



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

**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM DE ABACAXI COM  
INCORPORAÇÃO DE HORTELÃ**

**KARLA BARBOZA PEREIRA**

**CAMPINA GRANDE, PARAÍBA**

**FEVEREIRO, 2014**

**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM DE ABACAXI COM  
INCORPORAÇÃO DE HORTELÃ**

**KARLA BARBOZA PEREIRA**

Dissertação de Mestrado 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:** Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

**Orientadores:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Elita Martins Duarte

Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

**CAMPINA GRANDE, PARAÍBA**

**FEVEREIRO, 2014**

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

KARLA BARBOZA PEREIRA

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM DE ABACAXI COM  
INCORPORAÇÃO DE HORTELÃ

BANCA EXAMINADORA

PARECER

M. Elita  
Maria Elita Martins Duarte  
Orientadora - UAEA/UFCG

APROVADO

Mario Eduard  
Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata  
Orientador - UAEA/UFCG

APROVADO

Deyzi Santos  
Deyzi Santos Gouveia  
Examinadora - UAEA/UFCG

APROVADO

Leila de Sousa  
Leila de Sousa Nunes  
Examinadora - IFRN

APROVADO

## **DEDICATÓRIA**

*Ao meu Deus.*

*A minha família: meus amados pais, irmãs e marido.*

*Sem vocês nada seria possível; portanto, a vitória é nossa!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado desde o princípio da minha caminhada sendo meu refúgio e fortaleza; tudo que sou e o que vier a ser, vem Dele.

A meus pais, Gelson e Lusinete, e irmãs Bárbara e Bruna, que me apoiaram em toda a minha vida acadêmica e pessoal.

A meu marido, Natan, que esteve comigo em todos os momentos não medindo esforços para me ajudar em tudo que esteve ao seu alcance. Agradeço também a meus sogros, Isaías e Aparecida, e a meus queridos cunhados Quézia, Izaias, Eli, Voltaérys, Wanderley e Alisson.

À Universidade Federal de Campina Grande e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por viabilizarem a realização do Mestrado.

Ao Núcleo de Pesquisa em Extensão - NUPEA, da Universidade Estadual da Paraíba, em especial a Isanna e Elaine, pela enorme contribuição nas análises microbiológicas.

Aos meus orientadores, Elita e Mario, pela forma como fui recebida e acolhida, pelos seus ensinamentos, apoio e incentivo.

Às minhas colegas do Mestrado Anastácia, Thaís, Daniele, Shirliane, Juliana e Ana Tereza em especial a Renata com quem tenho uma parceria especial desde a graduação.

A todos os professores da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pelos conhecimentos transmitidos e a todos os funcionários que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora que, com suas sugestões, contribuíram para o aperfeiçoamento desta dissertação.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo geral.....	3
1.2. Objetivos específicos .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Abacaxi .....	5
2.2. Hortelã .....	7
2.3. Desidratação osmótica .....	8
2.4. Secagem .....	10
2.5. Textura .....	14
2.6. Análise Microbiológica.....	15
2.7. Análise sensorial.....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1. Local .....	19
3.2. Matéria-prima.....	19
3.3. Processamento .....	19
3.4. Desidratação osmótica .....	20
3.5. Secagem .....	23
3.5.1. Modelos matemáticos.....	24
3.5.1.1. Midilli.....	24
3.5.1.2. Page.....	25
3.5.1.3. Henderson & Pabis.....	25
3.5.1.4. Thompson .....	25
3.5.1.5. Verna .....	26
3.5.1.6. Cavalcanti Mata .....	26
3.6. Textura .....	26
3.7. Análise Microbiológica.....	27
3.7.1. Coliformes totais.....	27
3.7.2. Coliformes termotolerantes .....	28

3.7.3.	Contagem de bolores e leveduras .....	29
3.8.	Análise sensorial.....	29
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
4.1.	Desidratação osmótica .....	33
4.1.1.	Cinética de desidratação osmótica .....	34
4.1.2.	Perda de água e massa e ganho de sólidos .....	35
4.2.	Secagem .....	38
4.3.	Textura.....	58
4.4.	Análise Microbiológica.....	68
4.5.	Análise sensorial.....	69
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE B</b>	<b>.....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE C</b>	<b>.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE D</b>	<b>.....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b>	Abacaxizeiro.....	<b>5</b>
<b>Figura 2.2.</b>	Abacaxi.....	<b>6</b>
<b>Figura 2.3.</b>	Hortelã.....	<b>8</b>
<b>Figura 3.1.</b>	Dimensões das passas de abacaxi.....	<b>19</b>
<b>Figura 3.2.</b>	Etapas do processamento do abacaxi com hortelã desidratado.....	<b>20</b>
<b>Figura 3.3.</b>	Soluções de sacarose com teor de sólidos solúveis 40, 55 e 65 °Brix e solução com incorporação do extrato da hortelã.....	<b>21</b>
<b>Figura 3.4.</b>	Amostra exposta a solução e em estufa sem circulação de ar para a manutenção da temperatura durante a desidratação osmótica.....	<b>21</b>
<b>Figura 3.5.</b>	Cinética de secagem da amostra de abacaxi com hortelã.....	<b>23</b>
<b>Figura 3.6.</b>	Determinação de coliformes totais.....	<b>28</b>
<b>Figura 3.7.</b>	Determinação de coliformes termotolerantes.....	<b>28</b>
<b>Figura 3.8.</b>	Contagem de bolores e leveduras.....	<b>29</b>
<b>Figura 3.9.</b>	Análise sensorial das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>30</b>
<b>Figura 3.10.</b>	Formulário para realização do teste de aceitação das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>31</b>
<b>Figura 3.11.</b>	Formulário para realização do teste de intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>32</b>
<b>Figura 4.1.</b>	Dados de razão de teor de água em função do tempo para desidratação osmótica nas concentrações de sacarose a 40, 55 e 65 °Brix na temperatura de 40 °C, segundo ajuste pelo modelo de Page.....	<b>34</b>
<b>Figura 4.2.</b>	Perda de água das passas de abacaxi com hortelã em função do tempo de desidratação osmótica a 40 °C.....	<b>36</b>
<b>Figura 4.3.</b>	Perda de massa das passas de abacaxi com hortelã em função do tempo de desidratação osmótica a 40 °C.....	<b>37</b>
<b>Figura 4.4.</b>	Ganho de sólidos das passas de abacaxi com hortelã em função do tempo de desidratação osmótica a 40 °C.....	<b>38</b>



<b>Figura 4.5.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Midilli, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>39</b>
<b>Figura 4.6.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Midilli, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>39</b>
<b>Figura 4.7.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste do modelo matemático de Midilli, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>40</b>
<b>Figura 4.8.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Page, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>42</b>
<b>Figura 4.9.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Page, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>43</b>
<b>Figura 4.10.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Page, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>43</b>
<b>Figura 4.11.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>45</b>
<b>Figura 4.12.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>46</b>

<b>Figura 4.13.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>46</b>
<b>Figura 4.14.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Thompson, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>48</b>
<b>Figura 4.15.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Thompson, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>49</b>
<b>Figura 4.16.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Thompson, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>49</b>
<b>Figura 4.17.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>51</b>
<b>Figura 4.18.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>52</b>
<b>Figura 4.19.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>52</b>
<b>Figura 4.20.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Cavalcanti Mata, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>54</b>

<b>Figura 4.21.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Cavalcanti Mata, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>55</b>
<b>Figura 4.22.</b>	Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Cavalcanti Mata, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>55</b>
<b>Figura 4.23.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>63</b>
<b>Figura 4.24.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 55 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>64</b>
<b>Figura 4.25.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 65 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>64</b>
<b>Figura 4.26.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>65</b>
<b>Figura 4.27.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 55 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C.....	<b>65</b>
<b>Figura 4.28.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C.....	<b>66</b>
<b>Figura 4.29.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C.....	<b>66</b>
<b>Figura 4.30.</b>	Curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 55 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C.....	<b>67</b>

**Figura 4.31.** Curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C..... **67**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1.</b>	Composição centesimal do abacaxi ( <i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill).....	<b>7</b>
<b>Tabela 4.1.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Page para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix na temperaturas de 40 °C.....	<b>35</b>
<b>Tabela 4.2.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Midilli para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>41</b>
<b>Tabela 4.3.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Page para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>44</b>
<b>Tabela 4.4.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Henderson & Pabis para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>47</b>
<b>Tabela 4.5.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Thompson para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>50</b>
<b>Tabela 4.6.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Verna para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>53</b>
<b>Tabela 4.7.</b>	Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Cavalcanti Mata para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.....	<b>57</b>

<b>Tabela 4.8.</b>	Valores máximos dos parâmetros de textura (firmeza, adesividade e ruptura de fibras) das amostras de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>59</b>
<b>Tabela 4.9.</b>	Análise de variância para o parâmetro firmeza das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>60</b>
<b>Tabela 4.10.</b>	Valores médios do parâmetro firmeza das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 ° Brix) e temperatura de secagem (50, 60 e 70 °C).....	<b>60</b>
<b>Tabela 4.11.</b>	Análise de variância para o parâmetro adesividade das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>61</b>
<b>Tabela 4.12.</b>	Valores médios do parâmetro adesividade das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 °Brix) e temperatura de secagem ( 50, 60 e 70 °C).....	<b>62</b>
<b>Tabela 4.13.</b>	Análise de variância para o parâmetro ruptura de fibras das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>62</b>
<b>Tabela 4.14.</b>	Valores médios do parâmetro ruptura de fibras das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 °Brix) e temperatura de secagem (50, 60 e 70 °C).....	<b>63</b>
<b>Tabela 4.15.</b>	Valores de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C e bolores e leveduras.....	<b>69</b>
<b>Tabela 4.16.</b>	Médias das notas atribuídas pelos provadores e coeficiente de concordância para os atributos sensoriais (aparência, cor, aroma e sabor) e intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>71</b>
<b>Tabela 4.17.</b>	Análise de variância para o atributo aparência das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>72</b>
<b>Tabela 4.18.</b>	Comparação entre os valores médios do atributo aparência das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 °Brix.....	<b>73</b>

<b>Tabela 4.19.</b>	Comparação entre os valores médios do atributo aparência das passas de abacaxi nas diferentes temperaturas de secagem 50, 60 e 70 °C.....	<b>73</b>
<b>Tabela 4.20.</b>	Análise de variância para o atributo cor das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>73</b>
<b>Tabela 4.21.</b>	Comparação entre os valores médios do atributo cor das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 °Brix.....	<b>74</b>
<b>Tabela 4.22.</b>	Análise de variância para o atributo aroma das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>75</b>
<b>Tabela 4.23.</b>	Comparação entre os valores médios do atributo aroma das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 °Brix.....	<b>75</b>
<b>Tabela 4.24.</b>	Análise de variância para o atributo sabor das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>76</b>
<b>Tabela 4.25.</b>	Comparação entre os valores médios do atributo sabor das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 °Brix.....	<b>77</b>
<b>Tabela 4.26.</b>	Comparação entre os valores médios do atributo sabor das passas de abacaxi nas diferentes temperaturas de secagem 50, 60 e 70 °C.....	<b>77</b>
<b>Tabela 4.27.</b>	Análise de variância para a intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.....	<b>77</b>
<b>Tabela 4.28.</b>	Comparação entre os valores médios para a intenção de compra das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 °Brix.....	<b>78</b>
<b>Tabela 4.29</b>	Comparação entre os valores médios para a intenção de compra das passas de abacaxi nas diferentes temperaturas de secagem 50, 60 e 70 °C.....	<b>78</b>

# DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM DE ABACAXI COM INCORPORAÇÃO DE HORTELÃ

## RESUMO

A obtenção de novos produtos a partir de frutas in natura com menor perecibilidade e maior valor agregado, tem amplo potencial de crescimento porém ainda é pouco empregada comercialmente no Brasil, fazendo-se necessários estudos para viabilizar e difundir sua aplicação. Pretendeu-se, com esta pesquisa, obter um produto elaborado de abacaxi com hortelã utilizando técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem. Para tanto, as amostras de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) foram desidratadas em diferentes soluções de sacarose (40, 55 e 65 °Brix) na temperatura de 40 °C com incorporação do extrato de hortelã e em seguida foram secas em secador convencional (nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C) até que seu teor de água atingisse 18% b.u. e os modelos matemáticos de Midilli, Page, Henderson & Pabis, Thompson, Verna e Cavalcanti Mata foram ajustados aos dados experimentais. Após o processo de desidratação e secagem foram geradas 9 amostras que foram avaliadas quanto à sua textura (utilizando-se um texturômetro), avaliadas microbiologicamente (quantificando-se os parâmetros coliformes totais e termotolerantes, bolores e leveduras) e, por fim, sensorialmente, através dos testes de aceitação, onde foram avaliadas quanto aos atributos de aparência, cor, aroma e sabor e posteriormente ao teste de intenção de compra. Nesta pesquisa pode-se concluir que: A perda de água, a perda de massa e o ganho de sólidos das amostras foram maiores nas primeiras horas e são diretamente proporcionais ao teor de sólidos da solução desidratante. Todos os modelos matemáticos se ajustaram adequadamente aos dados experimentais, com destaque para o modelo de Cavalcanti Mata, Page e Midilli; em todos os casos com o aumento da temperatura de secagem há uma redução do tempo de secagem. Com relação a textura das amostras: para o parâmetro firmeza verificou-se que quanto maior o teor de sólidos solúveis da solução desidratante e maior a temperatura de secagem das amostras, maior o valor da força necessária para comprimir a amostra; para o parâmetro adesividade, quanto maior a concentração de sólidos da solução e menor a temperatura da secagem maior a adesividade da amostra; para o atributo ruptura de fibras observou-se que quanto maior o teor de sólidos solúveis da solução desidratante e maior a temperatura de secagem das amostras maior o valor da força necessária para romper as fibras da amostra. As amostras analisadas obedecem aos padrões microbiológicos dos alimentos estabelecidos pela legislação brasileira com relação aos coliformes termotolerantes e coliformes totais; com o aumento da temperatura de secagem a contagem dos bolores e leveduras sofre redução e na maior temperatura de secagem observou-se ausência destes microrganismos; a análise microbiológica realizada indicou que as passas de abacaxi foram processadas em condições higiênico-sanitárias adequadas. O produto desidratado a 65 °Brix e 60 °C foi o mais bem avaliado em todos os atributos sensoriais avaliados como também na intenção de compra recebendo conceito superior a 5 na escala que representa compraria frequentemente, isto demonstra uma ótima aceitação caso este novo produto seja inserido no mercado consumidor. As amostras que tiveram maior rejeição pelos avaliadores foram as que tiveram menor adição de sacarose na solução desidratante.

**Palavras chave:** *Ananás comosus* (L.) Merrill; *Mentha x villosa* L.; processamento; passa de abacaxi



# OSMOTIC DEHYDRATION AND DRYING OF INCORPORATION OF PINEAPPLE WITH MINT

## ABSTRACT

Obtaining new products from fresh fruits with lower perishability and value that have great growth potential but are still not widely used commercially in Brazil, making needed studies to enable and distribute this application. It is intended with this research, to obtain a product prepared with pineapple mint using combined techniques of osmotic dehydration and drying. For both, samples pineapples (*Ananas comosus* (L.) Merrill) were dehydrated in different sucrose solutions (40, 55 and 65 °Brix) at 40 °C with the incorporation of mint extract and then dried in a conventional dryer (at temperatures of 50, 60 and 70 °C ) until its water content reached 18 % w.b. and mathematical models Midilli, Page, Henderson & Pabis, Thompson, Verna and Cavalcanti Mata were fitted to experimental data. After the process of dewatering and drying; 9 samples were evaluated for generated texture (using a texturometer), microbiologically (quantifying parameters and thermotolerant coliforms, yeasts and molds) and finally for sensory through the use of the acceptance tests, which were evaluated for appearance attributes, color, aroma and flavor, and subsequently for the purchase intent test. In this research we can conclude that: The water loss, and solid gain of the samples were higher in the early hours and are directly proportional to the solids content of the desiccant solution. All mathematical models adequately fitted the experimental data, especially the Cavalcanti Mata, Page and Midilli model, in all cases with increasing temperature there is a reduction in the drying time. Regarding the texture of the samples: using the parameter, of firmness with the higher soluble solids content of the desiccant solution and greater drying temperatures of the samples which increased the force required to compress the sample for the higher adhesiveness parameter and solid concentrations of the solution with the lower drying temperature, the higher the adhesiveness of the sample. For the attribute of fiber breakage it was observed that the higher the content of soluble solids of the desiccant solution and the higher the drying temperature; the greater the value of force was required to break the fibers of the sample. The samples meet the quality control standards set by the brazilian food legislation in regards to fecal coliforms and total coliforms with increasing drying temperatures of yeast and mold counts being reduced with higher drying temperatures showed an absence of these microorganisms; microbiological analysis indicated that the raisins and pineapples were processed in adequate sanitary conditions. The product that was dried at 65 °Brix and 60 °C was the highest rated in all sensory attributes categories as well as in the purchase intent concept to receiving the top five most often bought scale, which shows a great acceptance if this new product is inserted in the consumer market. The samples that were rejected by most evaluators were those that had little addition of sucrose in the dehydrating solution.

**Keywords:** *Ananas comosus* (L.) Merrill; *Mentha x villosa* L.; processing; pass the pineapple

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil se apresenta, no cenário mundial, como um dos maiores produtores de frutas, com 34 milhões de toneladas produzidas em 2,2 milhões de hectares ofertando quatro milhões de empregos diretos e indiretos. Na produção mundial de abacaxi, a Tailândia ocupa o primeiro lugar com, 1.990.000 toneladas anuais enquanto que o Brasil ocupa o segundo lugar com aproximadamente 1.700.000 toneladas anuais (MENDONÇA & MEDEIROS, 2011).

A crescente demanda por frutas tropicais no mercado internacional coloca o país como um dos mais promissores a dominar este mercado. Entre as principais frutas tropicais exploradas no Brasil, se destaca o abacaxi, com suas características organolépticas e nutricionais excepcionais. Neste contexto, os produtores precisam contar com os meios e os ensinamentos da tecnologia com vista à conservação e à industrialização das frutas, garantindo lucros maiores e a certeza de não perder sua produção por deterioração. A busca de um método em que o produto seja aproveitado ao máximo em cada colheita vem motivando diversos pesquisadores na busca da melhor forma e do modo de conservar as propriedades organolépticas e vitaminas das frutas (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Apesar de o abacaxi ser consumido, preferencialmente, como fruta fresca, há necessidade de buscar novas tecnologias de preservação da fruta disponibilizando, desta forma, um alimento de consumo alternativo reduzindo o desperdício da produção excedente. Além das formas industrializadas mais comuns do abacaxi – as geleias e as bebidas em calda – a fruta em sua versão seca vem ganhando maior espaço (VIEIRA *et al.*, 2012). Existem, ainda, os mixes elaborados com duas ou mais frutas além da incorporação de condimentos que enriquecem sabores já conhecidos, tornando-os exóticos, aromáticos e contribuem para a elaboração de um produto diferenciado. Entre esses condimentos, com boa aceitação, encontra-se a hortelã. A combinação de hortelã com abacaxi para a produção de suco possui grande aceitação, fato que abre possibilidades para elaboração de outros produtos processados utilizando-se a mesma combinação.

A hortelã é uma planta medicinal e aromática cultivada em todo o Brasil, sendo largamente utilizada pelas indústrias químicas, farmacêuticas e de alimentos. Várias

espécies de *Mentha* têm sido investigadas tanto por suas atividades biológicas como pelos óleos essenciais produzidos por suas folhas (PAULUS *et al.*, 2005).

Atualmente, a demanda por produtos naturais, saudáveis e sabores diferenciados à base de frutas tem crescido cada vez mais. Grande atenção tem sido dada aos processos que preservam a estrutura física e as características sensoriais dos produtos, principalmente para ampliar o mercado dos produtos preparados com frutas. Portanto, pode-se empregar a desidratação osmótica combinada a outros processos, como a secagem convectiva para melhorar a estabilidade e a aceitação desses produtos. Além disto, os frutos submetidos à secagem apresentam elevados teores de minerais e outros nutrientes que apresentam benefícios à saúde (CÓRDOVA, 2006; MORAES *et al.* 2012). Essas duas técnicas: desidratação osmótica e secagem convectiva com ar quente, têm sido aplicadas a diversas frutas e hortaliças: abacaxi, mamão, banana, maçã, tomate, figo, abóbora, batata e couve-flor, dentre outras (MONNERAT, 2009).

A desidratação osmótica de alimentos é um processo que vem sendo amplamente estudado nas últimas décadas, porém este processo geralmente não é capaz de reduzir a atividade de água do alimento a níveis suficientemente baixos que garantam sua estabilidade de forma que é usada como um pré-tratamento em combinação com outras técnicas de preservação como secagem com ar aquecido, liofilização e secagem a vácuo (RODRIGUES, 2003).

Apesar dos aspectos positivos a secagem pode alterar as características sensoriais e o valor nutricional dos alimentos, e a intensidade dessas alterações é dependente das condições utilizadas no processo de secagem e das características próprias de cada produto. As frutas desidratadas devem preservar o sabor, o aroma e a cor originais e, preferencialmente, estar livres de aditivos químicos e apresentar textura semelhante a do produto fresco (QUEIROZ *et al.*, 2007). As combinações das técnicas de secagem dão origem a um novo produto com características do produto *in natura*, conservado e melhorado a partir da absorção dos solutos e da perda de água possibilitando um nicho maior de mercado, o qual amplia o período de comercialização do produto facilitando o armazenamento e o transporte, garantindo a qualidade necessária ao seu uso como insumo na indústria de alimentos (PESSOA *et al.*, 2011).

Segundo SILVA (2012) entre a colheita e a mesa do consumidor ocorrem perdas significativas das frutas, desperdício este causado principalmente por falhas no armazenamento e no transporte. Algumas perdas são decorrentes do amadurecimento precoce dos frutos e de deficiências na pré e pós-colheita que, em conjunto, representam

milhões de toneladas por ano. Fato que justifica a utilização de processos capazes de conservar esses produtos por um período maior. Entre os produtos processados as frutas desidratadas se destacam por, normalmente, serem de fácil obtenção, manterem as características do produto natural, dificultarem o desenvolvimento de microrganismos que podem promover a deterioração da fruta fresca com redução do teor de água e reduzem custos com transporte e embalagem, além de proporcionar menor área para armazenamento do produto.

Uma das grandes dificuldades de se estudar a desidratação osmótica e a secagem de alimentos está relacionada às diferenças de comportamento dos tecidos. Apesar dos numerosos estudos desenvolvidos no campo da desidratação osmótica, constata-se a dificuldade de se estabelecer os mecanismos que governam o processo. Assim, um conhecimento mais amplo das propriedades estruturais dos alimentos associado às técnicas de desidratação é essencial para melhorar a compreensão dos fenômenos envolvidos de forma que esses processos possam ser melhor modelados, projetados e controlados (RODRIGUES, 2003).

A desidratação de frutas tem amplo potencial de crescimento porém ainda é pouco empregada comercialmente no Brasil, fazendo-se necessários estudos para viabilizar e difundir sua aplicação.

### **1.1. Objetivo geral**

Obter passas de abacaxi com hortelã utilizando-se técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Estudar a cinética de desidratação osmótica do abacaxi na temperatura de 40 °C em diferentes soluções de sacarose 40, 55 e 65 °Brix com incorporação de hortelã e ajustar o modelo de Page aos dados experimentais;
- Estudar a cinética de secagem nas temperaturas 50, 60, 70 °C em secador convencional, do abacaxi previamente desidratado em soluções de sacarose com hortelã;

- Verificar dentre os modelos matemáticos de Midilli, Page, Henderson & Pabis, Thompson, Verna e Cavalcanti Mata, o que melhor se ajuste aos dados experimentais de secagem;
- Realizar testes de avaliação instrumental de textura das passas de abacaxi com hortelã (firmeza, adesividade e ruptura de fibras);
- Realizar análises microbiológicas (coliformes totais, coliformes termotolerantes e contagem de bolores e leveduras) das passas de abacaxi com hortelã;
- Realizar análises sensoriais com avaliadores não treinados pelos testes de intenção de compra e aceitação avaliando os atributos aparência, sabor, aroma e cor.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Abacaxi

O abacaxizeiro (Figura 2.1) é originário da região compreendida entre 15° e 30°, Latitude Sul, e 40° e 60°, Longitude Oeste, na qual se incluem as zonas centrais e sul do Brasil, o nordeste da Argentina e o Paraguai. Ele é a terceira fruteira tropical mais produzida no mundo depois da banana e dos citros (MENDONÇA & MEDEIROS, 2011; GHINI *et al.*, 2011). A produção brasileira de abacaxi está distribuída principalmente nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste responsáveis por 42,56 27,36 e 23,50% do total produzido, respectivamente (REIS *et al.*, 2012).



**Figura 2.1.** Abacaxizeiro (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2012)

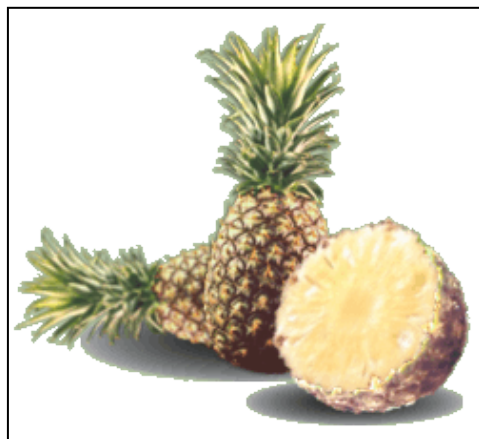
Também conhecido como ananás, ele pertence à família das bromeliáceas e é cultivado em qualquer região quente do planeta. No Brasil, o melhor período de safra está entre os meses de dezembro e janeiro. O abacaxi é um alimento rico em vitamina C, betacaroteno, fibras, vitaminas do complexo B e minerais, como cálcio, manganês, potássio e ferro (ROSA *et al.*, 2011).

O abacaxi é um fruto de grande aceitação nos mercados interno e externo, consumido em várias partes do mundo sendo rico em açúcares, sais minerais e vitaminas. A cultura é de grande importância para a economia brasileira, quando se verifica a possibilidade de expansão do cultivo e sua aplicação na indústria (LOPES, 2013).

Ele é considerado um dos frutos tropicais mais significativos, cuja comercialização vem se expandindo no mercado mundial, principalmente por suas atrativas características de sabor, aroma e cor. No Brasil, é uma das principais frutas e está presente, praticamente, o ano todo no mercado, sendo a ‘Smooth Cayenne’ e a ‘Pérola’ as cultivares mais utilizadas comercialmente (BOTELHO *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2005).

A cultivar ‘Pérola’ é considerada a principal variedade cultivada no país, muito apreciada no mercado interno graças à sua polpa suculenta e saborosa, considerada insuperável para o consumo ao natural, fazendo com que os frutos tenham grande potencial de comercialização internacional, visto que também são muito bem aceitos no Mercosul e na Europa. No entanto, por apresentar alto teor de água é altamente perecível e por isso deve ser refrigerado ou processado o mais rapidamente possível após a colheita a fim de diminuir as perdas (ALEXANDRE *et al.*, 2009).

O abacaxi (Figura 2.2) é uma fruta que pode ser consumida *in natura*, enlatado, congelado, em calda, cristalizado, em forma de passa e picles e utilizado na confecção de doces, sorvetes, cremes, balas e bolos. É também consumido na forma de suco, refresco, xarope, licor, vinho, vinagre e aguardente e serve para a extração de álcool e ração animal, pela utilização dos resíduos da industrialização (CRESTANI *et al.*, 2010).



**Figura 2.2.** Abacaxi (BRAZILIAN FRUIT, 2012).

Na Tabela 2.1 tem-se a composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) reportado por BORTOLATTO & LORA (2008).

**Tabela 2.1.** Composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)

Parâmetros	Abacaxi (g/100g)
Teor de água(%)	83,78 ± 1,54
Cinzas (%)	0,38 ± 0,05
Proteína (%)	1,47 ± 0,197
Lipídios (%)	0,24 ± 0,113
Fibra (%)	0,6 ± 0,282
Carboidrato (%)	13,53
Vitamina C (mg/100g)	28,10 ± 0,127
Calorias (Kcal)	62,16

## 2.2. Hortelã

O gênero *Mentha* (*Lamiaceae*), comumente conhecido como hortelãs, se destaca pelo uso culinário e de chás com efeito medicinal, conhecido também pelo sabor característico e aroma refrescante (BLANK *et al.*, 2006). Seu óleo essencial rico em mentol, é empregado nas indústrias farmacêuticas, cosméticas e alimentícias (ROSSI *et al.*, 2011).

A hortelã (*Mentha x villosa* L.) (Figura 2.3) é uma planta originária da Europa pertencente à família *Labiatae*, também conhecida como hortelã-comum, hortelã-de-tempero, hortelã-rasteira, mentrasto etc. É caracterizada como planta vivaz, caule violáceo, ramificado, folhas opostas, ovalanceoladas, serreadas, cor verde-escura; os espécimes ativos são peciolados; flores lilases ou azuladas, dispostas em espigas terminais; fruto tipo aquênio. Apresenta indicação digestiva, estimulante e tônica em geral. É carminativa, antiespasmódica, estomáquica, expectorante, antisséptica, colerética, colagoga e vermífuga. Usada também na alimentação como condimento e industrialmente lhe é extraída uma essência, geralmente empregada na perfumaria e na fabricação de bebidas e doces (MARTINS *et al.*, 2002).





**Figura 2.3.** Hortelã (ARDAI, 2012)

### **2.3. Desidratação osmótica**

A remoção de água de um alimento é um método de preservação que reduz significativamente a deterioração microbiológica e as taxas de reações de degradação. Além da preservação a desidratação reduz o peso e o volume do produto aumentando a eficiência do transporte e o armazenamento. Também pode fornecer produtos de sabor diferenciado do mesmo *in natura* (RODRIGUES, 2003).

As pesquisas sobre desidratação osmótica tiveram início em 1966, com Ponting e colaboradores quando estudaram, com êxito, a desidratação osmótica de maçãs como pré-tratamento para reduzir o conteúdo de água e melhorar a qualidade dos frutos antes da aplicação do processo de secagem convectiva. Desde então, descobriu-se o grande potencial desta tecnologia quando comparada com outros processos de desidratação (JUSTUS, 2012).

O processo de desidratação osmótica consiste, basicamente, na remoção de água do alimento por efeito da pressão osmótica, o que ocorre por imersão do produto em uma solução hipertônica constituída de um ou mais solutos, durante certo período de tempo e a uma temperatura específica (BUCHWEITZ, 2005).

A desidratação osmótica visa melhorar a qualidade do produto final, como a estabilidade na cor, maior retenção de vitaminas, melhor qualidade na textura, redução do custo de energia e possibilitar a formulação de novos produtos. A temperatura e a concentração da solução osmótica afetam a taxa de remoção de água. Comparada com a secagem através do ar ou por congelamento, a desidratação osmótica é estimulada porque a remoção da água ocorre sem mudança de fase. Este processo recebe atenção considerável devido ao potencial de aplicações industriais. Submergindo a fruta em uma solução concentrada a água pode ser removida. Deste modo, reduz-se

significativamente a carga no secador na subsequente fase de secagem e o produto obtido é diferente daquele obtido unicamente do processo de secagem (CHIARELLI *et al.*, 2013).

O tratamento osmótico vem sendo sugerido como etapa prévia à secagem ou ao congelamento para obter produtos com menor teor de água que garantam a estabilidade do alimento porém com melhor qualidade (AMARAL *et al.*, 2011). O uso de temperaturas moderadas de operação e o fato da água ser removida do alimento sem que haja nenhuma mudança de fase, contribuem também para a melhoria da qualidade do produto final (LAUREANO, 2011).

Na desidratação osmótica alguns parâmetros são determinados para acompanhamento e avaliação do processo. Destacam-se entre os principais parâmetros a perda de água, ganho de sólidos, redução de peso e índice de eficiência de desidratação. A perda de água e o ganho de sólidos afetam a composição, a qualidade sensorial e a estabilidade microbiológica do produto. A soma desses dois fluxos em contra corrente resulta na perda de peso, este parâmetro é um indicativo do rendimento do processo de desidratação osmótica (ARAÚJO, 2010; CORRÊA, 2012 ).

A transferência de massa que ocorre entre o produto e o meio osmótico depende das características iniciais do tecido vegetal, tal como das condições operacionais empregadas. Dentre as características iniciais do tecido vegetal citam-se a espécie e a cultivar utilizada, o grau de maturação, a forma e o tamanho do alimento a ser desidratado. Em relação às condições operacionais, influenciam no resultado a composição e a concentração da solução osmótica empregada, o tempo de imersão e a temperatura da solução osmótica, a proporção de fruta:solução e a utilização ou não de pré-tratamentos no material a ser desidratado osmoticamente. Como resultado do processo ocorre a redução do teor de água com concomitante aumento da massa seca e mudança na composição centesimal do produto (CORRÊA, 2012).

A desidratação osmótica de frutas apresenta vantagens sobre outros métodos, as quais consistem, entre outras, em minimizar os danos causados pelo calor à cor, à textura e ao sabor, além de diminuir o escurecimento enzimático não havendo necessidade de outros tratamentos químicos como, por exemplo, tratamento com dióxido de enxofre (CÓRDOVA, 2006). A grande limitação do processo de desidratação osmótica tem sido estabelecer um processo em que esta tecnologia simples possa ser usada de forma a não gerar resíduos e, sim, subprodutos (GOMES, *et al.*, 2007).

GONÇALVES & BLUME (2008) estudaram o efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi (variedade pérola) e observaram que a desidratação osmótica pode reduzir o tempo de secagem, uma vez que a atividade de água desejada e o teor de água residual determinado pela legislação, são atingidos em menos tempo do que na secagem convencional reduzindo os custos do processo. Tais autores verificaram que com este tratamento preliminar as características da fruta *in natura* (cor, sabor, textura) são preservadas.

LIMA *et al.* (2004a) realizaram um estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão e constataram que a desidratação osmótica, como pretratamento a outros processos de preservação, como a secagem ar quente, micro-ondas e liofilização, pode ser uma boa alternativa para a redução do teor de água presente no alimento a ser preservado podendo, ainda, reduzir o tempo total de processamento e, portanto, possibilitar a obtenção de produtos de melhor qualidade.

REIS *et al.* (2007) que realizaram a avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções, observaram que a imersão das amostras em solução osmótica aumentou os valores de sólidos solúveis e reduziu em média 10% o teor de água das amostras.

BRANDÃO *et al.* (2003) observaram, em seu estudo sobre análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de pedúnculos de caju submetidos a desidratação osmótico-solar, que o teor de água, que era de 86,23% nos pedúnculos *in natura*, foi reduzido para 65,92% para os produtos processados com xaropes simples enquanto a atividade de água reduziu de 0,992 para 0,985.

Outros autores também analisaram a desidratação osmótica de abacaxi, entre eles SILVA (2012) que estudou o efeito da desidratação osmótica assistida por ultrassom no processo de secagem convectiva de abacaxi pérola; BORSATO *et al.* (2009) realizaram modelagem e simulação da desidratação osmótica em pedaços de abacaxi utilizando o método de elementos finitos e DIONELLO *et al.* (2009) que avaliaram a desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi em xarope de açúcar invertido.

## **2.4. Secagem**

O processo de secagem é uma das operações unitárias mais antigas realizadas pelo homem. Os alimentos são desidratados ou secos visando atender a vários

propósitos, tais como: preservação contra deterioração; conservação de suas condições durante estocagem; diminuição dos custos e dificuldade de acondicionamento, manipulação, armazenamento e transporte do material. O princípio desta técnica consiste, de maneira simplificada, na remoção de água de um material por evaporação. O aumento da temperatura do material a ser desidratado promove a evaporação da água enquanto a circulação do ar remove a água evaporada (ALMEIDA *et al.*, 2006; PEREIRA, 2007).

Na conservação de alimentos, a desidratação ou secagem é apontada como um dos procedimentos mais importantes para a diminuição da atividade de água (*aw*). Sendo o processo comercial mais utilizado para preservar o alimento visto que, comparado com outros métodos preservativos para períodos longos, como a centrifugação, o enlatamento, os tratamentos químicos, a irradiação, entre outros, é de custo mais baixo e de operação mais simples (ALEXANDRE *et al.*, 2009).

O estudo da cinética de secagem visa ao conhecimento do comportamento do material ao longo do processo e à predição do tempo de secagem uma vez que a modelagem do processo é de grande importância para o desenvolvimento e a otimização dos secadores além de possibilitar padronização do processo (VALENTE, 2007). A construção das curvas de secagem é um recurso matemático bastante empregado na observação de processos de desidratação (MORAES *et al.*, 2012).

O emprego da modelagem matemática para a representação do processo de secagem é de fundamental importância haja vista que as informações geradas são de grande valia para o desenvolvimento de equipamentos e predição dos tempos de secagem (SILVA *et al.*, 2009).

Os métodos de secagem são classificados quanto ao uso de equipamentos (natural ou artificial), à periodicidade no fornecimento de calor (contínuo ou intermitente) e a movimentação da massa de sementes (estacionário ou contínuo) (GARCIA *et al.*, 2004).

Dois processos simultâneos podem ser observados nesse tipo de procedimento: a transferência de calor, através da vaporização do líquido, e a transferência de massa do líquido ou vapor presente no interior do material para a atmosfera na forma de vapor. Porém o controle da secagem depende das condições internas de transferências de massa, das características do sólido e das condições externas, tais como: velocidade e temperatura do gás de secagem (DANTAS, 2010).

A secagem pode ser realizada em camada fina ou camada espessa. Segundo VIEIRA (2012) quando a camada de material a ser seco não apresenta gradientes significativos de temperatura e teor de água em relação à posição, diz-se que a secagem ocorre em camada delgada (fina). Experimentalmente, diz-se que a secagem ocorre em camada delgada quando a diferença da temperatura do ar entre a entrada do leito e o topo é tão pequena quanto o erro experimental.

Segundo PARK *et al.* (2007), a secagem pode ser descrita por três períodos:

*Período 0:* É o período de indução ou o período de se entrar em regime operacional. No começo, o produto é geralmente mais frio do que o ar, a pressão parcial de vapor da água na superfície do produto é débil e, por consequência, a transferência de massa e a velocidade de secagem também são débeis. O calor em excesso acarreta uma elevação da temperatura do produto ocorrendo aumento de pressão e da velocidade de secagem. Este fenômeno continua até que a transferência de calor compense exatamente a transferência de massa. Se a temperatura do ar for inferior àquela do produto, esta última diminuirá até atingir o mesmo estado de equilíbrio. A duração deste período é insignificante em relação ao período total de secagem.

*Período 1:* Consiste no período de velocidade (taxa) constante de secagem. Durante este período, como no anterior, a quantidade de água disponível dentro do produto é grande. A água evapora como água livre. A pressão de vapor de água na superfície é constante e igual à pressão de vapor de água pura a temperatura do produto. A temperatura do produto, por sua vez, é também constante e é igual à temperatura de bulbo úmido, característica do fato de que as transferências de calor e de massa se compensam exatamente. A velocidade de secagem é, por conseguinte, constante. Este período continua enquanto a migração de água do interior até a superfície do produto seja suficiente para acompanhar a perda por evaporação de água na superfície.

*Período 2:* Consiste no período de velocidade (taxa) decrescente de secagem. Desde o momento em que a água começa a ser deficiente na superfície, a velocidade de secagem diminui. Apesar de alguns autores definirem o valor de teor de água do produto no ponto de transição entre os períodos 1 e 2 como sendo o teor de água crítico, seria conveniente denominar este ponto como o ponto de inflexão de taxa constante à taxa decrescente de secagem pois este ponto, longe de ser uma propriedade física do material, é um ponto que depende, inclusive, das condições operacionais de secagem. Durante este período a troca de calor não é mais compensada; consequentemente, a temperatura do produto aumenta e tende, assintoticamente, à temperatura do ar.

Durante todo este período o fator limitante é a migração interna de água. Esta redução da taxa (ou velocidade) de secagem é, às vezes, interpretada como diminuição da superfície molhada no período 2 mas a interpretação mais frequente é pelo abaixamento da pressão parcial de vapor de água na superfície. No final deste período o produto estará em equilíbrio com o ar ( $X = X_{eq}$ ) e a velocidade de secagem é nula.

SOUZA NETO *et al.* (2005) realizaram a secagem de manga cultivar Coité com prétratamento osmótico e concluíram que a combinação dos métodos mostrou-se adequada para obtenção de manga desidratada como produto com teor de água intermediário e, portanto, com características de estabilidade que possibilitariam seu armazenamento em temperatura ambiente.

MARQUES *et al.* (2007) que realizaram a secagem precedida de desidratação osmótica de pseudofruto de caju e compararam modelos matemáticos de Fick, Cavalcanti Mata e Page, observaram que o aumento da temperatura do ar de secagem favoreceu a remoção do teor de água do produto implicando na redução do tempo de processo.

LIMA *et al.* (2004b) realizaram a secagem convencional após a desidratação osmótica do melão e estudando sua estabilidade, observaram que os produtos obtidos mantiveram suas características físico-químicas, e apresentaram boa estabilidade microbiológica e boa aceitação sensorial.

BORIN *et al.* (2008) realizaram a secagem combinada com desidratação osmótica da abóbora e constataram que as taxas de secagem demonstraram que a eficiência do processo aumentou quando o prétratamento foi aplicado e a desidratação osmótica melhorou significativamente a cor e a aparência geral de abóbora em fatias secas.

RIBEIRO (2013) estudou a secagem convectiva aliada à desidratação osmótica em tomates e observou que a temperatura influenciou, de maneira inversa, o tempo de secagem e a utilização do prétratamento osmótico levou a maiores tempos de secagem e melhoria na qualidade visual do produto.

## 2.5. Textura

A textura representa a manifestação sensorial da estrutura interna dos produtos em termos de: reação à força medida como propriedades mecânicas (dureza/firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade, elasticidade e viscosidade), pelo sentido cinestésico nos músculos, mãos, dedos, língua, maxilar ou lábios; propriedades táteis, medidas com partículas geométricas (granulosa, arenosa, cristalina e flocosa) ou propriedades de teor de água (molhada, seca) e de gordura (oleosa) pelos nervos táteis na superfície da pele da mão, lábios ou língua (ANDRADE, 2006).

Segundo GONÇALVES *et al.* (2010) a textura é um dos principais atributos que influenciam a qualidade e a aceitação de frutos desidratados. Além da composição química do fruto a intensidade da desidratação é significativa uma vez que o teor de água residual, aquém e além, propicia, respectivamente, produto com textura excessivamente rígida e mole, influenciando na aceitação.

No que diz respeito às alterações de textura, as mais significativas são a perda de firmeza e o amolecimento/dureza. O principal fator responsável pela alteração da textura dos vegetais é o teor de água final. Com baixos teores de água, a textura é muito dura, enquanto com teores mais elevados se tornam mais saborosas; é necessário, portanto definir, para cada vegetal que é seco, o teor de água que este deve reter de modo a tornar o produto mais apelativo do ponto de vista organoléptico e de textura para o consumidor, garantindo-lhe ao mesmo tempo sua segurança alimentar. Comercialmente, a maioria dos vegetais deve ser tratado antes da desidratação para manter boa aparência e prevenir o escurecimento, perdas do sabor e da vitamina C (FRIJA, 2012).

Além de permitir a criação de padrões de identidade para cada alimento, as medidas instrumentais auxiliam no processo de avaliação da sua qualidade em qualquer fase do processo produtivo (CAMARGO *et al.*, 2007). Segundo MORAES (2011) apesar da textura ser uma propriedade sensorial ela pode também ser estudada por métodos instrumentais. Em virtude da natureza física da textura, um grande número de instrumentos mecânicos foram desenvolvidos e se tornaram disponíveis para a descrição quantitativa da textura. De um ponto de vista mais tecnológico, a textura é importante por, às vezes, ser usada como:

- Parâmetro na marcação da data de colheita: quantificar e acompanhar a evolução da dureza do fruto/vegetal;

- Prevenção das lesões mecânicas nos frutos: quantificar a resistência às forças envolvidas na destruição da textura dos frutos (operações de colheita e transporte; dimensionamento das zonas de recepção);
- Seleção da matéria-prima (Ex: ervilhas para congelar ou enlatar);
- Quantificação das alterações devidas ao processamento;
- Desenvolvimento de produtos;
- Controle da qualidade.

Inúmeros trabalhos estão disponíveis na literatura relativos à avaliação de textura de frutas, entre eles estão: SANTOS (2011) que estudou a textura além dos parâmetros cor e encolhimento para avaliar a qualidade do abacaxi desidratado; VIEIRA *et al.* (2012) que determinaram a dureza de fatias de abacaxi por testes de compressão em texturômetro; DAIUTO *et al.* (2010) e SOUZA *et al.* (2013) avaliaram a textura de abacate irradiado e dos frutos da bananeira, respectivamente, através do texturômetro modelo "STEVENS-LFRA" e OLIVEIRA (2010) estudou a textura do tomate através do texturômetro *TA.HD. Texture Analyser Stable Micro Systems*, dotado do software *Texture Expert for Windows*.

## **2.6. Análise Microbiológica**

O estudo microbiológico das frutas desidratadas é essencial para se determinar a qualidade e a sanidade do produto e, ainda, observar se os padrões estabelecidos pela legislação estão sendo respeitados. Os coliformes totais, coliformes termotolerantes e a contagem de bolores e leveduras, são parâmetros amplamente utilizados para se determinar a qualidade microbiológica de um alimento.

Os grupos de microrganismos predominantes nos frutos vão depender das suas características físico-químicas (fatores intrínsecos) e das condições ambientais em que se encontram (fatores extrínsecos). Os fatores intrínsecos incluem a atividade da água, o pH, o conteúdo em nutrientes, a presença de compostos e estruturas antimicrobianas e a microflora do alimento; os fatores extrínsecos incluem a temperatura, o teor de água relativo e o tipo de atmosfera em que se encontram (NORONHA, 2011).

Normalmente, a microbiota que contamina os produtos de frutas é proveniente das condições da matéria-prima e da lavagem as quais estas são submetidas, além das condições higiênico-sanitárias dos manipuladores, equipamentos e ambiente industrial



em geral, o interior da fruta é praticamente estéril a não ser que haja dano em alguma parte da casca (SANTOS, *et al.*, 2008).

Quando presentes em um alimento os microrganismos indicadores fornecem informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos de material fecal ou a deterioração potencial do alimento, além de poder indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção e armazenamento (TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Diversos autores também avaliaram, microbiologicamente, frutas, utilizando os parâmetros do número mais provável de coliformes (totais e termotolerantes) e a contagem de bolores e leveduras. MENEGHEL *et al.* (2008) realizaram a contagem de bolores e leveduras para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*) com e sem revestimento comestível. MOREIRA *et al.* (2011) utilizaram os parâmetros de coliformes termotolerantes a 45 °C e bolores e leveduras para avaliar a estabilidade microbiológica de polpa de cupuaçu desidratada em estufa. PONTES (2009) que estudou o processo de obtenção da banana da terra desidratada combinando pré-tratamento osmótico e secagem convencional, utilizou os parâmetros coliformes e bolores e leveduras para caracterização microbiológica do seu produto. PEREIRA *et al.* (2003) estudaram a vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada e avaliaram suas amostras quanto ao desenvolvimento de bolores e leveduras, coliformes, *Salmonella* e bactérias lácticas. MATTIUZ *et al.* (2003) avaliaram a qualidade microbiológica de goiabas minimamente processadas através dos parâmetros coliformes totais e fecais e contagem de bactérias mesófilas.

## **2.7. Análise sensorial**

Além do seu valor nutritivo, um alimento deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor; isto é resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. No desenvolvimento de um novo produto é imprescindível otimizar parâmetros como forma, aparência, odor, cor, sabor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes com a finalidade de alcançar um equilíbrio geral que se traduza em boa qualidade e seja de excelente aceitabilidade (FLORÊNCIO, 2012).

Conforme BROISLER (2007) a análise sensorial se baseia em técnicas que são fundamentais na percepção psicológica e fisiológica. Esta ocorre quando o observador

toma consciência da sensação. A percepção envolve a filtração, interpretação e reconstrução da vasta quantidade de informações que os receptores recebem. A mente armazena, na memória, as percepções, que são continuamente modificadas pelas novas percepções. Essas modificações são, de fato, o que chamamos de impressões. No processo total de percepção os sinais, a integração e a interpretação não são facilmente separáveis.

A qualidade do alimento engloba o aspecto de segurança, suas propriedades nutricionais e sensoriais. A aceitação do produto pelo consumidor está diretamente relacionada com sua qualidade. Em decorrência do aumento de exigência do consumidor por qualidade dos alimentos processados o desenvolvimento da tecnologia industrial, a forte concorrência do mercado consumidor e o apelo das agências reguladoras de certificação de qualidade, desenvolvem processos que visam a um produto final com a preservação das características desejadas por um longo período é essencial para os cientistas, engenheiros e outros profissionais da área (VALENTE, 2007).

Na avaliação de atributos dos produtos alimentícios se utilizam escalas, que determinam a grandeza (intensidade da sensação) e a direção das diferenças entre as amostras, e através das escalas é possível saber o quanto as amostras diferem entre si e aquela que apresenta maior intensidade do atributo sensorial que está sendo medido (BARBOZA *et al.*, 2004).

Utiliza-se, atualmente, a análise sensorial em desenvolvimento de novos produtos, controle da garantia da qualidade de produtos, testes de consumidores e estudos de percepção humana, entre outros (LIMA, 2012).

Segundo MENDES (2013) as metodologias para avaliação sensorial subjetiva englobam avaliar o grau de preferência entre um grupo de amostras ou avaliar o grau de aceitação de uma única amostra e/ou de um grupo. Entre os diferentes testes utilizados para avaliar o grau de preferência tem-se o teste de comparação pareada (escolher entre um par de amostras a preferida), o teste de ordenação (ordenar de acordo com a preferência, do mais para o menos preferido) e o teste de comparação múltipla (avaliar o grau de preferência em relação a uma referência).

O teste de intenção de compra tem, por objetivo, verificar o quanto o consumidor compraria ou não o produto apresentado, simulando uma situação real de compra de modo a reproduzir a ação do consumidor nos pontos de venda (BROISLER,

2007). Já o teste de aceitação mede o grau do avaliador gostar ou desgostar do produto oferecido, tomando como base uma escala pré-estabelecida.

Diversos autores utilizaram a análise sensorial para avaliar frutas com diferentes variedades e formas de processamento, entre eles temos: SCHUCH *et al.* (2010) que caracterizaram, quanto aos atributos aparência, cor, aroma, acidez, sabor e textura, oito diferentes cultivares de morango. HEIFFIG *et al.* (2006) avaliaram o atributo sensorial aparência em sua pesquisa sobre a caracterização físico-química e sensorial de frutos de kiwi minimamente processado armazenados sob refrigeração. VASQUES *et al.* (2006) estudaram a avaliação sensorial e a vida-de-prateleira de maçãs (variedades Fuji e Gala) desidratadas através de um teste de aceitação geral do produto usando uma escala hedônica de 1 a 9 pontos, em que o ponto 1 correspondia a “eu comeria isto, em cada oportunidade que tivesse” e o ponto 9 a “eu comeria isto, se fosse forçado”. MORAES *et al.* (2012) realizaram um estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão por método tradicional e liofilização e avaliaram a aceitação sensorial utilizando um formulário com escala hedônica estruturada contendo nota mínima 1 (desgostei extremamente) e nota máxima 9 (gostei extremamente) por um painel formado por 20 (vinte) degustadores não treinados, de ambos os sexos. JESUS *et al.* (2005) avaliaram sensorialmente, a banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira utilizando testes de aceitação com 30 provadores não treinados, de ambos os sexos, na faixa etária entre 25 e 55 anos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) e no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA), ambos pertencentes à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

#### 3.2. Matéria-prima

Foram utilizados frutos de abacaxi (*Ananás comosus* (L.) Merrill) variedade pérola e folhas de hortelã (*Mentha x villosa* L.) adquiridos na Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (EMPASA) do município de Campina Grande, Paraíba.

#### 3.3. Processamento

As folhas de hortelã foram lavadas em água corrente e os frutos de abacaxi lavados com água e detergente neutro; em seguida, foram imersos em solução de hipoclorito de sódio (200ppm) durante 15 minutos para desinfecção e só então enxaguados em água corrente para retirada do resíduo de hipoclorito, sendo a água superficial retirada pela sua exposição ao ar ambiente.

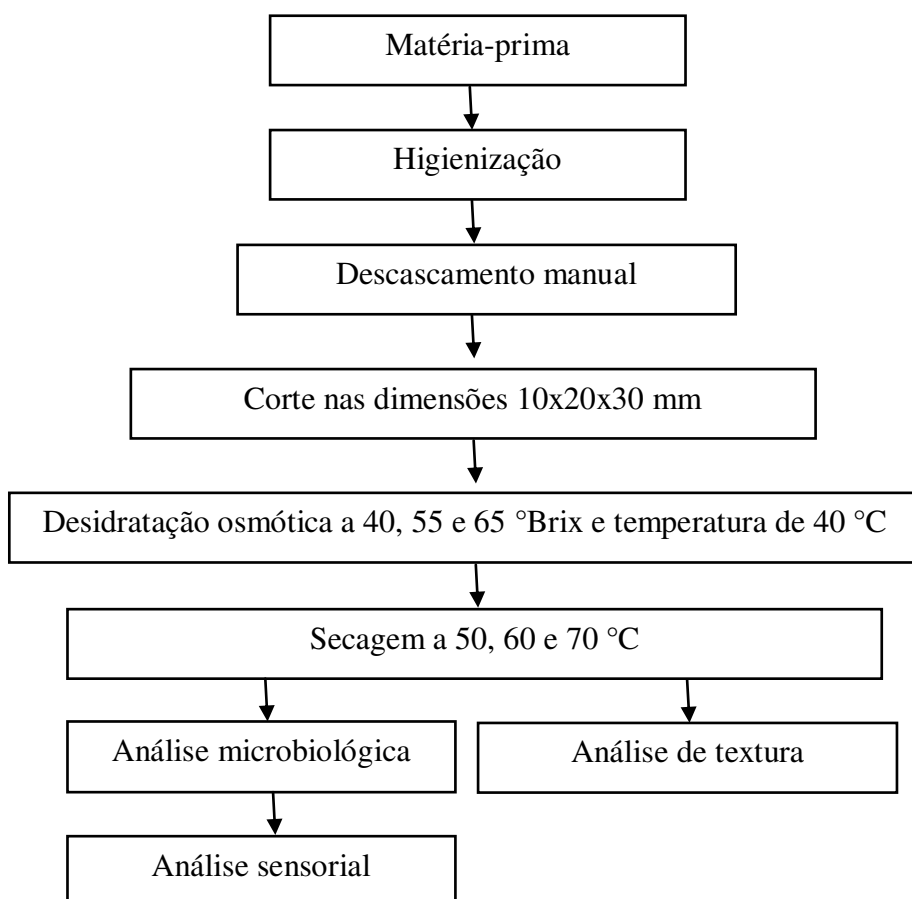
O abacaxi foi descascado manualmente e cortado inicialmente com auxílio de uma faca de aço inoxidável em placas planas circulares com espessura de 10 mm e logo após nas dimensões 20x30 mm, conforme Figura 3.1.



**Figura 3.1.** Dimensões das fatias de abacaxi

Os ramos de hortelã foram desfolhados manualmente e processados em liquidificador doméstico durante 3 minutos juntamente com a própria solução desidratante de sacarose na proporção de 1:1 (massa/massa).

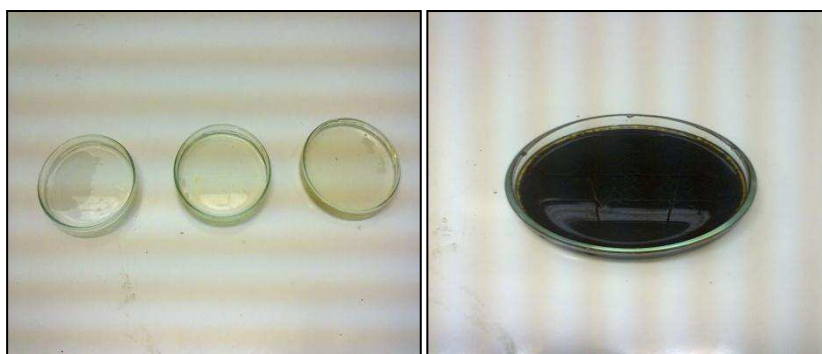
O fluxograma da Figura 3.2 representa o processamento da matéria-prima até a obtenção do produto final.



**Figura 3.2.** Etapas do processamento do abacaxi com hortelã desidratado

### 3.4. Desidratação osmótica

No preparo das soluções de sacarose foram utilizadas açúcar cristal e água destilada até que o teor de sólidos solúveis totais atingisse 40, 55 e 65 °Brix; tais concentrações foram medidas através de um refratômetro manual (Atago HRS - 500 2350). O extrato de hortelã foi adicionado à solução desidratante na proporção de 1:9 extrato(kg)/solução(kg) conforme a Figura 3.3.



**Figura 3.3** Soluções de sacarose com teor de sólidos solúveis 40, 55 e 65 °Brix e solução com incorporação do extrato da hortelã

A proporção fruta/solução utilizada na desidratação osmótica foi de 1:4 (kg/kg); assim, garantiu-se a concentração da saturação até o final do processo, sem necessidade de correção.

As amostras foram mantidas em um ambiente com temperatura controlada (40 °C) durante a desidratação e ficaram submersas na solução durante 4 horas, conforme Figura 3.4.



**Figura 3.4.** Amostra exposta a solução e em estufa sem circulação de ar para a manutenção da temperatura durante a desidratação osmótica

O modelo de Page (Equação 7) foi ajustado aos dados experimentais de desidratação osmótica das passas de abacaxi com hortelã utilizando-se o programa STATISTICA 7.0, segundo o método numérico Quasi-Newton.

A perda de água foi acompanhada nos intervalos de 0, 15, 30, 60, 90, 120, 160, 200, 240 minutos e realizada da seguinte forma: três amostras foram isoladas das demais dentro de cestas e retiradas da solução desidratante, previamente agitada a cada

intervalo de tempo; foram enxugadas em papel toalha absorvente para retirada do excesso de solução da superfície de amostra e pesadas sucessivamente em balança semianalítica (com precisão de 0,001g) nos intervalos supracitados e devolvidas a solução para as leituras subsequentes.

A perda percentual de água foi dada pela Equação 1:

$$Pa\% = 100 \frac{(m_0 \cdot x_0) - (m_t \cdot x_t)}{m_0} \quad (1)$$

em que:

Pa - Perda de água, %;

$m_0$  - Massa do fruto no tempo  $t = 0$ , g;

$x_0$  - Teor de água do fruto no tempo  $t = 0$ , %;

$m_t$  - Peso do fruto tratado no tempo  $t$ , g;

$x_t$  - Teor de água do fruto tratado no tempo  $t$

A perda de massa da fruta foi dada pela Equação 2:

$$Pm\% = 100 \cdot \frac{(m_0 - m_t)}{m_0} \quad (2)$$

em que:

$P_m$  - Perda de massa, %

$m_0$  - Massa do fruto no tempo  $t = 0$ , g;

$m_t$  - Peso do fruto tratado no tempo  $t$ , g;

Para determinação do ganho de sólidos foram retiradas amostras, em triplicata, da solução para determinação da matéria seca, a qual foi feita pelo método padrão da estufa (105°C por 24 horas), nos mesmos intervalos de tempo usados para o cálculo da perda de água (0, 15, 30, 60, 90, 120, 160, 200, 240 minutos).

O ganho percentual de sólidos é definido pela Equação 3:

$$Gs\% = 100 \cdot \frac{m_{st} - m_{so}}{m_0} \quad (3)$$

em que:

$G_s$  - Ganho de sólidos, %;

$m_{st}$  - Massa da matéria seca no tempo  $t$ , g;

$m_{s_0}$  - Massa da matéria seca no tempo  $t = 0$ , g.

### 3.5. Secagem

As amostras submetidas a pré-secagem através da desidratação osmótica foram levadas ao secador para a realização da cinética de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, conforme Figura 3.5 As amostras foram submetidas a secagem até atingirem o teor de água de equilíbrio, que foi determinado por meio de pesagens sucessivas até que sua massa não variasse mais com o tempo.



**Figura 3.5.** Cinética de secagem da amostra de abacaxi com hortelã

Previamente à secagem foram determinados os teores de água das amostras submetidas a desidratação osmótica em soluções com diferentes teores de sólidos solúveis totais.

Quando o teor de água atingiu 18% b.u., as demais amostras foram retiradas do ambiente de secagem e foram embaladas a vácuo para as demais análises. Uma porção dessas amostras foi deixada no secador para determinação do equilíbrio dinâmico, dados esses necessários ao cálculo da razão do teor de água.

Os dados da cinética de secagem foram obtidos por meio das pesagens consecutivas das amostras com o tempo e expressos em termos de razão de teor de água (RX), dada pela relação entre as diferenças de teores de água no tempo  $t$  e teor de água de equilíbrio ( $X - X_e$ ) e teores de água inicial e de equilíbrio ( $X_0 - X_e$ ), como descrito na Equação 4:



$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (4)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;

X<sub>e</sub> - Teor de água de equilíbrio, base seca;

X - Teor de água, base seca;

X<sub>o</sub> - Teor de água inicial, base seca.

### 3.5.1. Modelos matemáticos

Os modelos de Midilli, Page, Henderson & Pabis, Thompson, Verna e Cavalcanti Mata, foram ajustados aos dados experimentais de secagem das passas de abacaxi com hortelã utilizando-se o programa STATISTICA 7.0, segundo o método numérico Quasi-Newton. Os critérios de escolha do melhor modelo foram o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e o DQM (desvio quadrático médio).

$$DQM = \sqrt{\frac{(RX_{exp} - RX_{pre})^2}{N}} \quad (5)$$

em que:

RX<sub>exp</sub> - Razão de teor de água obtida experimentalmente

RX<sub>pre</sub> - Razão de teor de água predita pelo modelo matemático

N - número de observações ao longo da cinética de secagem

#### 3.5.1.1. Midilli

É definido pela Equação 6:

$$RX = a \exp(-Kt^n) + bt \quad (6)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;

t - Tempo, min;  
a, b e n - constantes do modelo;  
K=constante de secagem.

### **3.5.1.2. Page**

É definido pela Equação 7:

$$RX = \exp(-Kt^n) \quad (7)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;  
t - Tempo, min;  
n - constante do modelo;  
K - constante de secagem.

### **3.5.1.3. Henderson & Pabis**

É definido pela Equação 8:

$$RX = a \exp(-Kt) \quad (8)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;  
t - Tempo, min;  
a - constante do modelo;  
K - constante de secagem.

### **3.5.1.4. Thompson**

É definido pela Equação 9:

$$t = a \ln(RX) + b[\ln(RX)]^2 \quad (9)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;

t - Tempo, min;

a e b = constantes do modelo

#### **3.5.1.5. Verna**

É definido pela Equação 10:

$$RX = a \exp(-Kt) + (1 - a) \exp(-K_1t) \quad (10)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;

t - Tempo, min;

a e  $K_1$  - constantes do modelo

#### **3.5.1.6. Cavalcanti Mata**

É definido pela Equação 11:

$$RX = a \exp(-Kt^b) + c \exp(-Kt^d) + e \quad (11)$$

em que:

RX - Razão de teor de água, adimensional;

t - Tempo, min;

a, b, c, d, e = constantes do modelo;

K - constante de secagem.

### **3.6. Textura**

Os produtos elaborados foram submetidos à análise de textura utilizando-se um texturômetro TAXTplus da Stable Micro Systems. Três parâmetros foram analisados:

*Firmeza*– este ensaio foi realizado com o probe P/36R, que consiste em um

cilíndrico de alumínio com diâmetro de 36 mm com o qual se mediu a força (N) suficiente para comprimir 85% de uma amostra, a uma velocidade de 1 mm.s<sup>-1</sup>.

*Adesividade* – foi medido também com o probe P/36R, que consiste na força requerida para o cilindro se desprender da amostra no teste de compressão.

*Ruptura de fibras* – força de resistência máxima oferecida pela amostra à penetração. Este ensaio foi realizado com o probe P/2, que consiste de uma haste cilíndrica de aço inoxidável com diâmetro de 2 mm. O objetivo é medir a força em que a haste, na velocidade de 1 mm.s<sup>-1</sup>, penetra na massa rompendo as fibras.

### **3.7. Análise Microbiológica**

Para segurança dos provadores as nove amostras consumidas foram previamente analisadas quanto aos coliformes totais (coliformes a 35 °C), coliformes termotolerantes (coliformes a 45 °C) e contagem de bolores e leveduras, cujas metodologias para tais parâmetros microbiológicos estão descritas a seguir.

#### **3.7.1. Coliformes totais**

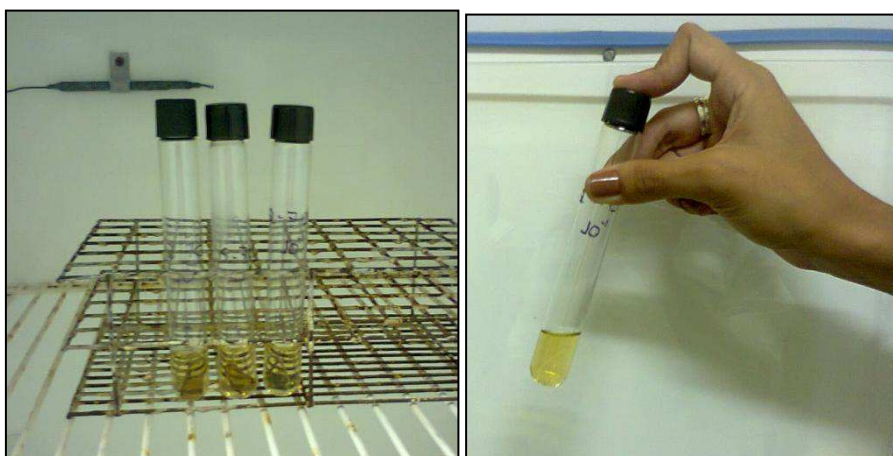
Foram pesados 10 g de cada uma das nove amostras e diluídas em 90 ml de água destilada. A partir desta primeira diluição foram analisadas 3 séries de 3 tubos contendo caldo verde brilhante bile, todos com tubo de Durhan, conforme ilustrado na Figura 3.6. Na primeira série foi inoculado 1 mL da amostra diluída em cada tubo; na segunda série foram inoculados 10<sup>-1</sup> mL da amostra em cada tubo e, na terceira série, inoculados 10<sup>-2</sup> mL da amostra em cada tubo. Os tubos foram incubados a 35 °C, por 24 horas. A positividade dos tubos foi observada pela presença de bolhas nos tubos de Durhan e/ou turbidez no meio. Para os tubos positivos fez-se a análise dos coliformes termotolerantes. O Número Mais Provável (NMP) foi determinado pela tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas (SILVA *et al.*, 2010a).



**Figura 3.6.** Determinação de coliformes totais

### 3.7.2. Coliformes termotolerantes

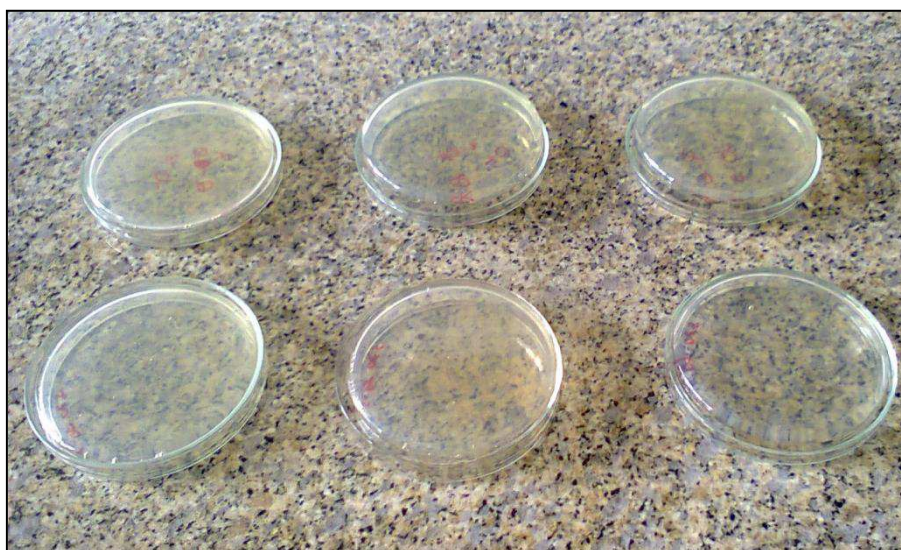
Os tubos positivos de caldo verde brilhante bile foram transferidos para uma alçada bem carregada para tubos contendo Caldo EC e incubados os tubos em banho-maria, a 45 °C, por 24 horas, conforme Figura 3.7. O número de tubos positivos foi anotado e o Número Mais Provável (NMP) foi determinado pela tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas.



**Figura 3.7.** Determinação de coliformes termotolerantes

### 3.7.3. Contagem de bolores e leveduras

Para realização da contagem de bolores e leveduras foram retiradas, da primeira diluição, alíquotas de 1mL que foram semeadas em placas de Petri contendo Ágar Batata Dextrose, conforme a Figura 3.8 Com auxílio de uma alça de Drigalski, espalhou-se o inóculo sobre o meio e as placas foram incubadas sem inverter nas temperaturas de 22 e 25 °C durante 7 dias. As unidades formadoras de colônias foram contadas de acordo com as respectivas diluições.



**Figura 3.8.** Contagem de bolores e leveduras.

### 3.8. Análise sensorial

Cumprindo a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que dispõe sobre ética em pesquisa que envolvem seres humanos, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Alcides Carneiro e aprovado; em seguida, as amostras submetidas a desidratação osmótica com incorporação de hortelã e posterior secagem convencional foram submetidas à análise microbiológica.

Previamente à análise sensorial os provadores responderam a um questionário sobre alergias - para inscrição e recrutamento de julgadores (Apêndice A) e o termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE (Apêndice B). Na análise sensorial as amostras foram submetidas inicialmente ao teste de aceitação, com o que foram

avaliadas quanto aos atributos de aparência, cor, aroma e sabor e posteriormente ao teste de intenção de compra.

A análise sensorial foi realizada por 30 provadores não treinados de ambos os sexos, escolhidos aleatoriamente entre diferentes faixas etárias e classes sociais, do Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal de Campina Grande, que foram anteriormente orientados sobre o procedimento; eles receberam amostras aleatoriamente codificadas com três algarismos, água e biscoito de água e sal (a serem consumidos entre as diferentes amostras, para eliminar a influência do sabor da amostra anterior na subsequente), além dos dois formulários de avaliação, representados na Figura 3.10 (teste de aceitação) que continham uma escala de 1 a 9 representando de julgamento desgostei extremamente a gostei extremamente, respectivamente e formulário ilustrado na Figura 3.11 (teste de intenção de compra), que continha uma escala de 1 a 7 que correspondia ao julgamento nunca compraria e compraria sempre, conforme Figura 3.9.



**Figura 3.9.** Análise sensorial das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.

O programa ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA & AZEVEDO, 2002) foi usado visando submeter os dados à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Utilizou-se o experimento fatorial, composto por 3 temperaturas de secagem (50, 60, 70 ° C) e 3 teores de sólidos solúveis das soluções desidratantes (40, 55 e 65 ° Brix).

O programa CONSENSOR (SILVA *et al.*, 2010b) foi utilizado para cálculo do coeficiente de concordância das médias atribuídas pelos provadores, durante análise sensorial.

**TESTE DE ACEITAÇÃO DAS PASSAS DE ABACAXI COM INCORPORAÇÃO  
DE HORTELÃ**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Data \_\_/\_\_/\_\_

Avalie a amostra recebida quanto a cada atributo sensorial abaixo utilizando a escala abaixo.

- (9) Gostei extremamente
- (8) Gostei moderadamente
- (7) Gostei regularmente
- (6) Gostei ligeiramente
- (5) Não gostei, nem desgostei
- (4) Desgostei ligeiramente
- (3) Desgostei regularmente
- (2) Desgostei moderadamente
- (1) Desgostei extremamente

Amostra	Notas atribuídas			
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor

**Comentários:**

**Figura 3.10.** Formulário para realização do teste de aceitação das passas de abacaxi com incorporação de hortelã



**TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA DAS PASSAS DE ABACAXI COM  
INCORPORAÇÃO DE HORTELÃ**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Data \_\_/\_\_/\_\_

Avalie segundo a sua intenção de compra, utilizando a escala abaixo.

- (7) Compraria sempre
- (6) Compraria muito frequentemente
- (5) Compraria frequentemente
- (4) Compraria ocasionalmente
- (3) Compraria raramente
- (2) Compraria muito raramente
- (1) Nunca compraria

Amostra	Avaliação

**Comentários:**

**Figura 3.11.** Formulário para realização do teste de intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desidratação osmótica

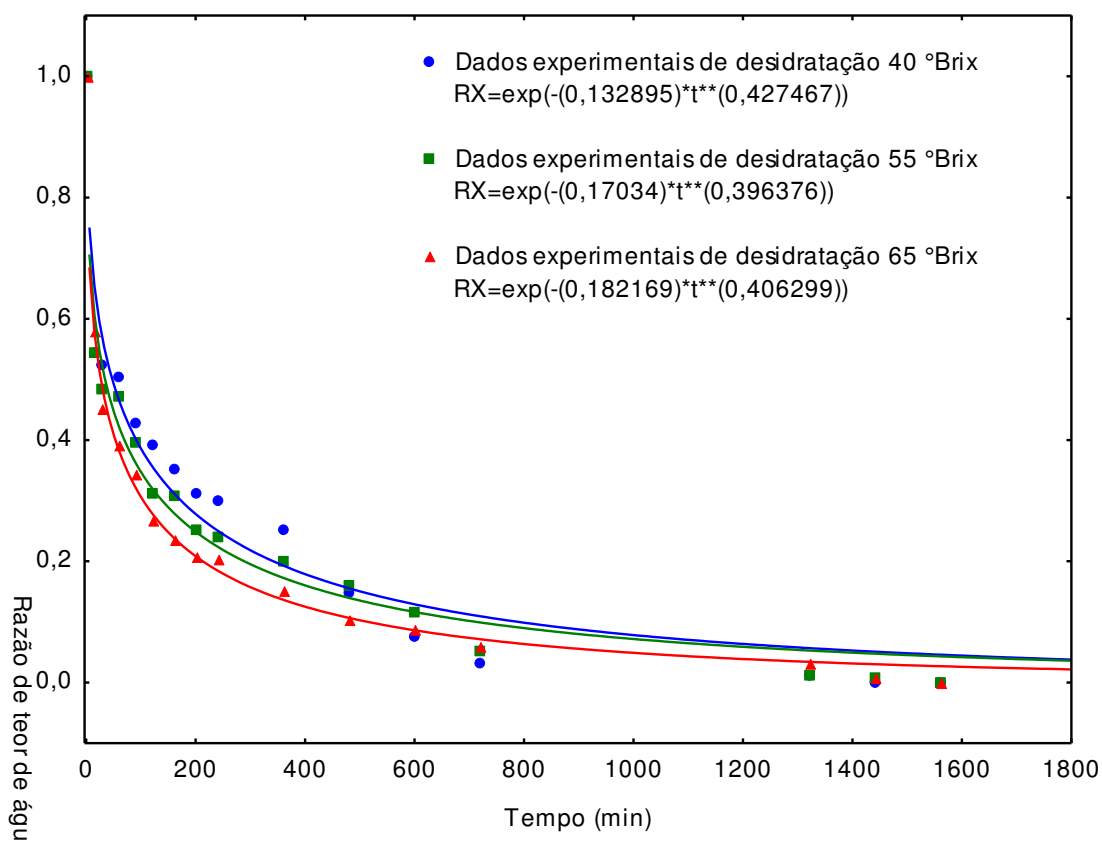
A utilização da proporção 1:4 fruta:solução (kg/kg) para que fosse mantida a concentração até o fim do processo de desidratação foi baseada em diversos autores que a adotaram em seus estudos, entre eles: DUARTE *et al.* (2012) que realizaram a desidratação osmótica de fatias de jaca em geometria plana a 43 °C, com agitação, utilizando-se de soluções de sacarose nas concentrações de 40 e 50 °Brix e SOUSA *et al.* (2003a) que estudaram a influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas na proporção 1:4 com e sem utilização de vácuo, por cinco horas sob osmose a 65 °C .

Observou-se, durante a cinética de desidratação osmótica que processo de escurecimento enzimático das amostras iniciava-se em média após as quatro horas de osmose, razão pela qual optou-se por esse tempo máximo de imersão evitando, assim, uma possível aversão ao produto pelos consumidores no momento da análise sensorial. VASCONCELOS (2010) que realizou desidratação osmótica de figo da índia (*Opuntia ficus indica*) também utilizou 4 horas como tempo máximo de osmose. GERMER *et al.* (2010) utilizaram para a desidratação osmótica de pêssegos 4 horas de osmose em suas amostras e concentração da solução de sacarose variando entre 45 a 65 °Brix.

A desidratação osmótica normalmente é realizada nas temperaturas de 20 °C a 50 °C para as frutas e legumes, porém temperaturas próximas a 50 °C começa a destruição da parede celular e a textura e o sabor dos frutos são prejudicados, desta forma no presente estudo foi utilizada a temperatura de 40°C, de forma que a água fosse removida do produto sem que ocorresse degradação do mesmo. Outros pesquisadores utilizaram a mesma temperatura nos seus trabalhos, entre eles: CHIARELLI *et al.* (2013) utilizaram no pré-tratamento osmótico de maçã gala e mamão formosa, uma solução 33,3% de açúcar (razão de 1:4), na temperatura de 40°C sem agitação, e DIONELLO *et al.* (2009) avaliaram a cinética da desidratação osmótica de fatias de frutos de duas cultivares de abacaxi, Pérola e Smooth Cayenne, em xarope de açúcar líquido invertido sem diluição a 40 e 50 °C.

#### 4.1.1. Cinética de desidratação osmótica

Na Figura 4.1 se encontram as curvas de ajuste aos dados experimentais de desidratação osmótica das passas de abacaxi com hortelã, segundo modelo de Page nas concentrações de 40, 55 e 65 °Brix e na temperatura de 40 °C. Observa-se que com o aumento da concentração da solução desidratação ocorre um aumento na perda de água das amostras.



**Figura 4.1.** Dados de razão de teor de água em função do tempo para desidratação osmótica nas concentrações de sacarose a 40, 55 e 65 °Brix na temperatura de 40 °C, segundo ajuste pelo modelo de Page

Na Tabela 4.1 se encontram os parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo matemático de Page ajustados aos dados experimentais de cinética de desidratação osmótica das passas de abacaxi com hortelã nas concentrações de 40, 55 e 65 °Brix e na temperatura de 40 °C. Observa-se que o modelo ajustou-se parcialmente aos dados experimentais pois nas concentrações de 40 e 55 °Brix apresentou coeficientes de determinação entre 0,96 e 0,98.

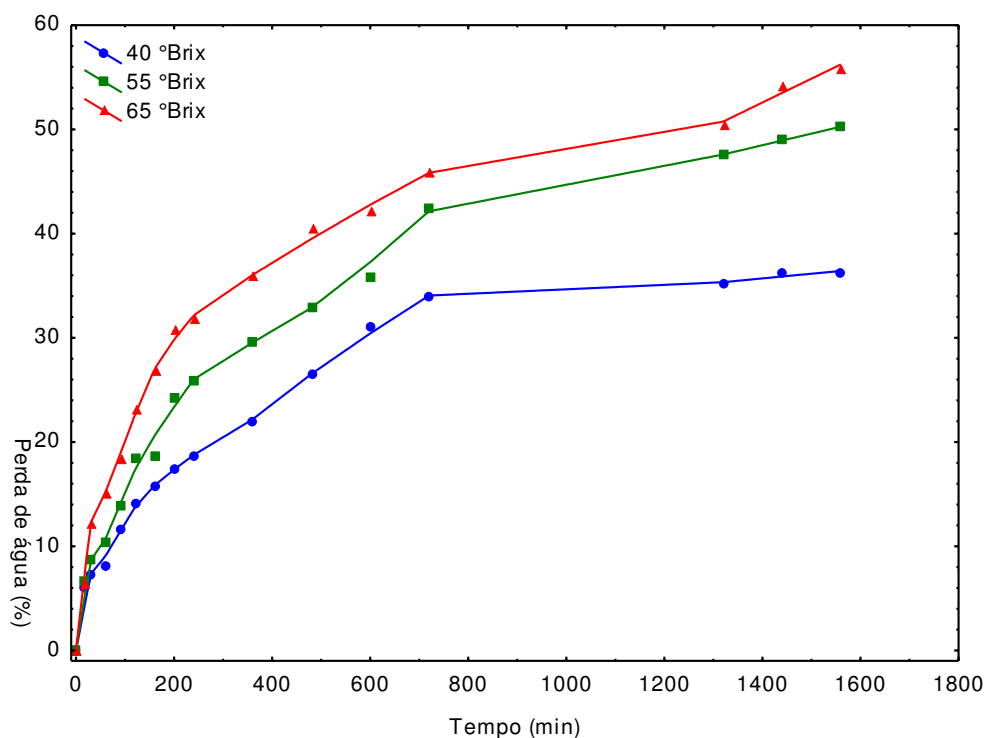
**Tabela 4.1.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Page para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã, desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 ° Brix na temperatura de 40 °C

Temp. (°C)	Solução de sacarose (°Brix)	Parâmetros		$R^2$
		K	n	
40	40	0,132895	0,427467	0,9610
	55	0,170340	0,396376	0,9821
	65	0,182169	0,406299	0,9964

#### 4.1.2. Perda de água e massa e ganho de sólidos

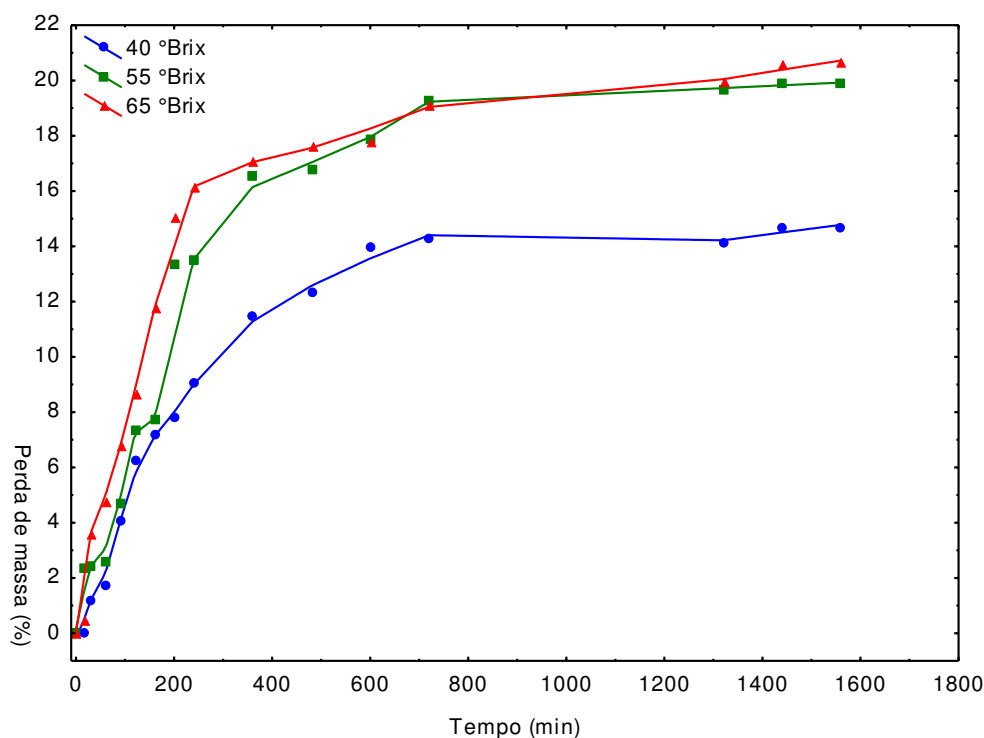
Nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4 se encontram, respectivamente, as curvas obtidas para os parâmetros perda de água, perda de massa e ganho de sólidos das passas de abacaxi com incorporação de hortelã nas soluções de sacarose de 40, 55 e 65 ° Brix.

Observa-se, na Figura 4.2, que as velocidades de perda de água foram maiores nas primeiras horas de desidratação o que também foi observado por BORSATO *et al.* (2009) que estudaram modelagem e simulação da desidratação osmótica em pedaços de abacaxi utilizando o método de elementos finitos, em que a maior perda de água foi observada nas primeiras 15 horas de desidratação. Como previsto observa-se, também, que quanto maior o teor de sólidos da solução desidratante maior a perda de água da passa de abacaxi. Na solução com maior concentração de sacarose (65 °Brix) ocorreu uma perda maior do conteúdo de água, que foi de 87 para 40% b.u., seguida da solução de concentração intermediária (55 °Brix) cujo teor de água final foi 49% e a menor perda de água foi observada na solução de menor concentração (40 °Brix) com teor de água de 58% no fim do processo de desidratação.



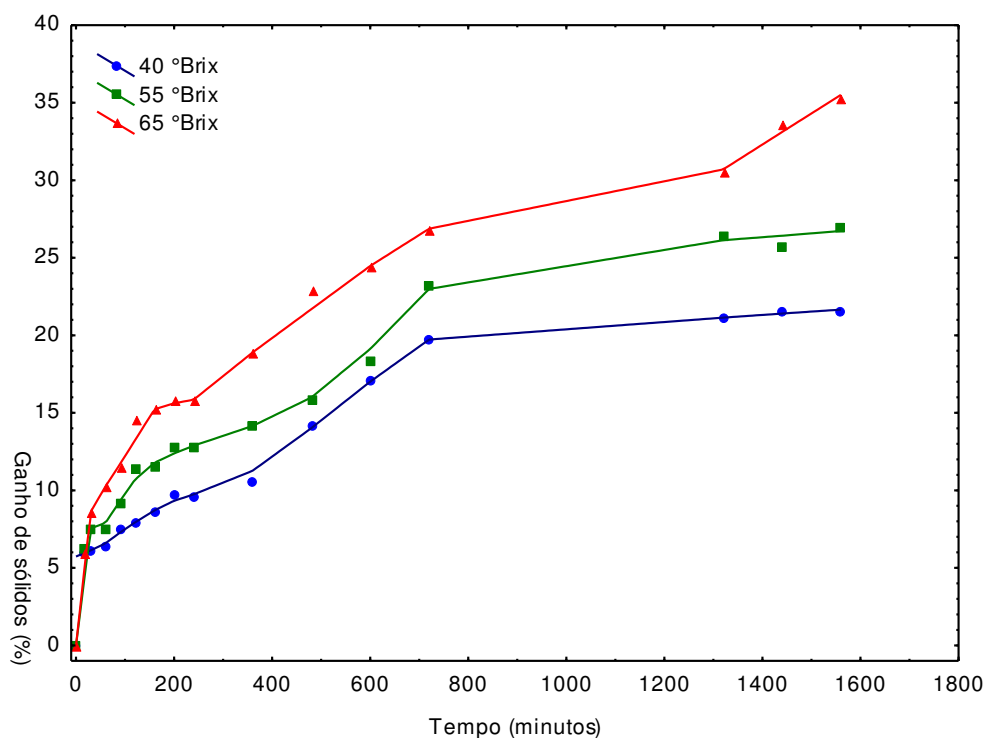
**Figura 4.2.** Perda de água das passas de abacaxi com hortelã em função do tempo de desidratação osmótica a 40 °C

Constata-se na Figura 4.3 que a perda de massa das passas de abacaxi com hortelã aumentou com a elevação do teor de sólidos solúveis da solução e ocorreu mais intensamente nas primeiras horas do processo de desidratação e após 720 minutos o sistema fruto-solução tendeu ao equilíbrio. Este comportamento de tendência ao equilíbrio também foi observado por DIONELLO *et al.* (2009) que estudaram a desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi (Pérola e Smooth Cayenne) em xarope de açúcar invertido. A solução com maior concentração (65 °Brix) ocasionou maior perda de massa (20,6 %), seguida da solução com 55 °Brix (19%) e a menor perda de água foi observada na solução de menor concentração em que foi observada perda de massa de 14,6%.



**Figura 4.3.** Perda de massa das passas de abacaxi com hortelã em função do tempo de desidratação osmótica a 40 °C

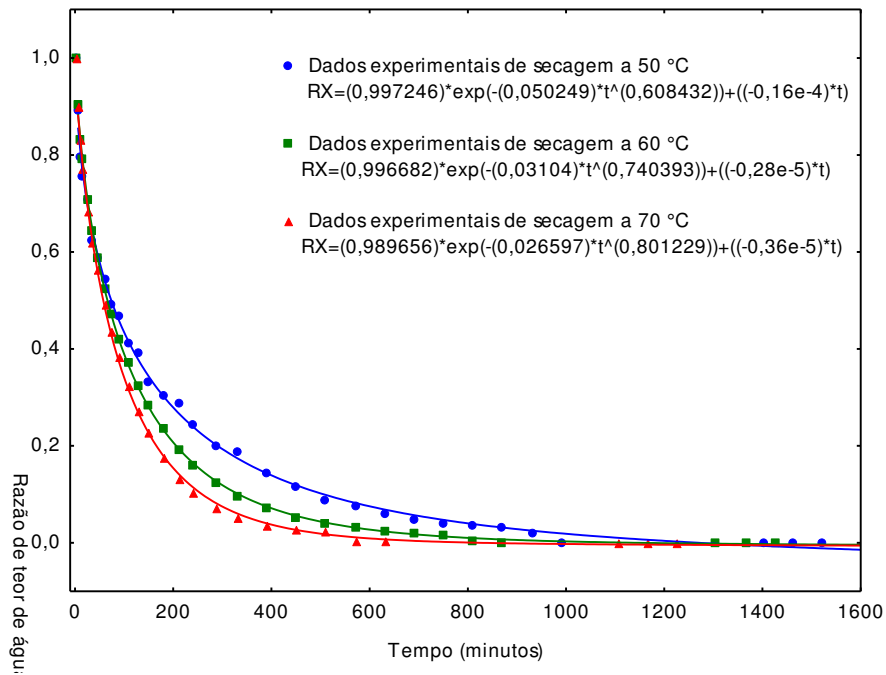
Verifica-se na Figura 4.4 que o ganho de sólidos das passas de abacaxi com hortelã aumentou com o aumento do teor de sólidos solúveis da solução. A solução com maior concentração teve maior perda de água, em contrapartida, proporcionou um ganho de sólidos maior observando-se um valor máximo de 35% seguido da solução de 55 °Brix com um ganho de sólidos máximo de 28 % e o menor valor de ganho de sólidos foi obtido na solução de 40 °Brix, de 21 %. SOUSA (2002) que estudou a desidratação osmótica de banana com e sem vácuo com complemento de secagem em estufa de circulação de ar, observou um ganho de sólidos que variou entre 4,74 até 14,69 % nas diferentes concentrações das soluções de sacarose de 45 a 65 °Brix após cinco horas de osmose.



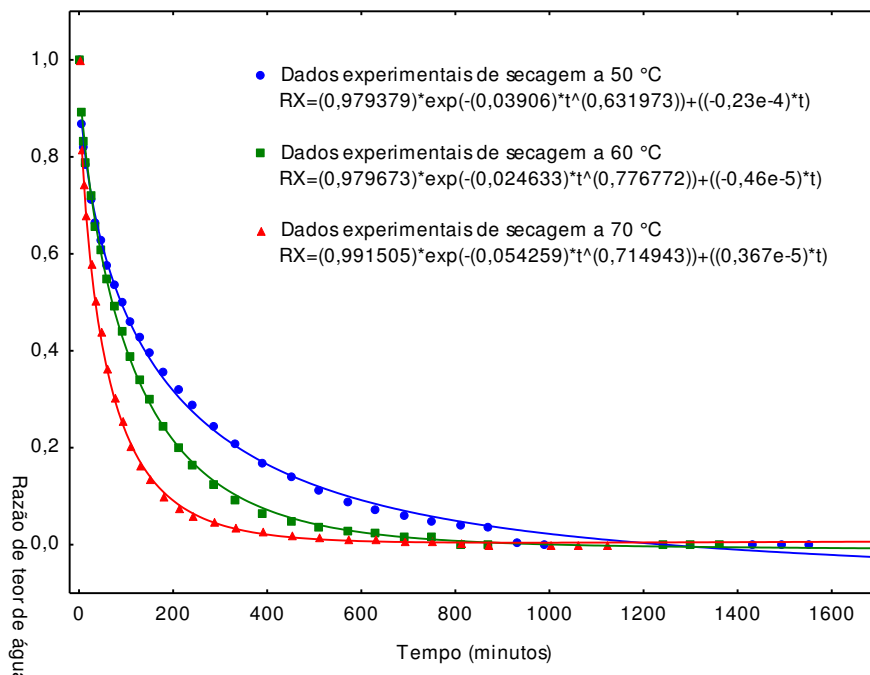
**Figura 4.4.** Ganho de sólidos das passas de abacaxi com hortelã em função do tempo de desidratação osmótica a 40 °C

## 4.2. Secagem

Nas Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 se encontram, respectivamente, as curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix, com ajuste do modelo matemático de Midilli nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, aos dados experimentais enquanto na Tabela 4.2 estão os valores dos parâmetros desse modelo matemático. Observa-se, em todos os tratamentos, que com o aumento da temperatura de secagem há uma redução do tempo de secagem até que a amostra atinja o equilíbrio e a perda de água das amostras é mais intensa no início da secagem e proporcional à temperatura de secagem, o que também foi constatado por SANTOS *et al.* (2011) que realizaram a desidratação de sete variedades de uvas (Shirah, Alicante Bouschet, Isabel, Mourvedre, Crimson, Petit Verdot e Red Globe) produzidas no Vale do São Francisco, para infusão.

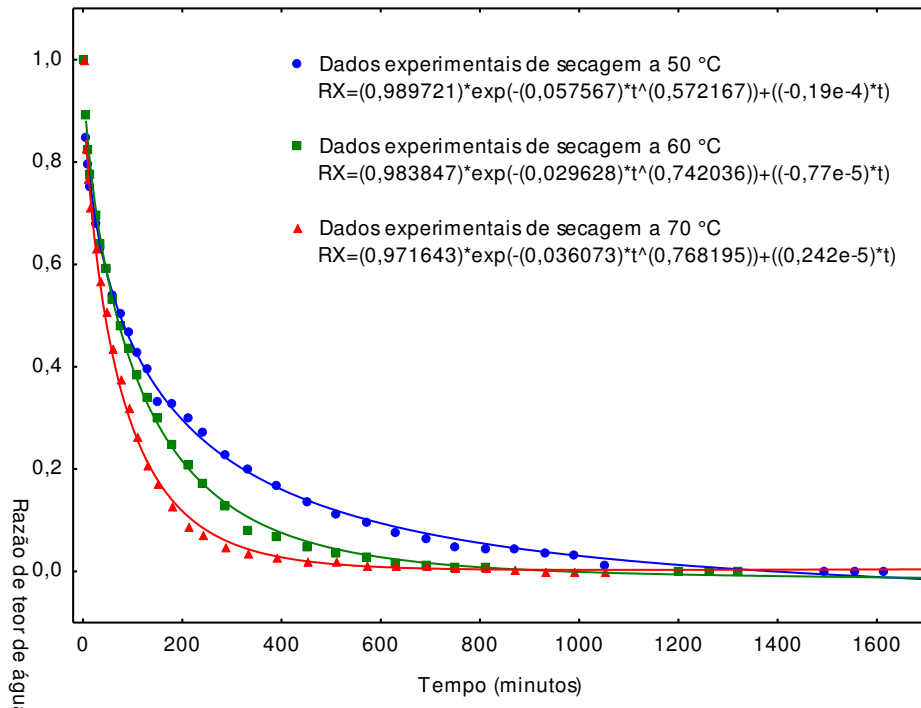


**Figura 4.5.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Midilli, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.6.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Midilli, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C





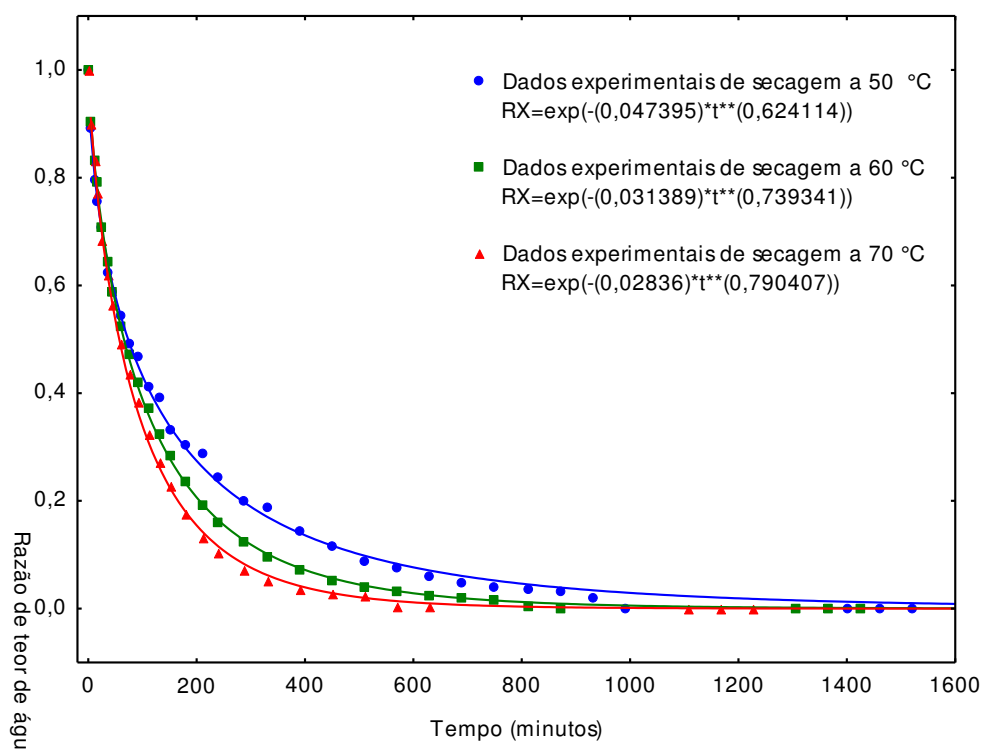
**Figura 4.7.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Midilli, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Observa-se que o modelo representou satisfatoriamente os dados experimentais, visto que apresentou coeficientes de determinação superiores a 0,998 e DQM inferior a 0,45 em todos os tratamentos estudados. Observa-se que o valor do parâmetro "a" se aproxima da unidade e diminuiu com o aumento da temperatura para a concentração de 40 e 65 °Brix aumentando com o aumento da temperatura na concentração da solução intermediária. O parâmetro b é da ordem  $10^{-5}$  em todas as temperaturas e concentrações da solução e tendeu a aumentar com o aumento da temperatura de secagem. O mesmo comportamento dos parâmetros "a" e "b" foi observado por SOUSA *et al.* (2011) que realizaram modelagem matemática para descrição da cinética de secagem de polpa de oiti. O parâmetro "K" diminuiu com o aumento da temperatura na concentração de 40 °Brix e apresentou tendência de diminuição na solução desidratante com 65 °Brix com o aumento da temperatura de secagem. O valor do parâmetro "n" aumentou com o aumento da temperatura de secagem nas concentrações de 40 e 65 °Brix e apresentou tendência de aumento na solução de 55 °Brix com o aumento da temperatura de secagem.

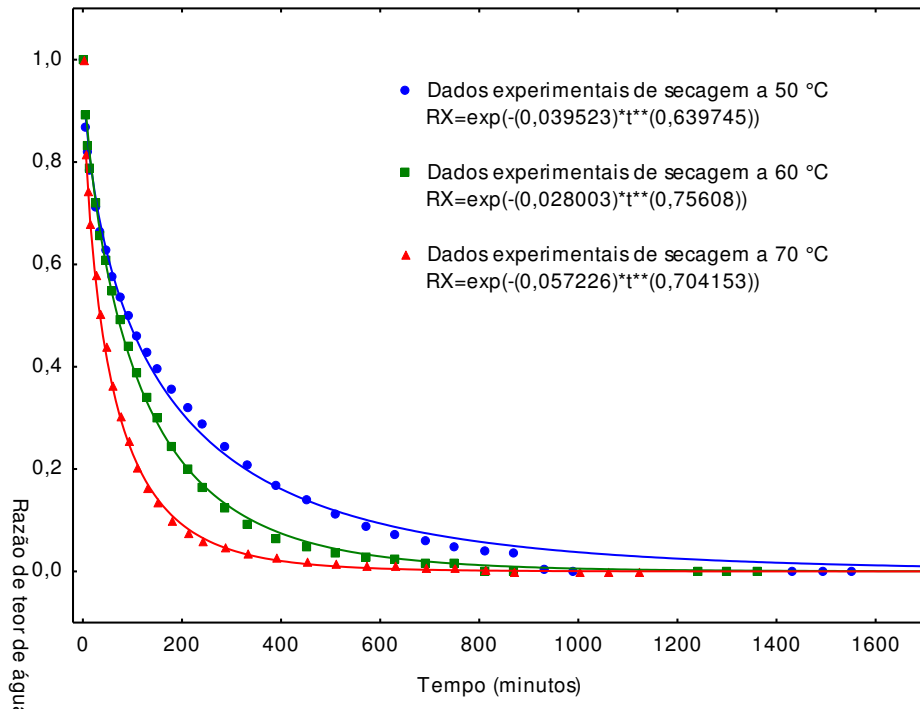
**Tabela 4.2.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Midilli para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Solução de sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	Parâmetros				$R^2$	DQM
		a	K	n	b		
40	50	0,997246	0,050249	0,608432	-0,000016	0,9987	0,4260
	60	0,996682	0,031040	0,740393	-0,000003	0,9998	0,4301
	70	0,989656	0,026597	0,801229	-0,000004	0,9994	0,4452
55	50	0,979379	0,039060	0,631973	-0,000023	0,9984	0,4442
	60	0,979673	0,024633	0,776772	-0,000005	0,9994	0,4355
	70	0,991505	0,054259	0,714943	0,000004	0,9996	0,3597
65	50	0,989721	0,057567	0,572167	-0,000019	0,9990	0,4193
	60	0,983847	0,029628	0,742036	-0,000008	0,9990	0,4379
	70	0,971643	0,036073	0,768195	0,000002	0,9983	0,3823

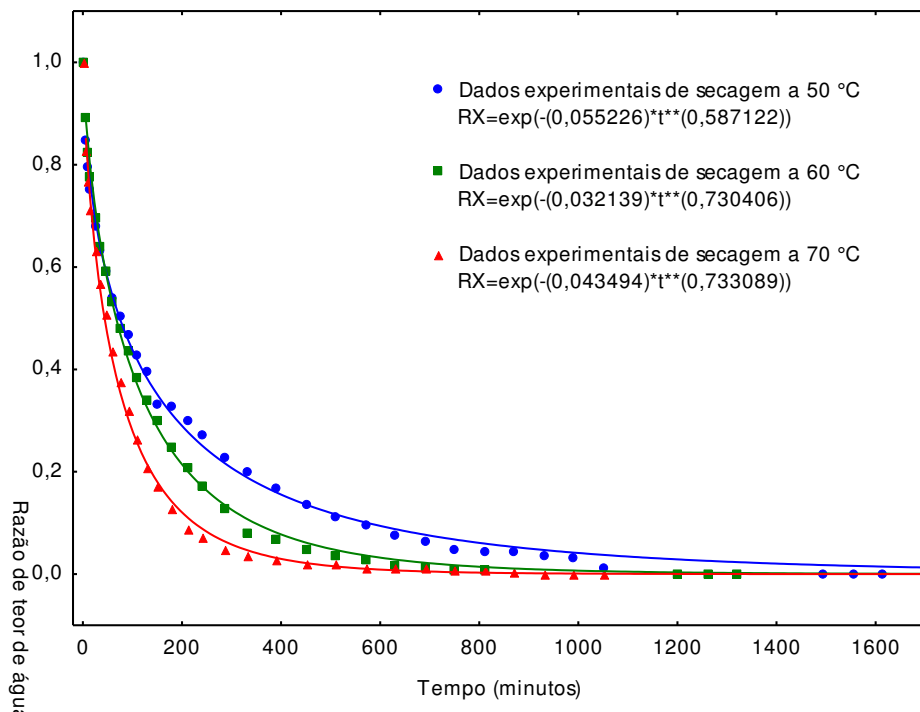
As Figuras 4.8, 4.9 e 4.10 correspondem, respectivamente, às curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix, com ajuste do modelo matemático de Page nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, aos dados experimentais, na Tabela 4.3 se encontram os valores dos parâmetros desse modelo matemático. Observa-se que com o aumento da temperatura de secagem ocorre redução do tempo de secagem e a redução do teor de água é maior nas maiores temperaturas e nos primeiros minutos da secagem. FERREIRA *et al.* (2012) que realizaram a modelagem matemática da secagem em camada delgada de bagaço de uva nas temperaturas de 50, 60, 70, 80 e 90 °C, também observaram que o tempo de secagem foi menor quando a temperatura era maior e concluíram ser o modelo de Page o mais indicado para estimar seus dados experimentais.



**Figura 4.8.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Page, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.9.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Page, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.10.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Page, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

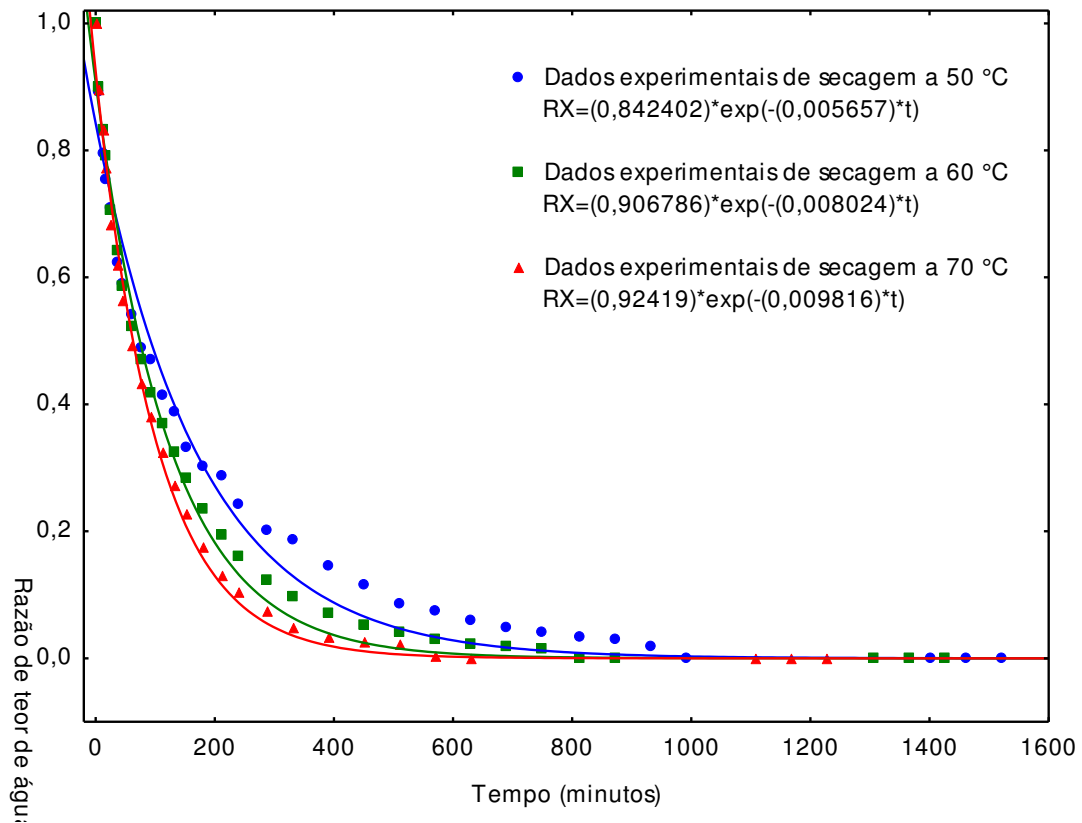
Observa-se que o modelo representou satisfatoriamente os dados experimentais, haja vista que apresentou coeficientes de determinação superiores a 0,996 e DQM inferior a 0,45 em todos os tratamentos estudados. O parâmetro “K” diminuiu com o aumento da temperatura na concentração de 40 °Brix, apresentou tendência de redução no teor de sólidos solúveis de 65 °Brix e de aumento na concentração de 55 °Brix com o aumento da temperatura de secagem. O valor do parâmetro “n” aumentou com o aumento da temperatura de secagem nas concentrações de 40 e 65 °Brix e apresentou tendência de aumento na solução de 55 °Brix com o aumento da temperatura de secagem. LOPES (2013) que realizou a cinética de secagem de abacaxi nas temperaturas de 40, 55 e 70 °C, observou que os valores dos parâmetros "k" e "n" aumentaram com o aumento da temperatura de secagem.

**Tabela 4.3.** Parâmetros e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) do modelo de Page para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

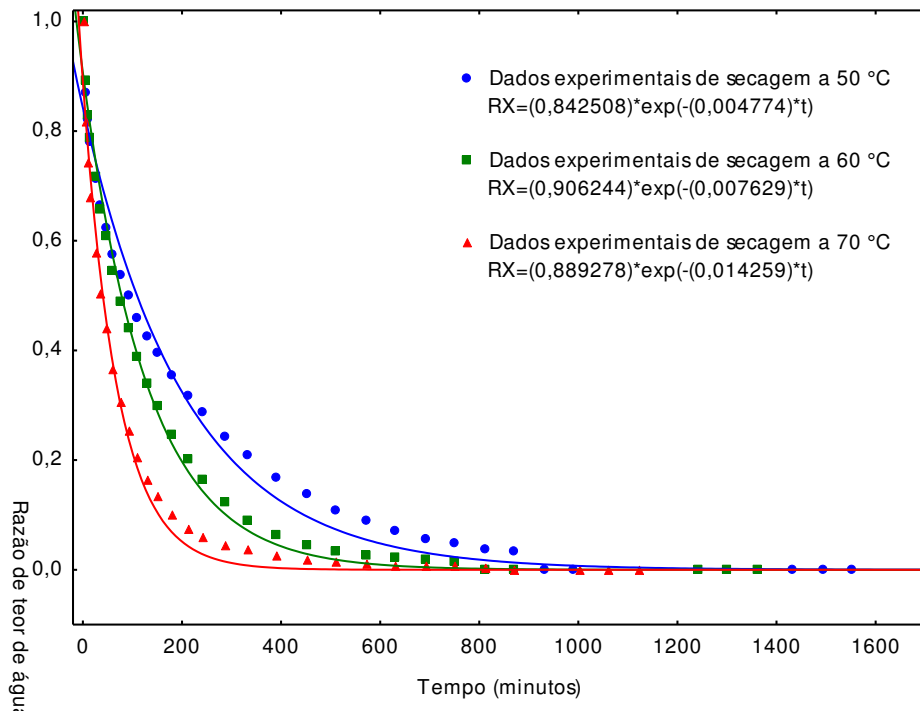
Solução de sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	Parâmetros		R <sup>2</sup>	DQM
		K	n		
40	50	0,047395	0,624114	0,9980	0,4283
	60	0,031389	0,739341	0,9998	0,4311
	70	0,028360	0,790407	0,9994	0,4479
55	50	0,039523	0,639745	0,9966	0,4511
	60	0,028003	0,756080	0,9990	0,4405
	70	0,057226	0,704153	0,9995	0,3613
65	50	0,055226	0,587122	0,9978	0,4235
	60	0,032139	0,730406	0,9987	0,4422
	70	0,043494	0,733089	0,9980	0,3880

Estão representadas, nas Figuras 4.11, 4.12 e 4.13, as curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix, com curva de ajuste do modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, aos dados experimentais. O aumento da temperatura proporciona diminuição do tempo de secagem e a redução do teor de água é maior na temperatura de 70 °C e no início do processo da secagem. ALEXANDRE *et*

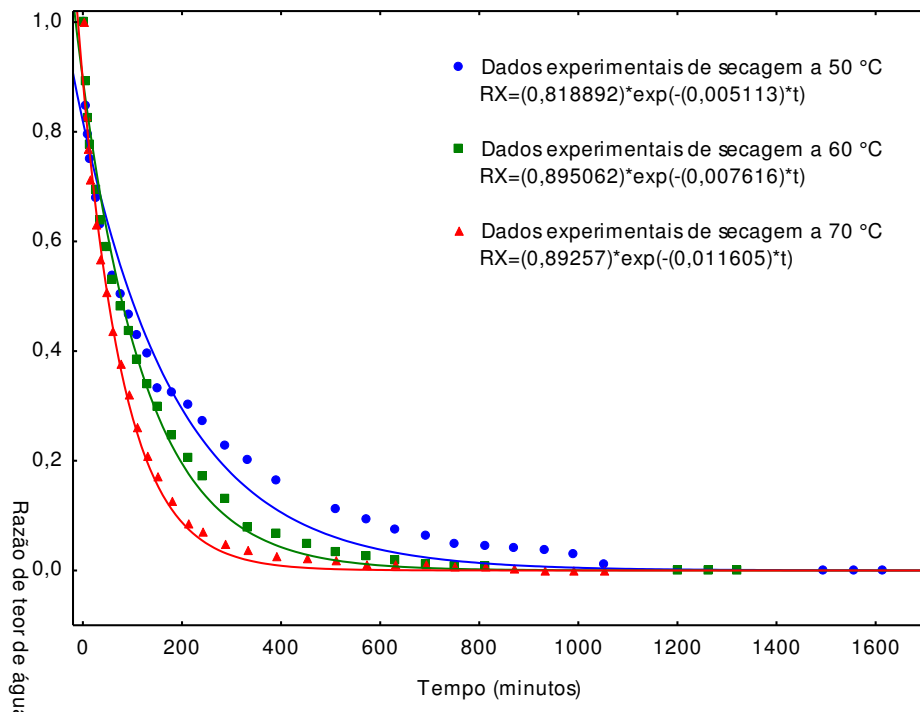
al. (2009) também observaram, estudando a cinética de secagem de abacaxi variedade pérola em fatias nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, este comportamento; tais autores fizeram a modelagem dos seus dados experimentais utilizando os modelos de Page, Henderson & Pabis e Lewis e concluíram que os três podem ser utilizados para predição da cinética de secagem de abacaxi em fatias, nas condições utilizadas.



**Figura 4.11.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.12.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.13.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Henderson & Pabis, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Na Tabela 4.4 estão os valores dos parâmetros do modelo matemático de Henderson & Pabis ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do desvio quadrático médio (DQM), para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Observa-se que, o modelo representou parcialmente os dados experimentais, pois apresentou coeficientes de determinação, em alguns casos, entre 0,96 e 0,98. Observa-se que o valor do parâmetro "a" tende a aumentar com o aumento da temperatura de secagem e o valor do parâmetro "K" aumentou com o aumento da temperatura de secagem.

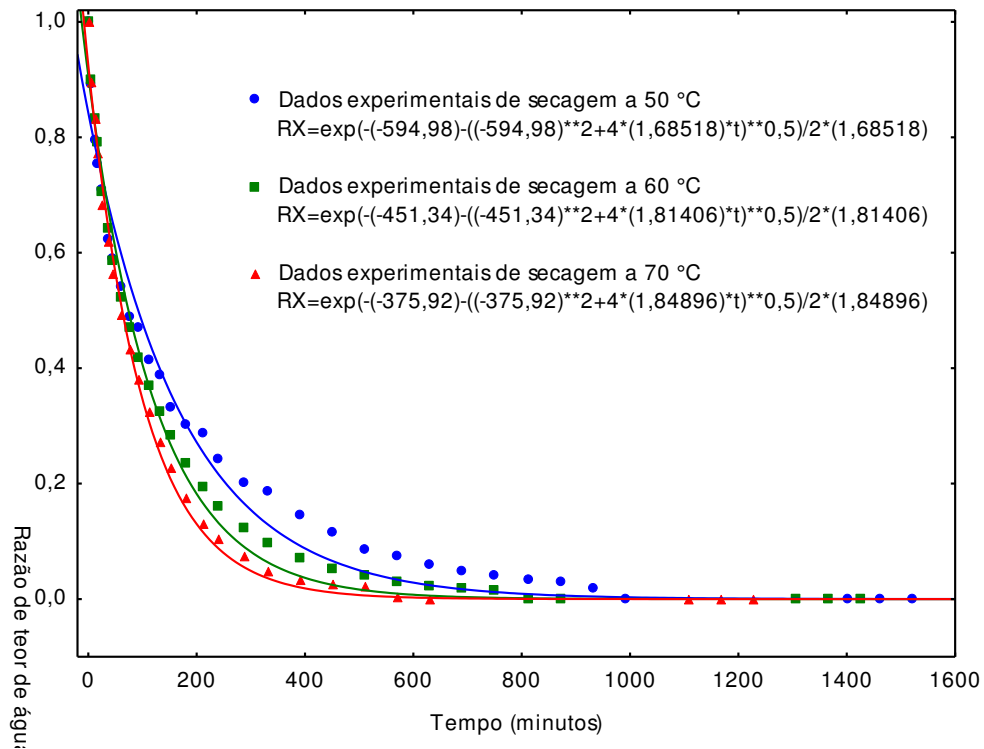
**Tabela 4.4.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Henderson & Pabis para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Solução de sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	Parâmetros		$R^2$	DQM
		a	K		
40	50	0,842402	0,005657	0,9746	0,4260
	60	0,906786	0,008024	0,9913	0,4301
	70	0,924190	0,009816	0,9947	0,4452
55	50	0,842508	0,004774	0,9802	0,4442
	60	0,906244	0,007629	0,9939	0,4355
	70	0,889278	0,014259	0,9888	0,3597
65	50	0,818892	0,005113	0,9699	0,4186
	60	0,895062	0,007616	0,9910	0,4379
	70	0,892570	0,011605	0,9924	0,3823

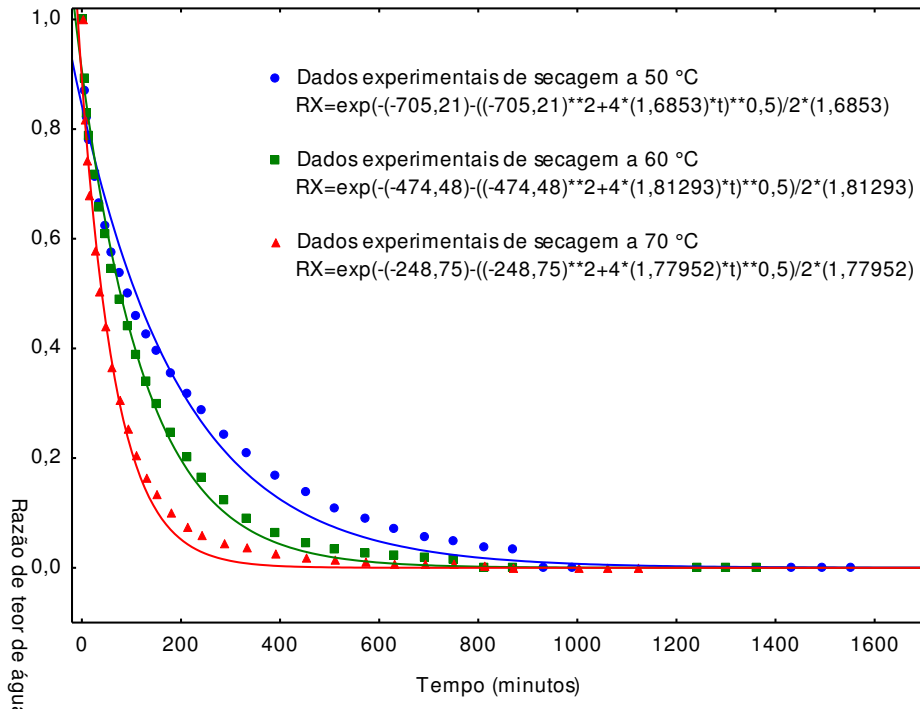
Estão representadas nas Figuras 4.14, 4.15 e 4.16 as curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com ajuste do modelo matemático de Thompson nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, aos dados experimentais. Observa-se que a maior temperatura promoveu uma redução do teor de água mais intenso e mais rápido que as menores temperaturas e essa redução ocorre principalmente no início do processo de secagem; esses fatos também foram observados por SANTOS *et al.* (2010) ao estudarem a cinética e a modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja nas



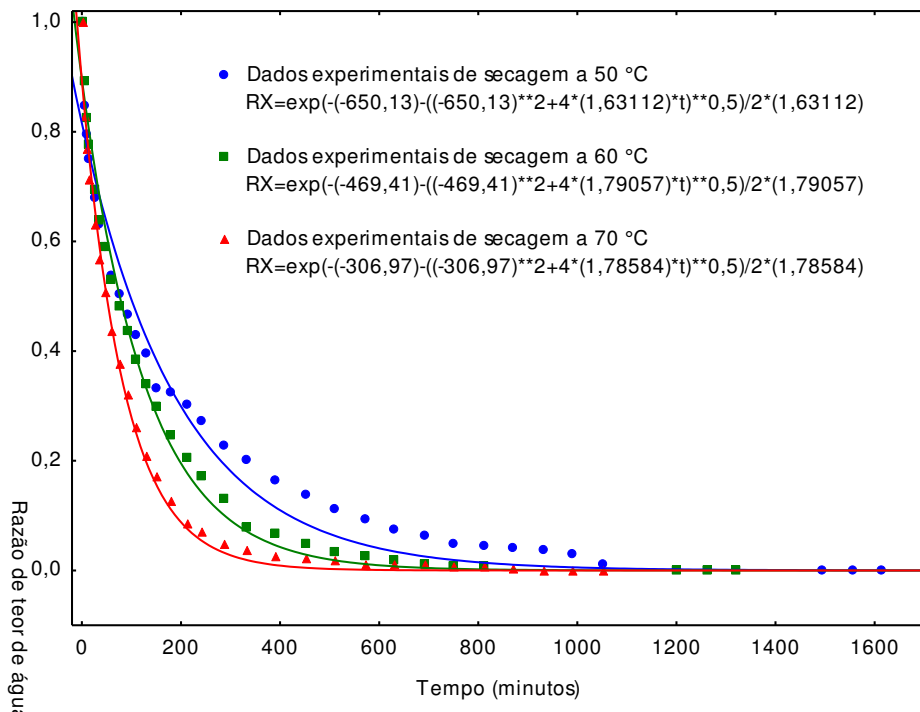
temperaturas de 50, 60 e 70 °C seus dados experimentais foram ajustados aos modelos de Page, Henderson e Pabis e Exponencial porém o modelo eleito pelo referido autor foi o de Page.



**Figura 4.14.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Thompson, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.15.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Thompson, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.16.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Thompson, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

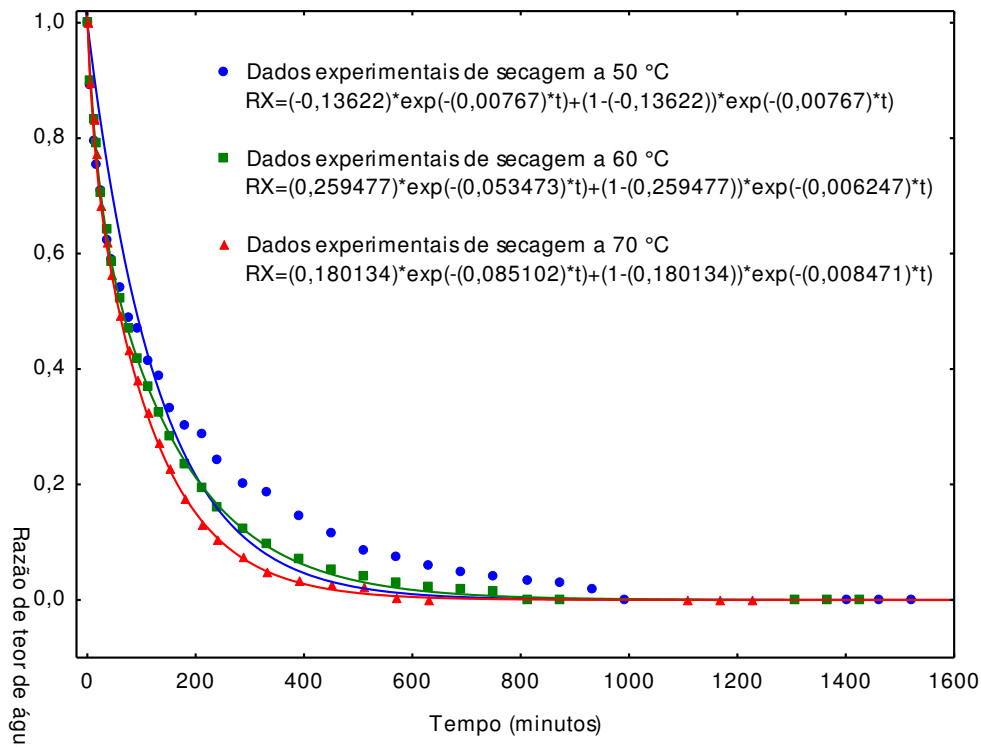
Na Tabela 4.5 se acham os valores dos parâmetros do modelo matemático de Thompson ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do desvio quadrático médio (DQM), para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Observa-se que o modelo representou parcialmente os dados experimentais, pois apresentou coeficientes de determinação, em algumas curvas, entre 0,98 e 0,96 e os desvios quadráticos médios foram inferiores a 0,45 em todos os tratamentos estudados. Observa-se que o valor do parâmetro "a" se apresenta na forma negativa e aumentou com o aumento da temperatura; já o parâmetro "b" tem valores maiores que 1 apresentou tendência de aumento com o aumento da temperatura.

**Tabela 4.5.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Thompson para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

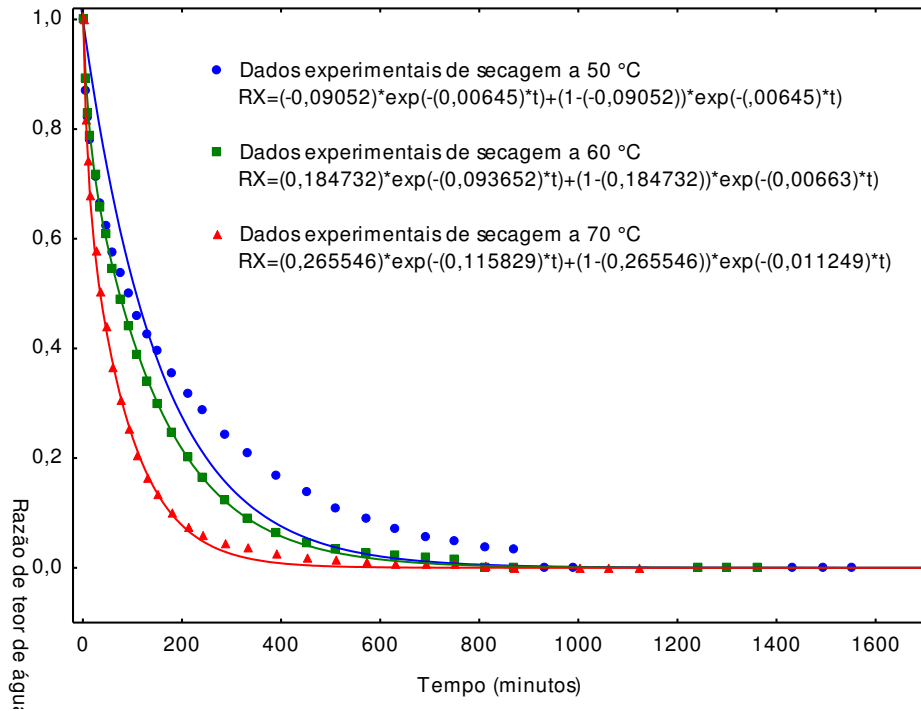
Solução de sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	Parâmetros		$R^2$	DQM
		a	b		
40	50	-594,984	1,685176	0,9747	0,4260
	60	-451,338	1,814056	0,9913	0,4301
	70	-375,923	1,848961	0,9948	0,4451
55	50	-705,213	1,685299	0,9803	0,4442
	60	-474,476	1,812926	0,9939	0,4354
	70	-248,746	1,779524	0,9889	0,3597
65	50	-650,129	1,631122	0,9692	0,4193
	60	-469,405	1,790571	0,9910	0,4379
	70	-306,967	1,785841	0,9925	0,3823

Estão representadas nas Figuras 4.17, 4.18 e 4.19 as curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix, com ajuste do modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, aos dados experimentais. Ao analisar o comportamento das curvas verifica-se que nas primeiras horas ocorreu maior perda de água e que na temperatura de 70 °C ocorreu maior perda de água e o tempo necessário para que a amostra atingisse o equilíbrio foi

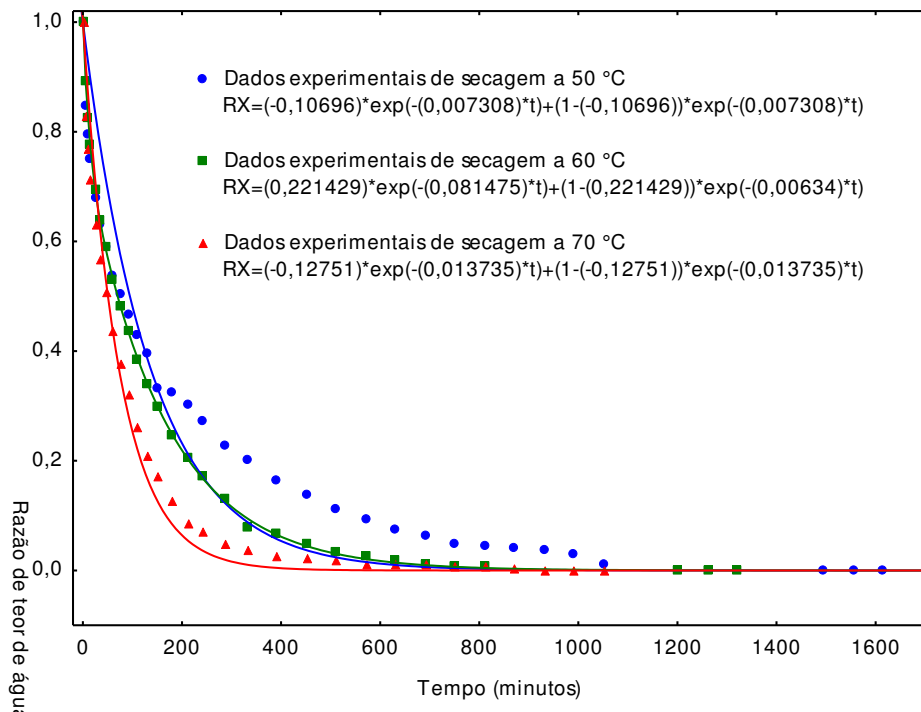
menor, o que também foi observado por MENEZES *et al.* (2013) que realizaram uma análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo nas temperaturas de 35, 45, 55 e 65 °C e os modelos de Exponencial Simples, Page, Henderson & Pabis, Logaritmo, Exponencial de Dois Termos e Wang e Singh aos dados experimentais e, por meio dos resultados, foi verificaram que o modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais de secagem com base nos maiores valores do R<sup>2</sup> e no menor valor da raiz do erro médio.



**Figura 4.17.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.18.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.19.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Verna, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

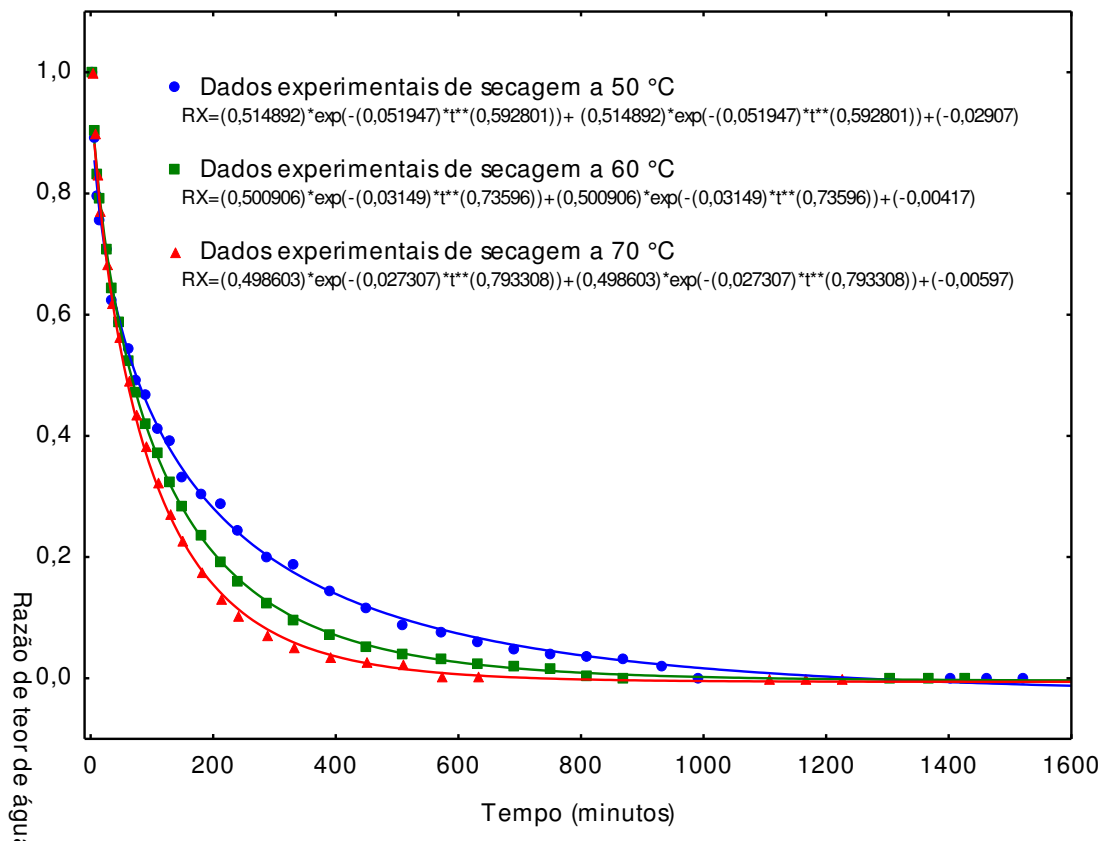
Na Tabela 4.6 estão os valores dos parâmetros do modelo matemático de Verna ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do desvio quadrático médio (DQM), para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Observa-se também que o modelo representou parcialmente os dados experimentais pois algumas curvas apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,91 a 0,98. Os valores do parâmetro "a" tenderam a aumentar na concentração de 40 °Brix e a diminuir nas demais concentrações com o aumento da temperatura de secagem. Os valores dos parâmetros "K" e "K<sub>1</sub>" tenderam a aumentar com o aumento da temperatura nas concentrações de 40 e 65 °Brix e apresentaram tendência a diminuir com o aumento da temperatura na solução de 55 °Brix.

**Tabela 4.6.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Verna para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

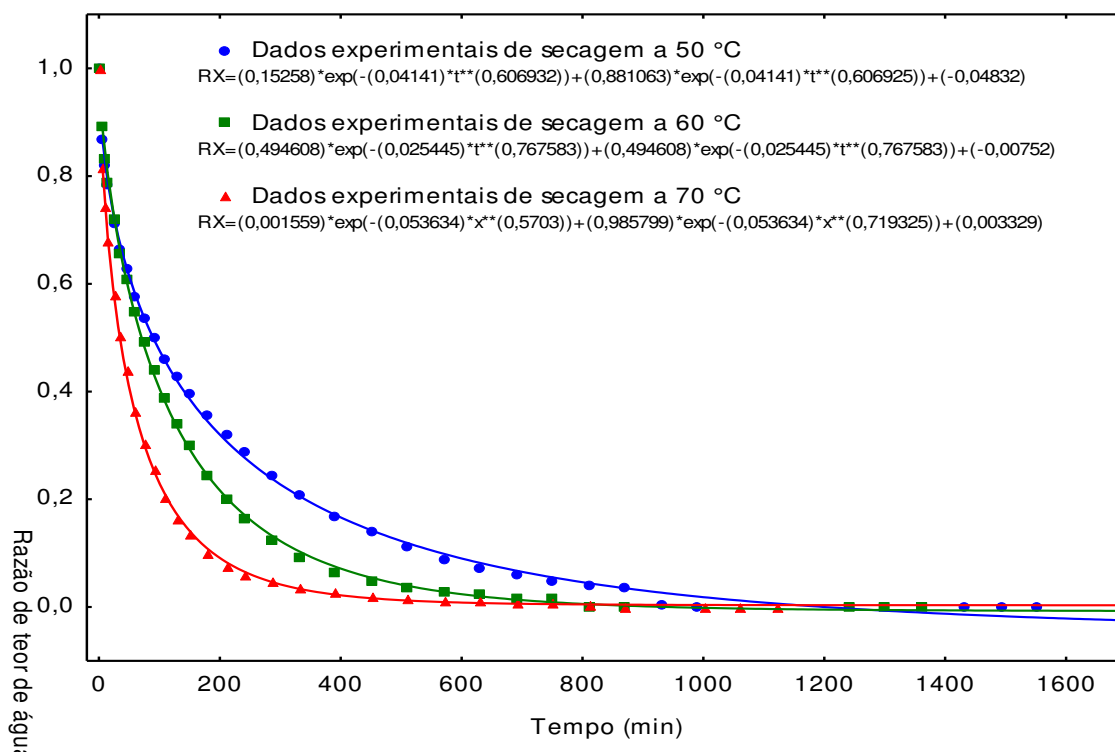
Solução de sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	Parâmetros			$R^2$	DQM
		a	K	K <sub>1</sub>		
40	50	-0,136218	0,007670	0,007670	0,9370	0,5095
	60	0,259477	0,053473	0,006247	0,9995	0,4323
	70	0,180134	0,085102	0,008471	0,9999	0,4454
55	50	0,265546	0,115829	0,011249	0,9986	0,5342
	60	-0,090521	0,006450	0,006450	0,9390	0,4364
	70	0,184732	0,093652	0,006630	0,9997	0,3614
65	50	-0,106961	0,007308	0,007308	0,9144	0,5160
	60	0,221429	0,081475	0,006340	0,9998	0,4386
	70	-0,127506	0,013735	0,013735	0,9787	0,4353

Estão representadas, nas Figuras 4.20, 4.21 e 4.22, as curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã, desidratadas em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix, com ajuste do modelo matemático de Cavalcanti Mata nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, aos dados experimentais. Observa-se que, independente da concentração da solução desidratante, o aumento da temperatura proporciona uma

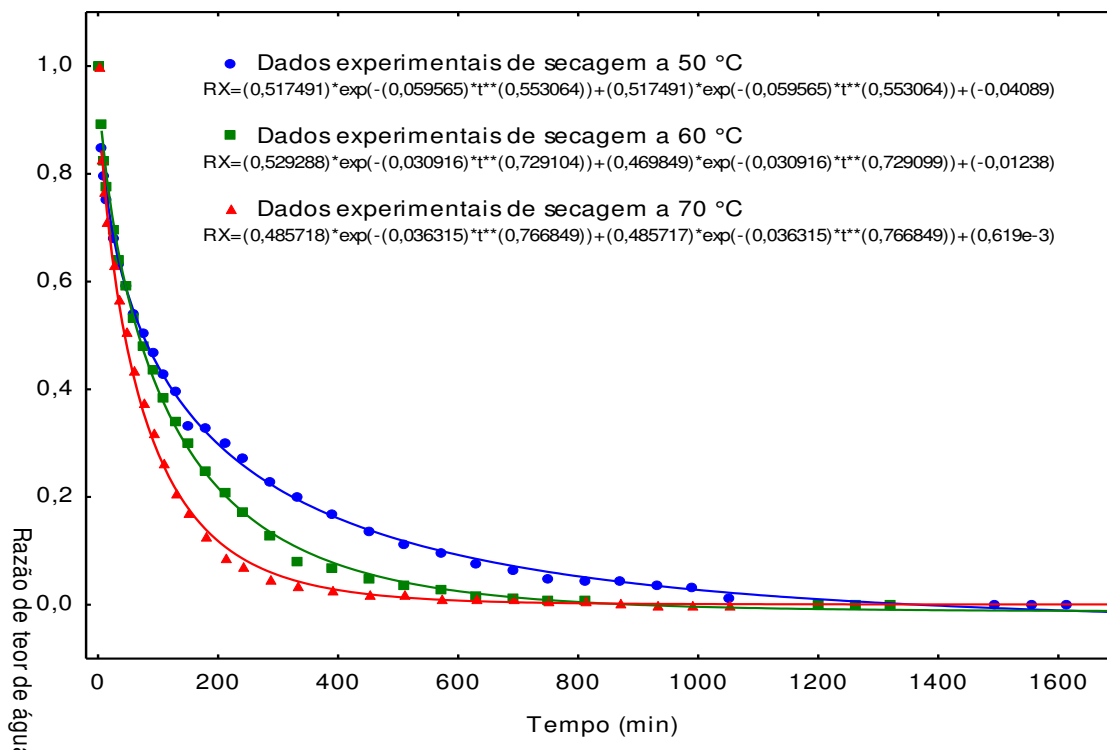
diminuição do tempo de secagem e a redução do teor de água é maior na temperatura mais elevada e no início do processo da secagem. SILVA *et al.* (2009), que estudaram a cinética de secagem em camada fina da banana maçã, em secador de leito fixo, também constataram esse comportamento em sua secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, os seus dados experimentais foram ajustados aos modelos Page, Henderson & Pabis, Lewis, Exponencial dois termos e Wang Singh e concluíram que os modelos que melhor representam o processo de secagem são o de Page e o de Henderson & Pabis.



**Figura 4.20.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 40 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Cavalcanti Mata, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.21.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 55 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Cavalcanti Mata, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.22.** Curvas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose com 65 °Brix, com curva de ajuste segundo modelo matemático de Cavalcanti Mata, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



Na Tabela 4.7 se encontram os valores dos parâmetros do modelo matemático de Cavalcanti Mata ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem das passas de abacaxi com incorporação de hortelã, em solução de sacarose com 40, 55 e 65 °Brix, os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e do desvio quadrático médio (DQM), para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Observa-se que o modelo representou satisfatoriamente os dados experimentais, pois apresentou coeficientes de determinação superiores a 0,998 e DQM inferior a 0,45 em todos os tratamentos estudados. Observa-se que os valores dos parâmetros "a", "K" e "c", diminuíram com o aumento da temperatura para a concentração de 40 °Brix; os parâmetros "b" e "d" aumentaram com o aumento da temperatura nas concentrações de 40 e 65 °Brix. E o parâmetro "e" aumentou com o aumento da temperatura na concentração da solução de 55 e 65 °Brix.

**Tabela 4.7.** Parâmetros e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) do modelo de Cavalcanti Mata para as passas de abacaxi com incorporação de hortelã desidratadas em solução de sacarose, com 40, 55 e 65 ° Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Solução de sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	Parâmetros					$R^2$	DQM	
		a	K	b	c	d			e
40	50	0,514892	0,051947	0,592801	0,514892	0,592801	-0,029074	0,9988	0,4260
	60	0,500906	0,031490	0,735960	0,500906	0,735960	-0,004172	0,9998	0,4301
	70	0,498603	0,027307	0,793308	0,498603	0,793308	-0,005967	0,9995	0,4452
55	50	0,152580	0,041410	0,606932	0,881063	0,606925	-0,048323	0,9988	0,4442
	60	0,494608	0,025445	0,767583	0,494608	0,767583	-0,007516	0,9994	0,4355
	70	0,001559	0,053634	0,570300	0,985799	0,719325	0,003329	0,9996	0,3597
65	50	0,517491	0,059565	0,553064	0,517491	0,553064	-0,040893	0,9992	0,4193
	60	0,529288	0,030916	0,729104	0,469849	0,729099	-0,012384	0,9991	0,4379
	70	0,485718	0,036315	0,766849	0,485717	0,766849	0,000619	0,9983	0,3823

Avaliando os seis modelos testados pode-se concluir que os modelos de Page, Midilli e Cavacanti Matas se ajustaram adequadamente aos dados experimentais, pois apresentaram os melhores valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,996 e menores valores de desvios quadrático médio (DQM) inferiores a 0,45 em todos os tratamentos estudados; os demais modelos representaram parcialmente os dados de secagem das passas de abacaxi com hortelã, pois em algumas curvas, apresentaram coeficientes de determinação entre 0,91 a 0,98. Observou-se em todos os casos com o aumento da temperatura de secagem ocorre uma redução do tempo de secagem até que a amostra atinja o equilíbrio, a perda de água das amostras é mais intensa no início da secagem e proporcional à temperatura de secagem.

### 4.3. Textura

Na Tabela 4.8 estão os valores máximos dos parâmetros de textura estudados (firmeza, adesividade e ruptura de fibras), para as nove amostras de passas de abacaxi com incorporação de hortelã.

Verifica-se, para o parâmetro firmeza, que quanto maior o teor de sólidos solúveis da solução desidratante e maior a temperatura de secagem das amostras, maior também o valor da força necessária para comprimir 85% da amostra. Segundo AMARAL (2011) que estudou técnicas para obtenção de coco da Bahia desidratado, este fato pode ser atribuído à resistência oferecida à compressão pelos sólidos presentes em maior quantidade nessas amostras, os quais, provavelmente, ocupam os espaços intercelulares, diminuindo a porosidade.

Constata-se que, para o atributo adesividade, quanto maior a concentração de sólidos da solução em que amostra foi submetida a desidratação e quanto menor a temperatura da secagem, maior a adesividade da amostra. ALMEIDA *et al.* (2007), que estudaram medidas instrumentais de atributos de textura de passas de caju em função dos tratamentos de secagem, observaram este mesmo comportamento para o atributo adesividade, e que quanto mais açúcar maior a adesividade, ou seja, maior a energia gasta para liberar a amostra do probe.

Observou-se também que, para o parâmetro ruptura de fibras, quanto maior o teor de sólidos solúveis da solução desidratante e maior a temperatura de secagem das amostras, maior o valor da força necessária para romper as fibras da amostra; comportamento semelhante foi observado por PESSOA (2011) estudando a

desidratação osmótica seguida de secagem de goiaba para obtenção de passas e concluiu que de acordo com o aumento da concentração da solução de sacarose e da temperatura de secagem, maior a força requerida para romper as fibras da goiaba.

**Tabela 4.8.** Valores máximos dos parâmetros de textura (firmeza, adesividade e ruptura de fibras) das amostras de abacaxi com incorporação de hortelã

Solução de sacarose (°Brix)	Temperatura (°C)	Parâmetro		
		Firmeza (N)	Adesividade (N.s)	Ruptura de fibras (N)
40	50	130,8806	51,5200	4,1603
	60	138,6522	51,4783	4,2464
	70	152,0833	49,1257	5,3467
55	50	139,8968	51,9387	4,3333
	60	156,7108	51,7213	5,0695
	70	157,3420	50,5650	6,1364
65	50	156,7485	56,3320	4,8532
	60	182,5990	53,2687	5,6289
	70	206,4936	52,4510	6,2667

Tem-se, na Tabela 4.9, a análise de variância para o parâmetro firmeza das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para as duas fontes de variação avaliadas e para a interação entre elas.

**Tabela 4.9.** Análise de variância para o parâmetro firmeza das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	8307,13228	4153,56614	1326,9197 **
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	3932,61883	1966,30941	628,1674 **
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	1058,94965	264,73741	84,5744 **
Tratamentos	8	13298,70076	1662,33759	531,0589 **
Resíduo	18	56,34417	3,13023	
Total	26	13355,04493		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade

Na Tabela 4.10 se encontram os valores médios do parâmetro firmeza das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 °Brix) e temperatura de secagem ( 50, 60 e 70 °C). Verifica-se que, para o teor de sólidos 40 ° e 65 °Brix, o atributo firmeza aumenta com o aumento da temperatura e para o teor de sólidos 55 °Brix nas temperaturas de 60 e 70 °C os valores não diferiram estatisticamente. Analisando as colunas observa-se que em todas as temperaturas o aumento da concentração de sacarose proporcionou aumento na firmeza das passas.

**Tabela 4.10.** Valores médios do parâmetro firmeza das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 ° Brix) e temperatura de secagem ( 50, 60 e 70 °C)

° Brix	Temperatura de secagem (°C)		
	50	60	70
40	130,8806 cC	138,6522 cB	152,0833 cA
55	139,8968 bB	156,7108 bA	157,3420 bA
65	156,7485 aC	182,5990 aB	206,4936 aA

DMS p/ colunas = 3,6875; DMS p/ linhas = 3,6875 ; CV (%) = 1,12; MG = 157.93409; PM = 168,86970

DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; PM = ponto médio

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tem-se, na Tabela 4.11, a análise de variância para o parâmetro adesividade das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, para as duas fontes de variação avaliadas e também para a interação entre elas.

**Tabela 4.11.** Análise de variância para o parâmetro adesividade das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F1)	2	54,74316	27,37158	19852,5936 **
Temperatura (F2)	2	29,42171	14,71086	10669,7778 **
F1 x F2	4	10,23395	2,55849	1855,6689 **
Tratamentos	8	94,39882	11,79985	8558,4273 **
Resíduo	18	0,02482	0,00138	
Total	26	94,42364		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade

Na Tabela 4.12 se encontram os valores médios do parâmetro adesividade das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 °Brix) e temperatura de secagem ( 50, 60 e 70 °C). Verifica-se que, para o teor de sólidos 40, 55 e 65 °Brix, a adesividade tende a diminuir com o aumento da temperatura, sendo estatisticamente igual nas temperaturas de 50 e 60 °C e na concentração de 40 °Brix. Analisando as colunas, observa-se que, com aumento da concentração de sacarose, ocorre um aumento na adesividade das passas.

**Tabela 4.12.** Valores médios do parâmetro adesividade das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 ° Brix) e temperatura de secagem ( 50, 60 e 70 °C)

° Brix	Temperatura de secagem (°C)		
	50	60	70
40	51,5200 cA	51,4783 cA	49,1257 cB
55	51,9387 bA	51,7213 bB	50,5650 bC
65	56,3320 aA	53,2687 aB	52,4510 aC

DMS p/ colunas = 0,0774; DMS p/ linhas = 0,0774; CV (%) = 0,07; MG = 52,04452; PM = 52,73600

DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; PM = ponto médio

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tem-se, na Tabela 4.13, a análise de variância para o parâmetro ruptura de fibras das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para as duas fontes de variação avaliadas e também para a interação entre elas.

**Tabela 4.13.** Análise de variância para o parâmetro ruptura de fibras das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	2,96848	1,48424	1564,3260 **
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	9,93604	4,96802	5236,0860 **
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	2,20038	0,55010	579,7782 **
Tratamentos	8	15,10490	1,88811	1989,9921 **
Resíduo	18	0,01708	0,00095	
Total	26	15,12198		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade

Na Tabela 4.14 se encontram os valores médios do parâmetro ruptura de fibras das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 °Brix) e temperatura de secagem (50,

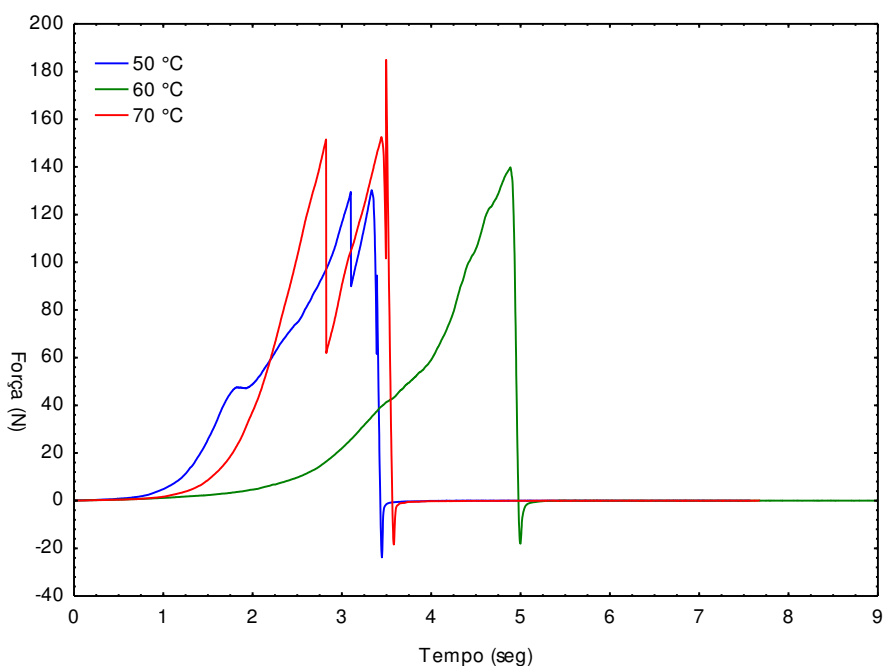
60 e 70 °C). Verifica-se, para o teor de sólidos 40, 55 e 65 °Brix, que a força para a ruptura de fibras aumenta com o aumento da temperatura. Analisando as colunas, observa-se que nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C o aumento da concentração de sacarose proporcionou um aumento na força para romper as fibras das passas.

**Tabela 4.14.** Valores médios do parâmetro ruptura de fibras das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação concentração da solução desidratante (40, 55 e 65 ° Brix) e temperatura de secagem ( 50, 60 e 70 °C)

° Brix	Temperatura de secagem (°C)		
	50	60	70
40	4,1603 cC	4,2464 cB	5,3467 cA
55	4,3333 bC	5,0695 bB	6,1364 bA
65	4,8532 aC	5,6289 aB	6,2667 aA

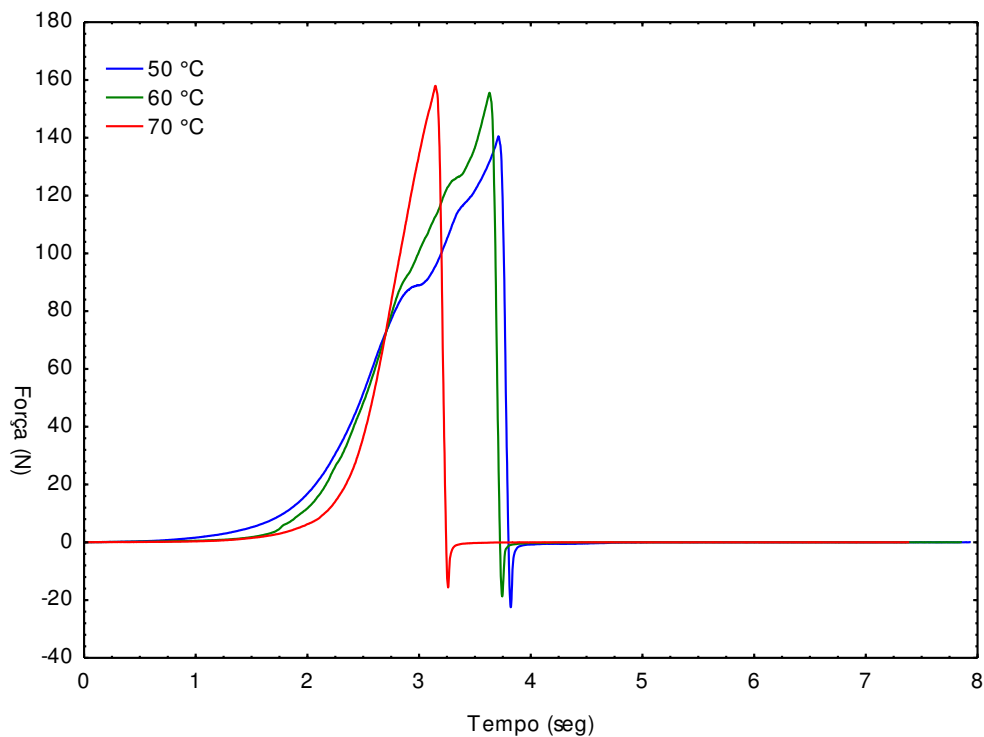
DMS p/ colunas = 0,0642; DMS p/ linhas = 0,0642 ; CV (%) = 0,60; MG = 5,11572 ; PM = 5,21675  
DMS - Desvio mínimo significativo; MG - Média geral; CV - Coeficiente de variação; PM = ponto médio  
Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Nas Figuras 4.23, 4.24 e 4.25 estão, respectivamente, as curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para os teores de sólidos solúveis de 40, 55 e 65 °Brix nas três temperaturas estudadas (50, 60 e 70 °C).

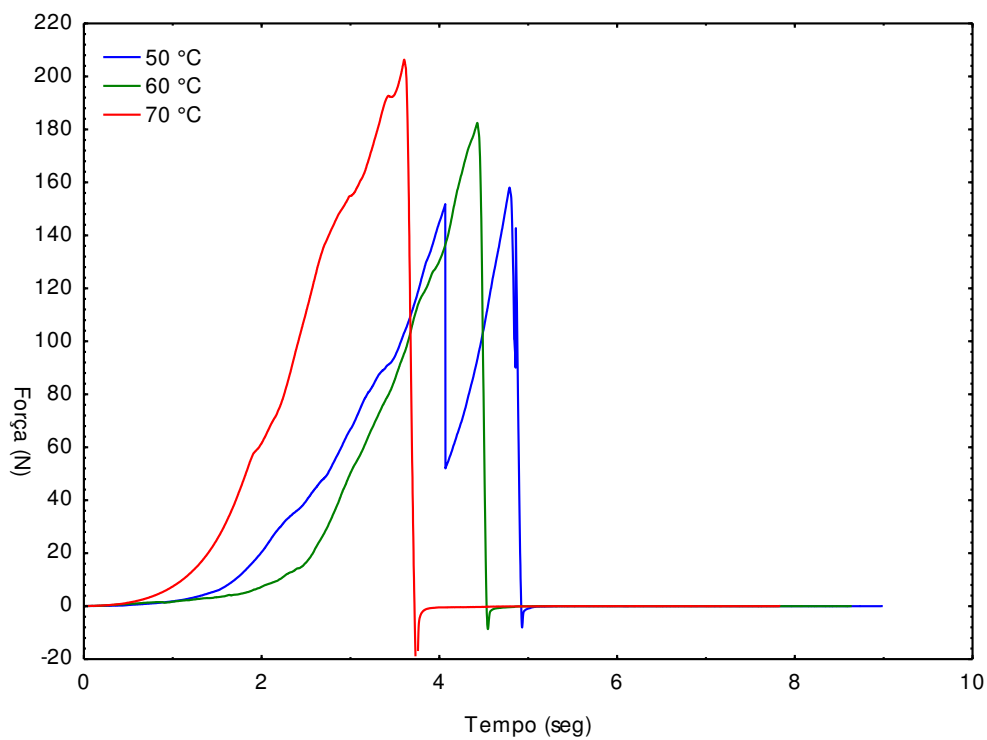


**Figura 4.23.** Curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40 ° Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



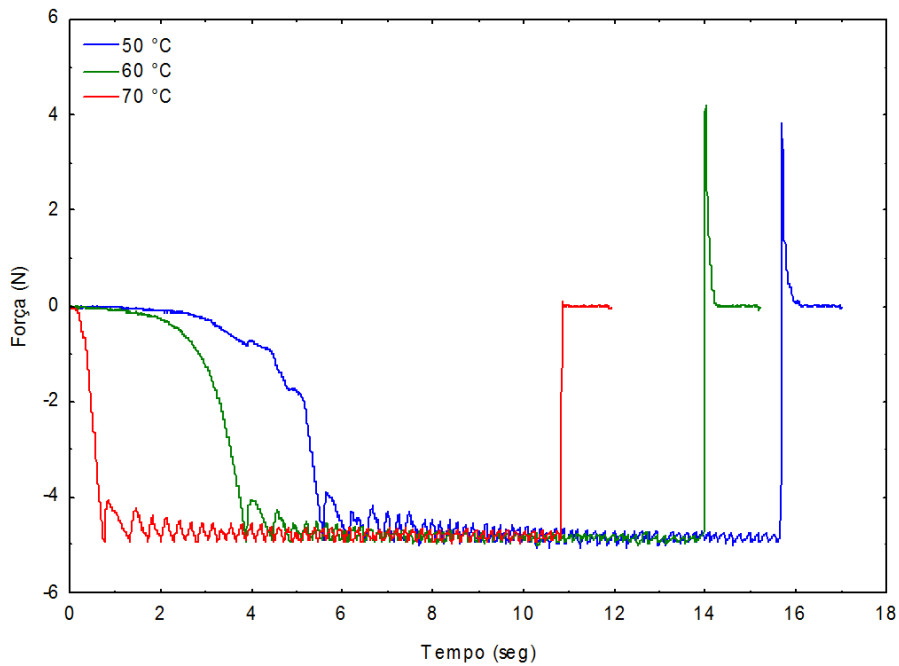


**Figura 4.24.** Curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 55 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

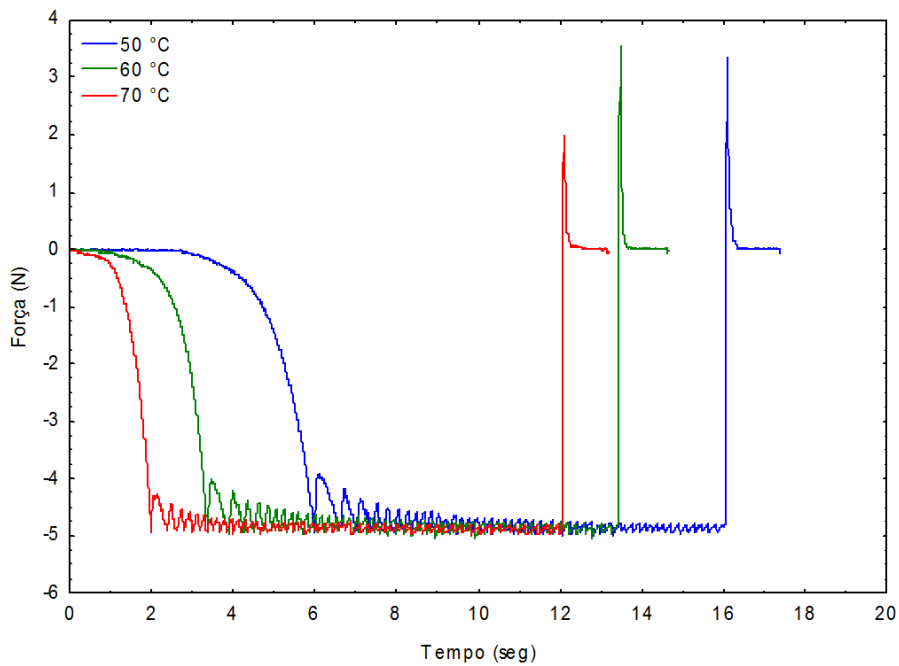


**Figura 4.25.** Curvas obtidas para a avaliação da firmeza das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 65 ° Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

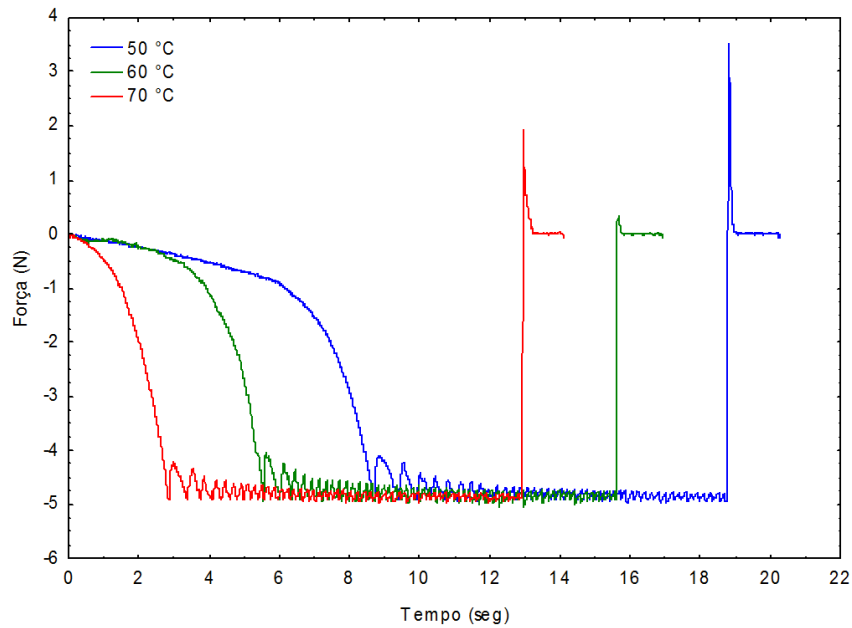
Encontram-se, nas Figuras 4.26, 4.27 e 4.28, as curvas obtidas para avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40, 55 e 65 °Brix, nas três temperaturas estudadas (50, 60 e 70 °C).



**Figura 4.26.** Curvas obtidas para a avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40 ° Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

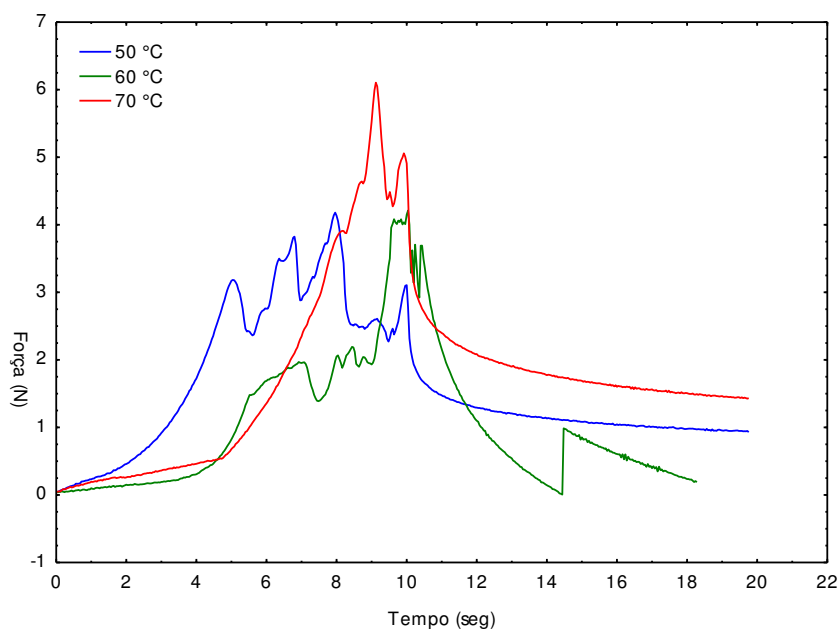


**Figura 4.27.** Curvas obtidas para a avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 55 ° Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C

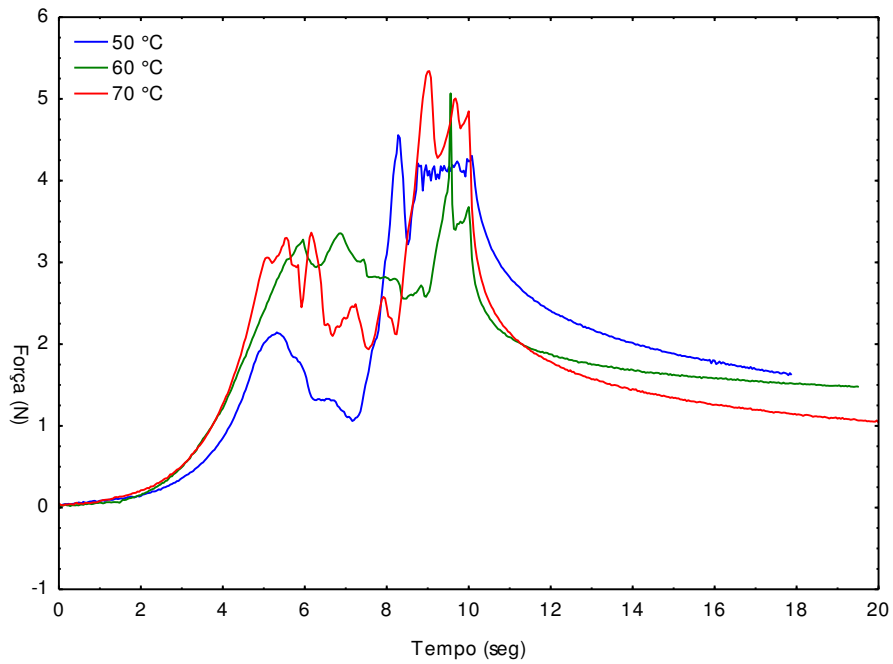


**Figura 4.28.** Curvas obtidas para a avaliação da adesividade das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 65 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C

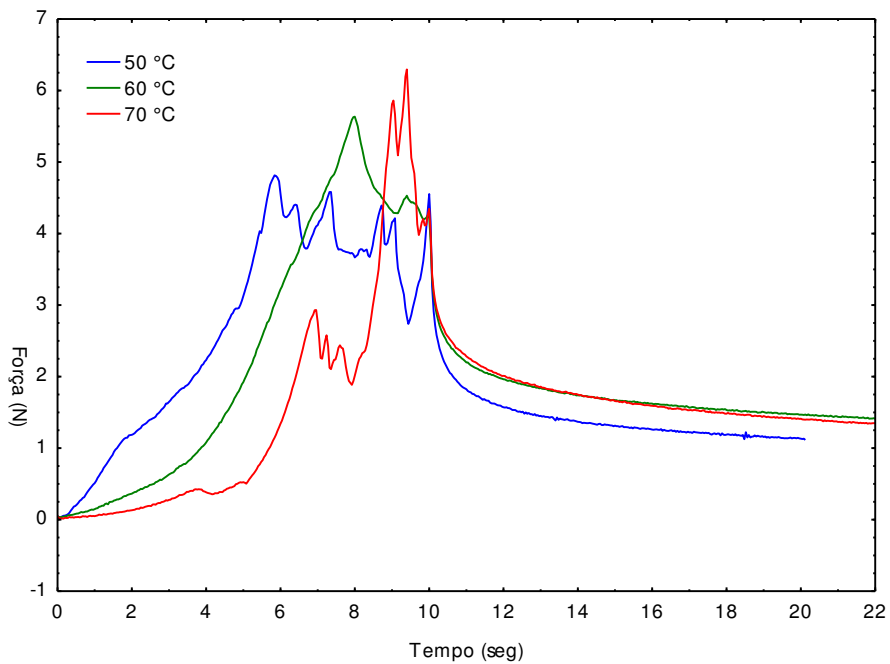
As curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40, 55 e 65 °Brix, nas três temperaturas estudadas ( 50, 60 e 70 ° C), se encontram nas Figuras 4.29, 4.30 e 4.31.



**Figura 4.29.** Curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 40 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 ° C



**Figura 4.30.** Curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 55 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C



**Figura 4.31.** Curvas obtidas para a avaliação da ruptura de fibras das passas de abacaxi com hortelã para o teor de sólidos solúveis de 65 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

#### 4.4. Análise Microbiológica

Na Tabela 4.15 estão apresentados os valores do número mais provável (NMP) de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C e bolores e leveduras, nas nove amostras estudadas. De acordo com a Tabela 4.15, as amostras analisadas obedecem aos padrões microbiológicos dos alimentos estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, com relação aos coliformes termotolerantes (a 45 °C) pois a legislação determina que para frutas-passa, com ou sem adição de açúcar, ou mel, o máximo admitido é  $10^2$  NMP/g e em todas as amostras analisadas não foi detectada a presença de coliformes termotolerantes, o mesmo ocorreu para os coliformes totais (a 35 °C) para os quais também não foi observada a produção de gás ou turbidez do meio indicando, portanto, sua ausência em todas as amostras. SOUSA *et al.* (2003b) quantificaram os coliformes totais (Coliformes a 35 °C) e os coliformes fecais (Coliformes a 45 °C) em goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa e apresentaram valores inferiores a 3 NMP/g. MOREIRA *et al.* (2011) obtiveram, estudando a estabilidade microbiológica e físico-química do cupuaçu desidratado, um valor para coliformes termotolerantes de 0,3 NMP/g superior ao obtido nas passas de abacaxi com incorporação de hortelã.

Quanto à contagem de bolores e leveduras, a legislação não prevê qualquer valor máximo para este parâmetro para frutas desidratadas; observa-se que, com o aumento da temperatura de secagem, a contagem dos bolores e leveduras sofre uma redução e na maior temperatura de secagem (70 °C) observa-se ausência desses microrganismos. Valores semelhantes foram obtidos por SANTOS *et al.* (2008) que observaram uma contagem de bolores e leveduras na polpa de açaí, de  $1,7 \times 10^3$  UFC/g.

A análise microbiológica realizada indicou que as passas de abacaxi foram processadas em condições higiênico-sanitárias adequadas sendo a metodologia empregada eficaz na prevenção do desenvolvimento microbiano. PEREIRA *et al.* (2003) concluíram, ao estudar a vida de prateleira de goiabas desidratadas osmoticamente, que esse tipo de desidratação contribuiu para promover maior estabilidade microbiológica ao produto.

**Tabela 4.15.** Valores de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C e bolores e leveduras

Solução de sacarose (°Brix)	Temperatura (°C)	Parâmetro		
		Coliformes a 35 °C (NMPg <sup>-1</sup> )	Coliformes a 45 °C (NMPg <sup>-1</sup> )	Bolores e Leveduras (UFCg <sup>-1</sup> )
40	50	0	0	1,7 x 10 <sup>3</sup>
	60	0	0	3,3 x 10 <sup>2</sup>
	70	0	0	0
55	50	0	0	1,3 x 10 <sup>3</sup>
	60	0	0	3,3 x 10 <sup>2</sup>
	70	0	0	0
65	50	0	0	3,3 x 10 <sup>3</sup>
	60	0	0	1,7 x 10 <sup>3</sup>
	70	0	0	0

NMP = número mais provável; UFC= unidades formadoras de colônias

#### 4.5. Análise sensorial

Encontram-se, na Tabela 4.16, as médias das notas atribuídas pelos provadores e coeficiente de concordância para os atributos sensoriais (aparência, cor, aroma e sabor) e intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã.

Observa-se que para todos os atributos sensoriais avaliados, a amostra que teve maior preferência foi a amostra submetida a desidratação osmótica com o maior teor de sacarose (65 °Brix) e na temperatura intermediária de secagem (60° C) obtendo nota entre 7 (gostei regularmente) e 8 (gostei moderadamente) nos atributos aparência, cor, aroma e sabor e, também, na intenção de compra foi a amostra melhor avaliada, obtendo nota superior a 5 (comeria frequentemente), o que demonstra ótima aceitação, caso este novo produto seja inserido no mercado consumidor.

No processo de desidratação osmótica a incorporação de sólidos é um efeito indesejado porém a proposta do produto gerado é a adição da hortelã como forma de incrementar o sabor da passa de abacaxi e os provadores detectaram maior sabor do condimento utilizado nas amostras submetidas a solução com maior concentração; sendo assim, acredita-se que a incorporação de sólidos incluiu também a hortelã.

DOURADO *et al.* (2012) verificaram, estudando a avaliação da qualidade de bananas passas prata em placas planas circulares submetidas a diferentes temperaturas de secagem, maior preferência dos consumidores pelas bananas secas a 85 °C nos quesitos cor, aroma e sabor.

As amostras que tiveram maior rejeição pelos avaliadores foram aquelas que tiveram menor adição de sacarose na solução desidratante (40 °Brix) sendo, na menor temperatura (50 °C) para o atributo aparência (média 4,83 correspondente a avaliação que varia entre desgostei ligeiramente até a indiferença) e cor (média 5,27 correspondente à avaliação que varia desde a indiferença até gostei ligeiramente); na temperatura intermediária (60 °C) para o atributo aroma (média 6,03 correspondente a avaliação que varia desde gostei ligeiramente até gostei regularmente) e na maior temperatura (70 °C) para o atributo sabor (média 5,27 correspondente à avaliação que varia desde a indiferença até gostei ligeiramente) e para intenção de compra da amostra (correspondente à avaliação que varia desde compraria raramente a compraria ocasionalmente).

MARQUES (2006) observou, ao estudar a desidratação osmótica e secagem para elaboração de passas de caju, que as amostras que tiveram menores médias nos atributos aparência, cor, aroma e sabor, foram as amostras submetidas a secagem na temperatura de 50 °C.

Observa-se também que o maior coeficiente de concordância foi dado para o atributo sabor (38,08%) para amostra a pretratada a 55 °Brix e seca a 50 °C e o menor coeficiente de concordância foi para a cor, atribuído à amostra pretratada a 40 °Brix e seca a 50°C (13,58%).

**Tabela 4.16.** Médias das notas atribuídas pelos provadores e coeficiente de concordância para os atributos sensoriais (aparência, cor, aroma e sabor) e intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

°Brix	Temperatura °C	Atributos sensoriais								Intenção de compra	
		Aparência		Cor		Aroma		Sabor			
		Média	CC(%)	Média	CC(%)	Média	CC(%)	Média	CC(%)	Média	CC(%)
<b>40</b>	<b>50</b>	4,8333	23,98	5,2667	13,58	6,5333	32,17	5,9333	20,62	4,1000	22,72
	<b>60</b>	4,8667	19,21	5,5000	27,72	6,0333	35,42	5,9000	27,39	3,8000	36,97
	<b>70</b>	5,2333	20,21	5,4000	22,50	6,0667	29,58	5,2667	21,21	3,4000	26,75
<b>55</b>	<b>50</b>	6,7667	26,84	7,1000	36,74	7,1333	34,28	7,4667	38,08	5,1000	27,29
	<b>60</b>	6,5000	27,72	6,7667	29,41	6,4667	30,22	6,8333	27,28	4,4333	27,67
	<b>70</b>	6,2667	28,15	6,4667	32,91	6,5000	31,40	5,9333	20,62	4,0000	25,81
<b>65</b>	<b>50</b>	6,8000	28,72	7,0000	32,54	6,8667	33,17	7,0000	30,00	4,6667	33,43
	<b>60</b>	7,0667	34,64	7,1333	32,64	7,2333	35,40	7,5000	36,75	5,1667	27,12
	<b>70</b>	6,9000	28,00	6,8000	30,41	6,5333	29,00	6,8333	32,91	4,6667	24,79



Tem-se na, Tabela 4.17, a análise de variância para o atributo aparência das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para as duas fontes de variação avaliadas porém a interação entre as mesmas não foi significativa.

**Tabela 4.17.** Análise de variância para o atributo aparência das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	189,02963	94,51481	26,9570 **
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	0,00741	0,00370	0,0011 **
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	7,79259	1,94815	0,5556 ns
Tratamentos	8	196,82963	24,60370	7,0173 **
Resíduo	261	915,10000	3,50613	
Total	269	1111,92963		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\*Significativo a 1% de probabilidade

Nas Tabelas 4.18 e 4.19 tem-se a comparação entre as médias atribuídas à aparência das passas de abacaxi com hortelã nas diferentes concentrações (40, 55 e 65 °Brix) e temperaturas de secagem (50, 60 e 70 °C). Os valores para a aparência das passas de abacaxi com hortelã foram estatisticamente iguais quando desidratadas a 55 e 65 °Brix, que foram mais bem avaliadas que as passas desidratadas a 40 °Brix. As médias atribuídas ao atributo aparência não diferiram estatisticamente nas três temperaturas de secagem. RODRIGUES *et al.* (2008), que estudaram a aceitação sensorial de mangas frescas e desidratadas osmoticamente durante o armazenamento observaram que as mangas desidratadas tiveram maior aceitação quanto aos atributos aparência, sabor e textura, do que as mangas frescas.

**Tabela 4.18.** Comparação entre os valores médios do atributo aparência das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 ° Brix

Concentração (° Brix)	Aparência
40	4,97778 b
55	6,51111 a
65	6,92222 a
DMS	0,65833

**Tabela 4.19.** Comparação entre os valores médios do atributo aparência das passas de abacaxi nas diferentes temperaturas de secagem 50, 60 e 70 ° C

Temperatura (°C)	Aparência
50	6,13333 a
60	6,14444 a
70	6,13333 a
DMS	0,65833

Tem-se na Tabela 4.20, a análise de variância para o atributo cor das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para a fonte de variação concentração da solução desidratante porém para a temperatura de secagem e interação entre as fontes de variação não foram verificadas diferenças significativas.

**Tabela 4.20.** Análise de variância para o atributo cor das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	134,80741	67,40370	20,3529 **
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	3,42963	1,71481	0,5178 ns
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	5,10370	1,27593	0,3853 ns
Tratamentos	8	143,34074	17,91759	5,4103 **
Resíduo	261	864,36667	3,31175	
Total	269	1007,70741		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade

Na Tabela 4.21 tem-se a comparação entre as médias atribuídas à cor das passas de abacaxi com hortelã nas diferentes concentrações (40, 55 e 65 °Brix). Os valores para a cor das passas de abacaxi com hortelã foram estatisticamente iguais quando desidratadas a 55 e 65 °Brix; estas foram mais bem avaliadas que as passas desidratadas a 40 °Brix. Observa-se uma tendência de aumento das notas atribuídas ao atributo cor com o aumento da concentração de sólidos da solução desidratante nas temperaturas estudadas. LAUREANO (2011) que estudou a avaliação sensorial de bananas passa também observou que para o atributo cor as amostras pretratadas com sacarose obtiveram maior aceitação entre os consumidores com média do termo hedônico "gostei moderadamente", justificando que a adição de sacarose forneceu, às passas, uma coloração amarelo-alanjada mais atraente e de aspecto mais brilhante em relação às outras, devido à reação de caramelização que ocorre com a sacarose quando submetida ao calor.

**Tabela 4.21.** Comparação entre os valores médios do atributo cor das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 °Brix

Concentração (° Brix)	Cor
40	5,38889 b
55	6,77778 a
65	6,97778 a
DMS	0,63983

Tem-se, na Tabela 4.22, a análise de variância para o atributo aroma das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para a fonte de variação concentração da solução desidratante, porém para a temperatura de secagem e interação entre as fontes de variação, não foram estatisticamente significativas.

**Tabela 4.22.** Análise de variância para o atributo aroma das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	21,45185	10,72593	3,9595 *
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	10,31852	5,15926	1,9045 ns
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	10,19259	2,54815	0,9406 ns
Tratamentos	8	41,96296	5,24537	1,9363 ns
Resíduo	261	707,03333	2,70894	
Total	269	748,99630		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.23 se encontra a comparação entre as médias atribuídas ao aroma das passas de abacaxi com hortelã nas diferentes concentrações (40, 55 e 65 °Brix). Os valores para o aroma das passas de abacaxi com hortelã não diferiram estatisticamente quando desidratadas a 40 e 55 °Brix e 55 e 65 °Brix. Observa-se uma tendência de aumento das notas atribuídas ao atributo aroma com o aumento da concentração de sólidos da solução desidratante nas temperaturas estudadas. PESSOA *et al.* (2011) também observaram que as notas atribuídas ao atributo sensorial aroma aumentaram com o aumento da solução desidratante (40 e 50 °Brix) para as goiabas passas estudadas.

**Tabela 4.23.** Comparação entre os valores médios do atributo aroma das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 ° Brix

Concentração (° Brix)	Aroma
40	6,21111 b
55	6,70000 ab
65	6,87778 a
DMS	0,57867

Tem-se, na Tabela 4.24, a análise de variância para o atributo sabor das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para a fonte de variação concentração da solução

desidratante e para a fonte de variação temperatura de secagem observou-se efeito significativo a 5% de probabilidade porém a interação entre as mesmas não foi significativa.

**Tabela 4.24.** Análise de variância para o atributo sabor das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	96.49630	48.24815	12.1599 **
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	34.89630	17.44815	4.3974 *
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	16.41481	4.10370	1.0342 ns
Tratamentos	8	147.80741	18.47593	4.6564 **
Resíduo	261	1035.60000	3.96782	
Total	269	1183.40741		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade.

Nas Tabelas 4.25 e 4.26 tem-se a comparação entre as médias atribuídas ao sabor das passas de abacaxi com hortelã nas diferentes concentrações (40, 55 e 65 °Brix) e temperaturas de secagem (50, 60 e 70 °C). Os valores para o sabor das passas de abacaxi com hortelã desidratadas a 55 e 65 °Brix e secas foram estatisticamente iguais e melhor avaliadas do que as passas desidratadas a 40 °Brix. Os valores das médias atribuídas ao sabor não diferiram estatisticamente nas temperaturas de 50 e 60°C e foram mais aceitas pelos provadores do que as secas a 70 ° C.

Observa-se que há uma tendência de aumento das notas atribuídas ao atributo sabor com o aumento da concentração de sólidos da solução desidratante nas temperaturas estudadas. GERMER *et al.* (2011) também observaram estudando a desidratação osmótica em pêssegos também, que numa mesma temperatura de desidratação osmótica (40 °C) as notas atribuídas aos atributos sabor, aparência, textura e qualidade geral aumentaram com o aumento da concentração de sólidos solúveis da solução (55 a 69,1 °Brix).

**Tabela 4.25.** Comparação entre os valores médios do atributo sabor das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 ° Brix

Concentração (° Brix)	Sabor
40	5,70000 b
55	6,74444 a
65	7,11111 a
DMS	0,70034

**Tabela 4.26.** Comparação entre os valores médios do atributo sabor das passas de abacaxi nas diferentes temperaturas de secagem 50, 60 e 70 ° C

Temperatura (°C)	Sabor
50	6,80000 a
60	6,74444 a
70	6,01111 b
DMS	0,70034

Na Tabela 4.27 se encontra a análise de variância para a intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã para as fontes de variação temperatura de secagem e teor de sólidos da solução desidratante. Constata-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F para a fonte de variação concentração da solução desidratante e para a fonte de variação temperatura de secagem observou-se efeito significativo a 5% de probabilidade mas a interação entre elas não foi significativa.

**Tabela 4.27.** Análise de variância para a intenção de compra das passas de abacaxi com incorporação de hortelã

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
° Brix (F <sub>1</sub> )	2	51.48889	25.74444	10.1235 **
Temperatura (F <sub>2</sub> )	2	18.48889	9.24444	3.6352 *
F <sub>1</sub> x F <sub>2</sub>	4	13.75556	3.43889	1.3523 ns
Tratamentos	8	83.73333	10.46667	4.1158 **
Resíduo	261	663.73333	2.54304	
Total	269	747.46667		

G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade

Nas Tabelas 4.28 e 4.29 tem-se a comparação entre as médias atribuídas à intenção de compra das passas de abacaxi com hortelã nas diferentes concentrações (40, 55 e 65 °Brix) e temperaturas de secagem (50, 60 e 70 °C). Os valores das médias para a intenção de compra das passas de abacaxi com hortelã desidratadas a 55 e 65 °Brix, indicam que estas foram mais bem avaliadas que as passas desidratadas a 40 °Brix. As médias atribuídas à intenção de compra não diferiram estatisticamente nas temperaturas de 50 e 60 °C e 60 e 70 °C.

Observa-se que há uma tendência de aumento das notas atribuídas para a intenção de compra com o aumento da concentração de sólidos da solução desidratante nas temperaturas estudadas. QUEIROZ *et al.* (2007) que estudaram a desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba também concluíram que o incremento do sabor doce, evidenciado pelo aumento dos sólidos solúveis contribuiu para melhor aceitação dos produtos desidratados.

**Tabela 4.28.** Comparação entre os valores médios para a intenção de compra das passas de abacaxi nas diferentes concentrações da solução desidratante 40, 55 e 65 ° Brix

Concentração (° Brix)	Intenção de compra
40	3,78889 b
55	4,51111 a
65	4,83333 a
DMS	0,56067

**Tabela 4.29.** Comparação entre os valores médios para a intenção de compra das passas de abacaxi nas diferentes temperaturas de secagem 50, 60 e 70 ° C

Temperatura (°C)	Intenção de compra
50	4,64444 a
60	4,46667 ab
70	4,02222 b
DMS	0,56067

## 5. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa em que estudou-se técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem para se obter um produto elaborado de abacaxi com hortelã, pode-se concluir que:

### **Desidratação osmótica**

- Observa-se que o modelo de Page ajustou-se parcialmente aos dados experimentais pois nas concentrações de 40 e 55 °Brix apresentou coeficientes de determinação entre 0,96 e 0,98;
- A perda de água das amostras foi maior nas primeiras 4 horas e aumentou com o aumento do teor de sólidos da solução desidratante. A solução com maior concentração (65 °Brix) resultou em maior perda do teor de água de 87 para 40 % b.u. no fim do processo de desidratação;
- A perda de massa das passas de abacaxi com hortelã aumentou com o aumento do teor de sólidos solúveis da solução e ocorreu mais intensamente nas primeiras horas do processo de desidratação. A solução com maior concentração (65 °Brix) proporcionou maior perda de massa (20,6 %), enquanto a menor perda de água foi observada na solução de menor concentração, observando-se uma perda de massa de 14,6%;
- O ganho de sólidos das passas de abacaxi com hortelã aumentou com o aumento da concentração da solução. A solução com 65°Brix proporcionou maior perda de água; em contrapartida proporcionou um ganho de sólidos maior onde foi observado um valor máximo de 35% seguido da solução de 55 °Brix com um ganho de sólidos máximo de 28 % e o menor valor de ganho de sólidos foi obtido na solução de 40 °Brix, de 21 %.

### **Secagem**

- Os modelos de Page, Midilli e Cavacanti Mata se ajustaram adequadamente aos dados experimentais com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,996 e desvios quadrático médio (DQM) inferiores a 0,45 em todos os tratamentos estudados. Os demais modelos representaram parcialmente os dados de secagem



das passas de abacaxi com hortelã, visto que em algumas curvas, apresentaram coeficientes de determinação entre 0,91 a 0,98;

- Observou-se, em todos os casos, com o aumento da temperatura de secagem uma redução do tempo de secagem; até que a amostra atinja o equilíbrio, a perda de água das amostras é mais intensa no início da secagem e diretamente proporcional à temperatura de secagem.

## **Textura**

- Para o parâmetro firmeza verificou-se que, quanto maior o teor de sólidos solúveis da solução desidratante e maior a temperatura de secagem das amostras, maior a firmeza sendo, portanto, a força máxima para compressão da amostra alcançada na concentração de 65 °Brix e na temperatura de 70 °C (206,3460N) e amostra mais macia foi a amostra submetida a desidratação osmótica na solução de 40 °Brix e na menor temperatura 40 °C, cuja força requerida para comprimir a amostra foi de 130,2587N;
- Para o parâmetro adesividade, quanto maior a concentração de sólidos da solução em que amostra foi submetida a desidratação e quanto menor a temperatura da secagem, maior a adesividade da amostra. Diante disto, a amostra com maior adesividade foi a amostra desidratada na solução de 65 °Brix e na temperatura de 50 °C, cujo valor da adesividade foi de 56,3320 N.s e a amostra com menor a adesividade teve o valor de 49,1257 N.s quando submetida a desidratação a 40° Brix e 70 °C;
- Para o atributo ruptura de fibras observou-se que, quanto maior o teor de sólidos solúveis da solução desidratante e maior a temperatura de secagem das amostras maior o valor da força necessária para romper as fibras da amostra; a maior resistência a ruptura da amostra foi observada na amostra desidratada na solução de 65 °Brix e 70°C, representada pela força de 6,2951N e a menor resistência foi verificada na amostra desidratada na solução de 40 °Brix e 50°C, representada pela força de 4,1799N.

## **Análise microbiológica**

- Não foi detectada presença de coliformes termotolerantes; o mesmo ocorreu para os coliformes totais (a 35 °C) onde também não foi detectada sua presença em nenhuma das amostras;
- Quanto à contagem de bolores e leveduras observou-se que com o aumento da temperatura de secagem, a contagem dos bolores e leveduras sofre uma redução e na maior temperatura de secagem (70 °C) observou-se ausência desses microrganismos;
- A análise microbiológica realizada indicou que as passas de abacaxi foram processadas em condições higiênico-sanitárias adequadas sendo a metodologia empregada eficaz na prevenção do desenvolvimento microbiano.

## **Análise sensorial**

- Observou-se, para todos os atributos sensoriais avaliados, que a amostra que teve maior preferência foi a amostra submetida a desidratação osmótica com o maior teor de sacarose (65 °Brix) e na temperatura intermediária de secagem (60° C) obtendo nota entre 7 (gostei regularmente) e 8 (gostei moderadamente) nos atributos aparência, cor, aroma e sabor e também na intenção de compra foi a amostra melhor avaliada obtendo nota superior a 5 (comeria frequentemente), que demonstra ótima aceitação, caso este novo produto seja inserido no mercado consumidor;
- As amostras que tiveram maior rejeição pelos avaliadores foram as que tiveram menor adição de sacarose na solução desidratante (40 °Brix) sendo na menor temperatura (50 °C) para o atributo aparência e cor; na temperatura intermediária (60 °C) para o atributo aroma e na maior temperatura (70 °C) para o atributo sabor e para intenção de compra da amostra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, H. V.; GOMES, J. P.; BARROS NETO, A. L.; SILVA, F. L. H.; ALMEIDA, F. A. C. Cinética de secagem de abacaxi cv pérola em fatias. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, n.2, p.123-128, 2009.

ALMEIDA, R. D.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; BRAGA, D. D.; COSTA, P. B. S. Medidas Instrumentais de atributos de textura de passa de caju em função dos tratamentos de secagem. **Revista Pesquisa**, v.1, n.1, p. 65 - 76, 2007.

ALMEIDA, C. A.; GOUVEIA; J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C. A.; SILVA, F. L. H. Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.6, n.1, p. 145-151, 2006.

AMARAL, D. S. **Técnicas para obtenção de coco da Bahia desidratado**. 2011. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

AMARAL, D. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; PESSOA, T.; GURJÃO, F. F. Desidratação por imersão-impregnação em solução de sacarose e liofilização de coco maduro (*Cocos nucifera* Linn). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.101 – 106, 2011.

ANDRADE, A. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no Estado do Ceará**. 2006. 127f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ARAÚJO, P. M. **Estudo da desidratação osmótica da cenoura (*Daucus carota* L.) em fatias**. 2010. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

ARDAI, H. **Hortelã trata e inibe úlceras gástricas**. Disponível em: <<http://noticias.universia.pt/vida-universitaria/noticia/2011/03/16/801280/hortel-trata-e-inibe-ulceras-gastricas.html>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

BARBOZA, L. M. V; FREITAS, R. S.; WASZCZYNSKJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Brasil Alimentos**, v.1, n.18, p.34-35, 2004.

BLANK, A. F; OLIVEIRA, A. S; ARRIGONI-BLANK, M. F; FAQUIN, V. Efeitos da adubação química e da calagem na nutrição de melissa e hortelã-pimenta. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.195-198, 2006.

BORIN, I.; FRASCARELI, E. C.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.39-50, 2008.

BORSATO, D.; MOREIRA, I.; NÓBREGA, M. M.; MOREIRA, M. B.; SILVA, R. S. S. F.; BONA, E. Modelagem e simulação da desidratação osmótica em pedaços de abacaxi utilizando o método de elementos finitos. **Química Nova**, v.32, n.8, p.2109-2113, 2009.

BORTOLATTO, J.; LORA, J. Avaliação da composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) merril) liofilizado e *in natura*. **Revista de Pesquisa e Extensão em Saúde**, v.4, n.1, 2008.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V. D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi 'Smooth Cayenne'. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.2, p.362-367, 2002.

BRANDAO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M.; Análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de pedúnculos de caju submetidos a desidratação osmótico-solar. **Revista Ciência Agronômica**, v.34, n.2, p.139-145, 2003.

BRAZILIAN FRUIT. **Abacaxi**. Disponível em: <[http://www.brazilianfruit.org/Informacoes\\_para\\_o\\_consumidor/informacoes\\_nutricionais\\_abacaxi.asp?produto=1](http://www.brazilianfruit.org/Informacoes_para_o_consumidor/informacoes_nutricionais_abacaxi.asp?produto=1)>.

Acesso em: 21 nov. 2012.

BROISLER, P. O. **Simulação do transporte de mangas irradiadas para exportação**. 2007. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

BUCHWEITZ, R. **Avaliação da pré-secagem osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa*) complementada por processos convencionais**. 2005. 248f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAMARGO, G. A.; HAJ-ISA, N.; QUEIROZ, M. R. Avaliação da qualidade de tomate seco em conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.521–526, 2007.

CHIARELLI, P. V.; MATHIAS, J. C.; PEDRO, M. A. M.; BENEDETTI, P. C. D. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem da maçã gala (*Malus domestica* bork) e mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Revista Científica Unilago**, v.1,n.1, p. 293-308, 2013.

CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial**. 2006. 148f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CORRÊA, A. P. A. **Parâmetros de processo e conteúdo de compostos fenólicos em amora-preta (*Rubus spp.*), da cultivar Tupy, submetida à desidratação osmótica**. 2012. 86f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1473-1483, 2010.

DAIUTO, E. R.; TREMOCOLDI, M. A.; VIEITES, R. L. Conservação Pós Colheita De Abacat 'Hass' Irradiado. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.10, n.2, p.94-100, 2010.

DANTAS, S. C. M. **Desidratação de polpas de frutas pelo método *foam-mat***. 2010, 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O. Desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi em xarope de açúcar invertido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.5, p.596–605, 2009.

DOURADO, K. K. F.; LIMA, L. C.; ROUWS, J. R. C.; LIMA, P. C.; FLORES, J. C. J.; OLIVEIRA, K. A. M. Avaliação de bananas-passa em diferentes temperaturas de secagem. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 157-162, 2012.

DUARTE, M. E. M.; UGULINO, S. M. P.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; GOUVEIA, D. S.; QUEIROZ, A. J. M. Desidratação osmótica de fatias de jaca. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.478-483, 2012.

FLORENCIO, I. M. **Estudo de técnicas de absorção industrial da *Gracilaria birdiae* Plastino & Oliveira para diversificação produtiva no setor lácteo**. 2012. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

FERREIRA, L. F. D.; PIROZI, M. R.; RAMOS, A. M.; PEREIRA, J. A. M. Modelagem matemática da secagem em camada delgada de bagaço de uva fermentado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.6, p.855-862, 2012.

FRIJA, S. N. **Alterações nutricionais, organolépticas e de textura dos produtos hortícolas conservados – uma revisão**. 2012. 97f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.603-608, 2004.

GERMER, S. P. M.; QUEIROZ, M. R.; AGUIRRE, J. M.; BERBARI, S. A. G.; ANJOS, V. D. Desidratação osmótica de pêssegos em função da temperatura e concentração do xarope de sacarose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.2, p.161-169, 2011.

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. 356p., 2011.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.3, n.3, p.212-226, 2007.

GONÇALVES, S. S.; ANDRADE, J. S.; SOUZA, R. S. Influência do branqueamento nas características físico químicas e sensoriais do abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.4, p. 651-657, 2010.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos tecnológicos**, v.4, n.2, p.124-134, 2008.

HEIFFIG, L. S.; AGUILA, J. S., KLUGE, R. A. Caracterização físico-química e sensorial de frutos de kiwi minimamente processado armazenados sob refrigeração. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v.8, n.1, p.26-32, 2006.

JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.573-579, 2005.

JUSTUS, A. **Influência da aplicação de ondas de ultrassom na desidratação osmótica de tomates (*Lycopersicon esculentum*) cv. Carmem**. 2012, 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LAUREANO, J. **Estudo da viabilidade do uso do GLP e de um gaseificador de biomassa para desidratação de banana.** 2011, 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LIMA, A. K. V. O. **Elaboração de umbuzada formulada com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill).** 2012. 127f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W. ; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.282-286, 2004a.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUSA PAULO, H. M. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.107-109, 2004b.

LOPES, F. J. **Estudo do fenômeno de encolhimento na secagem convectiva de abacaxi com aplicação de microondas.** 2013. 147f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campo dos Goitacazes.

MARQUES, L. F.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; NUNES, L. S.; COSTA, T. L.; COSTA, P. B. S.; DUARTE, S. T. G. Secagem precedida de desidratação osmótica de pseudofruto de caju: comparação entre modelos matemáticos aplicados. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.9, n.2, p.161-170, 2007.

MARQUES, L. F. **Processamento do pedúnculo do caju em avançado estágio de maturação: Desidratação osmótica e secagem para elaboração de passas de caju.** 2006. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.



MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 220p, 2002.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’: Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p 409-413, 2003.

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinhas das cascas de abacaxi e de manga**. 2013, 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

MENDONÇA, V.; MEDEIROS, L. F. Culturas do abacateiro e do abacaxizeiro. **Boletim Técnico**. v.5, 2011. Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA.

MENEGHEL, R. F. A.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n.3, p. 609-618, 2008.

MENEZES, M. L.; STRÖHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. **Engvista**, v.15, n.2, p.176-186, 2013.

MONNERAT, S. M. **Desidratação Osmótica e Secagem Convectiva de Maçã: Transferência de Massa e Alterações de Estrutura Celular**. 2009.158f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORAES, L. R. V.; AZEVÊDO, L. C.; SANTOS, V. M. L.; LEITÃO, T. J. V. Estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização. **Revista Semiárido De Visu**, v.2, n.2, p.254-264, 2012.

MORAES, M. N. **Caracterização físico-química e reológica de iogurtes elaborados com diferentes substitutos de gordura**. 2011, 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MOREIRA, J. S. A.; SOUZA, M. L.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, R. F. Estudo da estabilidade microbiológica e físico-química de polpa de cupuaçu desidratada em estufa. **Revista Caatinga**, v.24, n.2, p.26-32, 2011.

NORONHA, M. L. F. O. B. **Estudos de perigos biológicos presentes na superfície de frutos de casca rija e nas folhas de produtos frescos**. 2011. 81f. Dissertação (Mestrado em Inovação Alimentar). Universidade Católica Portuguesa, Porto.

OLIVEIRA, G. H. H. **Características físico-químicas do tomate submetido a esforço controlado de compressão**. 2010. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. B. **Conceitos de processo e equipamentos de secagem**. 127p, 2007. Disponível em: <[http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/concproceqsec\\_07.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/concproceqsec_07.pdf)> Acesso em 20/11/2012.

PAULUS, D.; MEDEIROS, S. L. P.; SANTOS, O. S.; RIFFEL, C.; FABBRIN, G.; PAULUS, E. Substratos na produção hidropônica de mudas de hortelã. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.48-50, 2005.

PEREIRA, N. R. **Estudo da aplicação de microondas na secagem de bananas tratadas osmoticamente**. 2007. 188f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CARDELLO, H. M. A. B.; HUBINGER, M. D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.427-433, 2003.

PESSOA, T. **Desidratação osmótica seguida de secagem de goiaba para obtenção de passas**. 2011. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

PESSOA, T.; AMARAL, D. S.; DUARTE, M. E. M., CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; GURJÃO, F. F. Avaliação sensorial de goiabas passas obtida por técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem. **Holos**, n.27, v.4, p.137-147, 2011.

PONTES, S. F. O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa sapientum*) desidratada**. 2009, 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Nova publicação do IAC sobre adubação potássica em abacaxizeiro**. Disponível em: < <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=53942>> Acesso em 21 nov. 2012.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.10, p.1479-1486, 2007.

REIS, L. L.; TARSITANO, M. A. A.; HIRAKI, S.S.; BARDIVIESSO, D. M. Custo de produção e rentabilidade de abacaxizeiro cv. Pérola em Cassilândia (MS), sob diferentes doses de potássio. **Bioscience Journal**, v.28, n.5, p.725-733, 2012.

REIS, K. C.; AZEVEDO, L. F.; SIQUEIRA, H. H.; FERRUA, F. Q. Avaliação físicoquímica de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.781-785, 2007.

RIBEIRO, R. C. **Tomates semi desidratados obtidos por secagem microondas convectiva precedida por desidratação osmótica**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, L. K. PEREIRA, L. M.; FERRARI, C.C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Vida útil de fatias de manga armazenadas em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.supl., p.271-278, 2008.

RODRIGUES, A. E. **Desidratação osmótica e secagem de maçãs**. 2003. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

ROSA, N. C.; TRINTIM, L. T.; CORRÊA, R. C. G.; VIEIRA, A. M. S.; BERGAMASCO, R. Elaboração de geleia de abacaxi com hortelã zero açúcar: processamento, parâmetros físico-químicos e análise sensorial. **Revista Tecnológica**, Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, p.83-89, 2011.

ROSSI, Z. T. T.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; MONFORT, L. E. F.; MOREIRA, C. M. Crescimento in vitro de hortelã-japonesa em função de diferentes concentrações de sais e de número e tipo de explante. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, n.3, p.267-273, 2011.

SANTOS, I. P. **Parâmetros de qualidade na produção de abacaxi desidratado**. 2011. 151f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.

SANTOS, E. H. B.; AZEVÊDO, L. C.; BATISTA, F. P. R.; MATOS, L. P.; LIMA, M. S. Caracterização química e sensorial de uvas desidratadas, produzidas no Vale do São Francisco para infusão. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.2, p.134-147, 2011.

SANTOS, C. T.; BONOMO, R. F.; CHAVES, M. A.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, P. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, n.3, p.309-313, 2010.

SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO S. C. Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.913-915. 2008.

SANTOS, J. C. B.; VILAS BOAS, E. V. B.; PRADO, M. E. T.; PINHEIRO, A. C. M. Avaliação da qualidade do abacaxi “pérola” minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p.353-361, 2005.

SCHUCH, S. M. L.; BARROS, I. B. I.; JONG, E. V. Caracterização sensorial em cultivares de morangueiro **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.16, n.1, p.67-72, 2010.

SILVA, L. C. A. **Efeito da desidratação osmótica assistida por ultrassom no processo de secagem convectiva de abacaxi pérola**. 2012. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, F. A. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 30, n.5, p.967-973, 2010b.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. Livraria Varela. 4º ed. São Paulo. 632 p. 2010a.

SILVA, A. S.; MELO, K. S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P. Cinética de secagem em camada fina da banana maçã em secador de leito fixo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.9, n.2, p.107-115, 2009.

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

SOUSA, F. C.; SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. M.; MARTINS, J. J. A.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem de polpa de oiti. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.26, n.2, p.108–112, 2011.

SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; SOUZA NETO, M. A. Influência da concentração e da proporção fruto:

xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.supl., p.126-130, 2003a.

SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA, A. C. R. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p. 414-416, 2003b.

SOUSA, P. H. M. **Desidratação osmótica de banana com e sem vácuo com complemento de secagem em estufa de circulação de ar**. 2002. 106f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; MARTINS, R. L.; SEGTOVIC, E. C. S. Caracterização físico-química e avaliação sensorial dos frutos de bananeira. **Nativa**, v.1, n.1, p.13-17, 2013.

SOUZA NETO, M. A., MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1021-1028, 2005.

TEIXEIRA, L. E. B.; SANTOS, J. E. F.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. C.; NUNES, J. S. Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças comercializadas na cidade de Juazeiro do Norte – CE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.8, n.3, p.23 - 26, 2013.

VALENTE, P. P. S. S. **Desidratação osmótica e secagem de abacaxi (*Ananás comosus* (L.) merril), variedade pérola**. 2007, 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VASCONCELOS, J. I. L. A. **Desidratação osmótica de figo da índia (*Opuntia fícus indica*)**. 2010, 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VASQUES, A. R.; BERTOLI, S. L.; VALLE, R. C. S. C.; VALLE, J. A. B. Avaliação sensorial e determinação de vida-de-prateleira de maçãs desidratadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.4, p.759-765, 2006.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.1, p.50-58, 2012.

VIEIRA, G. N. A. **Caracterização e secagem dos grãos de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.) em leito fixo e fluidizado**. 2012. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

**APÊNDICE A**  
**QUESTIONÁRIO SOBRE ALERGIAS (PARA INSCRIÇÃO E**  
**RECRUTAMENTO DOS JULGADORES)**



**TÍTULO DA PESQUISA:** “DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E SECAGEM DE ABACAXI COM INCORPORAÇÃO DE HORTELÃ”

**NOME DA PESQUISADORA:** KARLA BARBOZA PEREIRA

**NOME DA ORIENTADORA:** MARIA ELITA MARTINS DUARTE

**QUESTIONÁRIO SOBRE ALERGIAS (PARA INSCRIÇÃO E RECRUTAMENTO DOS JULGADORES)**

Data: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:**

Nome

Completo: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Profissão: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Cidade em que nasceu: \_\_\_\_\_

Qual sua formação? Marcar entre os parênteses a letra C para curso completo ou I para incompleto.

( ) 1º grau ( ) 2º grau ( ) 3º grau

**ALERGIA A ALIMENTOS**

Você possui alergia a algum alimento?

( ) Sim ( ) Não

Qual (ou quais)?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Você possui aversão (detesta) a algum alimento?

( ) Sim ( ) Não

Qual (ou quais)?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Após consumir abacaxi observa alguma reação que o desagrada?

( ) Sim ( ) Não

Qual (ou quais)?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Após consumir hortelã observa alguma reação que o desagrada?

( ) Sim ( ) Não

Qual (ou quais)?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# **APÊNDICE B**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título da Pesquisa: “**Desidratação osmótica e secagem de abacaxi com incorporação de hortelã**”

Nome da Pesquisadora: **Karla Barboza Pereira**

Nome da Orientadora: **Maria Elita Martins Duarte**

1. **Natureza da pesquisa:** a sra (sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem, como finalidade, obter um produto elaborado de abacaxi com hortelã utilizando técnicas combinadas de desidratação osmótica e secagem.
2. **Participantes da pesquisa:** Esta pesquisa contará com 30 participantes compostos por alunos, funcionários e professores do Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande.
3. **Envolvimento na pesquisa:** A sra (sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem prejuízo algum para a sra (sr.). Sempre que quiser, poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone da pesquisadora do projeto e, se necessário, através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
4. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais nem éticas (o risco envolvido se relaciona com a sensibilidade com algum dos componentes do alimento que são, abacaxi, hortelã e açúcar comercial). Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade. VI) Caso me sinta prejudicado (a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao CEP/HUAC, do Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Hospital Universitário Alcides Carneiro, ao Conselho Regional de Medicina da Paraíba e à Delegacia Regional de Campina Grande.
5. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais; somente a pesquisadora e sua orientadora terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados desta pesquisa.
6. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa a sra (sr.) estará contribuindo com um estudo que trará informações importantes sobre a preferência do consumidor quanto à melhor forma de processamento do alimento em teste, e o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.
7. **Pagamento:** a sra (sr.) não terá qualquer tipo de despesa para participar desta pesquisa e nada lhe será pago por sua participação.
8. **Conhecimento dos resultados:** Caso eu queira, poderei pessoalmente, tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa.
  - ( ) Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.
  - ( ) Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

9. **Questionário sobre alergias:** Antes de me submeter à prova dos produtos declaro que respondi ao questionário sobre alergias.

Solicitamos, após estes esclarecimentos, o seu consentimento, de forma livre, para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine este termo se ainda tiver dúvidas a respeito.

### **Consentimento Livre e Esclarecido**

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

---

Nome do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Karla Barboza Pereira

---

Maria Elita Martins Duarte

**Pesquisador:** Karla Barboza Pereira **Telefone:** 8804-7937

**Orientadora:** Maria Elita Martins Duarte **Telefone:** 2101-1552

**Comitê de Ética em Pesquisa do HUAC – Hospital Universitário Alcides Carneiro da UFCG – Universidade Federal de Campina Grande**

Rua Dr. Carlos Chagas, s/ nº, edifício do Hospital Universitário Alcides Carneiro, São José, cidade de Campina Grande – PB, CEP: 58401 - 490, **Telefone:** (83) 2101 - 5545

## **APÊNDICE C**

**DADOS DA CINÉTICA DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA: PERDA DE  
ÁGUA, PERDA DE MASSA E GANHO DE SÓLIDOS DAS PASSAS DE  
ABACAXI COM HORTELÃ**

**Tabela C1.** Tempo e valores percentuais do ganho de sólidos, da perda de água e perda de massa das passas de abacaxi com hortelã em soluções de sacarose com concentrações de 40, 55 e 65 °Brix na temperatura de 40 °C

Tempo (min)	Concentração da solução de sacarose (°Brix)								
	40			55			65		
	Gs	Pa	Pm	Gs	Pa	Pm	Gs	Pa	Pm
0	0,000	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	5,931	5,952	0,0219	6,282	6,616	2,360	5,993	6,502	0,509
30	6,130	7,321	1,1916	7,542	8,660	2,416	8,614	12,250	3,636
60	6,418	8,145	1,7273	7,556	10,301	2,628	10,338	15,140	4,803
90	7,498	11,587	4,0888	9,165	13,826	4,720	11,565	18,358	6,792
120	7,861	14,114	6,2534	11,416	18,400	7,362	14,560	23,223	8,662
160	8,662	15,867	7,2045	11,540	18,597	7,772	15,228	27,002	11,774
200	9,661	17,444	7,7840	12,704	24,305	13,367	15,766	30,801	15,036
240	9,637	18,722	9,0849	12,756	25,867	13,523	15,785	31,943	16,158
360	10,490	21,991	11,5010	14,108	29,586	16,589	18,882	35,983	17,101
480	14,140	26,505	12,3647	15,767	33,002	16,759	22,927	40,552	17,624
600	17,151	31,145	13,9937	18,302	35,813	17,889	24,439	42,242	17,804
720	19,670	33,937	14,2670	23,201	42,411	19,260	26,880	45,985	19,105
1320	21,082	35,207	14,1248	26,365	47,579	19,698	30,540	50,513	19,973
1440	21,525	36,229	14,7043	25,742	48,960	19,881	33,610	54,182	20,572
1560	21,598	36,280	14,6824	26,968	50,243	19,895	35,342	55,988	20,646

Gs - ganho de sólidos; Pa - perda de água; Pm- perda de massa

## **APÊNDICE D**

**DADOS DA CINÉTICA DE SECAGEM: TEMPO E RAZÃO DE TEOR DE  
ÁGUA REFERENTES À CINÉTICA DE SECAGEM DAS PASSAS DE  
ABACAXI COM HORTELÃ**

**Tabela D1.** Dados da cinética de secagem das passas de abacaxi com hortelã com tratamento preliminar em solução de sacarose a 40 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

<b>Temperatura (°C)</b>					
<b>50</b>		<b>60</b>		<b>70</b>	
<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>
0	1,0000	0	1,0000	0	1,0000
5	0,8930	5	0,9025	5	0,8990
10	0,7954	10	0,8335	10	0,8336
15	0,7559	15	0,7943	15	0,7733
25	0,7093	25	0,7079	25	0,6826
35	0,6261	35	0,6429	35	0,6199
45	0,5894	45	0,5873	45	0,5652
60	0,5442	60	0,5232	60	0,4932
75	0,4914	75	0,4715	75	0,4348
90	0,4700	90	0,4190	90	0,3829
110	0,4144	110	0,3709	110	0,3245
130	0,3906	130	0,3241	130	0,2726
150	0,3316	150	0,2836	150	0,2281
180	0,3045	180	0,2355	180	0,1777
210	0,2883	210	0,1937	210	0,1328
240	0,2441	240	0,1621	240	0,1057
285	0,2017	285	0,1233	285	0,0743
330	0,1893	330	0,0980	330	0,0505
390	0,1461	390	0,0708	390	0,0360
450	0,1161	450	0,0516	450	0,0266
510	0,0885	510	0,0423	510	0,0235
570	0,0747	570	0,0316	570	0,0033
630	0,0599	630	0,0249	630	0,0028
690	0,0485	690	0,0214	1105	0,0000
750	0,0409	750	0,0165	1165	0,0000
810	0,0366	810	0,0027	1225	0,0000
870	0,0304	870	0,0009	---	---
930	0,0205	1305	0,0000	---	---
990	0,0010	1365	0,0000	---	---
1402	0,0024	1425	0,0000	---	---
1462	0,0005	---	---	---	---
1522	0,0000	---	---	---	---



**Tabela D2.** Dados da cinética de secagem das passas de abacaxi com hortelã com tratamento preliminar em solução de sacarose a 55 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

<b>Temperatura (°C)</b>					
<b>50</b>		<b>60</b>		<b>70</b>	
<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>
0	1,0000	0	1,0000	0	1,0000
5	0,8703	5	0,8926	5	0,8184
10	0,8216	10	0,8314	10	0,7451
15	0,7831	15	0,7892	15	0,6805
25	0,7132	25	0,7192	25	0,5801
35	0,6659	35	0,6576	35	0,5050
45	0,6265	45	0,6087	45	0,4422
60	0,5760	60	0,5471	60	0,3657
75	0,5375	75	0,4916	75	0,3062
90	0,5019	90	0,4423	90	0,2563
110	0,4597	110	0,3895	110	0,2059
130	0,4272	130	0,3420	130	0,1636
150	0,3981	150	0,3006	150	0,1355
180	0,3568	180	0,2460	180	0,1018
210	0,3188	210	0,2011	210	0,0766
240	0,2882	240	0,1664	240	0,0618
285	0,2447	285	0,1241	285	0,0466
330	0,2104	330	0,0915	330	0,0371
390	0,1682	390	0,0643	390	0,0271
450	0,1386	450	0,0475	450	0,0214
510	0,1108	510	0,0361	510	0,0162
570	0,0904	570	0,0277	570	0,0138
630	0,0732	630	0,0229	630	0,0105
690	0,0589	690	0,0180	690	0,0090
750	0,0496	750	0,0150	750	0,0076
810	0,0394	810	0,0009	810	0,0062
870	0,0366	870	0,0004	870	0,0014
930	0,0028	1240	0,0000	1000	0,0005
990	0,0023	1300	0,0004	1060	0,0000
1432	0,0009	1360	0,0000	---	---
1492	0,0000	---	---	---	---
1552	0,0000	---	---	---	---

**Tabela D3.** Dados da cinética de secagem das passas de abacaxi com hortelã com tratamento preliminar em solução de sacarose a 65 °Brix, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C

<b>Temperatura (°C)</b>					
<b>50</b>		<b>60</b>		<b>70</b>	
<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Razão de teor de água (adimensional)</b>
0	1,0000	0	1,0000	0	1,0000
5	0,8494	5	0,8938	5	0,8298
10	0,7949	10	0,8261	10	0,7690
15	0,7505	15	0,7779	15	0,7136
25	0,6819	25	0,6959	25	0,6317
35	0,6313	35	0,6407	35	0,5679
45	0,5922	45	0,5920	45	0,5086
60	0,5386	60	0,5318	60	0,4365
75	0,5034	75	0,4812	75	0,3767
90	0,4691	90	0,4381	90	0,3222
110	0,4300	110	0,3857	110	0,2634
130	0,3972	130	0,3408	130	0,2104
150	0,3330	150	0,3009	150	0,1741
180	0,3272	180	0,2494	180	0,1265
210	0,3021	210	0,2072	210	0,0878
240	0,2732	240	0,1725	240	0,0706
285	0,2297	285	0,1303	285	0,0495
330	0,2017	330	0,0811	330	0,0368
390	0,1670	390	0,0682	390	0,0284
450	0,1380	450	0,0496	450	0,0221
510	0,1139	510	0,0362	510	0,0191
570	0,0946	570	0,0269	570	0,0142
630	0,0753	630	0,0181	630	0,0137
690	0,0632	690	0,0130	690	0,0108
750	0,0492	750	0,0093	750	0,0098
810	0,0449	810	0,0070	810	0,0078
870	0,0430	870	0,0005	870	0,0039
930	0,0372	930	0,0000	930	0,0015
990	0,0304	1200	0,0000	990	0,0005
1050	0,0135	1260	0,0000	1050	0,0000
1495	0,0000	1320	0,0000	---	---
1555	0,0000	---	---	---	---
1615	0,0000	---	---	---	---