se o ar natural levemente aquecido, e a altas temperaturas onde, usualmente, são empregados processos de secagem em camada fixa com fluxo cruzado, fluxo concorrente e fluxo contracorrente.

### **2.3.2 – Períodos de secagem**

O processo de secagem, baseado na transferência de calor e de massa, pode ser dividido em três períodos: no período inicial ou período de se entrar em período operacional; período de secagem a taxa constante, em que as transferências de calor e de massa interface ar-produto governam a secagem e determinam ou estabelecem a velocidade com que o produto é secado, e período de secagem, a taxa decrescente.

#### **2.3.2.1 – Período inicial**

O primeiro período representa o início da secagem, ocasião em que ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água visto que, inicialmente, o material estava com temperatura abaixo da temperatura de secagem; essas elevações se mantêm até o ponto em que a temperatura de calor é equivalente à transferência de massa (água). A duração deste período é insignificante em relação ao período total de secagem (PARK, 1991).

#### **2.3.2.2 – O período de secagem a taxa constante**

Este fenômeno é observado em produtos nos quais a resistência externa para evaporar e remover o vapor de água da superfície para o meio, é maior que a resistência interna da migração de umidade e se caracteriza pelo fato da superfície do material ser mantido a um nível de água similar a uma área de água livre, ou seja, a secagem ocorre de forma semelhante à água pura evaporada; portanto, é função da velocidade, temperatura e umidade do ar externo (ARAÚJO et al., 2001).

Este período se caracteriza pela taxa constante de secagem. A água evaporada é a água livre. A transferência de massa e calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante; por outro lado, enquanto houver quantidade suficiente de água na

superfície do produto para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante (PARK, 1991). Neste período, o produto permanece com a superfície coberta por uma camada de líquido, água não ligada, e com temperatura constante e igual à temperatura de bulbo úmido do ar. O líquido absorve calor e se vaporiza a uma taxa constante (CHIRIFE, 1983).

A taxa de secagem no referido período pode ser determinada através da equação de transferência de massa ou da equação de transferência de calor. Durante o tempo de secagem a quantidade de água disponível no interior do produto é bastante elevada, caso em que a água na superfície do produto evapora como água livre, sendo a pressão de vapor de água na superfície constante e igual à pressão de vapor de água pura (BROD *et al.*, 1999).

Para materiais biológicos, é difícil a existência deste período, de vez que as condições operacionais de secagem são tais que a resistência às transferências de massa se encontra essencialmente no interior do produto, fazendo com que a taxa de evaporação na superfície seja bem superior à taxa de reposição de umidade do interior para a superfície do material.

### **2.3.2.3 – Período de secagem a taxa decrescente**

Este período é quase sempre o único observado na secagem dos produtos agrícolas. No momento em que a quantidade de água diminui na superfície, ocasiona um decréscimo na velocidade de secagem, dando início ao período a taxa decrescente. A complexidade dos fenômenos de secagem conduz os pesquisadores a proporem numerosas teorias e múltiplas fórmulas empíricas para predizer a taxa de secagem (BROD *et al.*, 1999). Neste mesmo tempo, a quantidade de água presente na superfície do produto é menor reduzindo-se, portanto, a transferência de massa, enquanto a transferência de calor não é compensada pela transferência de massa. O fator limitante nesta fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. Quando o produto atinge a umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, o processo é encerrado (PARK, 1991).

Nogueira (1991) descreveu que o período referido ocorre desde o momento em que a concentração da água começa a diminuir na superfície do material, a velocidade de secagem diminui e a migração interna da água é que determina a taxa de secagem.

Segundo Almeida (1979) e Fortes e Okos (1980), para a maioria dos materiais granulares e sólidos porosos, de modo geral este período pode ser subdividido em dois regimes: 1 – na secagem, que ocorre em uma zona de superfície insaturada, isto é, não existe continuidade de água em toda a superfície de evaporação. A superfície de evaporação diminui e, portanto, a taxa total de evaporação da superfície também decresce; é a zona de superfície insaturada; 2 - na região de vaporização, que se localiza no interior do material e na razão de secagem, controlada pelo movimento interno da água, etapa esta pouco influenciada pelas condições ambientais: é a zona de controle interno.

De acordo com Chirife (1991), os principais mecanismos de transporte durante o período de taxa decrescente, são: difusão líquida, escoamento capilar e difusão de vapor, que podem ocorrer ao mesmo tempo, na segunda etapa deste período, em que a umidade de equilíbrio está abaixo da saturação e a difusão da fase é, provavelmente, o mecanismo dominante.

### **2.3.3 - Efeitos da temperatura e velocidade do ar de secagem**

Segundo Daudin (1983) os produtos são muito diferenciados entre si, devido a sua forma, estrutura e dimensões, além das condições de secagem serem muito diversas, conforme as propriedades do ar de secagem e a forma como se faz o contato ar-produto. Uma vez que o produto é colocado em contato com ar quente ocorre uma transferência de calor do ar ao produto sob efeito da diferença de temperatura existente entre eles; simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de massa para o ar, e última se faz na forma de vapor de água, isto é, uma parte do calor que chega ao produto é utilizada para vaporizar a água.

A taxa de secagem pode ser acelerada com o aumento da temperatura do ar de secagem e/ou com o aumento do fluxo de ar que passa pelo produto por unidade de tempo. A quantidade de ar utilizada para a secagem depende de vários fatores, dentre eles, a umidade inicial do produto e a espessura da camada.

Várias pesquisas para secagem de produtos agrícolas consideram a temperatura do ar de secagem como o fator de maior influência na cinética e qualidade do produto final (OGIHARA, 1989; YOSHIDA, 1997; PRADO, 1998 e GOUVEIA, 1999).

#### **2.3.4 – Cinética de secagem**

De acordo com Vagenas et al., (1990) ao estudarem a secagem de produtos agrícolas verificaram que, dentre as dificuldades ou problemas encontrados durante a secagem, tem-se a complexidade da composição e estrutura dos produtos. Os fenômenos que envolvem o processo de secagem são complexos e levam os pesquisadores a proporem numerosas teorias e múltiplas fórmulas empíricas para prever a taxa de secagem (BROD et al., 1999).

Na cinética de secagem de torta e farelo de mamona, a temperatura do ar é o fator de maior influência na taxa de secagem (ALSINA et al., 1997; PRADO et al., 2000) e a espessura da camada do produto exerce pequeno efeito sobre as curvas de secagem, aumentando apenas o tempo de secagem.

Existem métodos empíricos, teóricos e semi-teóricos para se descrever matematicamente o processo de secagem. O método empírico é utilizado para análise de secagem através de dados experimentais que podem ser determinados em laboratório e na utilização da análise adimensional; geralmente, este método se baseia nas condições externas de secagem, não fornecendo indicações sobre o transporte de energia e massa no interior do produto, muito embora forneça informações práticas para elaboração de projetos (FORTES e OKOS, 1980).

Os métodos de cálculo da cinética de secagem são aplicados de modo diferente, dependendo do período de secagem considerado. No período de secagem a taxa

constante, as transferências de calor e de massa na interface ar-produto governam a secagem e fixam a sua velocidade, enquanto as equações definem as transferências de calor e de massa na interface ar-produto, fazendo referência a uma noção de condutância de superfície, interpretada por um fenômeno de camada limite, enquanto no segundo período as transferências internas são limitantes e este período é, quase sempre, o único observado para secagem de produtos agrícolas e alimentícios (ALONSO, 2001).

O processo de secagem é analisado através da obtenção das curvas de secagem apresentadas na forma de umidade adimensional ( $x/x_0$ ) em função do tempo, a taxa de secagem ( $N$ ) em função da umidade absoluta ( $x$ ) e o adimensional de água livre ( $x - x_e / x_0 - x_e$ ) em função do tempo, em que  $x_e$  é o valor da umidade de equilíbrio.

#### **2.3.4.1 – Modelos matemáticos**

Os modelos matemáticos de secagem podem ser usados para prever o comportamento de secagem para determinado tipo de produto, em particular, além de serem usados para determinar o efeito da mudança de certos parâmetros na eficiência da secagem ou para minimizar os custos de operação do sistema (ALMEIDA et al., 2003).

Tem-se utilizado, para a modelagem das curvas de secagem, relações matemáticas semiteóricas e empíricas. Dentre os diversos modelos empregados para expressar este comportamento se destacam os modelos de Page e Thompson.

##### **2.3.4.1.1 - Modelo de Page**

O modelo empírico de Page (Equação 3) infere, de forma satisfatória, os dados de secagem de produtos agrícolas e é muito utilizado para descrever o comportamento de secagem de uma ampla variedade de materiais biológicos (TAN et al., 2001). Segundo Pinto e Tobinaga (1996), esta equação é bastante utilizada em secagem de produtos agrícolas, em particular de grãos e sementes.

Equação de Page:

$$RU = e^{-Kt^n} \quad (\text{equação 3})$$

em que: RU= razão de umidade (adimensional)

K, n constantes do modelo que dependem das condições de operação do processo de secagem e características do material a ser secado

t = tempo (min).

#### 2.3.4.1.2 - Modelo de Thompson

Thompson, citado por Brooker et al., (1974), desenvolveu uma das várias equações empíricas propostas para a secagem de grãos:

Equação de Thompson:

$$t = \ln(RU)^A + \ln(RU)^B \quad (\text{equação 4})$$

$$t = \ln(RU)^{A+B}$$

onde A e B são constantes relacionadas à temperatura do ar e RU é a razão de umidade.

## 2.4- Embalagem

O desenvolvimento da embalagem teve início com a origem do homem; as primeiras foram utilizadas para facilitar o transporte dos alimentos, vitais à sua sobrevivência. O transporte dos alimentos era feito através de cascas, cabeças ocas e grandes conchas no transporte de líquidos e no acondicionamento de suas colheitas (BANZATO e MOURA, 1997).

Com o seu desenvolvimento o homem sentiu a necessidade não só de transportar mas, também, de conservar, por mais tempo, os alimentos. Com o tempo, o uso da embalagem como atrativo ao comprador também se foi consolidando. O tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado também influencia sua vida útil. As

embalagens devem evitar as alterações das características sensoriais do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing* e custo e disponibilidade, dentre outras (JAIME et al., 1998).

Kotler (1998) define embalagem como o conjunto de atividades de design e de fabricação de um recipiente ou envoltório para um produto cujas principais finalidades se resumem em consumo, distribuição física, transporte, exportação e armazenagem.

Shepherd (1993) sugere três funções básicas para a embalagem: (1) oferecer uma maneira prática de acondicionamento; (2) transportar o produto, e (3) oferecer proteção ao produto. Outra função da embalagem é preservar ao máximo a qualidade do produto, criando condições que minimizem alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas, segundo Oliveira e Oliveira (2004).

A utilização de embalagens mantém a qualidade durante o armazenamento e leva à modificação da atmosfera, o que retarda a respiração, o amadurecimento, a senescência, a perda de clorofila, a perda de umidade, o escurecimento enzimático e, em consequência, os prejuízos na qualidade, devido ao processamento (SARANTOPOULOS, 1999).

Os materiais usados em embalagens são, geralmente, vidro, aço, alumínio, materiais celulósicos (papel, cartão e papelão) e os plásticos.

Os plásticos foram introduzidos na fabricação de embalagens no pós-guerra e englobam, entre outros, filmes, sacos, tubos, engradados e caixas. O uso do plástico como embalagem tem como função diminuir os processos metabólicos que ocorrem por meio das modificações do ar ambiental, diminuindo os níveis de O<sub>2</sub> (KLUGE et al., 1999).

Segundo Evangelista (1992), os produtos submetidos a secagem, embora se beneficiem do retardo no crescimento de microrganismos e do aumento no tempo de conservação necessitam, nas fases de transporte e armazenamento, de embalagem adequada, que mantenham as características do produto obtidas na secagem.

## 2.5 – Armazenamento

O armazenamento dos produtos agrícolas é parte integrante da cadeia produtiva de alimentos e do processamento de produtos agrícolas. Um armazenamento adequado é um dos principais responsáveis pela manutenção da qualidade do produto que, por sua vez, é considerada parâmetro controlador de seu valor econômico na comercialização (BROOKER et al., 1992). Um fator de muita importância e de grande influência na conservação da qualidade dos produtos armazenados, em particular daqueles biológicos, é o tipo de embalagem a ser utilizada para este fim (SOARES et al., 2001).

Em produtos agrícolas armazenados o tipo de embalagem usado influencia as reações metabólicas, diminuindo o seu ritmo por meio da modificação do microclima criado em seu interior, constituindo-se uma barreira que impede ou dificulta o contato entre o ambiente externo e o produto (GARCIA et al., 1989).

A qualidade de produtos desidratados se altera com o tempo de armazenamento, devido a várias reações. Esses produtos apresentam, quando embalados, maior período de vida de prateleira, se protegidos para evitar o contato com o oxigênio e o ganho de umidade, de modo a não ocorrer o empedramento ou aglomeração (ALVES, 2001). Para Cabral et al., (1983) há casos em que a embalagem deverá impedir a passagem de oxigênio e luz, evitando a rancificação de produtos com alto teor de gordura.

### 3- MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Localização do experimento

A etapa experimental deste trabalho foi conduzida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e no Laboratório de Química do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Campina Grande, PB.

#### 3.2- Matéria-prima

Utilizou-se a torta de mamona, subproduto da mamona obtido a partir da prensagem das sementes, como se observa na Figura 3, produzida no município de Quixeramobim, CE, e o farelo de mamona, subproduto mais refinado, conforme a Figura 4, produzido pelo processo de prensagem mecânica das sementes e pela extração à base de solvente químico, obtido na Bom Brasil, na cidade de Salvador, BA.

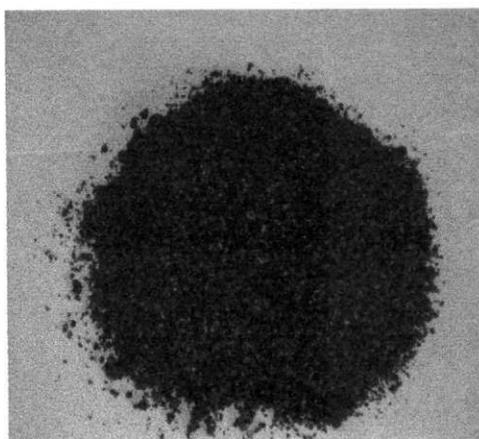


Foto: Marcondes Barreto de Sousa

**Figura 3.** Torta de mamona

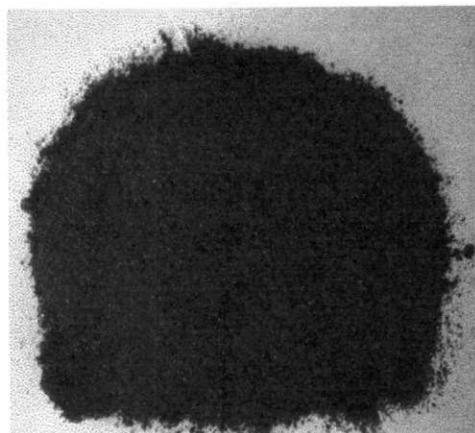


Foto: Marcondes Barreto de Sousa

**Figura 4.** Farelo de mamona

### 3.3 – Caracterização físico-química da matéria-prima

A caracterização e composição química da torta e do farelo de mamona analisados *in natura*, encontram-se listadas na tabela abaixo.

**Tabela 1.** Composição inicial das variáveis que serão analisadas após a secagem

Produto	Umidade (U)%	Cinzas	Óleo %	Proteína (Pr) %	Mat. Orgânica
Torta	30,99	3,94	18,36	37,40	65,07
Farelo	31,94	9,27	2,20	62,22	61,72

Análises realizadas no Laboratório de Química da Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2006

#### 3.3.1 - Teor de umidade (U)

Determinou-se a umidade na torta e no farelo de mamona segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005), expressa em porcentagem (p/p), utilizando-se três repetições de cinco gramas por tratamento. A metodologia constitui em se pesar as amostras em recipientes previamente tarados para se obter a massa úmida ( $m_1$ ) após o tempo em exposição na estufa, de 24 horas, a amostra foi transferida para o dessecador obtendo-se, assim, a massa final ( $m_2$ ). Com os valores iniciais da massa úmida ( $m_1$ ) e finais da massa seca ( $m_2$ ) das amostras, calculou-se a quantidade de água, pela seguinte expressão:

$$U = \frac{(m_1 - t) - (m_2 - t)}{(m_1 - t)} \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

donde: U = umidade (% bu)

$m_1$  = massa inicial (g)

$m_2$  = massa final (g)

t = tara do recipiente

### 3.3.2 - Teor de óleo

O teor de óleo, tanto na torta como no farelo de mamona, foi procedido através do método AOAC (1975). A extração foi feita em 25 gramas das amostras com três repetições, as quais foram pesadas em uma balança analítica e colocadas em cartuchos próprios para extração; o solvente utilizado foi o hexano e a extração durou cerca de seis horas. Completando-se a extração, os balões foram colocados em banho-maria para vaporização do hexano e, em seguida, na estufa a 105°C durante duas horas; após este período foram postos no dessecador pelo tempo de trinta minutos, para esfriamento e serem levados à balança para obtenção do teor de óleo. O cálculo foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\%O = \frac{(m_s - m_b) - m_{br}}{m_A} \times 100 \text{ fu} \quad (\text{Equação 6})$$

onde:  $m_s$  = massa seca (massa do óleo + balão) em gramas

$m_b$  = massa do balão (tara do balão) em gramas

$m_{br}$  = massa do balão branco (balão sem amostra, após extração) em gramas

$m_A$  = massa da amostra em gramas

fu = fator de umidade

### 3.3.3 - Teor de cinzas

Determinou-se o teor de cinzas por meio da metodologia oficial da AOAC (1997) e os resultados expressos em porcentagem (p/p); de início, os cadinhos foram colocados na mufla a 600°C, durante 30 minutos aproximadamente e, em seguida, no dessecador, por meia hora para, em seguida, fazer-se a pesagem da tara; depois retiraram-se 2,000 gramas da amostra, colocou-a no cadinho, com três repetições, e se fez uma pré-queimagem para facilitar a combustão na mufla. Quando a mufla atingiu a

temperatura de 600°C, prolongou-se o aquecimento por mais duas horas; depois colocou-se o cadinho com cinzas, durante meia hora, no dessecador e se procedeu à pesagem. O cálculo foi feito da seguinte forma:

$$Cz(\%) = \frac{M(\text{cadinho} + Cz) - M(\text{cadinho})}{Ma} \times 100 \quad (\text{Equação 7})$$

donde:

Cz = teor de cinzas

M (cadinho + Cz) = cinzas em gramas

M (cadinho) = massa do cadinho em gramas

Ma = massa da amostra em gramas

### 3.3.4 – Matéria orgânica (MO)

Para o cálculo do teor de matéria orgânica foram utilizados os valores dos teores de umidade e teor de cinzas, descritos anteriormente, subtraídos de 100, conforme fórmula a seguir:

$$MO = 100 - Cz - U \quad (\text{Equação 8})$$

em que: MO= porcentagem de matéria orgânica (%)

Cz = porcentagem de cinzas (%)

U(%) = umidade

### 3.3.5 - Proteína bruta (Pr)

As proteínas foram determinadas usando-se o método de Kjeldahl, também descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005), através do nitrogênio total da amostra; inicialmente, obteve-se um extrato da amostra, pela digestão de 100 mg. A

cada amostra foram acrescentando 50 mg de sulfato de sódio, cerca de dez gotas de sulfato de cobre a 5% e cinco mL de ácido sulfúrico concentrado, deixando-se em repouso 12 horas; no dia seguinte, fez-se a digestão, aquecendo-se gradativamente para não haver perda de material; após completa digestão se transferiu o extrato para os balões de 100 mL, aferindo-se com água destilada; após o resfriamento homogeneizou-se bastante para posterior determinação do nitrogênio, transferindo-se 1,00 mL do extrato, adicionando-se-lhe 1,00 mL de NaOH a 10%, 1,00 mL de silicato de sódio a 20% e 2,00 mL de reativo de nessler, fazendo-se a complementação do volume para 50 mL com água destilada, no balão volumétrico. Após 30 minutos procederam-se as leituras de absorvância em 410mm usando-se um espectrômetro "SPECTRONIC 20". O teor de proteína bruta foi calculado da seguinte maneira:

$$Pr_{sas} = N_{sas} \times 6,25 \times fu \quad (\text{Equação 9})$$

onde:  $Pr_{sas}$  = Proteína bruta sobre a massa da amostra seca

$N_{sas}$  = Nitrogênio sobre a massa da mostra seca

$fu$  = Fator de umidade

### 3.4 – Secagem

A secagem foi realizada em uma estufa, em camadas de um, três e cinco centímetros de espessura, com controle das temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C e velocidade do ar de (1,5 m/s<sup>2</sup>), com três repetições.

Tanto a torta como o farelo foram secados em bandejas de alumínio de 15 x 25 cm e levado à estufa de leito fixo. Foram feitas leituras de 15, 30 e 60 minutos, acompanhando-se a perda de massa versus tempo, até se atingir massa constante.

#### 3.4.1 - Curvas de secagem

Obtiveram-se as curvas de cinética de secagem em quatro temperaturas diferentes (50, 60, 70 e 80°C), em dois tipos de materiais (torta e farelo de mamona), em três tipos de espessura, um, três e cinco cm), as quais foram medidos em intervalos de tempo de 15, 30 e 60 minutos, até atingir massa constante.

Para o ajuste matemático das curvas de cinética de secagem da torta e do farelo de mamona, utilizaram-se os modelos matemáticos de Page (1949) e Thompson (1974), através do programa computacional Statistica, versão 5.0.

### 3.5 - Embalagens de armazenamento

As amostras foram armazenadas em embalagens de aproximadamente 300 g (Figuras 5, 6 e 7), de papel, de rafia (nylon) e de plástico transparente e impermeável (polipropileno), ao abrigo da luz, simulando o armazenamento em propriedades de pequenos produtores rurais.



Foto: Marcondes Barreto. de Sousa

**Figura 5.** Embalagem de papel



Foto: Marcondes Barreto. de Sousa

**Figura 6.** Embalagem de nylon



Foto: Marcondes Barreto. de Sousa

**Figura 7.** Emb. de plástico

### 3.6 - Umidade de armazenamento

As amostras foram armazenadas com a umidade de equilíbrio da cinética de secagem baixa, variando de 1,6 a 4,2%.

### 3.7 - Temperatura de armazenamento

A torta e o farelo secados foram armazenados em armazéns nas condições ambientais de Campina Grande, cujos valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, no período de julho a dezembro de 2006, se encontram na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente em Campina Grande, PB, nos meses de julho a dezembro de 2006

Meses	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
Julho	21,3	80
Agosto	21,8	89
Setembro	25,1	76
Outubro	25,4	79
Novembro	26,0	78
Dezembro	27,0	77

### 3.8 - Análise estatística

Os resultados foram analisados objetivando-se identificar mudanças na composição química da torta e do farelo de mamona. O experimento foi conduzido segundo o esquema dois x quatro x três x três, sendo os fatores dois materiais (torta e farelo) quatro temperaturas (50, 60, 70 e 80°C), três espessuras do substrato – torta e farelo de mamona um, três e cinco cm), e três tipos de embalagem (papel, nylon e plástico), com período de armazenamento de seis meses, com três repetições para cada amostra, totalizando 72 tratamentos, usando-se o delineamento inteiramente casualizado.

A análise estatística das características químicas avaliadas durante o armazenamento foi realizada através do programa computacional Assistat versão 7.4 (SILVA e AZEVEDO, 2002). A comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey a 5%.

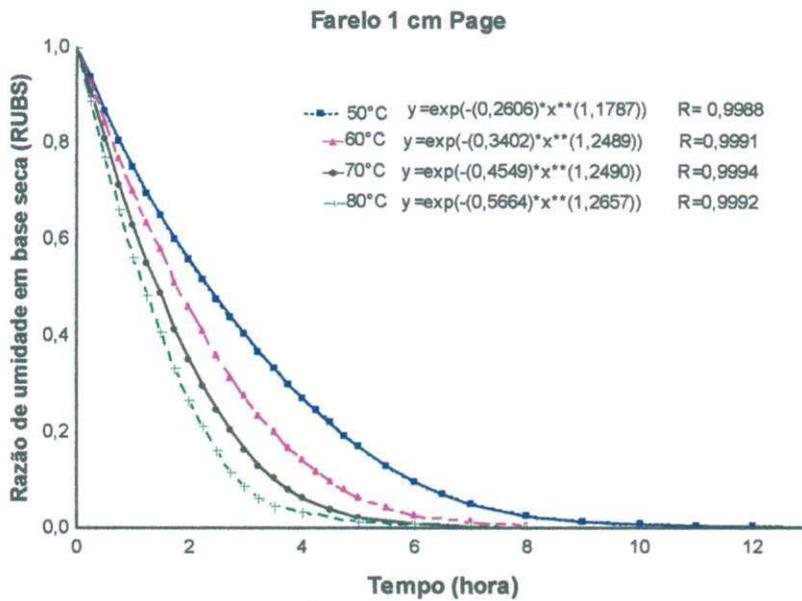
## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Cinética de secagem

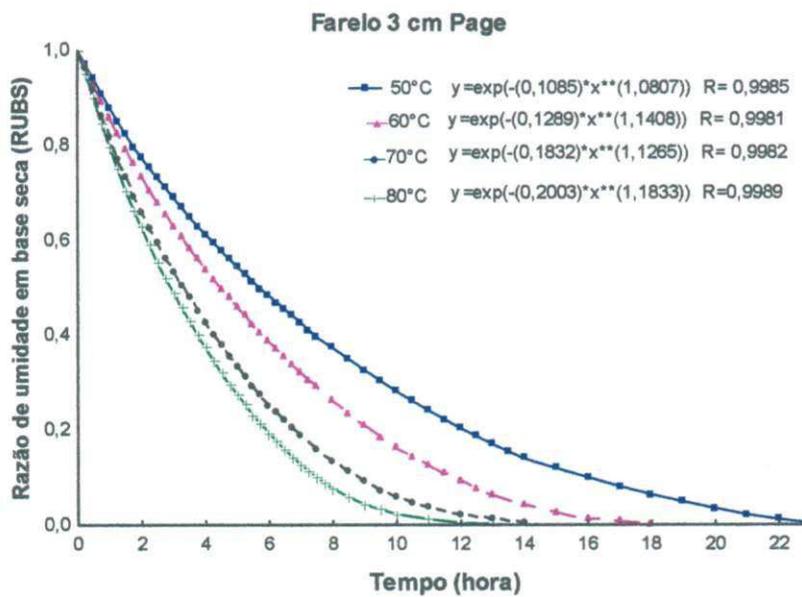
Os resultados da secagem da torta e do farelo de mamona em quatro temperaturas distintas (50, 60, 70 e 80°C), em três espessuras de camada um, três e cinco cm e com uma velocidade do ar de secagem de 1,5 m/s, estão contidos nas Tabelas 19 a 42 do Apêndice A, com representações gráficas dos valores nas Figuras de 8 a 19. Mediante esses resultados, pode-se confirmar a influência dos fatores estudados sobre o tempo gasto na secagem para a torta e o farelo de mamona atingirem a umidade de equilíbrio.

Tem-se nas Figuras de 8 a 13, as curvas de secagem ajustadas pelas equações de Page e Thompson, para farelo de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C e nas espessuras de um, três e cinco cm, no programa computacional STATISTICA versão 5.0. Por serem de natureza empírica, essas equações só podem ser usadas para prever dados de secagem para as condições de temperatura, espessuras de camada e velocidade do ar de secagem estudadas. A aplicação dessas equações confirma os resultados obtidos por Alsina et al., 1996.

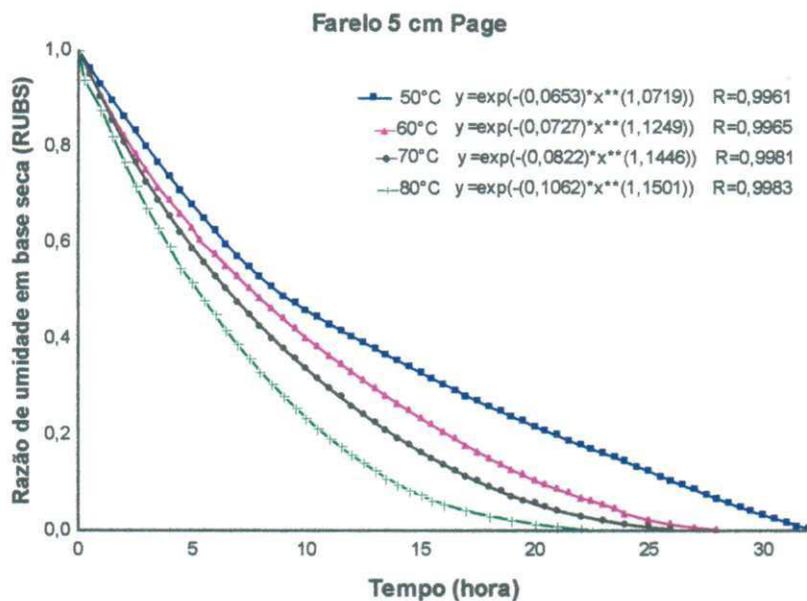
Observa-se uma importante diminuição no tempo gasto para secar a torta e o farelo de mamona, em função da elevação da temperatura e redução na espessura da camada de secagem.



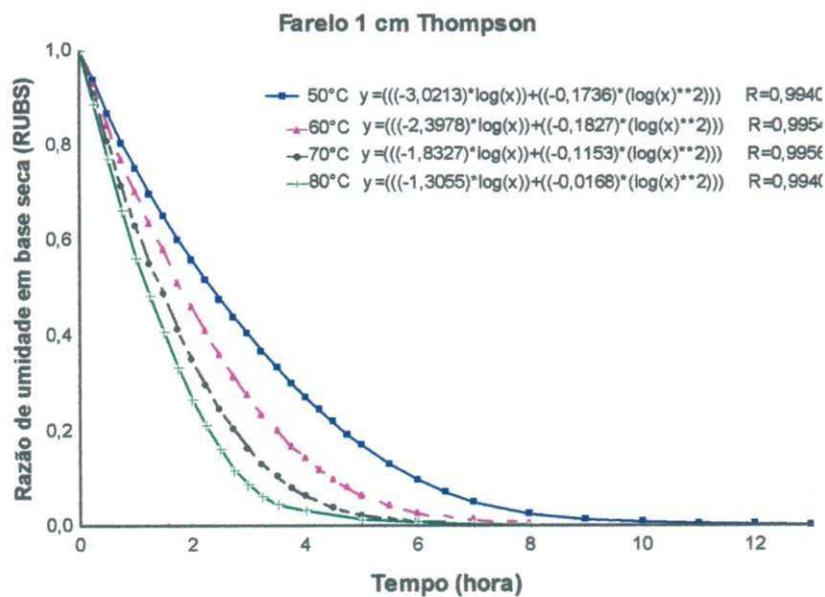
**Figura 8.** Curvas de secagem de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camada de um cm de espessura, no modelo de Page



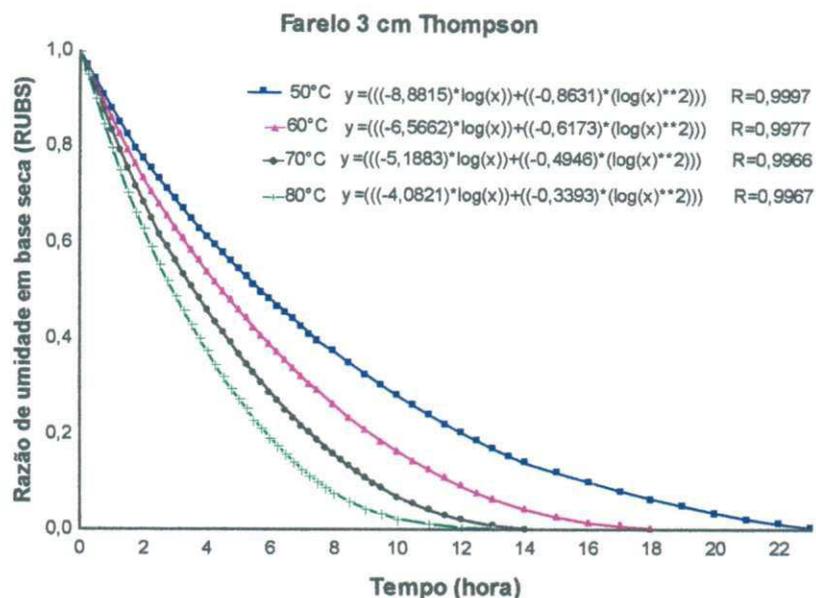
**Figura 9.** Curvas de secagem de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camada de três cm de espessura, no modelo de Page



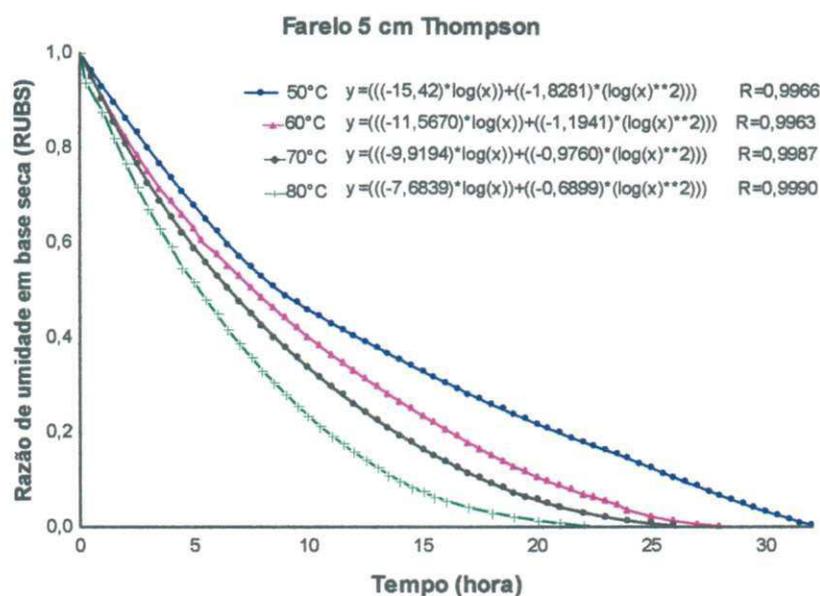
**Figura 10.** Curvas de secagem de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camada de cinco cm de espessura, no modelo de Page



**Figura 11.** Curvas de secagem de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camada de um cm de espessura, no modelo de Thompson



**Figura 12.** Curvas de secagem de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camada de três cm de espessura, no modelo de Thompson



**Figura 13.** Curvas de secagem de farelo de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camada de cinco cm de espessura, no modelo de Thompson

Nota-se que as curvas de cor verde representam a temperatura de 80°C, nas espessuras de um, três e cinco cm na secagem do farelo de mamona; já as curvas de 80°C mostram maior tendência de redução na razão de umidade mais acentuada que nas curvas de 70°C que, por sua vez, demonstram redução mais rápida que as curvas de

60°C; estas últimas são mais rápidas que as curvas de 50°C; por sua vez, as curvas de 50°C, na espessura de cinco cm não tiveram uma inclinação acentuada como nas demais temperaturas devido às espessuras das camadas que dificultam a retirada da umidade e em virtude da temperatura de secagem ser próxima à temperatura ambiental, demonstrando, assim, a influência das temperaturas e das espessuras das camadas sobre as velocidades em que transcorreram as secagens, que foram apresentadas nos modelos matemáticos.

Na temperatura de 50°C e se usando um cm, o tempo de secagem foi de 14 horas; a três cm, foi de 24 horas e a de cinco cm, de 33 horas. A 60°C, a um cm, durou nove horas; a três cm, gastou 19 horas e a cinco cm, 29 horas. Em relação à temperatura de 70°C, a camada de um cm gastou oito horas na secagem; a de três cm 15 horas e a de cinco cm, 27 horas. Na temperatura de 80°C, com um cm de espessura, a secagem durou oito horas; a três cm levou 14 horas e a cinco cm, 23 horas.

Nas temperaturas de 70 e 80°C, na espessura de um cm, a secagem do farelo de mamona teve o mesmo tempo de secagem, ou seja, oito horas; nas curvas, o declive é diferente porém o tempo é equivalente, fato que se deve à variação de  $\pm 5^\circ\text{C}$  na temperatura da estufa.

A velocidade de secagem na espessura de um cm da camada do farelo de mamona, foi de 54,16% mais rápida que na espessura de três cm e 34,82% mais rápido em relação à espessura de cinco cm. As curvas de secagem se apresentaram com boa definição, sem grandes flutuações nos pontos indicados, boa condição de homogeneidade da estufa. Com relação ao efeito da temperatura, observa-se que quanto maior, mais rápida se dá a remoção de água do farelo de mamona, ou seja, a secagem, independentemente da espessura da camada do produto, evidencia que a temperatura é o fator que exerce maior influência na cinética de secagem de produtos agrícolas. Com respaldo nos resultados apresentados nos modelos matemáticos de Page e Thompson, verifica-se que a secagem do farelo de mamona para as condições estudadas nas Figuras de 9 a 14, ocorreu em concordância com Prado (1998), Yoshida (1997) e Gouveia (1999).

Nas Tabelas 3 e 4 se encontram não só os parâmetros dos modelos matemáticos Page e Thompson, ajustados às curvas de secagem do farelo de mamona, nas diferentes temperaturas e espessuras mas também os coeficientes de determinação  $R^2$ .

**Tabela 3.** Parâmetros das curvas de secagem do farelo de mamona e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados ao modelo matemático de Page

Modelo	Espessura (cm)	Temperatura (°C)	Parâmetros		$R^2$
			K	n	
Page	1	50	0,3303	1,0428	0,9988
		60	0,3402	1,2489	0,9991
		70	0,4549	1,2490	0,9994
		80	0,5664	1,2657	0,9992
	3	50	0,1085	1,0807	0,9985
		60	0,1289	1,1408	0,9981
		70	0,1576	1,1789	0,9982
		80	0,1955	1,1885	0,9989
	5	50	0,0656	1,0691	0,9961
		60	0,0727	1,1249	0,9965
		70	0,0822	1,1446	0,9981
		80	0,1062	1,1501	0,9983

**Tabela 4.** Parâmetros das curvas de secagem do farelo de mamona e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados ao modelo matemático de Thompson

Modelo	Espessura (cm)	Temperatura (°C)	Parâmetros		$R^2$
			A	B	
Thompson	1	50	-3,0212	-0,1736	0,9940
		60	-2,3978	-0,1827	0,9954
		70	-1,8327	-0,1153	0,9956
		80	-1,3055	-0,0167	0,9940
	3	50	-8,8815	-0,8631	0,9997
		60	-6,5661	-0,6173	0,9977
		70	-5,1883	-0,4945	0,9966
		80	-4,1426	-0,3468	0,9967

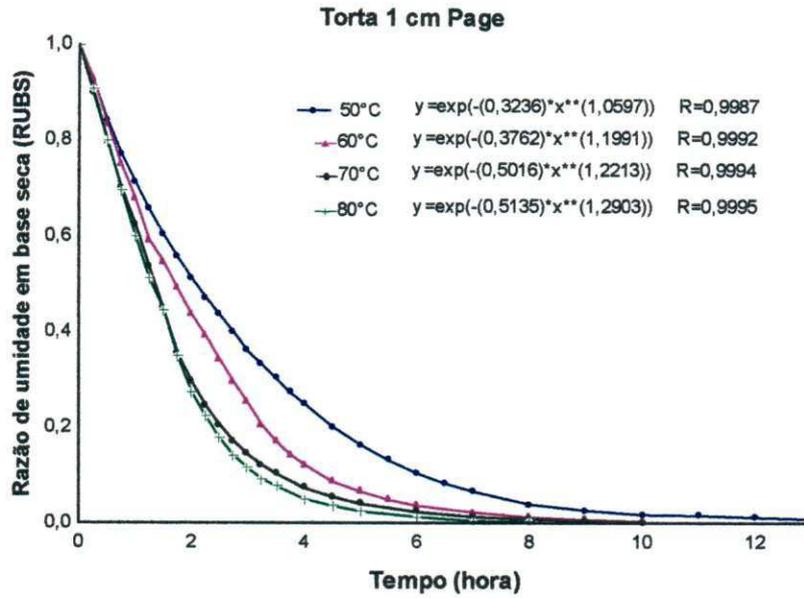
5	50	-15,4198	-1,8281	0,9966
	60	-11,5672	-1,1940	0,9963
	70	-9,9193	-0,9707	0,9987
	80	-7,6839	-0,6899	0,9990

Todos os modelos se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens, com os coeficientes de determinação apresentando valores superiores a 0,9961, podendo ser usados na previsão da cinética de secagem do farelo de mamona. Por outro lado, o modelo de Thompson apresentou coeficiente de determinação semelhante ao de Page, com valores superiores a 0,9940, o que foi constatado por Doymaz (2005), na cinética de secagem do figo, obtendo-se valores de  $R^2$  oscilando entre 0,9512 a 0,9982.

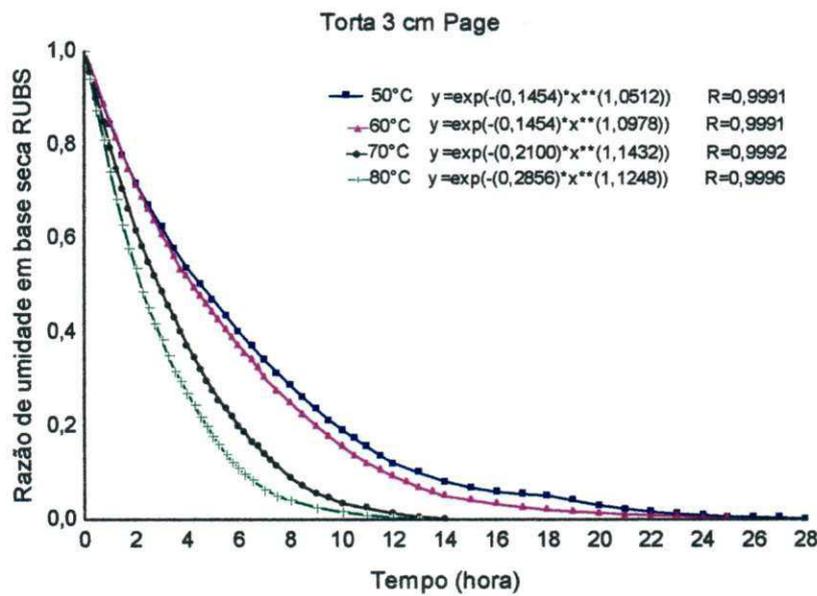
Quanto ao parâmetro  $k$  da equação de Page, seus valores cresceram com a elevação da temperatura, o que também foi constatado por Silva et al., (2004). Nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, o parâmetro  $n$  aumentou proporcionalmente à temperatura, o qual tem efeito moderador para corrigir os possíveis erros resultantes da resistência interna à transferência de umidade.

Os parâmetros  $A$  e  $B$  da equação de Thompson aumentaram com o aumento da temperatura e decresceram com o aumento da espessura das camadas, e tiveram valores negativos. Na espessura de um cm, o parâmetro  $A$  variou de -3,0212 a -1,3055; na camada de três cm, a variação foi de -8,8815 a -4,1426; e na camada de cinco cm de espessura, oscilou entre -15,4198 a -7,6839. O parâmetro  $B$  variou na camada de um cm, de -0,1736 a -0,0167; para três cm, oscilou entre -0,8631 a -0,3468 e na espessura de cinco cm e variou de -1,8281 a -0,6899.

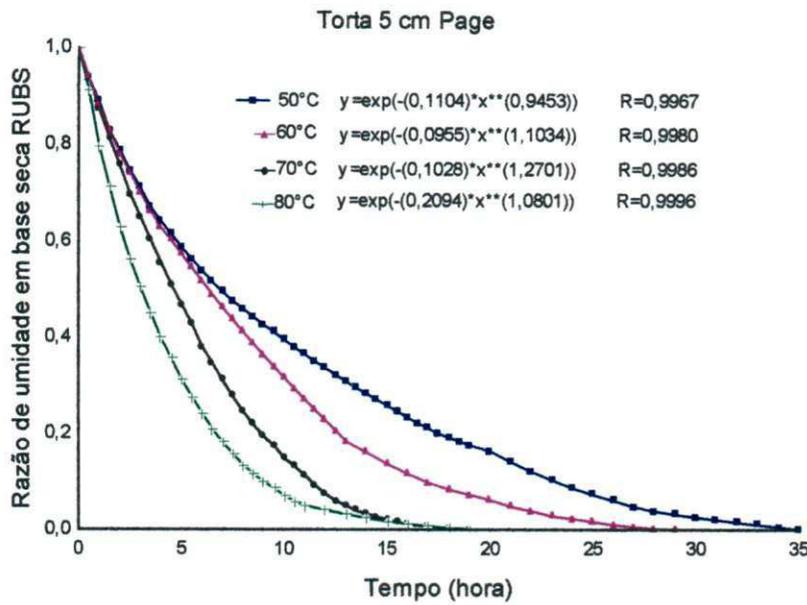
Nas Figuras de 14 a 19 se acham as curvas de secagem ajustadas pelas equações de Page e Thompson, para torta de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C e nas espessuras de um, três e cinco cm.



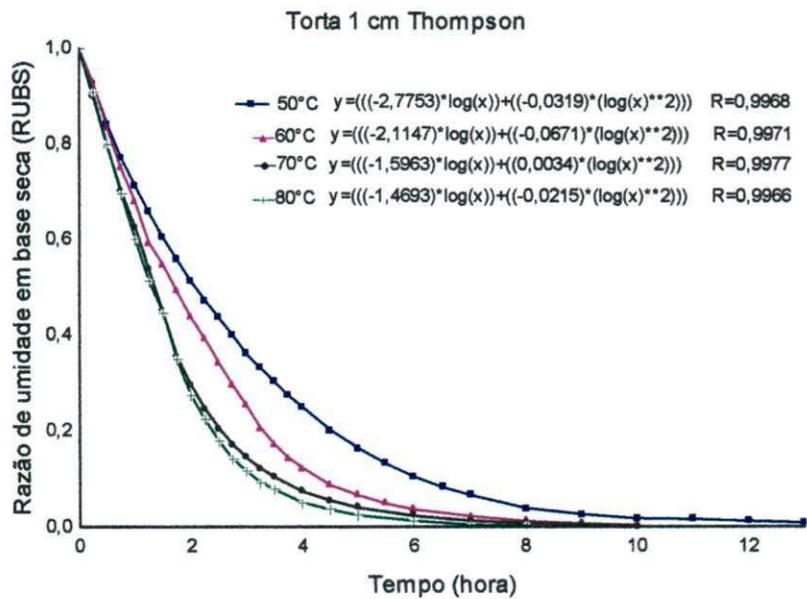
**Figura 14.** Curvas de secagem de torta de mamona para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de um cm de espessura, no modelo de Page



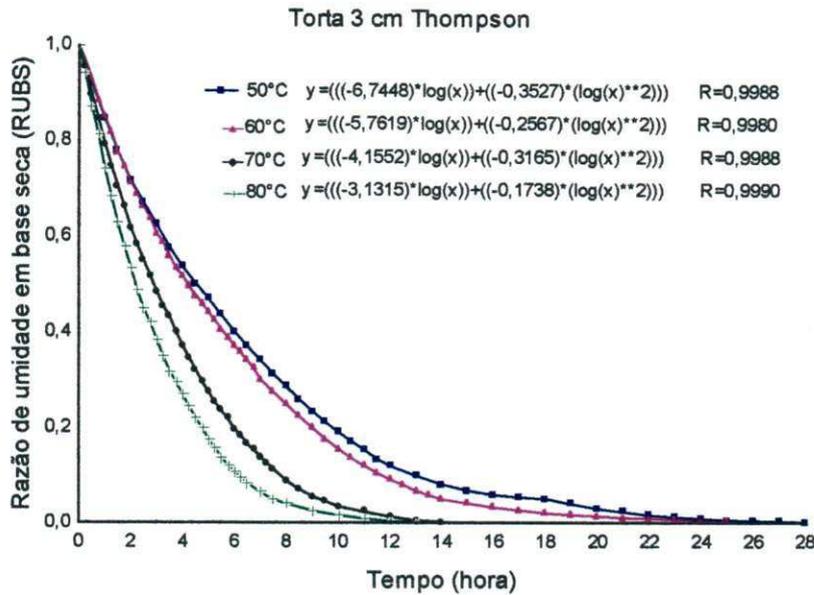
**Figura 15.** Curvas de secagem de torta de mamona para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de três cm de espessura, no modelo de Page



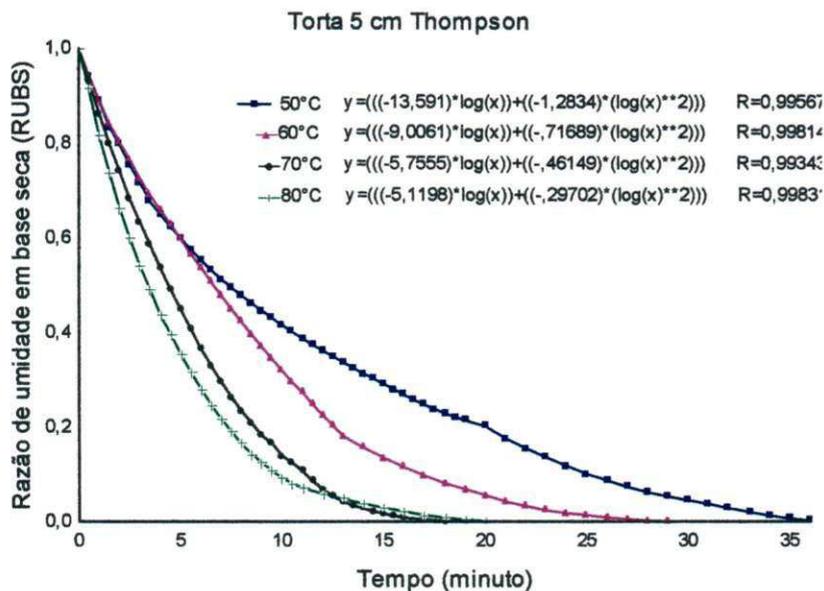
**Figura 16.** Curvas de secagem de torta de mamona para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de cinco cm de espessura, no modelo de Page



**Figura 17.** Curvas de secagem de torta de mamona para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de um cm de espessura, no modelo de Thompson



**Figura 18.** Curvas de secagem de torta de mamona para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de três cm de espessura, no modelo de Thompson



**Figura 19.** Curvas de secagem de torta de mamona para as temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de cinco cm de espessura, no modelo de Thompson

Nota-se que as curvas de cor verde representam a temperatura de 80°C, nas espessuras de um, três e cinco cm na secagem de torta de mamona; já na secagem da torta de mamona, na espessura de um cm, nos modelos matemáticos de Page e Thompson, ambos apresentaram bons resultados mas o modelo de Thompson forneceu a melhor acentuação entre as temperaturas. A partir da curva a 80°C verifica-se maior tendência de redução na razão de umidade, fato mais significativo que na curva de

70°C, porém muito próxima, em virtude da variação de temperatura da estufa e da umidade relativa do ar; estas, por sua vez, demonstram uma redução mais rápida que a curva de 60°C, e, esta última, mais rápida que a curva de 50°C. A curva de 50°C apresentou tendência menor em função da temperatura de secagem ser próxima à temperatura do meio ambiente; assim, existe evidência da influência das temperaturas e das espessuras das camadas sobre as velocidades de secagem. Na espessura de três cm ambos os modelos matemáticos citados apresentam comportamentos semelhantes. As curvas de 70°C e 80°C tiveram acentuações muito semelhantes, enquanto as curvas de 50°C e 60°C indicam tendências muito próximas. Na espessura de cinco cm, tanto no modelo de Thompson como no de Page, as curvas mostraram comportamentos semelhantes, fato que se deve ao aumento da espessura, que dificulta a penetração do ar para a remoção da água.

Na temperatura de 50°C e a um cm, o tempo de secagem foi de 13 horas; a três cm, de 29 horas e a de cinco cm durou 37 horas. A 60°C e a um cm, foi de onze horas; a três cm, gastou 26 horas e a cinco cm foi de 30 horas. Em relação à temperatura de 70°C, a camada de um cm gastou onze horas na secagem; a de três cm 15 horas e a de cinco cm, 20 horas. Na temperatura de 80°C e a um cm, a secagem durou nove horas; a três cm 14 horas e a cinco cm, levou 21 horas.

A velocidade de secagem na espessura de um cm de torta de mamona, foi 52,38% mais rápida que na espessura de três cm e 40,74% mais rápida em relação à espessura de cinco cm. Verifica-se que as curvas de secagem se apresentam bem definidas, sem grandes flutuações nos pontos indicados, tanto no modelo matemático de Page quanto no modelo de Thompson, mostrando boa condição de homogeneidade da estufa. Referente ao efeito da temperatura, observa-se que, quanto maior esta for, mais rápida se dá a remoção de água da torta de mamona, ou seja, a secagem, independentemente da espessura da camada do produto, indicando que a temperatura é o fator que exerce maior influência na cinética de secagem de produtos agrícolas; com respaldo nos resultados, verifica-se que a secagem da torta de mamona para as condições estudadas nas Figuras de 15 a 20, ocorreu em concordância com Prado (1998), Yoshida (1997) e Gouveia (1999).

Nas Tabelas 5 e 6 se encontram os parâmetros dos modelos matemáticos Page e Thompson, ajustados às curvas de secagem da torta de mamona, nas diferentes temperaturas e espessuras e os coeficientes de determinação  $R^2$ .

**Tabela 5.** Parâmetros das curvas de secagem de torta de mamona e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados ao modelo matemático de Page

Modelo	Espessura (cm)	Temperatura (°C)	Parâmetros		$R^2$
			K	n	
Page	1	50	0,3303	1,0428	0,9987
		60	0,3762	1,1991	0,9996
		70	0,5016	1,2213	0,9994
		80	0,5135	1,2903	0,9995
	3	50	0,1454	1,0512	0,9991
		60	0,1454	1,0978	0,9991
		70	0,2100	1,1432	0,9992
		80	0,2856	1,1248	0,9996
	5	50	0,1094	0,9180	0,9957
		60	0,0785	1,1794	0,9982
		70	0,1138	1,2394	0,9984
		80	0,1856	1,0875	0,9996

**Tabela 6.** Parâmetros das curvas de secagem de torta de mamona e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados ao modelo matemático de Thompson

Modelo	Espessura (cm)	Temperatura (°C)	Parâmetros		$R^2$
			A	B	
Thompson	1	50	-2,7753	-0,0319	0,9968
		60	-2,1147	-0,0671	0,9971
		70	-1,5962	-0,0034	0,9977
		80	-1,4693	-0,0215	0,9966

3	50	-6,7448	-0,3527	0,9988
	60	-5,7618	-0,2567	0,9980
	70	-4,1552	-0,3165	0,9988
	80	-3,1314	-0,1738	0,9990
5	50	-13,5909	-1,2834	0,9956
	60	-9,0060	-0,7168	0,9981
	70	-5,7554	-0,4614	0,9934
	80	-5,1197	-0,2970	0,9983

Todos os modelos se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens, com os coeficientes de determinação apresentando valores superiores a 0,9957, podendo ser usados na previsão da cinética de secagem do farelo de mamona. Por outro lado, o modelo de Thompson apresentou coeficiente de determinação semelhante ao de Page, com valores superiores a 0,9934, o que foi constatado por Doymaz (2005), na cinética de secagem do figo, obtendo-se valores de  $R^2$  oscilando entre 0,9512 a 0,9982.

Quanto ao parâmetro  $k$  da equação de Page, seus valores aumentaram com a elevação da temperatura o que também foi constatado por Silva et al., (2004); o parâmetro  $n$  tem efeito moderador para corrigir os possíveis erros resultantes da resistência interna à transferência de umidade.

Os parâmetros  $A$  e  $B$  da equação de Thompson aumentaram com o aumento da temperatura e decresceram com o aumento da espessura das camadas e tiveram valores negativos. Na espessura de um cm, o parâmetro  $A$  variou de -2,7753 a -1,4693; na camada de três cm, a variação foi de -6,7448 a -3,1314 e na camada de cinco cm de espessura, oscilou entre -13,5909 a -5,1197; em relação ao parâmetro  $B$ , as variações foram as seguintes: na espessura de um cm, oscilou de -0,0319 a -0,0215; na camada de três cm, de -0,3527 a -0,1738 e na espessura de cinco cm, houve variação de -1,2834 a -0,2970.

## 4.2 – Efeito das condições de secagem sobre o teor de umidade e da composição química da torta e do farelo de mamona

### 4.2.1 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados da umidade da torta e do farelo de mamona, pode ser observado na Tabela 43 do Apêndice B; analisando-se a referida tabela, verifica-se que as temperaturas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona, conforme descrito na Tabela 7.

**Tabela 7.** Valores médios do teor de umidade da torta e do farelo de mamona, em função das temperaturas de secagem. Campina Grande, PB, 2006

Material	Temperatura (°C)			
	50	60	70	80
Farelo	9,1116 bA	9,0263 aA	8,8532 aA	8,4441 aB
Torta	9,4037 aA	9,0658 aB	8,3412 bC	7,6948 bD

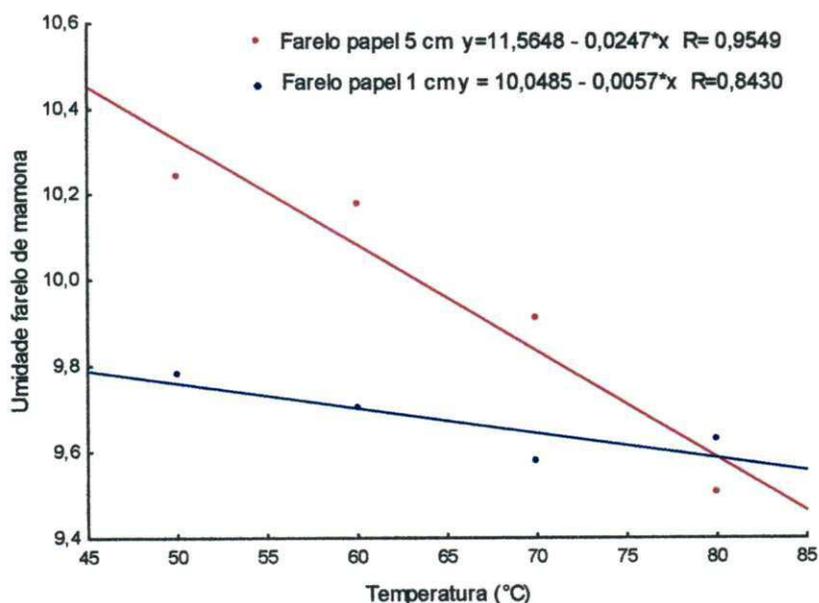
DMS para colunas = 0,2554 Classific.c/letras minúsculas DMS para linhas = 0,3362  
 Classific.c/letras maiúsculas DMS = Desvio Mínimo Significativo MG = 8,7426

Analisando-se a Tabela 7, nota-se que as temperaturas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey, sobre os teores de umidade da torta e farelo de mamona, com exceção da temperatura de 60°C, em que esses teores não apresentam diferenças significativas; como previsto, o teor de umidade do farelo diminuiu com o aumento da temperatura de secagem porém, se observa diferença significativa até 80°C; por outro lado, à semelhança do que ocorreu com o farelo, o teor de umidade da torta também decresceu com o aumento da temperatura, com diferenças significativas para todas as temperaturas testadas.

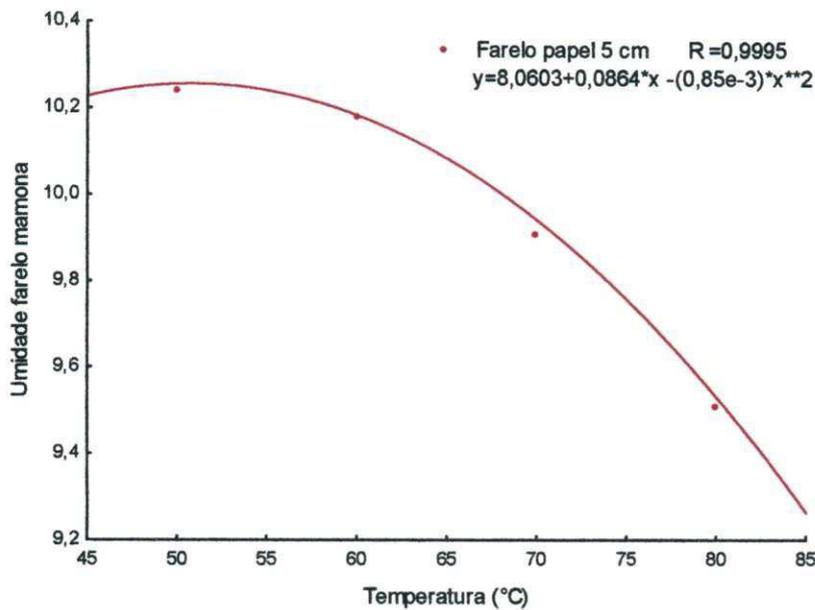
Observa-se, no desdobramento da análise de regressão da interação teor de umidade em função da temperatura, que o farelo de mamona secado na camada de um cm e armazenado nas embalagens de nylon e plástico (Tabelas 45 e 46 do Apêndice B, respectivamente) não se ajustou a nenhum dos modelos utilizados; fato semelhante ocorre na camada de secagem de três cm de espessura, nas embalagens de papel e de

nylon (Tabelas 47 e 48 do Apêndice B, respectivamente), bem como para o farelo secado na camada de cinco cm nas embalagens de nylon e plástico (Tabelas 51 e 52 do Apêndice B, respectivamente). Por outro lado, ocorreu ajuste linear para o farelo na camada de um cm, na embalagem de papel (Tabelas 44 do Apêndice B) e na camada de três cm, na embalagem de plástico (Tabela 49 do Apêndice B). Ressalta-se que, para o farelo secado na camada de cinco cm, na embalagem de papel, o desdobramento revela um ajuste significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, aos modelos linear e quadrático (Tabela 50 do Apêndice b), porém se optou pelo modelo quadrático em virtude de expressar melhor os resultados.

Nas Figuras 20 e 21 se encontram as retas e a curva, respectivamente, da regressão na análise de variância do teor de umidade do farelo de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, nas espessuras de camadas de um e cinco cm, em relação à embalagem de papel.



**Figura 20.** Teor de umidade do farelo de mamona armazenado na embalagem de papel em função das temperaturas e das camadas de secagem



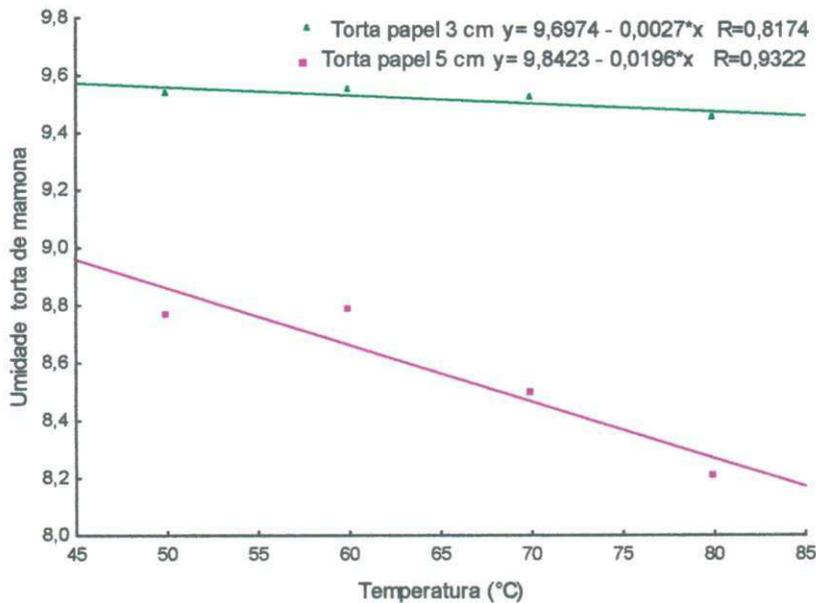
**Figura 21** . Teor de umidade do farelo de mamona armazenado na embalagem de papel em função da temperatura e das camadas de secagem

Analisando-se as Figuras 20 e 21, conclui-se que ocorreu um decréscimo linear e quadrático, respectivamente, significativo do teor de umidade do farelo de mamona secado nas camadas de um e cinco cm e armazenado na embalagem de papel, de acordo com o aumento da temperatura de secagem, apresentando bom ajuste dos dados experimentais ao modelo utilizado, com coeficiente de regressão maior que 0,8430. Verifica-se que a secagem e a armazenagem do farelo de mamona, para as condições estudadas nas Figuras 20 e 21, ocorrem integralmente, de acordo com Silva et al. (2005) e Ribeiro et al. (2005a).

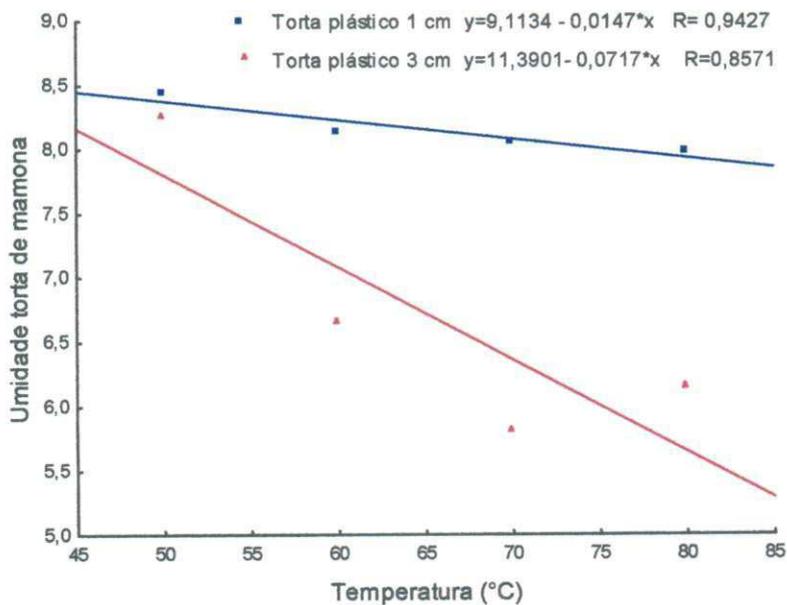
O desdobramento da análise de regressão da interação teor de umidade em função da temperatura, revela que a torta de mamona secada na camada de um cm e armazenada na embalagem de papel (Tabelas 53 do Apêndice B), e na camada de um cm e armazenada na embalagem de nylon (Tabela 54 do Apêndice B) não se ajustou a nenhum dos modelos utilizados. Verifica-se um ajuste apenas linear para a torta armazenada na embalagem de papel, na camada de três cm (Tabela 56 do Apêndice B) e na camada de cinco cm, embalagem de nylon (Tabela 60 do Apêndice B) e, ainda, na embalagem de plástico, nas camadas de um e três cm (Tabelas 55 e 58 do Apêndice B, respectivamente), além de um ajuste apenas quadrático na embalagem de plástico, na camada de cinco cm (Tabela 61 do Apêndice B). Ressalta-se que na camada de cinco cm na embalagem de papel (Tabela 59 do Apêndice B) e, ainda, na camada de três cm, embalagem de nylon (Tabela 57 do Apêndice B), obtém-se um ajuste significativo a

nível de 5% de probabilidade pelo teste F, aos modelos linear e quadrático, optando-se por ambos os modelos, tendo em vista que os mesmos expressam melhor os resultados.

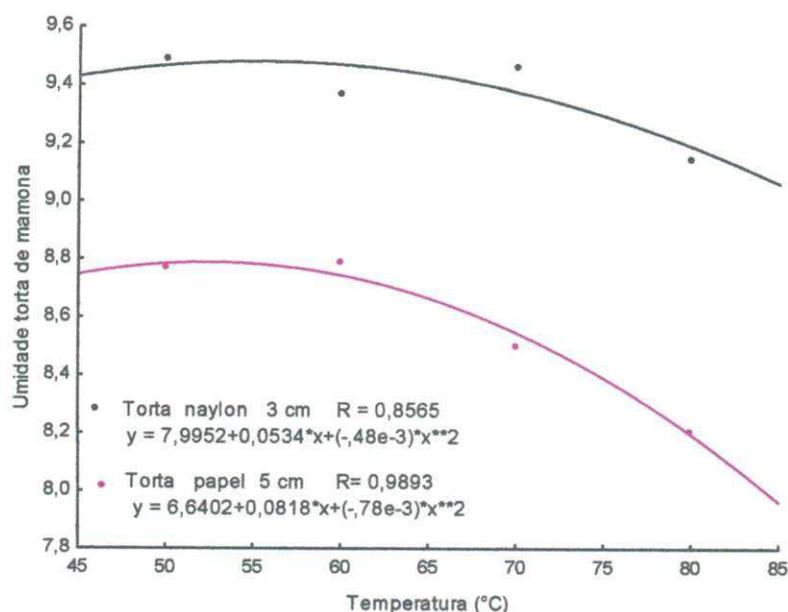
Nas Figuras 22 a 24 tem-se as retas e curvas da regressão na análise de variância do teor de umidade da torta de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, nas espessuras de camadas de um, três e cinco cm, em relação às embalagens de armazenagem papel, nylon e plástico.



**Figura 22.** Teor de umidade da torta de mamona armazenada na embalagem de papel em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 23.** Teor de umidade da torta de mamona armazenada na embalagem de plástico em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 24** . Teor de umidade da torta de mamona armazenada nas embalagens de nylon e papel, em função da temperatura e das camadas de secagem

Constata-se nas Figuras 22, 23 e 24, um decréscimo linear e quadrático significativo do teor de umidade da torta de mamona secada em espessuras de camadas de um, três e cinco cm, armazenada nas embalagens de papel, nylon e plástico, de acordo com o aumento da temperatura de secagem, apresentando bom ajuste dos dados experimentais aos modelos utilizados, com coeficiente de regressão maior que 0,8565. Os resultados obtidos, para as condições de secagem e armazenagem estudadas, nos modelos linear e quadrático, estão de acordo com Silva et al. (2005) e Ribeiro et al. (2005a).

#### 4.2.2 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados das cinzas da torta e do farelo de mamona está descrito na Tabela. 62, no Apêndice B, na qual se verifica, após análises, que as temperaturas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre os teores de cinzas da torta e do farelo de mamona, conforme se verifica na Tabela 8.

**Tabela 8.** Valores médios das cinzas da torta e do farelo de mamona em relação às temperaturas de secagem. Campina Grande, PB, 2006

Material	Temperatura (°C)			
	50	60	70	80
Farelo	9,7071 aAB	9,0917 aC	9,3532 aBC	9,9420 aA
Torta	4,6197 bA	4,5719 bA	4,7069 bA	4,5532 bA

DMS para colunas = 0,3561 Classific. c/ letras minúsculas DMS para linhas = 0,4688  
 Classific. c/ letras maiúsculas DMS = Desvio Mínimo Significativo MG = 7,0682

Vê-se, analisando a Tabela 8, que as temperaturas de secagem exercem efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, sobre os teores de cinzas da torta e farelo de mamona. Em todas as temperaturas de secagem os teores de cinzas do farelo foram o dobro dos teores da torta apresentando, portanto, efeitos significativos, tendo em vista que o teor de óleo da torta é 18% superior ao do farelo. Observa-se que o farelo de mamona apresenta superioridade no quantitativo de cinzas, nas temperaturas de 50 e 80°C, com relação às temperaturas de 60 e 70°C exercendo, assim, efeito significativo. Quanto à torta de mamona, não apresenta efeitos significativos nas temperaturas de secagem.

O desdobramento da análise de regressão da interação teor de cinzas em função das temperaturas de secagem revela que o farelo de mamona, secado nas camadas de um, três e cinco cm e armazenado em embalagens de papel, nylon e plástico (Tabelas 63 a 71 do Apêndice B) não se ajustou a nenhum dos modelos utilizados; fato semelhante ocorre para a torta de mamona secada nas camadas de um, três e cinco cm e armazenada em embalagens de papel, nylon e plástico (Tabelas 72 a 80 do Apêndice B), que também não se ajustou a nenhum dos modelos testados.

#### 4.2.3 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados da matéria orgânica da torta e do farelo de mamona está apresentado na Tabela 81, no Apêndice B, na qual se verifica, após sua análise, que as temperaturas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 9.

**Tabela 9.** Valores médios dos teores de matéria orgânica do farelo e da torta de mamona em relação às temperaturas de secagem. Campina Grande, PB, 2006

Materiais	Temperaturas (°C)			
	50	60	70	80
Farelo	81,1166 bB	81,8755 bA	81,7058 bA	81,7880 bA
Torta	85,9845 aC	86,2436 aB	86,9890 aB	87,7520 aA

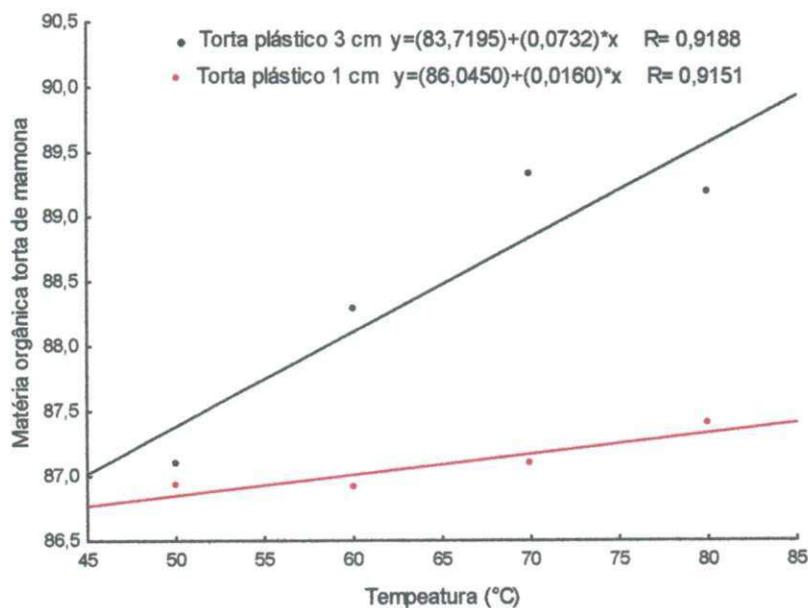
DMS para colunas = 0,5680    Classific. c/ letras minúsculas    DMS para linhas = 0,7477  
 Classific. c/ letras maiúsculas    DMS = Desvio Mínimo Significativo    MG= 84,1818

Analisando-se os teores de matéria orgânica dos materiais em relação às temperaturas de secagem verifica-se, na Tabela 9, que a torta de mamona apresenta superioridade em relação ao farelo de mamona, em todas as temperaturas de secagem exercendo, assim, efeito significativo. Analisando-se o farelo de mamona nas temperaturas de 60, 70 e 80°C, conclui-se que ele apresenta efeito significativo em relação à temperatura de 50°C; por outro lado, o teor de matéria orgânica da torta de mamona na temperatura de 80°C é superior aos teores relativos às temperaturas de 50, 60 e 70°C.

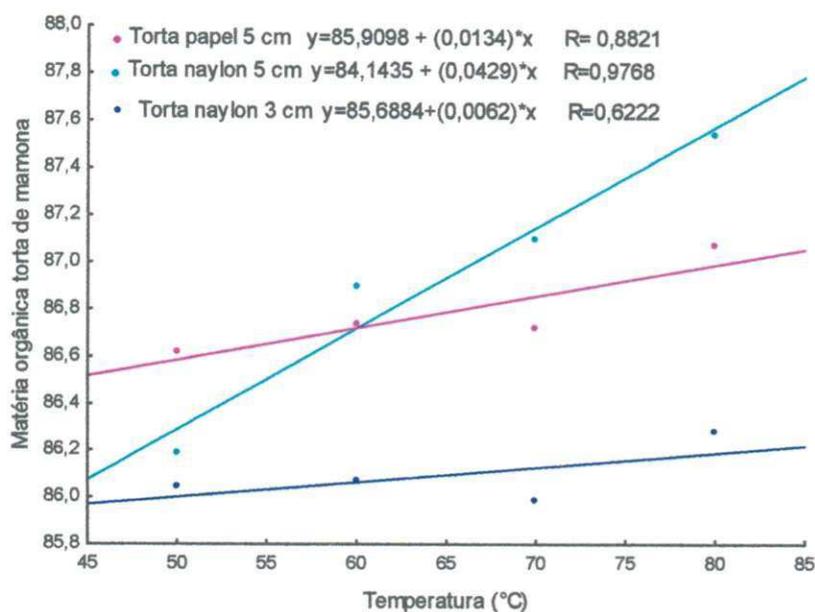
O desdobramento da análise de regressão da interação teor de matéria orgânica em função da temperatura, revela que o farelo de mamona secado e armazenado segundo os dados das Tabelas 82 a 90, não se ajustou a nenhum dos modelos testados.

O desdobramento da análise de regressão da interação teor de matéria orgânica em função da temperatura, revela que a torta de mamona secada nas camadas de um e três cm e armazenada em embalagem de papel (Tabelas 91 e 94 do Apêndice B, respectivamente), e na camada de um cm, na embalagem de nylon (Tabela 92 do Apêndice B) e, ainda, na camada de cinco cm, na embalagem de plástico (Tabela 99 do Apêndice B), não se ajustou a nenhum dos modelos utilizados. Por outro lado, verifica-se um ajuste apenas linear, significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, na

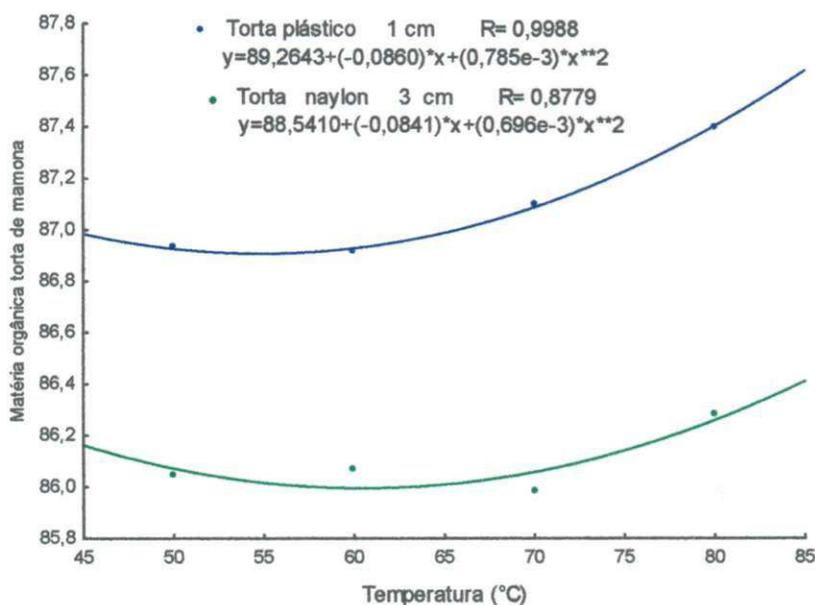
camada de cinco cm, na embalagem de papel (Tabela 97 do Apêndice B), e na camada de cinco cm, na embalagem de nylon (Tabela 98 do Apêndice B) e na camada de três cm, na embalagem de plástico (Tabela 96 do Apêndice B). Tem-se na camada de três cm, na embalagem de nylon (Tabelas 95 do Apêndice B) e, ainda, na camada de um cm, na embalagem de plástico (Tabela 93 do Apêndice B), um ajuste significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, aos modelos linear e quadrático, optando-se por ambos os modelos, tendo em vista que os mesmos expressam melhor os resultados. Nas Figuras 25 a 27 se tem as retas e curvas resultantes da regressão na análise de variância do teor de matéria orgânica da torta de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, nas espessuras de camadas de um, três e cinco cm, em relação às embalagens de nylon e plástico.



**Figura 25.** Teor de matéria orgânica da torta de mamona armazenada na embalagem de plástico, em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 26.** Teor de matéria orgânica da torta de mamona armazenada na embalagem de nylon, em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 27.** Teor de matéria orgânica da torta de mamona armazenada nas embalagens de nylon e plástico, em função da temperatura e das camadas de secagem

Analisando-se as Figuras 25, 26 e 27, verifica-se que ocorreu um acréscimo linear e significativo do teor de matéria orgânica da torta de mamona secada nas camadas de um, três e cinco cm e armazenada nas embalagens de papel, nylon e plástico, de acordo com o aumento da temperatura de secagem, apresentando bom ajuste dos dados experimentais aos modelos utilizados, com coeficiente de regressão maior que 0,7759. Verifica-se, para os teores de matéria orgânica do farelo e da torta de

mamona, para as condições de secagem e armazenagem estudadas, nos modelos linear e quadrático, nenhuma literatura foi encontrada, concordante ou discordante, com os resultados obtidos.

#### 4.2.4 – Efeito das temperaturas de secagem sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados de proteína bruta da torta e do farelo de mamona, está descrito na Tabela 100, no Apêndice B; verifica-se que a temperatura de secagem exerceu efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona.

**Tabela 10.** Valores médios dos teores de proteína bruta da torta e do farelo de mamona, em relação às temperaturas de secagem. Campina Grande, PB, 2006

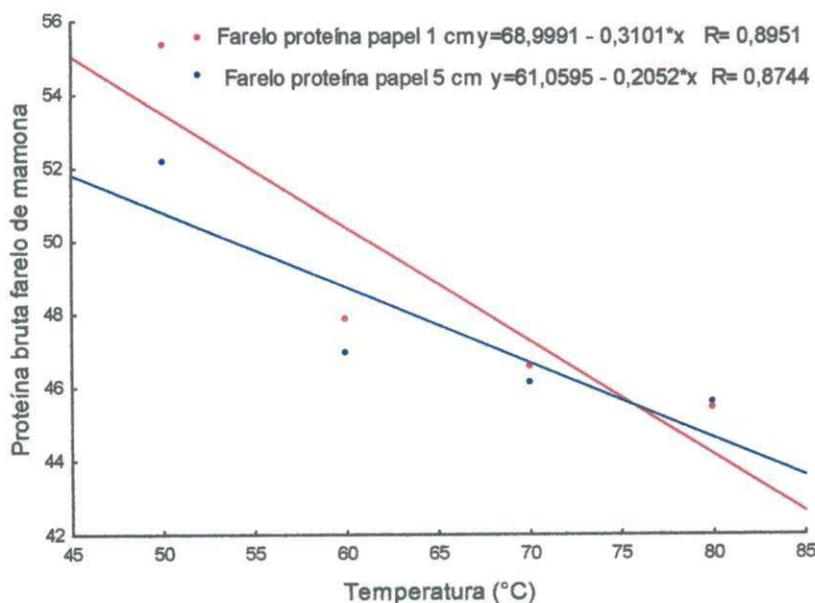
Materiais	Temperaturas (°C)			
	50	60	70	80
Farelo	49,0443 aA	44,8365 aC	48,1865 aB	47,5069 aB
Torta	25,5911 bB	25,3061 bB	27,7137 bA	27,4519 bA

DMS para colunas = 0,5432      Classific. c/ letras minúsculas      DMS para linhas = 0,7151  
 Classific. c/ letras maiúsculas      DMS = Desvio Mínimo Significativo      MG=36,9546

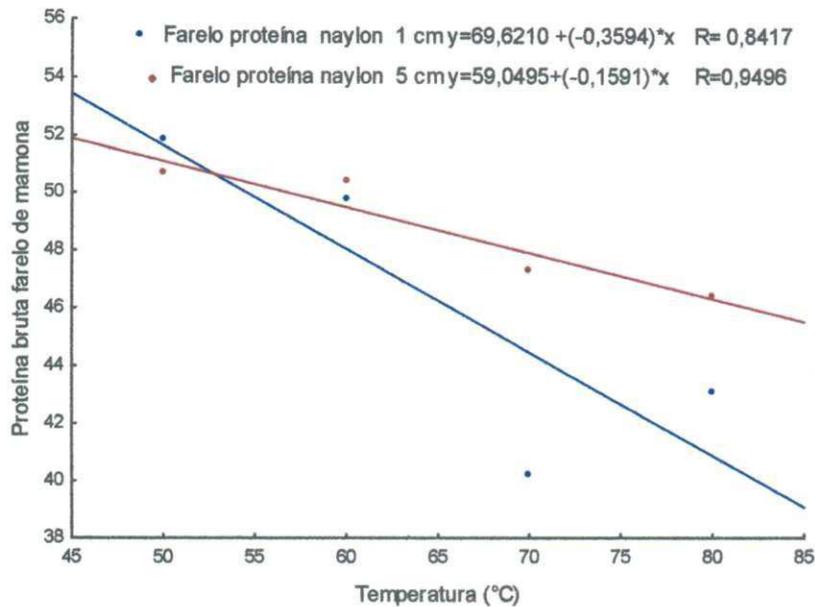
A Tabela 10 refere-se aos teores de proteína bruta do farelo e da torta de mamona em função das temperaturas de secagem; nota-se que o teor de proteína bruta do farelo é superior ao da torta de mamona, em todas as temperaturas de secagem. Analisando-se os materiais, o farelo de mamona na temperatura de 50°C, foi superior ao teor apresentado nas temperaturas de 80, 70 e 60°C, havendo, portanto, efeito significativo. Para a torta de mamona nas temperaturas de 80 e 70°C apresentam superioridade em relação às temperaturas de 50 e 60°C havendo, logicamente, diferença significativa.

O desdobramento da análise de regressão da interação do teor de proteína bruta em função da temperatura, revela que o farelo de mamona secado na camada de três cm e armazenado nas embalagens de papel, nylon e plástico (Tabelas 104, 105 e 106 do Apêndice B, respectivamente) não se ajustou a nenhum dos modelos utilizados; por outro lado, ocorreu um ajuste linear para o farelo nas camadas de um e cinco cm, na embalagem de papel (Tabelas 101 e 107 do Apêndice B, respectivamente), nas camadas de um e cinco cm, na embalagem de nylon (Tabelas 102 e 108 do Apêndice B, respectivamente) e na embalagem de plástico, nas camadas de um e cinco cm (Tabelas 103 e 109 do Apêndice B, respectivamente).

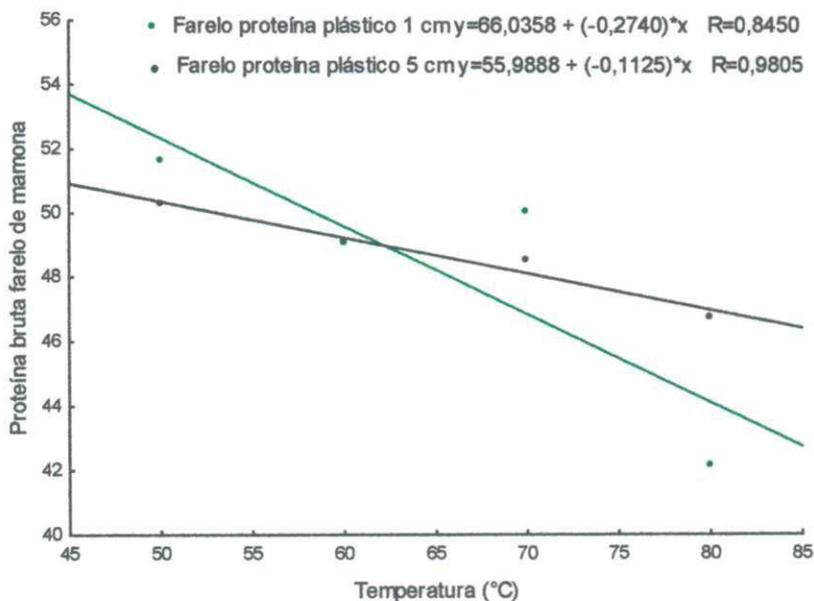
Vê-se nas figuras 28 a 30 as retas da regressão na análise de variância do teor de proteína bruta do farelo de mamona, secado nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas com espessuras de um e cinco cm, em relação às embalagens de armazenagem (papel, nylon e plástico).



**Figura 28.** Teor de proteína bruta do farelo de mamona armazenado na embalagem de papel, em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 29.** Teor de proteína bruta do farelo de mamona armazenado na embalagem de nylon, em função da temperatura e das camadas de secagem



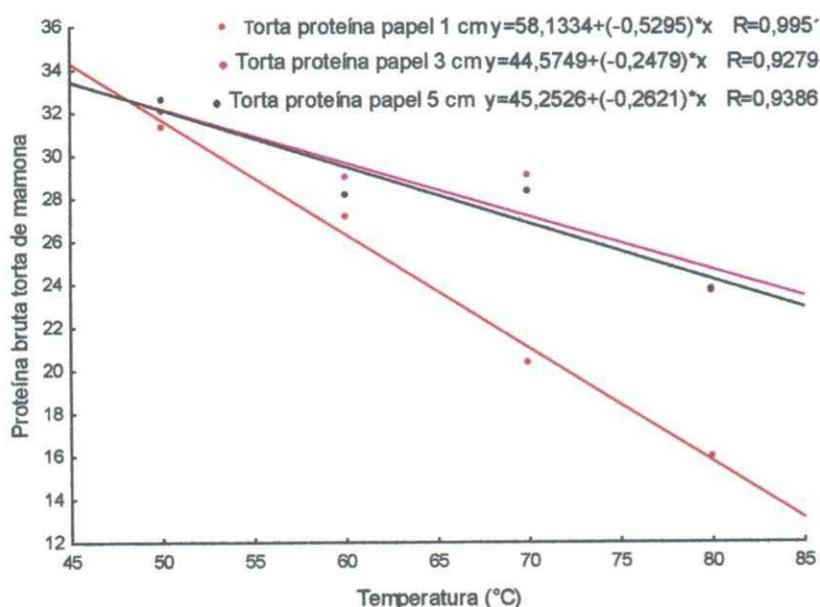
**Figura 30 .** Teor de proteína bruta do farelo de mamona armazenado na embalagem de plástico, em função da temperatura e das camadas de secagem

Analisando-se as Figuras 28, 29 e 30, verifica-se um decréscimo linear e significativo do teor de proteína bruta do farelo de mamona secado nas camadas de um e cinco cm e armazenado nas embalagens de papel, nylon e plástico, de acordo com o aumento da temperatura de secagem, devido à desnaturação da proteína, ou seja,

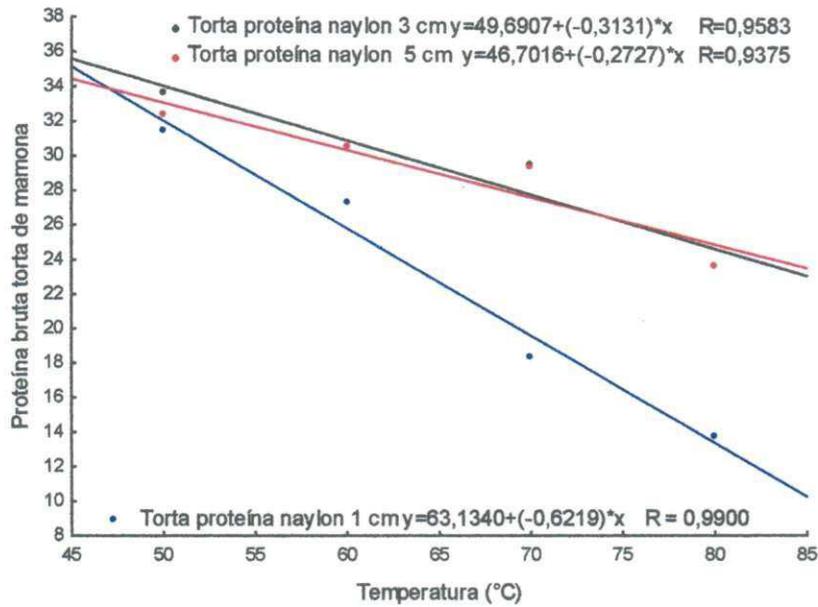
alterações nas estruturas quaternária, terciária ou secundária das macromoléculas, transformando-a em aminoácido, devido ao aumento da temperatura. Verifica-se bom ajuste dos dados experimentais ao modelo utilizado, com coeficiente de regressão maior que 0,8450 e, também, que os teores de proteína bruta do farelo de mamona para as condições de secagem e armazenagem estudadas no modelo linear, ocorrem integralmente, de acordo com Alsina et al. (1996) e Farfán (1994).

O desdobramento da análise de regressão da interação do teor de proteína bruta em função da temperatura revela que a torta de mamona secada nas camadas de um, três e cinco cm e armazenada na embalagem de papel (Tabelas 110, 113 e 116 do Apêndice B, respectivamente), e na camada de um cm, na embalagem de naylon (Tabela 111 do Apêndice B) e, ainda, nas camadas de um, três e cinco cm, na embalagem de plástico (Tabelas 112, 115 e 118 do Apêndice B, respectivamente), ajustando-se, no entanto, apenas ao modelo linear. Por outro lado, nota-se um ajuste linear e quadrático para a torta de mamona nas camadas de três e cinco cm, na embalagem de naylon (Tabelas 114 e 117 do Apêndice B, respectivamente).

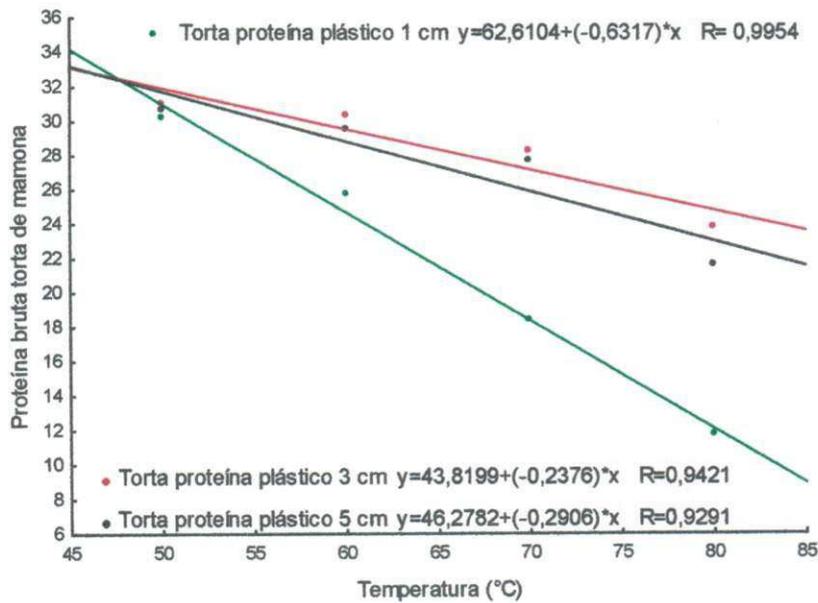
Acham-se nas figuras 31 a 34, as retas e as curvas da regressão na análise de variância do teor de proteína bruta da torta de mamona, secada nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C, em camadas de espessuras de um, três e cinco cm, em relação às embalagens de armazenagem (papel, naylon e plástico).



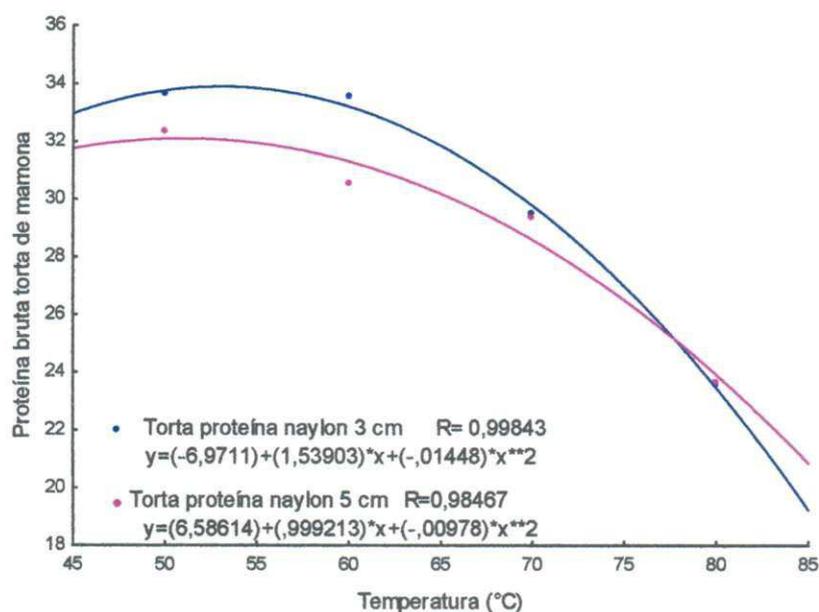
**Figura 31.** Teor de proteína bruta da torta de mamona armazenada na embalagem de papel, em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 32.** Teor de proteína bruta da torta de mamona armazenada na embalagem de nylon, em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 33.** Teor de proteína bruta da torta de mamona armazenada na embalagem de plástico, em função da temperatura e das camadas de secagem



**Figura 34.** Teor de proteína bruta da torta de mamona armazenada na embalagem de nylon, em função da temperatura e das camadas de secagem

Analisando-se as Figuras 31 a 34, verifica-se que houve um decréscimo linear e significativo do teor de proteína bruta da torta de mamona secada nas camadas de um, três e cinco cm e armazenada na embalagem de papel, de acordo com o aumento da temperatura de secagem, devido à desnaturação da proteína, transformando-a em aminoácido, além de bom ajuste dos dados experimentais ao modelo testado, com coeficiente de regressão maior que 0,9279.

Nota-se também que os teores de proteína bruta da torta de mamona para as condições de secagem e armazenagem estudadas nas Figuras 31 a 34, nos modelos linear e quadrático, ocorrem integralmente, de acordo com o que foi dito por Alsina et al., (1996).

#### 4.3 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de umidade e da composição química da torta e do farelo de mamona

##### 4.3.1 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados da umidade da torta e do farelo de mamona pode ser observado na Tabela 43 do Apêndice B, constatando-se que as espessuras das camadas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sob o teor de umidade da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 11.

**Tabela 11.** Valores médios de umidade da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas. Campina Grande, PB, 2006

Material	Espessura (Cm)		
	1	3	5
Farelo	8,8461 aA	8,9100 aA	8,8203 aA
Torta	8,8335 aA	8,4904 bB	8,5553 bB

DMS para colunas = 0,2212 Classific.c/letras minúsculas DMS para linhas = 0,2652 Classific.c/letras maiúsculas  
DMS = Desvio Mínimo Significativo MG = 8,7426

Verifica-se, na Tabela 11, que as espessuras das camadas de secagem da torta e do farelo de mamona exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey, sobre os teores de umidade da torta e farelo de mamona, com exceção da espessura de um cm, em que esses teores não apresentam diferenças significativas; observa-se, ainda, que as espessuras das camadas de secagem de um, três e cinco cm não exerceram efeitos significativos sobre o farelo de mamona mas, por outro lado, exerceram efeitos significativos sobre os teores de umidade da torta

#### 4.3.2 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados do teor de cinzas da torta e do farelo de mamona pode ser observado na Tabela 62 do Apêndice B; analisando-se esta tabela, tem-se que as espessuras das camadas de secagem não exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 12.

**Tabela 12.** Valores médios das cinzas da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas. Campina Grande, PB, 2006

Material	Espessura (Cm)		
	1	3	5
Farelo	9,5388	9,5769	9,4548
Torta	4,5569	4,6461	4,6358

Na Tabela 12, se verificam as análises os teores de cinzas da torta e do farelo de mamona nas espessuras de um, três e cinco cm, os quais não foram significativos.

#### 4.3.3 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados da matéria orgânica da torta e do farelo de mamona está descrito na Tabela. 81, no Apêndice B; verifica-se que as espessuras das camadas de secagem não exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 13.

**Tabela 13.** Valores médios dos teores de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas. Campina Grande, PB, 2006

Material	Espessura (Cm)		
	1	3	5
Farelo	81,8273	81,3770	81,6601
Torta	86,6102	86,7804	86,8363

Analisa-se, na Tabela 13, o teor de matéria orgânica do farelo e da torta de mamona em relação às espessuras das camadas de secagem, não apresentando efeito significativo.

#### 4.3.4 – Efeito das espessuras das camadas de secagem sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona

Na Tabela 100, no Apêndice B, tem-se o resumo da análise de variância dos dados de proteína bruta da torta e do farelo de mamona. Verifica-se que as espessuras das camadas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 14.

**Tabela 14.** Valores médios de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em relação às espessuras das camadas de secagem. Campina Grande, PB, 2006

Material	Espessura (Cm)		
	1	3	5
Farelo	48,6224 aA	45,3557 aB	48,2026 aA
Torta	26,1191 bB	27,5288 bA	25,8993 bB

DMS para colunas = 0,4704      Classific. c/ letras minúsculas      DMS para linhas = 0,5640  
 Classific. c/ letras maiúsculas      DMS = Desvio Mínimo Significativo      MG= 36,9546

Tem-se na Tabela 14, que as espessuras das camadas de secagem da torta e do farelo de mamona exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey, sobre os teores de proteína bruta da torta e farelo de mamona, sendo que o farelo apresenta superioridade sobre a torta, em todas as espessuras de camadas; além disso, o farelo de mamona apresenta maior teor de proteína bruta nas espessuras de um e cinco cm que na espessura de três cm. Com relação à torta de mamona, ela apresenta maior teor de proteína bruta na espessura de três cm exercendo, assim, efeitos significativos.

#### 4.4 – Efeito das condições de armazenamento sobre o teor de umidade e da composição química da torta e do farelo de mamona

##### 4.4.1 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados de umidade da torta e do farelo de mamona, está detalhado na Tabela 43 do Apêndice B. Verifica-se que as embalagens de armazenagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de umidade da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 15.

**Tabela 15.** Valores médios de umidade da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenagem. Campina Grande, PB, 2006

Material	Embalagem		
	Papel	Naylon	Plástico
Farelo	9.8267 aA	9.5614 aB	7.1883 aC
Torta	9.2912 bA	9.4759 aA	7.1121 aB

DMS para colunas = 0,2212 Classific. c/ letras minúsculas DMS para linhas = 0,2652 Classific. c/ letras maiúsculas DMS = Desvio Mínimo Significativo MG = 8,7426

Constata-se, na Tabela 15, que, com exceção das embalagens de naylon e plástico, ocorreu diferença significativa a nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey, entre os teores de umidade da torta e farelo de mamona quando armazenados em embalagem de papel e, ainda, diminuição significativa do teor de umidade do farelo de mamona nos três tipos de embalagens utilizadas no armazenagem; neste sentido se tem que não houve diferença significativa entre os teores de umidade da torta de mamona armazenada nas embalagens de papel e de naylon, com exceção da embalagem de plástico quando comparada com o primeiro tipo de embalagem. Saliento-se que a embalagem de plástico apresentou os menores teores de umidade, tanto para o farelo como para a torta de mamona, uma vez que se trata de embalagem impermeável.

#### 4.4.2 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados do teor de cinzas da torta e do farelo de mamona se encontra na Tabela 62 do Apêndice B. A partir desses dados, verifica-se que as embalagens exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de cinzas da torta e do farelo de mamona.

**Tabela 16.** Valores das cinzas da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenamento. Campina Grande, PB, 2006

Material	Embalagem		
	Papel	Naylon	Plástico
Farelo	9,1515 aB	9,6498 aA	9,7692 aA
Torta	4,6266 bA	4,4781 bA	4,7340 bA

DMS p/ colunas = 0,3084 Classific. c/ letras minúsculas DMS para linhas = 0,3698 Classific. c/ letras maiúsculas DMS = Desvio Mínimo Significativo MG=7,0682 CV%=9,3690

A Tabela 16 aponta diferença significativa a nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey, entre os teores de cinzas do farelo de mamona armazenado nas embalagens de papel, naylon e plástico sobre a torta de mamona, apresentando, desta forma, superioridade; verifica-se, ainda, que o farelo de mamona apresenta superioridade nos teores de cinzas nas embalagens de naylon e plástico, em relação à embalagem de papel. Por outro lado, se notou que não houve diferença significativa entre os teores de cinzas da torta de mamona armazenada nos três tipos de embalagens utilizadas.

#### 4.4.3 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados da matéria orgânica da torta e do farelo de mamona se acha na Tabela. 81, no Apêndice B; verifica-se que as embalagens de armazenagem não exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 17.

**Tabela 17.** Valores médios dos teores de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenagem. Campina Grande, PB, 2006

Material	Embalagem		
	Papel	Naylon	Plástico
Farelo	81,1542	80,8010	82,9092
Torta	85,9990	86,0733	88,1546

Na Tabela 17 se analisam os teores de matéria orgânica do farelo e da torta de mamona em relação às embalagens de armazenagem, não havendo efeito significativo.

#### 4.4.4 – Efeito das condições de armazenagem sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona

O resumo da análise de variância dos dados de proteína bruta da torta e do farelo de mamona está detalhado na Tabela 100, no Apêndice B; nota-se que as espessuras das camadas de secagem exerceram efeitos significativos a nível de 5% de probabilidade sobre o teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona, conforme a Tabela 18.

**Tabela 18.** Valores médios de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em relação às embalagens de armazenamento. Campina Grande, PB, 2006

Material	Embalagem		
	Papel	Naylon	Plástico
Farelo	47,4067 aB	46,7996 aC	47,9744 aA
Torta	26,7883 bA	27,0032 bA	25,7557 bB

DMS para colunas = 0,4704    Classific. c/ letras minúsculas    DMS para linhas = 0,5640  
 Classific. c/ letras maiúsculas    DMS = Desvio Mínimo Significativo    MG= 36,9546

A Tabela 18 indica que houve diferença significativa a nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey, entre os teores de proteína bruta do farelo de mamona armazenado nas embalagens de papel, naylon e plástico sobre a torta de mamona, apresentando, desta forma, superioridade; mostra, ainda, que o farelo de mamona apresenta superioridade nos teores de proteína bruta, na embalagem de plástico em relação às embalagens de papel e naylon. Por outro lado, verifica-se que a torta de mamona apresenta superioridade dos teores de proteína bruta, nas embalagens de papel e naylon, em relação à embalagem de plástico exercendo, desta forma, efeito significativo.

## 5- CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

- O percentual de razão de umidade em base seca determinado e usado para descrever o fenômeno de secagem, se ajustou bem aos dados experimentais obtidos para a torta e o farelo de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C.
- O tempo médio requerido para a torta e o farelo de mamona atingirem a umidade de equilíbrio, depende da temperatura e da espessura da camada. Na espessura de um cm o tempo gasto na secagem do farelo foi 54,16% mais rápido que a espessura de três cm e, esta última secou 34,82% mais rápido que a camada de cinco cm, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C.
- A secagem foi bastante influenciada pela espessura da camada, sendo processada mais lentamente sempre que se aumenta a espessura, em razão da dificuldade de penetração de ar quente no interior da camada, retardando a remoção da água do produto.
- Os modelos matemáticos de Page e Thompson utilizados para prever o equilíbrio higroscópico da torta e do farelo de mamona se ajustaram satisfatoriamente aos dados experimentais, sendo que o modelo de Page mostrou melhores ajustes.
- O período de armazenamento resultou em um ganho de umidade nas embalagens de papel e nylon, em relação à embalagem de plástico.
- Com o aumento da temperatura de secagem ocorreu uma perda de proteína bruta; quanto ao teor de cinzas e matéria orgânica, estes se mantiveram quase sem alteração, durante a secagem e o armazenamento.

**6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, B.V. **Determinação das propriedades físicas de amêndoas de cacau (*Theobroma cacao*)**. 1979. 70 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. UFV, Viçosa.

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.

ALONSO, L.F.T. **Algoritmos de seleção e dimensionamento de secadores**. 2001. 241f. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, Departamento de Pré Processamento de Produtos Agropecuários, UNICAMP, Campinas.

ALSINA, O.L.S.; ARAGÃO, R.F.; MONTEIRO, L.F. Estudo sobre as condições de secagem de vagens de algaroba, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, e CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2, 1996, Bauru. **Resumos .....** Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. CD Rom.

\_\_\_\_\_; SILVA, O.S.E.; SANTOS, J.M. Efeitos das condições operacionais na cinética de secagem de fatias de bananas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. **Anais ...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. CD Rom.

ALVES, R.M.V. **Embalagem para frutas e hortaliças desidratadas e frutas secas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 12p.

ANDRADE, E.T.; COUTO, S.M.; QUEIROZ, D.M.; FARONI, L.R.D.; PEIXOTO, A. B. Qualidade de sementes de milho armazenados em silo metálico cilíndrico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 28, n.2, p.23-30, 2003.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Official Analytical Chemists**. 12 ed. Washington, 1975. 1094 p.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC internacional**. 16 ed. Maryland: AOAC International, 1997. 1141 p.

ARAÚJO, E.F.; CORREA, P.C.; SILVA, R.F. Comparação de modelos matemáticos para descrição das curvas de dessecamento de sementes de milho-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 1-5, 2001.

AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E de M.; SOARES, J.J.; VIEIRA, R.M.; MOREIRA, J de A.N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA:Algodão, 1997. 52 p.

BAKKER-ARKEMA, F.W.; BROOK, R.C.; BROOKER, D.B. **Energy and capacity performance evaluation of grain dryers**. St. Joseph: ASAE, 1978, 14 p. (ASAE Paper n. 78-3523).

BANZATO, J.M.; MOURA, R.A. **Embalagem, unitização e containerização**. 2 ed. São Paulo: INAM, 1997. v. 3, 354 p.

BELTRÃO, N. E de M. **Torta de mamona (*Ricinus communis* L.): fertilizante e alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002.

BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R.C. Digestividade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo da mamona desintoxicado e de ferro da alfafa em ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 17, n. 5, p. 456-464, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1017 p.

BROD, F.P.R.; ALONSO, L.F.T.; PARK, K.J. **Secagem de produtos agrícolas**. Campinas: UNICAMP, 1999. 122 p. (Apostila).

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying cereal grains**. Westport, Conn. Avi, 1974, 265p.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Theory and simulation of grain drying. In: **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport the AVI publishing Company, 1992. p. 205-240.

CABRAL, A.C.D.; MADI, L.F.C.; SOLER, R.M.; ORTIZ, S.A. **Embalagem de produtos alimentícios**. São Paulo: Secretaria de Indústria e Comércio, Ciências e Tecnologia, 1983. 338 p.

CAMARGO, G.A. **Processamento produtivo de tomate seco: novas tecnologias**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2003. 8 p.

CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N.E de M.; SILVA, O.R.R.F da; SEVERINO, L.S.; SUASSUNA, N.D.; SOARES, J.J. **Cultivo de mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande. EMBRAPA/Algodão, 2004. 20p.

CARVALHO, L.O. **Cultura da mamoneira**. Campinas: CATI, 1988, 3p.

CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Efeito da secagem em altas temperaturas por curtos períodos de tempo, em camada estacionária, sobre a armazenabilidade de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade "carioca": Avaliação experimental, modelagem e simulação**. 1997. 328 f. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos. UNICAMP, Campinas.

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação Industrial de Óleo. In: AZEVEDO, D. M.P.; LIMA, E.F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Comunicação tecnológica, 2001. 350p.

CHIRIFE, J. Fundamentals of the drying mechanism during air dehydration of foods. In: MUJUNDAR, A.S. **Advances in drying**. Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 1983, p. 73-102.

COELHO, I. **Avaliação das exportações tradicionais baianas: caso do sisal e mamona**. 1979, 179 p. Dissertação de Mestrado, UFBA, Salvador.

- CORRÊA, P.C.; AFONSO JÚNIOR, P.C. Comparação dos modelos matemáticos para a descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, p. 349-353, 1999.
- DAUDIN, J.D. Calcul des cinétiques de séchage par l'air chaud des produits biologiques solides. **Science des Aliments**, Paris, v. 3, n. 1, p. 1-36, 1983.
- DOYMAZ, I. Sun drying of figs: an experimental study. **Journal of Food Engineering**, v. 71, n. 4, p. 403-407, 2005.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 652 p.
- FARFÁN, J.A. **Química de proteínas aplicada à ciência e tecnologia dos alimentos**. 2 ed. Campinas: UNICAMP, 1994. 134 p.
- FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2004. 229p.
- FORTES, M.; OKOS, M.R. A non-equilibrium thermodynamic approach to heat and mass transfer in corn kernels. **Transaction of the ASAE**, v. 24, n. 4, p. 756-760, 1980.
- FREIRE, R. M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Comunicação tecnológica, 2001. 350p.
- FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas**. São Paulo: Ícone, 1986. 71p.
- GARCIA, E.E.C.; PADULA, M.; SARANTOPOULOS, C.J.G.L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: Instituto Tecnológico de Alimentos, 1989, 44p.
- GASPAR, D.A.N.; SILVA, C.B. **Mamona no Ceará**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1956. 86p.
- GOUVEIA, J.P.G. **Avaliação da cinética de secagem de gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) em um secador de leito fixo**. 1999. 161p. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.

GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, C. Mamona. In: GRANER, E.A.; GODOY JÚNIOR, C. **Culturas da fazenda brasileira**. 4ª ed. São Paulo: Melhoramento, 1967. p. 359-363.

HERMELY, F.X. **Mamona: comportamento e tendências no Brasil**. Brasília: Embrapa – DID. 1981, 69p.

HONÓRIO, S.L. **Pós-colheita de produtos hortícolas**. Programa de Plasticultura para o Estado de São Paulo, 1995. p. 59-69.

JAIME, S.B.M.; ALVES, R.M.V.; SEGANTINI, E. Estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 193-199, 1998.

KLUGE, R.A.; BILHALVA, B.A.; CANTILLANO, R.F.F. Influência do estado de maturação e da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n.3, p. 323-329, 1999.

KOTLER, P. Administração de linhas de produtos, marcas e embalagens. In: KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1998, cap. 15, p. 382-411.

LAGO, A.A.; ZINKE, E.; RAZERA, L.F.; BANZATTO, N.V.; SAVY FILHIO, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona. **Bragantia**, v. 38, p. 41-44, 1979.

LINS, E.R. **Aspectos da produção e comercialização da mamona no estado de São Paulo**. Boletim de Agricultura, v. 11, n.5, p. 15-30, 1964.

MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas Taitago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p. 277-360.

NOGUEIRA, C.M.C.C. **Estudo químico e tecnológico da acerola (*Malpighia glabra* L.)**, 1991. 117 f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. UFCE, Fortaleza.

- OGIHARA, L.A. **Determinação dos parâmetros de secagem de milho verde e ensaios de armazenamento**. 1989. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Campinas.
- OLIVEIRA, L.M.; OLIVEIRA, P.A.P.L.V. Revisão: principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n. 2, p. 161-165, 2004.
- PAGE, G.E. **Factores influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer**. MSc. Thesis, USA. Purdue University, Indiana, 1949.
- PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R. Obtenção de isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra Bartlett (*Pyrus* sp.) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 326-332, 2001.
- PARK, K.J. **Secagem de produtos agrícolas**. Paraná (Apontamentos do curso ministrado em Guarapuava), Paraná, 1991.
- PRATA, F.C. Gergelim In: PRATA, F. da C. **Principais cultivos do Nordeste**. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1969, p. 153-162.
- PRADO, M.E.T. **Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para a obtenção de tâmara passa**. 1998. 149p. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas.
- POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botanical classification. In: MOSHKIN, V. A (Ed). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 11-27.
- POTAFOS, INSTITUTO DE POTASSA & FOSFATO. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. Piracicaba, 1998, 177p.
- QUEIROZ, M.R. **Estudo teórico-experimental da cinética de secagem de bananas**. 2003. 89 f. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP, Campinas.
- RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**. Viçosa: UFV, 1966. 75p.
- RIBEIRO, H.J.S.S.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; MIYAGUI, D.T. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar Iapar 44, após envelhecimento acelerado. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 165-169, 2005a.

SANTOS, R.F.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, P.T. REQUIÃO, L.E.G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de Comunicação tecnológica, 2001. 350p.

SARANTOPOULOS, C.I.G.L. Embalagens para vegetais minimamente processados-Fresh-cut. In: SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 3., 1999, Piracicaba. **Palestra ....** Piracicaba: ESALQ-USP, 1999. 6p.

SAVY FILHO, A.; BANZATO, N.V.; BARBOZA, M.Z.; MIGUEL, A.M.R.O.; DAVI, L.O.C. RIBEIRO, F. M. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no estado de São Paulo: análise e diagnóstico**. Campinas, 1999. 39p.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre torta de mamona**. In: Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campina Grande, 2005. (Documento 134).

SHEPHERD, A.W. **A guide marketing costs and how to calculate them**. Rome: FAO. 1993. 23 p.

SICM – SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO. **Diagnóstico e oportunidades de investimentos: mamona**. Salvador: SEBRAE, 1995. 64p. V.5.

SILVA, F.A.S.; 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.

SILVA, C.V.; BARBOSA, C.P.I.; PAULA, M.L.; COELHO, N.R.A. Obtenção e caracterização físico-química do pó de tomate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTO, nº 19, 2004, Recife. **Anais ou Recife: SBCTA, 2004. CD-Rom**.

SILVA, R.N.G.; FIGUEIREDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M.; GALDINO, P.O. Armazenamento de embu-cajá em pó. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1179- 1184, 2005.

SOARES, S.S.; SILVA, L.C.; GOUVEIA, J.P.G.; BRUNO, R.L.A. influência da embalagem, beneficiamento e armazenamento sobre a qualidade da semente de mamoneira. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, n. 3, p. 389-396. 2001.

TAN, D.L.S.; MIYAMOTO, K.; ISHIBASHI, K.; MATSUDA, K.; SATOW, T. Thinlayer drying of sweet potato chips and pressed grates. **Transactions ASAE**, v. 44, p. 669-674, 2001.

TÁVORA, F.J.A.F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, 1982. 111p.

TRAVAGLINI, D.A.; AGUIRRE, J.M.; SIQUEIRA, E.T.F. **Desidratação de frutas**. Campinas: Instituto Tecnológico de Alimentos, 2001. 40p.

VÁSQUEZ, G.; CHENLO, F.; MOREIRA, R.; CRUZ, E. Grape drying in a pilot plant with a heat pump. **Drying Technology**, v. 15, n. 3 – 4, p. 899-920, 1997.

VIEIRA, R.M. ; LIMA,E.F.; BATISTA, F.A.S. Diagnóstico e perspectivas da mamona no Brasil. In: **REUNIÃO TEMÁTICA DE MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL: DIAGNÓSTICO, PERSPECTIVAS E PRIORIDADES DE PESQUISA**. 1997, Campina Grande. **Anais ....** Campina Grande: EMBRAPA- Algodão, 1998. p. 139-150.

WODDROOF, G.J.; LUH, B.S. **Commercial fruit processing**. Westport: The AVI Publ., 1975. 710p.

YOSHIDA, C.M.P. **Cinética de secagem do milho superdoce**. 1997. 149p. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Campinas.

## **APÊNDICE A**

**Tabela 19.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 50°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	234,2	167,2229	40,05261	28,59826	1	1
15	0,25	230,5	167,2229	37,83999	27,45211	0,954624	0,939542
30	0,5	226,1	167,2229	35,20877	26,0403	0,89873	0,867647
45	0,75	222,3	167,2229	32,93635	24,77603	0,848678	0,805556
60	1	219	167,2229	30,96294	23,64252	0,803802	0,751634
75	1,25	215,7	167,2229	28,98953	22,47433	0,757553	0,697712
90	1,5	212,7	167,2229	27,19551	21,38087	0,714264	0,648693
105	1,75	209,8	167,2229	25,4613	20,29415	0,67124	0,601307
120	2	207,2	167,2229	23,90649	19,29398	0,631643	0,558824
135	2,25	204,6	167,2229	22,35168	18,26839	0,59104	0,51634
150	2,5	202,2	167,2229	20,91647	17,29828	0,552633	0,477124
165	2,75	199,9	167,2229	19,54106	16,34673	0,514962	0,439542
180	3	197,7	167,2229	18,22545	15,41584	0,478108	0,403595
195	3,25	195,5	167,2229	16,90984	14,464	0,440424	0,367647
210	3,5	193,5	167,2229	15,71383	13,57991	0,405423	0,334967
225	3,75	191,5	167,2229	14,51782	12,67735	0,369691	0,302288
240	4	189,7	167,2229	13,44141	11,84877	0,336887	0,272876
255	4,25	188	167,2229	12,42481	11,05166	0,30533	0,245098
270	4,5	186,4	167,2229	11,468	10,28815	0,275102	0,218954
285	4,75	184,8	167,2229	10,51119	9,511429	0,244352	0,19281
300	5	183,5	167,2229	9,733788	8,870365	0,218972	0,171569
330	5,5	181	167,2229	8,238777	7,611669	0,16914	0,130719
360	6	179	167,2229	7,042768	6,579397	0,128273	0,098039
390	6,5	177,3	167,2229	6,026161	5,683655	0,09281	0,070261
420	7	176	167,2229	5,248755	4,987	0,06523	0,04902
480	8	174,5	167,2229	4,351749	4,170269	0,032895	0,02451
540	9	173,8	167,2229	3,933146	3,784304	0,017615	0,013072
600	10	173,5	167,2229	3,753745	3,617937	0,011028	0,00817
660	11	173,3	167,2229	3,634144	3,506705	0,006625	0,004902
720	12	173,2	167,2229	3,574343	3,450993	0,004419	0,003268
780	13	173,1	167,2229	3,514543	3,395217	0,002211	0,001634
840	14	173	167,2229	3,454743	3,339376	0,000001	0,000001

**Tabela 20.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 60°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	234,2	166,2117	40,90461	29,03	1	1
15	0,25	229,8	166,2117	38,25738	27,67113	0,947514	0,929712
30	0,5	224,4	166,2117	35,00851	25,9306	0,880286	0,84345
45	0,75	219,6	166,2117	32,12063	24,31159	0,817752	0,766773
60	1	215,3	166,2117	29,53357	22,79993	0,759364	0,698083
75	1,25	211,2	166,2117	27,06684	21,30126	0,701478	0,632588
90	1,5	207,8	166,2117	25,02125	20,0136	0,651742	0,578275
105	1,75	203,4	166,2117	22,37403	18,28331	0,58491	0,507987
120	2	200,2	166,2117	20,44877	16,97715	0,534459	0,456869
135	2,25	197,1	166,2117	18,58368	15,67136	0,484023	0,407348
150	2,5	194,1	166,2117	16,77875	14,36799	0,43368	0,359425
165	2,75	191,3	166,2117	15,09416	13,11462	0,385269	0,314696
180	3	188,7	166,2117	13,52989	11,91747	0,339029	0,273163
195	3,25	186,3	166,2117	12,08595	10,78275	0,2952	0,234824
210	3,5	184,1	166,2117	10,76233	9,7166	0,254021	0,199681
225	3,75	182	166,2117	9,498884	8,674868	0,213784	0,166134
240	4	180,4	166,2117	8,536256	7,864889	0,182498	0,140575
255	4,25	178,9	166,2117	7,633793	7,092376	0,15266	0,116613
270	4,5	177,5	166,2117	6,791494	6,359583	0,124356	0,094249
285	4,75	176,5	166,2117	6,189652	5,829042	0,103864	0,078275
300	5	175,5	166,2117	5,588209	5,292456	0,083138	0,0623
330	5,5	174,1	166,2117	4,74591	4,530879	0,053722	0,039936
360	6	173,2	166,2117	4,204432	4,034792	0,034561	0,025559
420	7	172,3	166,2117	3,662954	3,533523	0,015199	0,011182
480	8	171,9	166,2117	3,422297	3,309052	0,006529	0,004792
540	9	171,6	166,2117	3,241805	3,140012	0,000003	0,000001

**Tabela 21.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 70°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M. seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	234,2	167,4062	39,89927	28,52	1	1
15	0,25	228,3	167,4062	36,37491	26,67273	0,931125	0,907668
30	0,5	222	167,4062	32,61161	24,59182	0,853539	0,809077
45	0,75	215,9	167,4062	28,96778	22,46125	0,774102	0,713615
60	1	210,4	167,4062	25,68235	20,43433	0,698529	0,627543
75	1,25	205,5	167,4062	22,75534	18,53715	0,627794	0,550861
90	1,5	201,4	167,4062	20,30621	16,87877	0,565962	0,486698

105	1,75	196,6	167,4062	17,43893	14,84936	0,490296	0,411581
120	2	192,8	167,4062	15,169	13,17108	0,427722	0,352113
135	2,25	189,2	167,4062	13,01854	11,51894	0,366123	0,295775
150	2,5	186,1	167,4062	11,16676	10,04505	0,311169	0,247261
165	2,75	183,3	167,4062	9,494179	8,670944	0,259936	0,203443
180	3	180,8	167,4062	8,000805	7,408097	0,212852	0,164319
195	3,25	178,6	167,4062	6,686636	6,267548	0,170327	0,12989
210	3,5	176,9	167,4062	5,671141	5,366783	0,136742	0,103286
225	3,75	175,5	167,4062	4,834852	4,611875	0,108596	0,081377
240	4	174,3	167,4062	4,118032	3,955158	0,08411	0,062598
270	4,5	172,8	167,4062	3,222008	3,121435	0,053025	0,039124
300	5	171,7	167,4062	2,564924	2,50078	0,029884	0,021909
360	6	170,9	167,4062	2,087044	2,044377	0,012868	0,00939
420	7	170,5	167,4062	1,848104	1,814569	0,004299	0,00313
480	8	170,3	167,4062	1,728634	1,69926	0,000004	0,000002

**Tabela 22.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 80°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Peso Liq	M. seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	234,6	167,1056	40,39028	28,77	1	1
15	0,25	227,4	167,1056	36,08163	26,5147	0,917386	0,889231
30	0,5	219,8	167,1056	31,53361	23,9738	0,82431	0,772308
45	0,75	212,8	167,1056	27,34464	21,47294	0,732701	0,664615
60	1	206,3	167,1056	23,45488	18,99875	0,642069	0,564615
75	1,25	201	167,1056	20,28324	16,8629	0,56383	0,483077
90	1,5	196,1	167,1056	17,35096	14,78553	0,487734	0,407692
105	1,75	191,3	167,1056	14,47852	12,64737	0,409411	0,333846
120	2	187	167,1056	11,9053	10,63873	0,335832	0,267692
135	2,25	183,3	167,1056	9,691131	8,834926	0,269757	0,210769
150	2,5	180,2	167,1056	7,836016	7,266604	0,212308	0,163077
165	2,75	177,3	167,1056	6,100586	5,749814	0,156746	0,118462
180	3	175,3	167,1056	4,903738	4,674512	0,117357	0,087692
195	3,25	173,6	167,1056	3,886417	3,741025	0,083162	0,061538
210	3,5	172,5	167,1056	3,228151	3,1272	0,060677	0,044615
240	4	171,7	167,1056	2,749411	2,675842	0,044143	0,032308
300	5	170,5	167,1056	2,031303	1,990862	0,019052	0,013846
360	6	170,1	167,1056	1,791933	1,760388	0,010609	0,007692
420	7	169,8	167,1056	1,612406	1,58682	0,004251	0,003077
480	8	169,7	167,1056	1,552563	1,528827	0,002127	0,001538
540	9	169,6	167,1056	1,492721	1,470767	0,000005	0,000001

**Tabela 23.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 50°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	369,4	259,5141	42,34293	29,74713	1	1
15	0,25	366,4	259,5141	41,18692	29,17191	0,97776	0,969819
30	0,5	363,5	259,5141	40,06945	28,60684	0,955912	0,940644
45	0,75	360,4	259,5141	38,87491	27,99275	0,932168	0,909457
60	1	357,5	259,5141	37,75744	27,40864	0,909583	0,880282
75	1,25	354,7	259,5141	36,6785	26,8356	0,887427	0,852113
90	1,5	351,9	259,5141	35,59956	26,25345	0,864918	0,823944
105	1,75	349,3	259,5141	34,59769	25,70452	0,843694	0,797787
120	2	347	259,5141	33,71141	25,21207	0,824654	0,774648
135	2,25	344,8	259,5141	32,86368	24,73488	0,806204	0,752515
150	2,5	342,7	259,5141	32,05447	24,27367	0,788371	0,731388
165	2,75	340,8	259,5141	31,32233	23,85149	0,772048	0,712274
180	3	338,6	259,5141	30,4746	23,35673	0,752918	0,690141
195	3,25	336,6	259,5141	29,70393	22,90133	0,73531	0,67002
210	3,5	334,6	259,5141	28,93325	22,44049	0,717492	0,649899
225	3,75	332,7	259,5141	28,20112	21,99756	0,700366	0,630785
240	4	331	259,5141	27,54605	21,59694	0,684877	0,613682
255	4,25	329,4	259,5141	26,92951	21,21611	0,670152	0,597586
270	4,5	327,6	259,5141	26,23591	20,78324	0,653415	0,579477
285	4,75	325,9	259,5141	25,58084	20,37002	0,637438	0,562374
300	5	324,2	259,5141	24,92577	19,95246	0,621293	0,545272
315	5,25	322,7	259,5141	24,34776	19,58038	0,606907	0,530181
330	5,5	321,1	259,5141	23,73123	19,17966	0,591413	0,514085
345	5,75	319,4	259,5141	23,07615	18,74949	0,574781	0,496982
360	6	318	259,5141	22,53669	18,39179	0,560951	0,482897
375	6,25	316,6	259,5141	21,99722	18,03092	0,546998	0,468813
390	6,5	315,1	259,5141	21,41921	17,64071	0,531911	0,453722
405	6,75	313,8	259,5141	20,91828	17,29952	0,518718	0,440644
420	7	312,4	259,5141	20,37881	16,9289	0,504389	0,426559
435	7,25	310,8	259,5141	19,76227	16,50125	0,487854	0,410463
450	7,5	309,3	259,5141	19,18427	16,09631	0,472197	0,395372
480	8	307,1	259,5141	18,33653	15,49524	0,448957	0,373239
510	8,5	304,8	259,5141	17,45026	14,85757	0,424302	0,350101
540	9	302,5	259,5141	16,56399	14,21021	0,399272	0,326962
570	9,5	300,2	259,5141	15,67771	13,55292	0,373858	0,303823
600	10	298	259,5141	14,82998	12,91472	0,349182	0,28169
630	10,5	296	259,5141	14,0593	12,32631	0,326432	0,261569

660	11	294	259,5141	13,28863	11,72989	0,303371	0,241449
690	11,5	292,1	259,5141	12,5565	11,15573	0,281171	0,222334
720	12	290,2	259,5141	11,82436	10,57405	0,258681	0,203219
750	12,5	288,6	259,5141	11,20782	10,07827	0,239512	0,187123
780	13	286,9	259,5141	10,55275	9,545444	0,218911	0,17002
810	13,5	285,4	259,5141	9,974748	9,070035	0,200529	0,15493
840	14	283,9	259,5141	9,396745	8,589602	0,181953	0,139839
900	15	281,9	259,5141	8,626074	7,941071	0,156878	0,119718
960	16	280	259,5141	7,893937	7,316386	0,132725	0,100604
1020	17	278,1	259,5141	7,161799	6,683164	0,108242	0,081489
1080	18	276,4	259,5141	6,506729	6,109219	0,08605	0,064386
1140	19	274,9	259,5141	5,928726	5,596901	0,066242	0,049296
1200	20	273,5	259,5141	5,389256	5,113667	0,047558	0,035211
1260	21	272,2	259,5141	4,88832	4,6605	0,030036	0,022133
1320	22	271,2	259,5141	4,502984	4,308953	0,016444	0,012072
1380	23	270,4	259,5141	4,194716	4,025843	0,005497	0,004024
1440	24	270	259,5141	4,040582	3,883659	0,000003	0,000001

**Tabela 24.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 60°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	369,4	262,274	40,84507	29	1	1
15	0,25	366	262,274	39,54872	28,34044	0,975042	0,966068
30	0,5	362,4	262,274	38,17611	27,62859	0,948106	0,93014
45	0,75	358,7	262,274	36,76537	26,88207	0,919858	0,893214
60	1	355,1	262,274	35,39276	26,14081	0,891809	0,857285
75	1,25	351,7	262,274	34,0964	25,42678	0,86479	0,823353
90	1,5	348,7	262,274	32,95256	24,7852	0,840513	0,793413
105	1,75	345,5	262,274	31,73246	24,08857	0,814152	0,761477
120	2	342,5	262,274	30,58862	23,42365	0,788992	0,731537
135	2,25	339,9	262,274	29,59729	22,83789	0,766827	0,705589
150	2,5	337,4	262,274	28,64409	22,26615	0,745192	0,680639
165	2,75	334,8	262,274	27,65276	21,66249	0,72235	0,654691
180	3	332,4	262,274	26,73769	21,09687	0,700947	0,630739
195	3,25	330	262,274	25,82261	20,52303	0,679233	0,606786
210	3,5	327,6	262,274	24,90754	19,94078	0,657201	0,582834
225	3,75	325,4	262,274	24,06872	19,39951	0,636719	0,560878
240	4	323,2	262,274	23,2299	18,85087	0,615959	0,538922
255	4,25	321,1	262,274	22,42922	18,32015	0,595876	0,517964

270	4,5	319,1	262,274	21,66665	17,80821	0,576505	0,498004
285	4,75	317,1	262,274	20,90409	17,28981	0,556889	0,478044
300	5	315,2	262,274	20,17966	16,79124	0,538023	0,459082
315	5,25	313,3	262,274	19,45523	16,28663	0,518928	0,44012
330	5,5	311,5	262,274	18,76892	15,80289	0,500624	0,422156
345	5,75	309,7	262,274	18,08262	15,31353	0,482107	0,404192
360	6	307,9	262,274	17,39631	14,81845	0,463373	0,386228
375	6,25	306,2	262,274	16,74813	14,34553	0,445477	0,369261
390	6,5	304,6	262,274	16,13808	13,8956	0,428452	0,353293
405	6,75	302,9	262,274	15,48991	13,41235	0,410166	0,336327
420	7	301,3	262,274	14,87986	12,95254	0,392767	0,320359
435	7,25	299,8	262,274	14,30794	12,51701	0,376287	0,305389
450	7,5	298,5	262,274	13,81227	12,13601	0,36187	0,292415
480	8	295,5	262,274	12,66843	11,24399	0,328116	0,262475
510	8,5	292,6	262,274	11,56272	10,36432	0,294829	0,233533
540	9	290,1	262,274	10,60952	9,591865	0,2656	0,208583
570	9,5	287,8	262,274	9,73257	8,869354	0,23826	0,185629
600	10	285,6	262,274	8,893752	8,167367	0,211697	0,163673
630	10,5	283,6	262,274	8,131191	7,519746	0,187191	0,143713
660	11	281,7	262,274	7,406758	6,895989	0,163588	0,12475
690	11,5	279,9	262,274	6,720453	6,297249	0,140932	0,106786
720	12	278,2	262,274	6,072276	5,724659	0,119265	0,08982
750	12,5	276,8	262,274	5,538483	5,247832	0,101222	0,075848
780	13	275,5	262,274	5,042818	4,800726	0,084304	0,062874
840	14	273,4	262,274	4,242128	4,069495	0,056634	0,041916
900	15	271,8	262,274	3,632079	3,504783	0,035266	0,025948
960	16	270,6	262,274	3,174543	3,076866	0,019073	0,013972
1020	17	269,9	262,274	2,907646	2,825491	0,009561	0,006986
1080	18	269,4	262,274	2,717006	2,645137	0,002737	0,001996
1140	19	269,2	262,274	2,64075	2,572808	0,00002	0,000002

Tabela 25. Secagem de farelo de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 70°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	369,4	259,5404	42,32849	29,74	1	1
15	0,25	365,2	259,5404	40,71025	28,93197	0,970691	0,959654
30	0,5	361,1	259,5404	39,13053	28,12505	0,941422	0,920269
45	0,75	356,5	259,5404	37,35817	27,19763	0,907782	0,876081
60	1	351,9	259,5404	35,58581	26,24597	0,873262	0,831892

75	1,25	347,8	259,5404	34,00609	25,37653	0,841726	0,792507
90	1,5	343,9	259,5404	32,50344	24,53026	0,811029	0,755043
105	1,75	340,1	259,5404	31,03931	23,68702	0,780443	0,71854
120	2	336,5	259,5404	29,65224	22,8706	0,750829	0,683958
135	2,25	333,1	259,5404	28,34223	22,08333	0,722273	0,651297
150	2,5	329,4	259,5404	26,91664	21,20812	0,690527	0,615754
165	2,75	326,8	259,5404	25,91487	20,58126	0,667789	0,590778
180	3	323,8	259,5404	24,75898	19,84545	0,641099	0,56196
195	3,25	320,9	259,5404	23,64162	19,12108	0,614825	0,534102
210	3,5	318,2	259,5404	22,60132	18,43481	0,589932	0,508165
225	3,75	315,6	259,5404	21,59955	17,76285	0,565558	0,483189
240	4	313	259,5404	20,59778	17,07973	0,540779	0,458213
255	4,25	310,6	259,5404	19,67307	16,43901	0,517539	0,435159
270	4,5	308,3	259,5404	18,78688	15,81562	0,494927	0,413064
285	4,75	306	259,5404	17,9007	15,18286	0,471975	0,39097
300	5	303,6	259,5404	16,97599	14,51237	0,447655	0,367915
315	5,25	301,4	259,5404	16,12834	13,88837	0,425021	0,346782
330	5,5	299,4	259,5404	15,35775	13,31315	0,404156	0,32757
345	5,75	297,4	259,5404	14,58715	12,73018	0,38301	0,308357
360	6	295,3	259,5404	13,77803	12,10957	0,360499	0,288184
375	6,25	293,4	259,5404	13,04597	11,54041	0,339854	0,269933
390	6,5	291,5	259,5404	12,3139	10,96383	0,31894	0,251681
405	6,75	289,8	259,5404	11,6589	10,44153	0,299995	0,235351
420	7	287,9	259,5404	10,92684	9,85049	0,278556	0,217099
435	7,25	286,4	259,5404	10,34889	9,378338	0,26143	0,20269
450	7,5	284,8	259,5404	9,732418	8,869228	0,242963	0,18732
465	7,75	283,3	259,5404	9,154473	8,386714	0,225461	0,172911
480	8	281,7	259,5404	8,537999	7,866368	0,206587	0,157541
495	8,25	280,3	259,5404	7,998584	7,406193	0,189895	0,144092
510	8,5	279,1	259,5404	7,536228	7,008083	0,175455	0,132565
525	8,75	277,8	259,5404	7,035343	6,572916	0,15967	0,120077
540	9	276,6	259,5404	6,572987	6,167592	0,144968	0,108549
555	9,25	275,5	259,5404	6,149161	5,792944	0,131379	0,097983
570	9,5	274,4	259,5404	5,725335	5,415292	0,11768	0,087416
600	10	272,4	259,5404	4,954742	4,720837	0,092491	0,068204
630	10,5	270,9	259,5404	4,376798	4,193267	0,073354	0,053794
660	11	269,5	259,5404	3,837383	3,69557	0,055301	0,040346
690	11,5	268,4	259,5404	3,413557	3,300879	0,040985	0,029779
720	12	267,5	259,5404	3,06679	2,975536	0,029184	0,021134
780	13	266,2	259,5404	2,565905	2,501713	0,011997	0,008646

840	14	265,5	259,5404	2,296197	2,244655	0,002673	0,001921
900	15	265,3	259,5404	2,219138	2,170961	0,000004	0,000001

**Tabela 26.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 80°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	369,4	260,3901	41,86409	29,51	1	1
15	0,25	364,4	260,3901	39,9439	28,54279	0,965171	0,952107
30	0,5	359	260,3901	37,87009	27,46795	0,926467	0,900383
45	0,75	353,4	260,3901	35,71947	26,3186	0,885079	0,846743
60	1	348,3	260,3901	33,76087	25,23972	0,846229	0,797893
75	1,25	343,3	260,3901	31,84067	24,15087	0,80702	0,75
90	1,5	338,6	260,3901	30,03569	23,09803	0,769108	0,704981
105	1,75	334,4	260,3901	28,42272	22,13216	0,734327	0,664751
120	2	330,5	260,3901	26,92497	21,2133	0,701239	0,627395
135	2,25	326,6	260,3901	25,42721	20,27249	0,667361	0,590038
150	2,5	322,7	260,3901	23,92946	19,30894	0,632664	0,552682
165	2,75	319,3	260,3901	22,62373	18,44972	0,601724	0,520115
180	3	316	260,3901	21,3564	17,59808	0,571057	0,488506
195	3,25	312,7	260,3901	20,08907	16,72847	0,539743	0,456897
210	3,5	309,8	260,3901	18,97536	15,94898	0,511674	0,429119
225	3,75	306,7	260,3901	17,78483	15,09943	0,481082	0,399425
240	4	304	260,3901	16,74793	14,34538	0,453928	0,373563
255	4,25	301,2	260,3901	15,67262	13,54912	0,425256	0,346743
270	4,5	298,5	260,3901	14,63571	12,76715	0,397097	0,320881
285	4,75	296	260,3901	13,67561	12,03039	0,370567	0,296935
300	5	293,8	260,3901	12,83073	11,37166	0,346846	0,275862
315	5,25	291,5	260,3901	11,94744	10,67236	0,321665	0,253831
330	5,5	289,1	260,3901	11,02574	9,930799	0,294962	0,230843
<b>345</b>	5,75	287,1	260,3901	10,25766	9,303358	0,272368	0,211686
360	6	285,2	260,3901	9,52799	8,699137	0,25061	0,193487
375	6,25	283,3	260,3901	8,798316	8,086813	0,22856	0,175287
390	6,5	281,4	260,3901	8,068641	7,466219	0,206213	0,157088
405	6,75	279,9	260,3901	7,492582	6,970325	0,188356	0,14272
420	7	278,2	260,3901	6,839716	6,401848	0,167886	0,126437
435	7,25	276,8	260,3901	6,302061	5,928447	0,150839	0,113027
450	7,5	275,4	260,3901	5,764406	5,450232	0,133618	0,099617
465	7,75	274,2	260,3901	5,303559	5,036448	0,118718	0,088123
480	8	273	260,3901	4,842712	4,619026	0,103687	0,076628

510	8,5	271,1	260,3901	4,113037	3,95055	0,079615	0,058429
540	9	269,5	260,3901	3,498574	3,380312	0,059081	0,043103
570	9,5	268,4	260,3901	3,076131	2,984329	0,044822	0,032567
600	10	267,4	260,3901	2,692092	2,621518	0,031757	0,022989
660	11	266,3	260,3901	2,269649	2,219279	0,017273	0,012452
720	12	265,5	260,3901	1,962417	1,924648	0,006663	0,004789
780	13	265,2	260,3901	1,847206	1,813703	0,002668	0,001916
840	14	265	260,3901	1,770398	1,7396	0,000003	0,000002

**Tabela 27.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 50°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	584,4	406,7424	43,67816	30,4	1	1
30	0,5	578,9	406,7424	42,32595	29,73875	0,973657	0,964493
60	1	573,5	406,7424	40,99833	29,07718	0,947301	0,929632
90	1,5	568,4	406,7424	39,74447	28,44082	0,921949	0,896708
120	2	563,3	406,7424	38,4906	27,79293	0,896139	0,863783
150	2,5	558,3	406,7424	37,26132	27,14627	0,870376	0,831504
180	3	553,3	406,7424	36,03204	26,48791	0,844148	0,799225
210	3,5	548,5	406,7424	34,85194	25,84459	0,81852	0,768238
240	4	543,7	406,7424	33,67183	25,18992	0,792438	0,73725
270	4,5	539	406,7424	32,51631	24,53759	0,766451	0,706908
300	5	534,6	406,7424	31,43454	23,9165	0,741707	0,678502
330	5,5	530,3	406,7424	30,37736	23,29957	0,71713	0,650742
360	6	526,1	406,7424	29,34476	22,68725	0,692736	0,623628
390	6,5	522	406,7424	28,33676	22,08	0,668544	0,597159
420	7	518,2	406,7424	27,4025	21,50861	0,645781	0,572628
450	7,5	514,6	406,7424	26,51742	20,9595	0,623905	0,549387
480	8	511,2	406,7424	25,68151	20,4338	0,602962	0,527437
510	8,5	508,1	406,7424	24,91936	19,94836	0,583623	0,507424
540	9	505,3	406,7424	24,23096	19,50477	0,565951	0,489348
570	9,5	502,9	406,7424	23,64091	19,12062	0,550647	0,473854
600	10	500,6	406,7424	23,07544	18,74902	0,535843	0,459006
630	10,5	498,5	406,7424	22,55914	18,40674	0,522207	0,445449
660	11	496,3	406,7424	22,01826	18,04505	0,507798	0,431246
690	11,5	494,2	406,7424	21,50196	17,6968	0,493924	0,417689
720	12	492,2	406,7424	21,01025	17,36237	0,480601	0,404777
750	12,5	490,3	406,7424	20,54313	17,04214	0,467843	0,392511
780	13	488,3	406,7424	20,05141	16,70236	0,454307	0,3796

810	13,5	486,3	406,7424	19,5597	16,35978	0,440659	0,366688
840	14	484,4	406,7424	19,09258	16,03171	0,427589	0,354422
870	14,5	482,4	406,7424	18,60086	15,68358	0,413721	0,341511
900	15	480,5	406,7424	18,13374	15,35018	0,400438	0,329245
930	15,5	478,6	406,7424	17,66661	15,01412	0,38705	0,316979
960	16	476,8	406,7424	17,22407	14,69329	0,374269	0,305358
990	16,5	475	406,7424	16,78153	14,37002	0,36139	0,293738
1020	17	473	406,7424	16,28982	14,00795	0,346966	0,280826
1050	17,5	471,3	406,7424	15,87186	13,69777	0,334609	0,269852
1080	18	469,5	406,7424	15,42932	13,3669	0,321428	0,258231
1110	18,5	468	406,7424	15,06054	13,08923	0,310366	0,248547
1140	19	466,3	406,7424	14,64258	12,77238	0,297743	0,237573
1170	19,5	464,8	406,7424	14,2738	12,49088	0,286528	0,227889
1200	20	463,1	406,7424	13,85585	12,16964	0,273731	0,216914
1230	20,5	461,7	406,7424	13,51165	11,90331	0,263121	0,207876
1260	21	460,2	406,7424	13,14286	11,61617	0,251681	0,198192
1290	21,5	458,6	406,7424	12,74949	11,30781	0,239396	0,187863
1320	22	457,3	406,7424	12,42988	11,05567	0,229352	0,179471
1350	22,5	455,9	406,7424	12,08568	10,78254	0,218471	0,170433
1380	23	454,6	406,7424	11,76607	10,52741	0,208307	0,16204
1410	23,5	453,3	406,7424	11,44646	10,27081	0,198084	0,153648
1440	24	451,8	406,7424	11,07767	9,972908	0,186216	0,143964
1470	24,5	450,3	406,7424	10,70889	9,673018	0,174269	0,13428
1500	25	448,8	406,7424	10,34011	9,371123	0,162242	0,124597
1530	25,5	447,2	406,7424	9,946738	9,046869	0,149324	0,114267
1560	26	445,7	406,7424	9,577954	8,740767	0,13713	0,104584
1590	26,5	444,2	406,7424	9,20917	8,432598	0,124853	0,0949
1620	27	442,8	406,7424	8,864972	8,143089	0,113319	0,085862
1650	27,5	441,4	406,7424	8,520774	7,851744	0,101712	0,076824
1680	28	439,9	406,7424	8,15199	7,537531	0,089195	0,06714
1710	28,5	438,5	406,7424	7,807792	7,242326	0,077434	0,058102
1740	29	437,1	406,7424	7,463594	6,94523	0,065598	0,049064
1770	29,5	435,8	406,7424	7,143981	6,667646	0,05454	0,040671
1800	30	434,6	406,7424	6,848954	6,40994	0,044273	0,032924
1830	30,5	433,5	406,7424	6,578513	6,172457	0,034812	0,025823
1860	31	432,4	406,7424	6,308071	5,933765	0,025303	0,018722
1890	31,5	431,1	406,7424	5,988459	5,650104	0,014002	0,010329
1920	32	430,2	406,7424	5,767188	5,45272	0,006139	0,004519
1980	33	429,5	406,7424	5,595089	5,298626	0,000001	0,000002

**Tabela 28.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 60°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	584,4	400,6062	45,87892	31,45	1	1
30	0,5	576,5	400,6062	43,90691	30,51063	0,963932	0,950901
60	1	569,3	400,6062	42,10963	29,63179	0,930188	0,906153
90	1,5	562,2	400,6062	40,33732	28,74312	0,896066	0,862026
120	2	555,7	400,6062	38,71478	27,90963	0,864063	0,821628
150	2,5	549,6	400,6062	37,19209	27,1095	0,833341	0,783717
180	3	544,1	400,6062	35,81917	26,37269	0,80505	0,749534
210	3,5	538,4	400,6062	34,39632	25,5932	0,77512	0,714108
240	4	533,9	400,6062	33,27302	24,96606	0,75104	0,68614
270	4,5	529,4	400,6062	32,14973	24,32826	0,726551	0,658173
300	5	524,8	400,6062	31,00147	23,66498	0,701084	0,629584
318	5,3	520,5	400,6062	29,92809	23,03435	0,67687	0,602859
360	6	516,2	400,6062	28,85472	22,39322	0,652253	0,576134
390	6,5	512,3	400,6062	27,8812	21,80242	0,629568	0,551896
420	7	508,5	400,6062	26,93263	21,21805	0,607131	0,528278
450	7,5	504,7	400,6062	25,98407	20,62489	0,584355	0,504661
480	8	501,1	400,6062	25,08543	20,05464	0,56246	0,482287
510	8,5	497,7	400,6062	24,23672	19,5085	0,54149	0,461156
540	9	494,3	400,6062	23,38801	18,95485	0,520232	0,440025
570	9,5	491,1	400,6062	22,58922	18,42676	0,499955	0,420137
600	10	488	400,6062	21,81539	17,90857	0,480058	0,40087
630	10,5	485	400,6062	21,06652	17,40078	0,460561	0,382225
660	11	482,1	400,6062	20,34262	16,90392	0,441484	0,364201
690	11,5	479,3	400,6062	19,64368	16,41849	0,422845	0,346799
720	12	476,5	400,6062	18,94474	15,92735	0,403987	0,329397
750	12,5	473,7	400,6062	18,2458	15,4304	0,384906	0,311995
780	13	471,1	400,6062	17,59678	14,96366	0,366985	0,295836
810	13,5	468,5	400,6062	16,94777	14,49174	0,348865	0,279677
840	14	466	400,6062	16,32371	14,033	0,331251	0,264139
870	14,5	463,5	400,6062	15,69966	13,56932	0,313447	0,248602
900	15	461,1	400,6062	15,10057	13,11945	0,296174	0,233686
930	15,5	458,8	400,6062	14,52644	12,68391	0,279451	0,219391
960	16	456,5	400,6062	13,95231	12,24399	0,262559	0,205096
990	16,5	454,2	400,6062	13,37818	11,7996	0,245497	0,190802
1020	17	452	400,6062	12,82901	11,37031	0,229013	0,177129
1050	17,5	449,9	400,6062	12,3048	10,95661	0,213129	0,164077
1080	18	447,8	400,6062	11,7806	10,53904	0,197095	0,151025

1110	18,5	445,8	400,6062	11,28135	10,13769	0,181685	0,138595
1140	19	443,9	400,6062	10,80707	9,753052	0,166916	0,126787
1170	19,5	442,1	400,6062	10,35775	9,385614	0,152808	0,1156
1200	20	440,4	400,6062	9,933396	9,035831	0,139378	0,105034
1230	20,5	438,8	400,6062	9,534001	8,704148	0,126642	0,09509
1260	21	437,4	400,6062	9,184531	8,411934	0,115422	0,086389
1290	21,5	436	400,6062	8,83506	8,117844	0,10413	0,077688
1320	22	434,6	400,6062	8,48559	7,821859	0,092766	0,068987
1350	22,5	433,5	400,6062	8,211006	7,587958	0,083785	0,06215
1380	23	432,3	400,6062	7,91146	7,331437	0,073935	0,054692
1410	23,5	431,1	400,6062	7,611914	7,073486	0,064031	0,047234
1440	24	429,1	400,6062	7,112671	6,640364	0,047401	0,034804
1500	25	427	400,6062	6,588465	6,181218	0,029771	0,021753
1560	26	425,5	400,6062	6,214033	5,850482	0,017072	0,01243
1620	27	424,5	400,6062	5,964411	5,628693	0,008556	0,006215
1680	28	423,8	400,6062	5,789676	5,472817	0,002571	0,001865
1740	29	423,5	400,6062	5,714789	5,405856	0,000011	0,000001

Tabela 29. Secagem de farelo de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 70°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	584,4	406,6255	43,71946	30,42	1	1
30	0,5	576,4	406,6255	41,75205	29,45428	0,964422	0,95122
60	1	568,5	406,6255	39,80923	28,47396	0,928306	0,903049
90	1,5	560,5	406,6255	37,84182	27,45307	0,890695	0,854268
120	2	553	406,6255	35,99737	26,46916	0,854446	0,808537
150	2,5	545,9	406,6255	34,25129	25,51282	0,819213	0,765244
180	3	539,5	406,6255	32,67736	24,62919	0,786659	0,72622
210	3,5	533,5	406,6255	31,2018	23,78153	0,755431	0,689634
240	4	527,7	406,6255	29,77543	22,94381	0,724568	0,654268
270	4,5	522,3	406,6255	28,44742	22,14713	0,695217	0,621341
300	5	517,1	406,6255	27,1686	21,36424	0,666374	0,589634
330	5,5	512,2	406,6255	25,96356	20,61196	0,63866	0,559756
360	6	507,5	406,6255	24,80771	19,87674	0,611573	0,531098
390	6,5	502,9	406,6255	23,67645	19,14386	0,584573	0,503049
420	7	498,6	406,6255	22,61896	18,44655	0,558883	0,476829
450	7,5	494,3	406,6255	21,56148	17,7371	0,532746	0,45061
480	8	490,3	406,6255	20,57777	17,06598	0,508021	0,42622
510	8,5	486,3	406,6255	19,59407	16,38381	0,482889	0,401829

540	9	482,5	406,6255	18,65955	15,72528	0,458628	0,378659
570	9,5	479	406,6255	17,7988	15,10949	0,435942	0,357317
600	10	475,6	406,6255	16,96265	14,50262	0,413584	0,336585
630	10,5	472,2	406,6255	16,1265	13,88701	0,390904	0,315854
660	11	469	406,6255	15,33954	13,29946	0,369258	0,296341
690	11,5	465,9	406,6255	14,57717	12,72258	0,348005	0,277439
720	12	463	406,6255	13,86398	12,17591	0,327865	0,259756
750	12,5	460	406,6255	13,1262	11,60315	0,306764	0,241463
780	13	457,3	406,6255	12,4622	11,08123	0,287536	0,225
810	13,5	454,7	406,6255	11,82279	10,57279	0,268804	0,209146
840	14	452,2	406,6255	11,20797	10,07839	0,25059	0,193902
870	14,5	449,7	406,6255	10,59316	9,578492	0,232173	0,178659
900	15	447,3	406,6255	10,00293	9,093333	0,214299	0,164024
930	15,5	445,2	406,6255	9,486488	8,664528	0,198501	0,15122
960	16	443,1	406,6255	8,970042	8,231659	0,182554	0,138415
990	16,5	441	406,6255	8,453596	7,794667	0,166454	0,12561
1020	17	439,1	406,6255	7,986336	7,395691	0,151756	0,114024
1050	17,5	437,2	406,6255	7,519076	6,993248	0,136929	0,102439
<b>1080</b>	<b>18</b>	<b>435,6</b>	<b>406,6255</b>	<b>7,125593</b>	<b>6,651625</b>	<b>0,124343</b>	<b>0,092683</b>
1110	18,5	433,9	406,6255	6,707518	6,285891	0,110869	0,082317
1140	19	432,3	406,6255	6,314036	5,939042	0,098091	0,072561
1170	19,5	431	406,6255	5,994331	5,655332	0,087639	0,064634
1200	20	429,7	406,6255	5,674627	5,369905	0,077123	0,056707
1230	20,5	428,5	406,6255	5,379515	5,104896	0,06736	0,04939
1260	21	427,3	406,6255	5,084403	4,838399	0,057542	0,042073
1320	22	425,5	406,6255	4,641735	4,435835	0,042711	0,031098
1380	23	423,9	406,6255	4,248253	4,075131	0,029422	0,021341
1440	24	422,6	406,6255	3,928548	3,780047	0,018551	0,013415
1500	25	421,6	406,6255	3,682622	3,551822	0,010143	0,007317
1560	26	420,9	406,6255	3,510473	3,391418	0,004233	0,003049
1620	27	420,4	406,6255	3,38751	3,276518	0,000003	0,000004

**Tabela 30.** Secagem de farelo de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 80°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	584,4	411,7682	41,9245	29,54	1	1
15	0,25	574,3	411,7682	39,47166	28,30085	0,955896	0,939376
60	1	563,9	411,7682	36,94597	26,9785	0,908831	0,876951
90	1,5	554,5	411,7682	34,66313	25,74062	0,864773	0,820528
120	2	545,7	411,7682	32,52601	24,54311	0,822151	0,767707

150	2,5	537,4	411,7682	30,51031	23,3777	0,780672	0,717887
180	3	529,8	411,7682	28,66461	22,27855	0,741551	0,672269
210	3,5	522,7	411,7682	26,94034	21,22284	0,703977	0,629652
240	4	516,1	411,7682	25,3375	20,21542	0,668121	0,590036
270	4,5	508,9	411,7682	23,58894	19,08661	0,627944	0,546819
300	5	503,6	411,7682	22,30181	18,23506	0,597636	0,515006
330	5,5	497,9	411,7682	20,91753	17,29901	0,56432	0,480792
360	6	492,5	411,7682	19,60612	16,39224	0,532046	0,448379
390	6,5	487,1	411,7682	18,2947	15,46536	0,499057	0,415966
420	7	482,1	411,7682	17,08042	14,58862	0,467853	0,385954
450	7,5	477,5	411,7682	15,96329	13,76581	0,438567	0,358343
480	8	472,9	411,7682	14,84616	12,927	0,408712	0,330732
510	8,5	468,5	411,7682	13,77759	12,10923	0,379606	0,304322
540	9	464,5	411,7682	12,80617	11,35237	0,352668	0,280312
570	9,5	460,5	411,7682	11,83475	10,58236	0,325262	0,256303
600	10	456,8	411,7682	10,93619	9,858091	0,299484	0,234094
630	10,5	453,2	411,7682	10,06191	9,142048	0,273999	0,212485
660	11	450	411,7682	9,284776	8,495947	0,251003	0,193277
690	11,5	446,8	411,7682	8,50764	7,840591	0,227677	0,17407
720	12	443,9	411,7682	7,80336	7,238513	0,206248	0,156663
750	12,5	441,3	411,7682	7,171937	6,691992	0,186797	0,141056
780	13	438,7	411,7682	6,540514	6,138992	0,167114	0,12545
810	13,5	436,2	411,7682	5,933377	5,601045	0,147968	0,110444
840	14	434	411,7682	5,399095	5,122525	0,130936	0,097239
870	14,5	431,9	411,7682	4,8891	4,661209	0,114517	0,084634
900	15	430,1	411,7682	4,451961	4,262209	0,100316	0,07383
930	15,5	428,5	411,7682	4,063393	3,904728	0,087593	0,064226
960	16	427,1	411,7682	3,723395	3,589735	0,076382	0,055822
1020	17	424,7	411,7682	3,140543	3,044916	0,05699	0,041417
1080	18	423	411,7682	2,72769	2,655262	0,043122	0,031212
1140	19	421,5	411,7682	2,363407	2,30884	0,030792	0,022209
1200	20	420,2	411,7682	2,047696	2,006606	0,020035	0,014406
1260	21	419,1	411,7682	1,780555	1,749406	0,010881	0,007803
1320	22	418,3	411,7682	1,586271	1,561501	0,004193	0,003001
1380	23	417,8	411,7682	1,464843	1,443696	0,000003	0,000005

**Tabela 31.** Secagem de torta de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 50°C – massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	258,7	193,7663	33,51135	25,1	1	1
15	0,25	254,6	193,7663	31,3954	23,89383	0,940905	0,925993
30	0,3	250	193,7663	29,0214	22,49348	0,872295	0,84296
45	0,75	246,1	193,7663	27,00867	21,26522	0,812117	0,772563
60	1	242,8	193,7663	25,30559	20,1951	0,759688	0,712996
75	1,25	239,7	193,7663	23,70572	19,163	0,70912	0,65704
90	1,5	236,8	193,7663	22,20907	18,17302	0,660617	0,604693
105	1,75	234,2	193,7663	20,86725	17,2646	0,61611	0,557762
120	2	231,7	193,7663	19,57704	16,3719	0,572373	0,512635
135	2,25	229,5	193,7663	18,44165	15,57024	0,533096	0,472924
150	2,5	227,5	193,7663	17,40948	14,828	0,49673	0,436823
165	2,75	225,5	193,7663	16,37731	14,07259	0,45972	0,400722
180	3	223,3	193,7663	15,24192	13,22602	0,418242	0,361011
195	3,25	221,7	193,7663	14,41618	12,59977	0,38756	0,33213
210	3,5	220,1	193,7663	13,59044	11,96443	0,356431	0,303249
225	3,75	218,5	193,7663	12,76471	11,31977	0,324847	0,274368
240	4	217,2	193,7663	12,0938	10,789	0,298842	0,250903
270	4,5	214,5	193,7663	10,70036	9,666061	0,243825	0,202166
300	5	212,4	193,7663	9,616585	8,772928	0,200066	0,16426
330	5,5	210,6	193,7663	8,68763	7,99321	0,161864	0,131769
360	6	209,1	193,7663	7,913502	7,33319	0,129527	0,104693
390	6,5	207,9	193,7663	7,294199	6,798316	0,103321	0,083032
420	7	207	193,7663	6,829722	6,393092	0,083468	0,066787
480	8	205,5	193,7663	6,055594	5,70983	0,049992	0,039711
540	9	204,8	193,7663	5,694334	5,387549	0,034202	0,027076
600	10	204,3	193,7663	5,436291	5,155996	0,022857	0,018051
660	11	204,2	193,7663	5,384682	5,109549	0,020581	0,016245
720	12	204	193,7663	5,281465	5,01652	0,016023	0,012635
780	13	203,8	193,7663	5,178248	4,923307	0,011457	0,009025
840	14	203,3	193,7663	4,920205	4,689474	0,000003	0,000006

**Tabela 32.** Secagem de torta de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 60°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	258,7	193,7663	33,51135	25,1	1	1
15	0,25	254,6	193,7663	31,3954	23,89383	0,943902	0,928943

30	0,5	249,2	193,7663	28,60854	22,24466	0,867201	0,835355
45	0,75	244,2	193,7663	26,02811	20,65262	0,793156	0,7487
60	1	240,2	193,7663	23,96376	19,33127	0,731701	0,679376
75	1,25	235,2	193,7663	21,38334	17,61637	0,651943	0,592721
90	1,5	232,6	193,7663	20,04151	16,69549	0,609113	0,54766
105	1,75	229,3	193,7663	18,33843	15,4966	0,553354	0,490468
120	2	226,2	193,7663	16,73857	14,33851	0,499492	0,436742
135	2,25	223,6	193,7663	15,39674	13,34244	0,453166	0,391681
150	2,5	220,8	193,7663	13,9517	12,24352	0,402056	0,343154
165	2,75	218,1	193,7663	12,55827	11,15713	0,351529	0,29636
180	3	215,6	193,7663	11,26806	10,12695	0,303616	0,253033
195	3,25	212,9	193,7663	9,874627	8,987177	0,250606	0,206239
210	3,5	210,9	193,7663	8,842456	8,124087	0,210465	0,171577
225	3,75	209,3	193,7663	8,016719	7,421739	0,177799	0,143847
240	4	208,1	193,7663	7,397416	6,88789	0,15297	0,12305
270	4,5	206	193,7663	6,313637	5,938689	0,108824	0,086655
300	5	204,8	193,7663	5,694334	5,387549	0,083191	0,065858
330	5,5	203,8	193,7663	5,178248	4,923307	0,061599	0,048527
360	6	203,1	193,7663	4,816988	4,595618	0,046359	0,036395
420	7	202,3	193,7663	4,40412	4,218339	0,028812	0,02253
480	8	201,7	193,7663	4,094468	3,933416	0,01556	0,012132
540	9	201,4	193,7663	3,939643	3,790318	0,008905	0,006932
600	10	201,2	193,7663	3,836426	3,694682	0,004457	0,003466
660	11	201	193,7663	3,733209	3,598856	0,000005	0,000003

**Tabela 33.** Secagem de torta de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 70°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M. seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	258,7	191,5415	35,06213	25,96	1	1
15	0,25	252,8	191,5415	31,98186	24,23201	0,922205	0,901173
30	0,5	246,6	191,5415	28,74496	22,32706	0,836442	0,79732
45	0,75	240,9	191,5415	25,7691	20,48922	0,753701	0,701843
60	1	236,4	191,5415	23,41974	18,97569	0,685561	0,626466
75	1,25	231	191,5415	20,60051	17,08161	0,600289	0,536013
90	1,5	225,8	191,5415	17,88569	15,17206	0,514319	0,448911
105	1,75	220,2	191,5415	14,96204	13,01477	0,417196	0,355109
120	2	216,7	191,5415	13,13476	11,60984	0,353946	0,296482
135	2,25	213,7	191,5415	11,56852	10,36898	0,298081	0,246231
150	2,5	211,3	191,5415	10,31553	9,350932	0,252248	0,20603

165	2,75	209,3	191,5415	9,27137	8,48472	0,213251	0,172529
180	3	207,6	191,5415	8,383834	7,735318	0,179512	0,144054
195	3,25	206,3	191,5415	7,70513	7,153912	0,153337	0,122278
210	3,5	205,2	191,5415	7,130842	6,656199	0,130929	0,103853
240	4	203,4	191,5415	6,191098	5,830147	0,09374	0,073702
270	4,5	202,3	191,5415	5,616809	5,318102	0,070687	0,055276
300	5	201,4	191,5415	5,146937	4,894995	0,051639	0,040201
360	6	200,4	191,5415	4,624857	4,420419	0,030273	0,023451
420	7	199,8	191,5415	4,311609	4,133393	0,017351	0,0134
480	8	199,5	191,5415	4,154985	3,989233	0,01086	0,008375
540	9	199,3	191,5415	4,050569	3,892885	0,006523	0,005025
600	10	199,1	191,5415	3,946153	3,796344	0,002176	0,001675
660	11	199	191,5415	3,893945	3,748	0,000006	0,000001

**Tabela 34.** Secagem de torta de mamona, em camada de 1 cm de espessura e temperatura de 80°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	massa Liq	M. seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	258,7	192,9902	34,04826	25,4	1	1
15	0,25	253,1	192,9902	31,14656	23,74943	0,927516	0,907438
30	0,5	246,6	192,9902	27,77851	21,73958	0,839254	0,8
45	0,75	240,4	192,9902	24,56591	19,72121	0,750618	0,697521
60	1	234,6	192,9902	21,56058	17,73649	0,66346	0,601653
75	1,25	229,2	192,9902	18,76251	15,79834	0,578347	0,512397
90	1,5	225,3	192,9902	16,74168	14,34079	0,514339	0,447934
105	1,75	219,3	192,9902	13,63271	11,99717	0,41142	0,34876
120	2	214,8	192,9902	11,30099	10,15354	0,330457	0,27438
135	2,25	211,7	192,9902	9,694689	8,837884	0,27268	0,22314
150	2,5	209	192,9902	8,295654	7,660191	0,220962	0,178512
165	2,75	206,8	192,9902	7,1557	6,677853	0,177823	0,142149
180	3	205,2	192,9902	6,326642	5,950195	0,145869	0,115702
195	3,25	203,8	192,9902	5,601217	5,304122	0,117496	0,092562
210	3,5	202,9	192,9902	5,134872	4,884081	0,099051	0,077686
240	4	201,3	192,9902	4,305814	4,128068	0,06585	0,05124
270	4,5	200,4	192,9902	3,83947	3,697505	0,046942	0,036364
300	5	199,7	192,9902	3,476757	3,35994	0,032118	0,024793
360	6	199	192,9902	3,114044	3,02	0,01719	0,013223
420	7	198,5	192,9902	2,854964	2,775718	0,006463	0,004959
480	8	198,4	192,9902	2,803148	2,726714	0,004311	0,003306
540	9	198,2	192,9902	2,699515	2,628557	0,000003	0,000004

**Tabela 35.** Secagem de torta de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 50°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	387,3	276,842	39,89927	28,52	1	1
30	0,5	379,3	276,842	37,00954	27,01238	0,93924	0,91984
60	1	371,9	276,842	34,33653	25,56009	0,880711	0,845691
90	1,5	365,1	276,842	31,88026	24,17364	0,824835	0,777555
120	2	359,1	276,842	29,71296	22,9067	0,773775	0,717435
150	2,5	354,4	276,842	28,01524	21,8843	0,73257	0,670341
180	3	349,8	276,842	26,35364	20,85705	0,691171	0,624248
210	3,5	345,1	276,842	24,65592	19,77918	0,647731	0,577154
240	4	341	276,842	23,17493	18,81465	0,608858	0,536072
270	4,5	337,6	276,842	21,9468	17,99703	0,575907	0,502004
300	5	334,4	276,842	20,7909	17,21231	0,544281	0,46994
330	5,5	331	276,842	19,56277	16,36192	0,510009	0,435872
360	6	327,6	276,842	18,33463	15,49388	0,475026	0,401804
390	6,5	324,5	276,842	17,21486	14,68658	0,442491	0,370741
420	7	321,6	276,842	16,16733	13,91728	0,411486	0,341683
450	7,5	318,8	276,842	15,15592	13,16122	0,381016	0,313627
480	8	316,1	276,842	14,18064	12,41947	0,351122	0,286573
510	8,5	313,5	276,842	13,24147	11,69313	0,321849	0,260521
540	9	311	276,842	12,33843	10,98327	0,293241	0,235471
570	9,5	308,7	276,842	11,50763	10,32004	0,266512	0,212425
600	10	306,6	276,842	10,74908	9,705793	0,241757	0,191383
630	10,5	304,7	276,842	10,06276	9,14275	0,219065	0,172345
660	11	302,9	276,842	9,412573	8,602826	0,197305	0,154309
690	11,5	301	276,842	8,726261	8,0259	0,174054	0,135271
720	12	299,5	276,842	8,184436	7,565262	0,15549	0,12024
780	13	297,4	276,842	7,425881	6,912562	0,129185	0,099198
840	14	295,6	276,842	6,775691	6,345724	0,10634	0,081162
900	15	294,3	276,842	6,306109	5,932029	0,089668	0,068136
960	16	293,4	276,842	5,981014	5,643476	0,078038	0,059118
1020	17	292,9	276,842	5,800405	5,482404	0,071547	0,054108
1080	18	292,6	276,842	5,69204	5,385496	0,067641	0,051102
1140	19	291,5	276,842	5,294702	5,02846	0,053252	0,04008
1200	20	290,5	276,842	4,933485	4,701535	0,040077	0,03006
1260	21	289,8	276,842	4,680633	4,471346	0,0308	0,023046
1320	22	289,1	276,842	4,427781	4,240042	0,021478	0,016032
1380	23	288,7	276,842	4,283295	4,107364	0,016131	0,012024
1440	24	288,4	276,842	4,17493	4,007614	0,012111	0,009018

1500	25	288,1	276,842	4,066564	3,907657	0,008082	0,006012
1560	26	288	276,842	4,030443	3,874292	0,006737	0,00501
1620	27	287,8	276,842	3,958199	3,807491	0,004045	0,003006
1680	28	287,7	276,842	3,922078	3,774056	0,002698	0,002004
1740	29	287,5	276,842	3,849834	3,707117	0,000002	0,000001

**Tabela 36.** Secagem de torta de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 60°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	387,3	263,7513	46,84288	31,9	1	1
15	0,25	383,5	263,7513	45,40213	31,22522	0,976625	0,967042
30	0,5	379,1	263,7513	43,73389	30,42698	0,948973	0,928881
45	0,75	374,1	263,7513	41,83816	29,49711	0,916761	0,885516
60	1	369,8	263,7513	40,20784	28,67731	0,888362	0,848222
75	1,25	366,1	263,7513	38,805	27,95649	0,863392	0,816132
90	1,5	361,6	263,7513	37,09885	27,05993	0,832334	0,777103
105	1,75	358	263,7513	35,73393	26,32645	0,806926	0,74588
120	2	354,4	263,7513	34,36901	25,57808	0,781001	0,714657
135	2,25	351,5	263,7513	33,26949	24,96407	0,759731	0,689506
150	2,5	348,4	263,7513	32,09414	24,29641	0,736603	0,662619
165	2,75	345,5	263,7513	30,99462	23,66098	0,714591	0,637467
180	3	341,9	263,7513	29,62969	22,85718	0,686746	0,606245
195	3,25	339,7	263,7513	28,79557	22,35758	0,669439	0,587164
210	3,5	336,5	263,7513	27,58231	21,61923	0,643862	0,55941
225	3,75	333,3	263,7513	26,36905	20,8667	0,617794	0,531657
240	4	331,7	263,7513	25,76241	20,48499	0,604571	0,51778
255	4,25	329	263,7513	24,73872	19,83243	0,581965	0,494363
270	4,5	327	263,7513	23,98043	19,34211	0,56498	0,477016
285	4,75	325	263,7513	23,22214	18,84575	0,547786	0,45967
300	5	322,9	263,7513	22,42594	18,31796	0,529502	0,441457
315	5,25	320,9	263,7513	21,66765	17,80888	0,511867	0,424111
330	5,5	318,8	263,7513	20,87144	17,26747	0,493112	0,405898
345	5,75	316,7	263,7513	20,07524	16,71888	0,474108	0,387684
360	6	314,9	263,7513	19,39278	16,24284	0,457618	0,372073
375	6,25	313,1	263,7513	18,71032	15,76132	0,440937	0,356461
390	6,5	311,3	263,7513	18,02785	15,27424	0,424064	0,34085
405	6,75	309,3	263,7513	17,26956	14,72638	0,405086	0,323504
420	7	306,8	263,7513	16,3217	14,03152	0,381015	0,301821
450	7,5	303,7	263,7513	15,14635	13,154	0,350617	0,274935
480	8	300,7	263,7513	14,00892	12,28756	0,320602	0,248916

510	8,5	297,8	263,7513	12,9094	11,43341	0,291014	0,223764
540	9	295	263,7513	11,84779	10,59278	0,261893	0,19948
570	9,5	292,4	263,7513	10,86201	9,797777	0,234353	0,17693
600	10	289,9	263,7513	9,91415	9,019903	0,207407	0,155247
630	10,5	287,7	263,7513	9,080031	8,324192	0,183307	0,136167
660	11	285,8	263,7513	8,359655	7,714731	0,162194	0,119688
690	11,5	284,1	263,7513	7,715109	7,162513	0,143065	0,104944
720	12	282,5	263,7513	7,108477	6,636708	0,12485	0,091067
750	12,5	281,2	263,7513	6,615588	6,205085	0,109898	0,079792
780	13	279,8	263,7513	6,084785	5,735776	0,093641	0,06765
810	13,5	278,7	263,7513	5,667726	5,363724	0,080753	0,058109
840	14	277,7	263,7513	5,288581	5,022938	0,068947	0,049436
900	15	276,7	263,7513	4,909436	4,679689	0,057057	0,040763
960	16	275,7	263,7513	4,53029	4,33395	0,04508	0,03209
1020	17	275	263,7513	4,264889	4,090436	0,036644	0,026019
1080	18	274,3	263,7513	3,999487	3,84568	0,028166	0,019948
1140	19	273,9	263,7513	3,847829	3,705257	0,023301	0,016479
1200	20	273,6	263,7513	3,734086	3,599671	0,019644	0,013877
1260	21	273,2	263,7513	3,582428	3,458529	0,014754	0,010408
1320	22	273	263,7513	3,506599	3,387802	0,012304	0,008673
1380	23	272,8	263,7513	3,43077	3,316972	0,009851	0,006938
1440	24	272,5	263,7513	3,317026	3,210532	0,006163	0,004337
1500	25	272,4	263,7513	3,279112	3,175	0,004933	0,003469
1560	26	272	263,7513	3,127454	3,03261	0,000003	0,000005

**Tabela 37.** Secagem de torta de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 70°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	387,3	262,6669	47,44913	32,18	1	1
15	0,25	382	262,6669	45,43137	31,23904	0,96731	0,954073
30	0,5	375,4	262,6669	42,91868	30,03014	0,925311	0,89688
45	0,75	369,6	262,6669	40,71056	28,93213	0,887165	0,84662
60	1	363,5	262,6669	38,38822	27,73952	0,845732	0,793761
75	1,25	358,2	262,6669	36,37046	26,67034	0,808587	0,747834
90	1,5	353,3	262,6669	34,50498	25,65331	0,773254	0,705373
105	1,75	348,2	262,6669	32,56335	24,56437	0,735423	0,661179
120	2	343,2	262,6669	30,6598	23,46537	0,697243	0,617851
135	2,25	339,1	262,6669	29,09889	22,54	0,665094	0,582322
150	2,5	335,3	262,6669	27,65219	21,66214	0,634596	0,549393

165	2,75	331,6	262,6669	26,24356	20,78804	0,604229	0,517331
180	3	327,9	262,6669	24,83493	19,89422	0,573176	0,485269
195	3,25	324,5	262,6669	23,54052	19,0549	0,544017	0,455806
210	3,5	321,8	262,6669	22,5126	18,37574	0,520423	0,432409
225	3,75	318	262,6669	21,0659	17,40036	0,486537	0,39948
240	4	314,8	262,6669	19,84763	16,56072	0,457366	0,37175
255	4,25	311,9	262,6669	18,74357	15,78491	0,430414	0,34662
270	4,5	309	262,6669	17,63951	14,99454	0,402956	0,32149
285	4,75	306	262,6669	16,49738	14,16116	0,374003	0,295494
300	5	303,7	262,6669	15,62174	13,51108	0,351418	0,275563
315	5,25	301,2	262,6669	14,66997	12,79321	0,326478	0,253899
330	5,5	299,1	262,6669	13,87047	12,18092	0,305207	0,235702
345	5,75	297,2	262,6669	13,14712	11,6195	0,285702	0,219237
360	6	294,7	262,6669	12,19535	10,86975	0,259655	0,197574
375	6,25	293,2	262,6669	11,62428	10,41376	0,243813	0,184575
390	6,5	291	262,6669	10,78672	9,736474	0,220284	0,165511
405	6,75	289,7	262,6669	10,2918	9,331426	0,206212	0,154246
420	7	288	262,6669	9,644589	8,796229	0,187618	0,139515
435	7,25	286,4	262,6669	9,035453	8,286711	0,169917	0,12565
450	7,5	285,1	262,6669	8,540529	7,868516	0,155388	0,114385
480	8	282,1	262,6669	7,398398	6,888742	0,12135	0,088388
510	8,5	280,1	262,6669	6,636977	6,223899	0,098252	0,071057
540	9	278,4	262,6669	5,98977	5,651272	0,078358	0,056326
570	9,5	277,2	262,6669	5,532917	5,242835	0,064169	0,045927
600	10	275,9	262,6669	5,037994	4,796354	0,048658	0,034662
660	11	274,6	262,6669	4,54307	4,345645	0,032999	0,023397
720	12	273,4	262,6669	4,086218	3,925801	0,018413	0,012998
780	13	272,5	262,6669	3,743578	3,608492	0,00739	0,005199
840	14	272,1	262,6669	3,591294	3,466792	0,002467	0,001733
900	15	271,9	262,6669	3,515152	3,395785	0,000005	0,000001

**Tabela 38.** Secagem de torta de mamona, em camada de 3 cm de espessura e temperatura de 80°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	387,3	277,849	39,39225	28,26	1	1
15	0,25	381	277,849	37,12483	27,07375	0,956906	0,941341
30	0,5	373,5	277,849	34,42552	25,60937	0,903709	0,871508
45	0,75	367	277,849	32,08612	24,29182	0,855845	0,810987
60	1	359,6	277,849	29,42281	22,73387	0,799249	0,742086

75	1,25	353,4	277,849	27,19138	21,37832	0,750005	0,684358
90	1,5	347,3	277,849	24,99594	19,9974	0,699839	0,627561
105	1,75	342	277,849	23,08843	18,7576	0,6548	0,578212
120	2	337,3	277,849	21,39687	17,62555	0,613675	0,534451
135	2,25	332,2	277,849	19,56134	16,36092	0,567734	0,486965
150	2,5	328,2	277,849	18,12171	15,34155	0,530703	0,449721
165	2,75	324,9	277,849	16,93401	14,48168	0,499466	0,418994
180	3	321,2	277,849	15,60235	13,49657	0,463679	0,384544
195	3,25	317,4	277,849	14,2347	12,46093	0,426057	0,349162
210	3,5	314,1	277,849	13,04701	11,54122	0,392646	0,318436
225	3,75	311,6	277,849	12,14724	10,83151	0,366864	0,295158
240	4	308,8	277,849	11,1395	10,02299	0,337492	0,269088
255	4,25	306,2	277,849	10,20374	9,258975	0,309737	0,244879
270	4,5	303,5	277,849	9,231985	8,451723	0,280412	0,219739
285	4,75	301,2	277,849	8,404197	7,752649	0,255016	0,198324
300	5	298,9	277,849	7,57641	7,042817	0,22923	0,176909
315	5,25	296,9	277,849	6,856594	6,416632	0,206482	0,158287
330	5,5	294,8	277,849	6,100788	5,749993	0,182264	0,138734
345	5,75	293	277,849	5,452954	5,170983	0,16123	0,121974
360	6	291,6	277,849	4,949083	4,7157	0,144691	0,108939
375	6,25	290,3	277,849	4,481203	4,289004	0,12919	0,096834
390	6,5	288,9	277,849	3,977333	3,825192	0,112341	0,083799
420	7	286,9	277,849	3,257517	3,154751	0,087985	0,065177
450	7,5	285,2	277,849	2,645674	2,577482	0,067015	0,049348
480	8	284,3	277,849	2,321757	2,269075	0,055811	0,040968
540	9	282,7	277,849	1,745905	1,715946	0,035717	0,026071
600	10	281,6	277,849	1,350007	1,332024	0,02177	0,015829
660	11	280,9	277,849	1,098071	1,086145	0,012838	0,009311
720	12	280,3	277,849	0,882127	0,874413	0,005146	0,003724
780	13	280,1	277,849	0,810145	0,803634	0,002575	0,001862
840	14	279,9	277,849	0,738163	0,732755	0,000004	0,000003

**Tabela 39.** Secagem de torta de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 50°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa Liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	474,4	340,1448	39,47001	28,3	1	1
30	0,5	467,4	340,1448	37,41207	27,22619	0,9565	0,942387
60	1	461,1	340,1448	35,55991	26,23188	0,916222	0,890535
90	1,5	454,4	340,1448	33,59017	25,14419	0,87216	0,835391

120	2	449,9	340,1448	32,2672	24,39547	0,84183	0,798354
150	2,5	444,5	340,1448	30,67964	23,47699	0,804622	0,753909
180	3	440,1	340,1448	29,38607	22,71193	0,77363	0,717695
210	3,5	435,2	340,1448	27,94551	21,84173	0,738379	0,677366
240	4	431,9	340,1448	26,97534	21,24455	0,714188	0,650206
270	4,5	428,8	340,1448	26,06396	20,67519	0,691123	0,624691
300	5	425,8	340,1448	25,18198	20,1163	0,668483	0,6
330	5,5	423	340,1448	24,3588	19,58752	0,647062	0,576955
360	6	420,3	340,1448	23,56502	19,07095	0,626136	0,554733
390	6,5	417,7	340,1448	22,80064	18,5672	0,60573	0,533333
420	7	415,4	340,1448	22,12446	18,11632	0,587465	0,514403
450	7,5	413,2	340,1448	21,47768	17,68035	0,569804	0,496296
480	8	411,2	340,1448	20,88969	17,27996	0,553584	0,479835
510	8,5	409,2	340,1448	20,30171	16,87566	0,537206	0,463374
540	9	407,3	340,1448	19,74312	16,4879	0,521498	0,447737
570	9,5	405,4	340,1448	19,18454	16,0965	0,505643	0,432099
600	10	403,6	340,1448	18,65535	15,7223	0,490484	0,417284
630	10,5	401,8	340,1448	18,12616	15,34475	0,47519	0,402469
660	11	400,1	340,1448	17,62638	14,98505	0,460619	0,388477
690	11,5	398,5	340,1448	17,15599	14,64371	0,446792	0,375309
720	12	397	340,1448	16,715	14,32121	0,433727	0,362963
750	12,5	395,5	340,1448	16,27401	13,99626	0,420563	0,350617
780	13	394	340,1448	15,83302	13,66883	0,4073	0,338272
810	13,5	392,5	340,1448	15,39203	13,3389	0,393934	0,325926
840	14	391,1	340,1448	14,98044	13,02869	0,381368	0,314403
870	14,5	389,7	340,1448	14,56885	12,71624	0,368711	0,302881
900	15	388,4	340,1448	14,18666	12,4241	0,356876	0,292181
930	15,5	387	340,1448	13,77507	12,10729	0,344042	0,280658
960	16	385,6	340,1448	13,36349	11,78817	0,331115	0,269136
990	16,5	384,3	340,1448	12,9813	11,48977	0,319027	0,258436
1020	17	383,1	340,1448	12,6285	11,21253	0,307796	0,24856
1050	17,5	381,9	340,1448	12,27571	10,93354	0,296495	0,238683
1080	18	380,9	340,1448	11,98172	10,69971	0,287022	0,230453
1110	18,5	379,9	340,1448	11,68773	10,46465	0,2775	0,222222
1140	19	379	340,1448	11,42314	10,25203	0,268887	0,214815
1200	20	377,5	340,1448	10,98215	9,895417	0,254441	0,202469
1260	21	374,4	340,1448	10,07077	9,149359	0,224218	0,176955
1320	22	371,8	340,1448	9,30639	8,51404	0,198482	0,155556
1380	23	369,5	340,1448	8,630207	7,944574	0,175413	0,136626
1440	24	367,3	340,1448	7,983424	7,393194	0,153077	0,118519

1500	25	365,2	340,1448	7,366039	6,860679	0,131505	0,101235
1560	26	363,5	340,1448	6,866252	6,425089	0,11386	0,087243
1620	27	361,8	340,1448	6,366465	5,985406	0,096048	0,073251
1680	28	360,5	340,1448	5,984275	5,64638	0,082315	0,062551
1740	29	359,4	340,1448	5,660883	5,357596	0,070616	0,053498
1800	30	358,4	340,1448	5,366891	5,093527	0,059919	0,045267
1860	31	357,5	340,1448	5,102298	4,854601	0,05024	0,03786
1920	32	356,4	340,1448	4,778906	4,560943	0,038344	0,028807
1980	33	355,4	340,1448	4,484913	4,292403	0,027466	0,020576
2040	34	354,5	340,1448	4,22032	4,049422	0,017623	0,013169
2100	35	353,7	340,1448	3,985126	3,8324	0,008831	0,006584
2160	36	353,3	340,1448	3,867529	3,723521	0,004421	0,003292
2220	37	352,9	340,1448	3,749932	3,614395	0,000006	0,000001

Tabela 40. Secagem de torta de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 60°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	474,4	322,592	47,05882	32	1	1
30	0,5	466,5	322,592	44,60991	30,84845	0,959427	0,94345
60	1	459,4	322,592	42,40899	29,77971	0,921772	0,892627
90	1,5	452,3	322,592	40,20806	28,67743	0,882936	0,841804
120	2	446,8	322,592	38,50312	27,79946	0,852002	0,802434
150	2,5	441,7	322,592	36,92218	26,96581	0,82263	0,765927
180	3	436	322,592	35,15524	26,01101	0,78899	0,725125
210	3,5	431,2	322,592	33,66729	25,18738	0,759971	0,690766
240	4	426,7	322,592	32,27234	24,39841	0,732173	0,658554
270	4,5	422,7	322,592	31,03239	23,68299	0,706966	0,629921
300	5	418,3	322,592	29,66844	22,88023	0,678683	0,598425
330	5,5	414	322,592	28,33548	22,07923	0,650461	0,567645
360	6	409,8	322,592	27,03353	21,28062	0,622324	0,537581
390	6,5	405,6	322,592	25,73157	20,46548	0,593604	0,507516
420	7	401,6	322,592	24,49162	19,67331	0,565693	0,478883
450	7,5	397,7	322,592	23,28266	18,88559	0,537939	0,450966
480	8	393,8	322,592	22,0737	18,08228	0,509636	0,423049
510	8,5	390,1	322,592	20,92674	17,30531	0,482261	0,396564
540	9	386,4	322,592	19,77978	16,51346	0,454362	0,370079
570	9,5	382,9	322,592	18,69482	15,75033	0,427474	0,345025
600	10	379,4	322,592	17,60986	14,97312	0,400091	0,319971
630	10,5	375,9	322,592	16,5249	14,18143	0,372197	0,294918

660	11	373	322,592	15,62593	13,51421	0,348689	0,274159
690	11,5	369,4	322,592	14,50997	12,67136	0,318993	0,248389
720	12	366,2	322,592	13,518	11,90825	0,292106	0,225483
750	12,5	363,1	322,592	12,55704	11,15616	0,265608	0,203293
780	13	360	322,592	11,59607	10,39111	0,238653	0,181102
840	14	356,6	322,592	10,54211	9,536736	0,20855	0,156764
900	15	353,6	322,592	9,612142	8,769231	0,181509	0,13529
960	16	350,8	322,592	8,744172	8,041049	0,155853	0,115247
1020	17	348,3	322,592	7,969199	7,380993	0,132597	0,097351
1080	18	346	322,592	7,256225	6,765318	0,110905	0,080888
1140	19	344,3	322,592	6,729243	6,304967	0,094685	0,068719
1200	20	342,5	322,592	6,171263	5,812555	0,077336	0,055834
1260	21	340,6	322,592	5,582284	5,28714	0,058824	0,042233
1320	22	339,3	322,592	5,179298	4,924256	0,046039	0,032928
1380	23	338	322,592	4,776312	4,55858	0,033155	0,023622
1440	24	337,2	322,592	4,528321	4,332147	0,025177	0,017895
1500	25	336,6	322,592	4,342327	4,161616	0,019168	0,013601
1560	26	335,9	322,592	4,125335	3,961893	0,012132	0,00859
1620	27	335,4	322,592	3,97034	3,818724	0,007087	0,005011
1680	28	335	322,592	3,846345	3,703881	0,003041	0,002147
1740	29	334,8	322,592	3,784347	3,646356	0,001014	0,000716
1800	30	334,7	322,592	3,753348	3,617568	0,000002	0,000001

**Tabela 41.** Secagem de torta de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 70°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	474,4	321,7381	47,44913	32,18	1	1
30	0,5	464,9	321,7381	44,49642	30,79413	0,951339	0,932288
60	1	455,3	321,7381	41,51262	29,33493	0,900103	0,863863
90	1,5	446,2	321,7381	38,68424	27,89375	0,849499	0,799002
120	2	438,1	321,7381	36,16666	26,56058	0,802689	0,741269
150	2,5	429,7	321,7381	33,55584	25,12495	0,75228	0,681397
180	3	423	321,7381	31,4734	23,93899	0,710638	0,633642
210	3,5	416,3	321,7381	29,39096	22,71485	0,667655	0,585887
240	4	409,5	321,7381	27,27744	21,43148	0,622593	0,53742
270	4,5	403	321,7381	25,25717	20,16425	0,578098	0,491091
300	5	397,2	321,7381	23,45446	18,99847	0,537164	0,449751
330	5,5	391,2	321,7381	21,58959	17,75611	0,493542	0,406985
360	6	385,4	321,7381	19,78688	16,5184	0,450083	0,365645

390	6,5	380,5	321,7381	18,2639	15,44334	0,412335	0,33072
420	7	375,7	321,7381	16,772	14,36303	0,374403	0,296507
450	7,5	371,2	321,7381	15,37335	13,32487	0,33795	0,264433
480	8	367,1	321,7381	14,09902	12,35683	0,30396	0,23521
510	8,5	363,4	321,7381	12,94902	11,46448	0,272628	0,208838
540	9	359,7	321,7381	11,79901	10,55377	0,24065	0,182466
570	9,5	357,4	321,7381	11,08415	9,978153	0,220439	0,166073
600	10	353,7	321,7381	9,934143	9,036449	0,187373	0,139701
630	10,5	351,6	321,7381	9,281438	8,493151	0,168297	0,124733
660	11	349,2	321,7381	8,535489	7,864238	0,146214	0,107627
690	11,5	346,2	321,7381	7,603054	7,065835	0,11818	0,086244
720	12	343,7	321,7381	6,826024	6,389852	0,094445	0,068425
750	12,5	341,6	321,7381	6,17332	5,814379	0,074239	0,053457
780	13	340,1	321,7381	5,707102	5,398977	0,059653	0,042766
810	13,5	338,9	321,7381	5,334128	5,064007	0,047891	0,034212
840	14	338	321,7381	5,054397	4,811219	0,039015	0,027798
870	14,5	337,2	321,7381	4,805748	4,585386	0,031086	0,022096
900	15	336,5	321,7381	4,588179	4,3869	0,024116	0,017106
930	15,5	335,9	321,7381	4,401692	4,216112	0,01812	0,01283
960	16	335,3	321,7381	4,215205	4,044712	0,012101	0,008553
1020	17	334,8	321,7381	4,059799	3,90141	0,00707	0,004989
1080	18	334,4	321,7381	3,935474	3,786459	0,003033	0,002138
1140	19	334,2	321,7381	3,873312	3,728881	0,001012	0,000713
1200	20	334,1	321,7381	3,842231	3,700066	0,000005	0,000001

**Tabela 42.** Secagem de torta de mamona, em camada de 5 cm de espessura e temperatura de 80°C - massa líquida média

Tempo (min)	Tempo (h)	Massa liq	M seca	UBS	UBU	RUBU	RUBS
0	0	474,4	339,0537	39,91885	28,53	1	1
30	0,5	463,3	339,0537	36,64503	26,81768	0,936997	0,915073
60	1	450,5	339,0537	32,86982	24,73836	0,860489	0,817138
90	1,5	440,2	339,0537	29,83195	22,97736	0,795695	0,738332
120	2	430,4	339,0537	26,94155	21,22359	0,731166	0,663351
150	2,5	422	339,0537	24,46407	19,65553	0,67347	0,599082
180	3	414,5	339,0537	22,25203	18,20177	0,61998	0,541699
210	3,5	407,9	339,0537	20,30543	16,87823	0,571282	0,491201
240	4	401	339,0537	18,27036	15,44796	0,518656	0,438409
270	4,5	395,6	339,0537	16,67769	14,29381	0,47619	0,397093
300	5	390,1	339,0537	15,05553	13,08544	0,431729	0,355011

330	5,5	385,1	339,0537	13,58083	11,95698	0,390208	0,316756
360	6	380,4	339,0537	12,19462	10,86917	0,350183	0,280796
390	6,5	376,1	339,0537	10,92639	9,850125	0,312688	0,247896
420	7	372,2	339,0537	9,776127	8,905513	0,277931	0,218057
450	7,5	368,7	339,0537	8,743843	8,04077	0,246114	0,191278
480	8	365,3	339,0537	7,741052	7,184867	0,214621	0,165264
510	8,5	362,5	339,0537	6,915224	6,46795	0,188243	0,143841
540	9	360	339,0537	6,177877	5,818422	0,164344	0,124713
570	9,5	357,8	339,0537	5,529012	5,239329	0,143037	0,107881
600	10	355,8	339,0537	4,939135	4,706667	0,123438	0,092578
630	10,5	354,3	339,0537	4,496727	4,303223	0,108593	0,081102
660	11	353,1	339,0537	4,142801	3,978001	0,096627	0,07192
720	12	351,4	339,0537	3,641406	3,513466	0,079535	0,058914
780	13	350	339,0537	3,228492	3,12752	0,065334	0,048202
840	14	348,7	339,0537	2,845072	2,766367	0,052046	0,038256
900	15	347,6	339,0537	2,520639	2,458665	0,040724	0,029839
960	16	346,5	339,0537	2,196207	2,14901	0,029331	0,021423
1020	17	345,6	339,0537	1,930762	1,89419	0,019955	0,014537
1080	18	344,8	339,0537	1,694811	1,666566	0,01158	0,008416
1140	19	344,3	339,0537	1,547342	1,523764	0,006325	0,004591
1200	20	343,9	339,0537	1,429367	1,409224	0,002111	0,00153
1260	21	343,7	339,0537	1,370379	1,351853	0,00002	0,00001

**APÊNDICE B**

**Tabela 43.** Resumo das Análises de variância e das interações do teor de umidade da torta e do farelo de mamona, em função das condições de secagem e armazenagem. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Material (F1)	1	12,9364 **
Temperatura (F2)	3	66,3815 **
Espessura (F3)	2	2,2753 ns
Embalagem (F4)	2	607,3463**
Int. F1xF2	3	13,8591 **
Int. F1xF3	2	3,3703 *
Int. F1xF4	2	5,5010 **
Resíduo	144	
Total	215	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade  
 \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo

**Tabela 44.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	16,5342 **
Regressão quadrática	1	4,1168 ns
Regressão cúbica	1	2,6011 ns
Tratamentos	3	7,7507 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade  
 \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo  
 MG = 9,6737      CV% = 0,5675

**Tabela 45.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,8820 ns
Regressão quadrática	1	1,2350 ns
Regressão cúbica	1	0,0100 ns
Tratamentos	3	0,7090 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade  
 \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo  
 MG = 9,6703      CV% = 6,5111

**Tabela 46.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	10,8539 ns
Regressão quadrática	1	3,5320 ns
Regressão cúbica	1	3,0016 ns
Tratamentos	3	5,7958 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade  
 de probabilidade ns não significativo      \* significativo a nível de 5%  
 MG = 7,7311      CV% = 9,7171

**Tabela 47.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	1,4411 ns
Regressão quadrática	1	0,0523 ns
Regressão cúbica	1	4,6334 ns
Tratamentos	3	2,0422 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade  
 probabilidade ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de  
 MG = 9,8604      CV% = 1,8372

**Tabela 48.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona seco na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	3,7329 ns
Regressão quadrática	1	2,0114 ns
Regressão cúbica	1	1,7759 ns
Tratamentos	3	2,5067 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade  
 5% de probabilidade ns não significativo      \* significativo a nível de  
 MG = 9,6704      CV% = 3,0443

**Tabela 49.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	267,5402 **
Regressão quadrática	1	1066,8488**
Regressão cúbica	1	309,9600 ns
Tratamentos	3	547,8620 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% MG =7,9064      CV% =1,0335

**Tabela 50.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	363,6558 **
Regressão quadrática	1	34,8056 **
Regressão cúbica	1	0,3242 ns
Tratamentos	3	132,9285 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% MG = 9,9587      CV% = 0,5038

**Tabela 51.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	2,1136 ns
Regressão quadrática	1	0,2706 ns
Regressão cúbica	1	3,0924 ns
Tratamentos	3	1,8255 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% MG =9,4215      CV% = 3,3917

**Tabela 52.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	28,1249 ns
Regressão quadrática	1	8,5950 ns
Regressão cúbica	1	4,3090 ns
Tratamentos	3	13,5978 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 6,5956      CV% = 5,5744

**Tabela 53.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,9885 ns
Regressão quadrática	1	1,4629 ns
Regressão cúbica	1	1,2286 ns
Tratamentos	3	1,2267 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 10,2734      CV% = 7,1813

**Tabela 54.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	26,7348 ns
Regressão quadrática	1	21,0329 ns
Regressão cúbica	1	47,8294 ns
Tratamentos	3	31,8657 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 10,3819      CV% = 2,4537

**Tabela 55.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	60,8653 **
Regressão quadrática	1	6,2012 ns
Regressão cúbica	1	1,4136 ns
Tratamentos	3	22,8267 ns
Resíduo	8	
Total	11	
** significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade	ns não significativo	* significativo a nível de 5% MG =8,1572 CV% = 0,8954

**Tabela 56.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	5,6645 *
Regressão quadrática	1	3,3661 ns
Regressão cúbica	1	0,0006 ns
Tratamentos	3	3,0104 ns
Resíduo	8	
Total	11	
** significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade	ns não significativo	* significativo a nível de 5% MG = 9,5189 CV% = 0,4628

**Tabela 57.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	85,9898 ns
Regressão quadrática	1	18,7996 **
Regressão cúbica	1	38,0315 ns
Tratamentos	3	47,6069 ns
Resíduo	8	
Total	11	
** significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade	ns não significativo)	* significativo a nível de 5% MG =9,3728 CV% = 0,4110

**Tabela 58.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	345,2475 **
Regressão quadrática	1	123,3963 ns
Regressão cúbica	1	1,2885 ns
Tratamentos	3	156,6441 ns
Resíduo	8	
Total	11	
** significativo a nível de 1% de probabilidade		* significativo a nível de 5% de probabilidade
ns não significativo	MG = 6,7249	CV% = 2,2246

**Tabela 59.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	122,0352 **
Regressão quadrática	1	15,4005 **
Regressão cúbica	1	2,9823 ns
Tratamentos	3	46,8060 ns
Resíduo	8	
Total	11	
** significativo a nível de 1% de probabilidade		* significativo a nível de 5% de probabilidade
ns não significativo	MG = 8,5646	CV% = 0,8046

**Tabela 60.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	300,4995 ns
Regressão quadrática	1	41,7838 ns
Regressão cúbica	1	1,9582 ns
Tratamentos	3	114,7472 ns
Resíduo	8	
Total	11	
** significativo a nível de 1% de probabilidade		* significativo a nível de 5% de probabilidade
ns não significativo	MG = 8,5895	CV% = 0,6217

**Tabela 61.** Resumo das análises de regressão do teor de umidade em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	241,3439 ns
Regressão quadrática	1	1,8615 ns
Regressão cúbica	1	490,6402 ns
Tratamentos	3	244,6152 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5%  
 MG =6,4491      CV% =1,5163

**Tabela 62.** Resumo das Análises de variância e das interações do teor de cinzas da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Material (F1)	1	2969,2401 **
Temperatura (F2)	3	4,0469 **
Espessura (F3)	2	0,2307 ns
Embalagem (F4)	2	5,3958 **
Int. F1xF2	3	4,9515 **
Int. F1xF3	2	0,2849 ns
Int. F1xF4	2	4,7711 **
Resíduo	144	
Total	215	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5%

**Tabela 63.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,5499 ns
Regressão quadrática	1	0,4955 ns
Regressão cúbica	1	0,1121 ns
Tratamentos	3	0,3859 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,8433      CV% = 9,9922

**Tabela 64.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,3494 ns
Regressão quadrática	1	3,0264 ns
Regressão cúbica	1	0,0699 ns
Tratamentos	3	1,1485 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,0200      CV% = 8,1422

**Tabela 65.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,5499 ns
Regressão quadrática	1	0,4955 ns
Regressão cúbica	1	0,1121 ns
Tratamentos	3	0,3859 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,8433      CV% = 9,9922

**Tabela 66.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,0427 ns
Regressão quadrática	1	1,5749 ns
Regressão cúbica	1	0,0782 ns
Tratamentos	3	0,5653 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 10,0027      CV% = 5,6851

**Tabela 67.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,0562 ns
Regressão quadrática	1	0,4206 ns
Regressão cúbica	1	0,4904 ns
Tratamentos	3	0,3224 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,6414      CV% = 14,0200

**Tabela 68.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,3494 ns
Regressão quadrática	1	3,0264 ns
Regressão cúbica	1	0,0699 ns
Tratamentos	3	1,1485 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,0200      CV% = 8,1422

**Tabela 69.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,4239 ns
Regressão quadrática	1	0,0807 ns
Regressão cúbica	1	0,0001 ns
Tratamentos	3	0,1682 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 8,5408      CV% = 19,3966

**Tabela 70.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,6385 ns
Regressão quadrática	1	0,0014 ns
Regressão cúbica	1	0,3064 ns
Tratamentos	3	0,3154 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG =7,8386      CV% =16,4239

**Tabela 71.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,4239 ns
Regressão quadrática	1	0,0807 ns
Regressão cúbica	1	0,0001ns
Tratamentos	3	0,1682 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 8,5408      CV% =19,3966

**Tabela 72.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,5499 ns
Regressão quadrática	1	0,4955 ns
Regressão cúbica	1	0,1121 ns
Tratamentos	3	0,3859 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG =9,8433      CV% = 9,9922

**Tabela 73.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de naylor. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,3494 ns
Regressão quadrática	1	3,0264 ns
Regressão cúbica	1	0,0699 ns
Tratamentos	3	1,1485 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,0200      CV% = 8,1422

**Tabela 74.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,5499 ns
Regressão quadrática	1	0,4955 ns
Regressão cúbica	1	0,1121 ns
Tratamentos	3	0,3859 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 9,8433      CV% = 9,9922

**Tabela 75.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,0427 ns
Regressão quadrática	1	1,5749 ns
Regressão cúbica	1	0,0782 ns
Tratamentos	3	0,5653 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 10,0027      CV% = 5,6851

**Tabela 76.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,0562 ns
Regressão quadrática	1	0,4206 ns
Regressão cúbica	1	0,4904 ns
Tratamentos	3	0,3224 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 9,6414      CV% = 14,0200

**Tabela 77.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,3494 ns
Regressão quadrática	1	3,0264 ns
Regressão cúbica	1	0,0699 ns
Tratamentos	3	1,1485 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 9,0200      CV% = 8,1422

**Tabela 78.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,4239 ns
Regressão quadrática	1	0,0807 ns
Regressão cúbica	1	0,0001 ns
Tratamentos	3	0,1682 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 8,5408      CV% = 19,3966

**Tabela 79.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,6385 ns
Regressão quadrática	1	0,0014 ns
Regressão cúbica	1	0,3064 ns
Tratamentos	3	0,3154 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 7,8386      CV% = 16,4239

**Tabela 80.** Resumo das análises de regressão do teor de cinzas em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,4239 ns
Regressão quadrática	1	0,0807 ns
Regressão cúbica	1	0,0001 ns
Tratamentos	3	0,1682 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 8,5408      CV% = 19,3966

**Tabela 81.** Resumo das Análises de variância e das interações do teor de matéria orgânica da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Material (F1)	1	1269,5039 **
Temperatura (F2)	3	12,6980 **
Espessura (F3)	2	0,5294 ns
Embalagem (F4)	2	88,5452 **
Int. F1xF2	3	5,5185 **
Int. F1xF3	2	1,5900 ns
Int. F1xF4	2	0,9247 ns
Resíduo	144	
Total	215	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade ns não significativo

\* significativo a nível de 5%

**Tabela 82.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,8144 ns
Regressão quadrática	1	1,7936 ns
Regressão cúbica	1	0,1645 ns
Tratamentos	3	0,9242 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade ns não significativo \* significativo a nível de 5% MG = 81,1301 CV% = 1,7118

**Tabela 83.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,0108 ns
Regressão quadrática	1	7,4848 ns
Regressão cúbica	1	0,3427 ns
Tratamentos	3	2,6127 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade ns não significativo \* significativo a nível de 5% MG = 80,6422 CV% = 0,7336

**Tabela 84.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,3768 ns
Regressão quadrática	1	2,1027 ns
Regressão cúbica	1	10,3418 ns
Tratamentos	3	4,2738 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade ns não significativo \* significativo a nível de 5% MG = 81,5665 CV% = 1,4706

**Tabela 85.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,4256 ns
Regressão quadrática	1	0,0116 ns
Regressão cúbica	1	0,0572 ns
Tratamentos	3	0,1648 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 81,2929      CV% = 1,1182

**Tabela 86.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	2,2355 ns
Regressão quadrática	1	7,3104 ns
Regressão cúbica	1	0,0393 ns
Tratamentos	3	3,1951 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 81,0145      CV% = 1,3267

**Tabela 87.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	3,8412 ns
Regressão quadrática	1	1,0757 ns
Regressão cúbica	1	0,4706 ns
Tratamentos	3	1,7959 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 84,0019      CV% = 0,6528

**Tabela 88.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	0,0686 ns
Regressão quadrática	1	0,0423 ns
Regressão cúbica	1	1,5353 ns
Tratamentos	3	0,5487 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 81,0395      CV% = 3,9054

**Tabela 89.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	6,0437 ns
Regressão quadrática	1	1,4776 ns
Regressão cúbica	1	1,7574 ns
Tratamentos	3	3,0929 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 80,7456      CV% = 1,0616

**Tabela 90.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	2,6289 ns
Regressão quadrática	1	1,2589 ns
Regressão cúbica	1	0,0359 ns
Tratamentos	3	1,3079 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 82,9101      CV% = 1,5662

**Tabela 91.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	2,4453 ns
Regressão quadrática	1	0,0351 ns
Regressão cúbica	1	0,2810 ns
Tratamentos	3	0,9205 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 85,3801      CV% = 1,5720

**Tabela 92.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	9,0637 ns
Regressão quadrática	1	6,9394 ns
Regressão cúbica	1	29,9539 ns
Tratamentos	3	15,3190 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 85,1916      CV% = 0,3828

**Tabela 93.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	36,8056 **
Regressão quadrática	1	7,0430 *
Regressão cúbica	1	0,0997 ns
Tratamentos	3	14,6494 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 87,0892      CV% = 0,1176

**Tabela 94.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	5,4704 ns
Regressão quadrática	1	3,3547 ns
Regressão cúbica	1	0,0143 ns
Tratamentos	3	2,9465 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 85,8302      CV% = 0,2255

**Tabela 95.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	14,4524 **
Regressão quadrática	1	14,2979 **
Regressão cúbica	1	8,5522 ns
Tratamentos	3	12,4342 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 86,0949      CV% = 0,0740

**Tabela 96.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	435,0136 **
Regressão quadrática	1	71,8069 ns
Regressão cúbica	1	8,4927 ns
Tratamentos	3	171,7711 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 88,4811      CV% = 0,1537

**Tabela 97.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	23,8280 **
Regressão quadrática	1	3,6542 ns
Regressão cúbica	1	3,1367 ns
Tratamentos	3	10,2063 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 86,7867      CV% = 0,1233

**Tabela 98.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	57,7511 **
Regressão quadrática	1	1,0467 ns
Regressão cúbica	1	1,7183 ns
Tratamentos	3	20,1720 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 86,9330      CV% = 0,2515

**Tabela 99.** Resumo das análises de regressão do teor de matéria orgânica em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	157,6846 ns
Regressão quadrática	1	5,2392 ns
Regressão cúbica	1	325,9902 ns
Tratamentos	3	162,9714 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      MG = 88,8933      CV% = 0,1455

**Tabela 100.** Resumo das Análises de variância e das interações do teor de proteína bruta da torta e do farelo de mamona em função das condições de secagem e armazenagem. Campina Grande, PB, 2006.

F.V.	G.L.	F
Material (F1)	1	23071,9039 **
Temperatura (F2)	3	87,2476 **
Espessura (F3)	2	15,7018 **
Embalagem (F4)	2	1,1037 ns
Int. F1xF2	3	40,9763 **
Int. F1xF3	2	123,3523 **
Int. F1xF4	2	26,7719 **
Resíduo	144	
Total	215	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade de probabilidade      ns não significativo      \* significativo a nível de 5%

**Tabela 101.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	51,7582 **
Regressão quadrática	1	33,4038 ns
Regressão cúbica	1	23,2667 ns
Tratamentos	3	36,1429 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade      ns não significativo      MG = 48,8367      CV% = 2,6390

**Tabela 102.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	6,1084 *
Regressão quadrática	1	0,3291 ns
Regressão cúbica	1	151,3928 ns
Tratamentos	3	52,6101 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5%  
 de probabilidade      ns não significativo      MG =46,2588      CV% =2,8454

**Tabela 103.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 1 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	129,2838 **
Regressão quadrática	1	24,7038 ns
Regressão cúbica	1	27,0376 ns
Tratamentos	3	60,3418 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5%  
 de probabilidade      ns não significativo      MG= 48,2230      CV% = 1,9357

**Tabela 104.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	4,5389 ns
Regressão quadrática	1	0,4902 ns
Regressão cúbica	1	61,9298 ns
Tratamentos	3	22,3196 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5%  
 de probabilidade      ns não significativo      MG =45,5515      CV% = 2,2590

**Tabela 105.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	20,6404 ns
Regressão quadrática	1	134,4011 ns
Regressão cúbica	1	8,9005 ns
Tratamentos	3	54,6473 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5%  
 de probabilidade      ns não significativo      MG =45,4352      CV% =1,6871

**Tabela 106.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 3 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	9,5024 ns
Regressão quadrática	1	13,7428 ns
Regressão cúbica	1	6,9870 ns
Tratamentos	3	10,0774 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 47,0355      CV% = 2,8757

**Tabela 107.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	44,8993 **
Regressão quadrática	1	11,9563 ns
Regressão cúbica	1	1,8641 ns
Tratamentos	3	19,5732 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 47,7208      CV% = 2,4854

**Tabela 108.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	31,2539 **
Regressão quadrática	1	0,2168 ns
Regressão cúbica	1	3,1830 ns
Tratamentos	3	11,5512 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 48,7054      CV% = 2,2635

**Tabela 109.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem do farelo de mamona secado na camada de 5 cm e armazenado na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	29,6641 **
Regressão quadrática	1	0,5255 ns
Regressão cúbica	1	0,6616 ns
Tratamentos	3	10,2837 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG =48,6703      CV% =1,6450

**Tabela 110.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	1075,9970 **
Regressão quadrática	1	0,0642 ns
Regressão cúbica	1	10,5478 ns
Tratamentos	3	362,2030 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG =23,7151      CV% =2,6362

**Tabela 111.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de nylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	556,1096 **
Regressão quadrática	1	0,1782 ns
Regressão cúbica	1	11,0730 ns
Tratamentos	3	189,1203 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 22,7067      CV% = 4,4985

**Tabela 112.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 1 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	924,6786 **
Regressão quadrática	1	5,5833 ns
Regressão cúbica	1	2,8623 ns
Tratamentos	3	311,0414 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 21,5449      CV% = 3,7348

**Tabela 113.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	68,1863 **
Regressão quadrática	1	107,3715 ns
Regressão cúbica	1	23,0233 ns
Tratamentos	3	66,937 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 28,4472      CV% = 2,4539

**Tabela 114.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	151,6877 **
Regressão quadrática	1	6,0252 *
Regressão cúbica	1	7,4600 ns
Tratamentos	3	55,0576 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 29,3346      CV% = 3,3571

**Tabela 115.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 3 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	113,3793 **
Regressão quadrática	1	14,1778 ns
Regressão cúbica	1	0,1872 ns
Tratamentos	3	42,5814 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 28,3746      CV% = 3,0460

**Tabela 116.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de papel. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	234,3507 **
Regressão quadrática	1	320,0601 ns
Regressão cúbica	1	50,0835 ns
Tratamentos	3	201,4981 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 28,2107      CV% = 1,5596

**Tabela 117.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de naylon. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	80,8615 **
Regressão quadrática	1	8,3252 *
Regressão cúbica	1	2,7988 ns
Tratamentos	3	30,6618 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade      \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo      MG = 28,9735      CV% = 4,0543

**Tabela 118.** Resumo das análises de regressão do teor de proteína bruta em relação às temperaturas de secagem da torta de mamona secada na camada de 5 cm e armazenada na embalagem de plástico. Campina Grande, PB, 2006

F.V.	G.L.	F
Regressão linear	1	81,9058 **
Regressão quadrática	1	11,7806 ns
Regressão cúbica	1	1,1906 ns
Tratamentos	3	31,6257 ns
Resíduo	8	
Total	11	

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade    \* significativo a nível de 5% de probabilidade  
 ns não significativo    MG = 27,3891    CV% = 4,5405